ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 4 (44), 2022 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

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

Зеленов Андрей Анатольевич, к. с.-х. наук

Косолапов Владимир Михайлович, академик РАН

Крефт Иван, академик, Словения

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

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

Прянишников Александр Иванович, член-корр. РАН

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

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

Ушачев Иван Григорьевич, академик РАН

Фенг Байли, доктор наук, профессор, Китай

Фесенко Алексей Николаевич, д. биол. наук

Шевченко Сергей Николаевич, академик РАН

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

Научный редактор, корректор

Грядунова Н.В.

Технический редактор

Хмызова Н.Г.

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

Фотоматериал ***Черненький В.А.***

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
Реестровая запись СМИ ПИ №ФС77-77939 от 19 февраля 2020 г.

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

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

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

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

Дата выхода в свет: 21.12.2022 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. 4 (44), 2022
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.).*
Zadorin, Aleksandr M. *– FSBSI FSC LGC, Cand. Sci. (Agric.)*
Zelenov, Andrei A. *– Cand. Sci. (Agric.)*
Kosolapov, Vladimir M. *– FSBSI V.R. Williams FNTs Feed Production and Agroecology, Director, Academician, Russian Academy of Sciences.*
Kreft, Ivan *– University of Ljubljana, Slovenia, Professor, Academician, Slovenian Academy of Sciences and Arts, Dr. Sci., Dr. h.c.*
Polukhin, Andrei A. *– FSBSI FSC LGC , Director, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Russian Academy of Sciences*
Privalov, Fedor I. – *Dr. Sci. (Agric.)., Corresponding Member, National Academy of Sciences of Belarus, Professor*
Pryanishnikov, Alexander I. *– JSC «Schelkovo-Agrochem», Head of the Department of Selection and Seed Production of Agricultural Crops, Corresponding Member, Russian Academy of Sciences*
Serekpaev, Nurlan A. *– S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, vice-rector, Dr. Sci. (Agric.).*
Suvorova, Galina N. *– FSBSI FSC LGC, Head of Laboratory of Genetics and Biotechnology, Cand. Sci. (Agric.).*
Ushachev, Ivan G. *–FSBSI FSC VNII Agr.Economics, Academician, Russian Academy of Sciences*
Feng Baili *– Ph. D., Professor, Northwest A & F University, P.R. China*
Fesenko, Aleksei N. *– FSBSI FSC LGC, Head of Laboratory of Buckwheat Breeding, Dr. Sci. (Biol.).*
Shevchenko, Sergei N. *– Samarskii NIISKh, Director, Member, Russian Academy of Sciences.*
Yagovenko, German L. *– All-Russian Research Institute of Lupine – a branch of FSBSI V.R. Williams FNTs Feed Production and Agroecology, Director, Dr. Sci. (Agric.).*
*Scientific editor****: Gryadunova, Nadezhda V.***
Layout, design: ***Khmyzova, Natal'ya G.***
English translation: ***Stefanina, Svetlana A.***
Photo: ***Chernen'kii, Vitalii A.***

Journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technologies and Mass Communications
Media registry record ПИ №ФС77-77939 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' , Orlovskijj rajjon, pos. Streleckijj , 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: 21.12.2022
Format A4.
Font Times New Roman.
Circulation 300 copies.
Printed at FSBSI «FSC LGC»
Price free.

СОДЕРЖАНИЕ

Грядунова Н.В. Научно-информационная деятельность Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур в 2022 году ……...……..……. 5
Полухин А.А., Лытнева Н.А., Парушина Н.В. Анализ рынка зерновых и зернобобовых культур в системе ФГИС «Зерно» для продовольственной безопасности страны ……..…….. 12
Чепик Д.А., Колесников А.В. Проблемы материально-технического обеспечения растениеводства . 24
Шурхаева К.Д., Фадеева А.Н., Хуснутдинова А.Т., Абросимова Т.Н. Формирование и изменчивость элементов продуктивности сортов гороха и взаимосвязь их с урожайностью ……..….. 32
Зайцева О.А., Бельченко С.А., Дронов А.В., Сычев С.М., Дьяченко В.В., Шпилев Н.С., Малявко Г.П. Сравнительная оценка зерновой продуктивности и адаптивности сортов сои в агроклиматических условиях Брянской области ……... 40
Дериглазова Г.М., Морозов А.Н. Конкурентоспособность отечественного сорта сои ЭН Аргента по сравнению с сортом канадской селекции ОАК Пруденс в условиях Центрального Черноземья ……... 49
Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Разработка элементов технологии возделывания новых сортов сои на основе использования внекорневых подкормок органоминеральными микроудобрениями и ЖКУ …. 58
Лазарев В.И., Минченко Ж.Н., Трутаева Н.Н., Ворончихин В.А. Влияние удобрений содержащих серу на урожайность и качество зерна сои в условиях Курской области …….. 64
Некрасова Т.П., Лукин А.Л., Пичугин А.П., Макаров А.Д. Роль влагоудерживающего удобрения в повышении эффективности биологической азотфиксации и продуктивности сои ……..… 74
Саниев Р.Н., Васин В.Г., Кузнецова Е.С. Показатели формирования агрофитоценоза сои при применении стимулирующих препаратов …….…… 84
Глазова З.И., Сироткина Е.Н. Влияние некоторых агроприемов на урожайность сортов чечевицы .. 90
Хабибов А. Д., Шуайбова Н.Ш. Роль генотипического фактора в вариабельности весовых признаков сортообразцов *Vicia faba L.* при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана ……..….. 96
Шаповалов В.Ф., Бишутина Л.И., Белоус Н.М., Малявко Г.П., Харкевич Л.П. Оценка применения минеральных удобрений и биопрепарата Альбит при возделывании проса ……..……. 107
Сокурова Л.Х. Значение и изучение исходного материала проса посевного для условий Кабардино-Балкарской республики …….…… 116
Зенькова Н.Н., Ганущенко О.Ф., Сергеева Е.В., Гуринович С.О. Формирование продуктивности и качественный состав зеленой массы африканского проса в условиях северного региона республики Беларусь …….. 125
Попова А.В., Юрьева Н.И., Малокостова Е.И. Динамика накопления сухого вещества яровой пшеницы в фазы кущение – полная спелость ……. 131
Василова Н.З., Асхадуллин Д.Ф., Асхадуллин Д.Ф., Тазутдинова М.Р., Хусаинова И.И., Гайфуллина Г.Р., Багавиева Э.З. Новый сорт яровой мягкой пшеницы Хазине ……...… 137
Чайкин В.В., Тороп А.А., Тороп Е.А. Способы селекции озимой ржи, позволяющие сочетать в одном сорте высокую урожайность и устойчивость к неблагоприятным условиям среды …….. 144
Пономарев С.Н., Пономарева М.Л., Маннапова Г.С., Фомин С.И. Особенности формирования урожайности озимой ржи в контрастных гидротермических условиях севера Средневолжья ……. 151
Блохин В.И., Никифорова И.Ю., Ганиева И.С. Ланочкина М.А., Малафеева Ю.В. Анализ адаптивного потенциала сортов и линий ярового ячменя по признаку «масса 1000 зерен» ……. 163
Голова Т.Г., Ершова Л.А Использование показателя плотности эндосперма для характеристики качества зерна ячменя …….….. 173
Догадина М.А., Таракин А.В., Резвякова С.В., Правдюк А.И., Криворотова Е.И. Вызовы аграрного бизнеса: импортозамещение пестицидов и агрохимикатов …….. 180
Белоус И.Н., Малявко Г.П., Шаповалов В.Ф., Просянников Е.В., Сычев С.М., Харкевич Л.П. Влияние систем удобрений и пестицидов на продуктивность плодосменного севооборота и агрохимические свойства дерново-подзолистой песчаной почвы ……...… 187
Требования к оформлению статей в журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» ……. 196
Катальникова М.А. О проведении международной научно-практической онлайн-конференции молодых учёных и специалистов «Особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в условиях импортозамещения» …… 199

ZERNOBOBOVYE I KRUPÂNYE KUL'TURY (Legumes and Groat Crops) No.4 (44), 2022

Gryadunova N.V. Scientific and information activities of the Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops in 2022 ……... 5
Polukhin A.A., Lytneva N.A., Parushina N.V. Analysis of the market of cereals and legumes in the system of FSIS "Grain" for the food security of the country ……..……..…..… 12
Chepik D.A., Kolesnikov A.V. Problems of logistic and technical support of plant production ……..... 24
Shurkhaeva K.D., Fadeeva A.N., Khusnutdinova A.T., Abrosimova T.N. Formation and variability of the elements of productivity of pea varieties and their relationship with yield ……...… 32
Zaytseva O.A., Belchenko S.A., Dronov A.V., Sychev S.M., Dyachenko V.V., Shpilev N.S., Malyavko G.P. Comparative evaluation of grain productivity and adaptability of soybean varieties in agro-climatic conditions of the Bryansk region ……...… 40
Deriglazova G.M., **Morozov A.N.** Competitiveness of the domestic soybean variety EN Argenta compared with the Canadian breeding variety of OAK Prudence in the conditions of the Central Black Earth Region .. 49
Akulov A.S., **Vasil'chikov A.G.** Development of elements of the technology of cultivation of new soybean varieties based on the use of foliar top dressing with organomineral microfertilizers and liquid complex fertilizers (LCF) …….....……... 58
Lazarev V.I., Minchenko Zh.N., Trutaeva N.N., Voronchikhin V.V. The effect of fertilizers containing sulfur on the yield and quality of soybean grain in the conditions of the Kursk region …….....…..... 64
Nekrasova T.P., Lukin A.L., Pichugin A.P., Makarov A.D. The role of water-retaining fertilizer in increasing the efficiency of biological nitrogen fixation and soybean productivity …….....……... 74
Saniev R.N., Vasin V.G., Kuznetsova E.S. Indicators of the formation of soybean agrophytocenosis with the use of stimulating preparations …….....…….. 84
Glazova Z.I., Sirotkina E.N. The influence of some agricultural practices on the yield of lentil varieties … 90
Khabibov A.D., **Shuaibova N.Sh.** The role of the genotypic factor in the variability of weight traits of *Vicia faba L.* varieties during introduction in the conditions of Inner Mountain Dagestan …….....……. 96
Shapovalov V.F., Bishutina L.I., Belous N.M., Malyavko G.P., Kharkevich L.P. Evaluation of the use of mineral fertilizers and biological preparation Albit in the cultivation of millet …….. 107
Sokurova L.H. Creation and evaluation of the source material of millet for the conditions of the Kabardino-Balkarian republic ……... 116
Zenkova N.N., Ganushchenko O.F., Sergeeva E.V., Gurinovich S.O. Formation of productivity and qualitative composition of green mass of African millet in the conditions of the northern region of the Republic of Belarus …….....……..… 125
Popova A.V., Yurieva N.I., Malokostova E.I. Dynamics of accumulation of dry matter of spring wheat in the tillering – full ripeness phases …….....…….. 131
Vasilova N.Z., Askhadullin D.F., Askhadullin D.F., Tazetdinova M.R., Khusainova I.I., Gayfullina G.R., Bagavieva E.Z. A new variety of spring soft wheat Khazine ……..… 137
Chaikin V.V., Torop A.A., Torop E.A. Winter rye breeding methods to combine high yield and resistance to adverse environmental conditions in one variety ……..…….. 144
Ponomarev S.N., Ponomareva M.L., Mannapova G.S., Fomin S.I. Features of winter rye yield formation in contrasting hydrothermal conditions of the northern Middle Volga region …… 151
Blokhin V.I., Nikiforova I.Y., Ganieva I.S., Lanochkina M.A., Malafeeva Yu.V. Analysis of adaptive potential of spring barley varieties and lines by characteristic «weight of 1000 grains» …… 163
Golova T.G., Ershova L.A. The use of the endosperm density index for the characterization of the quality of barley grain ……..……..….. 173
Dogadina M.A., Tarakin A.V., Rezvyakova S.V., Pravdyuk A.I., Krivorotova E.I. Challenges to agricultural business: import substitution of pesticides and agrochemicals ……... 180
Belous I.N., Malyavko G.P., Shapovalov V.F., Prosyannikov E.V., Sichev S.M., Kharkevich L.P. Influence of fertilizer and pesticide systems on the productivity of grain-grass-tilled crop rotation and agrochemical properties of soddy-podzolic sandy soil ……..…... 187
Journal «Legumes and groat crops» requirements ……...……...… 196
Katalnikova M.A. On the international scientific and practical online conference of young scientists and specialists «Peculiarities of breeding and seed production of agricultural crops in conditions of import substitution» ……... 199

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-5-11

УДК 002:063

Информационное сообщение

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФЕДЕРАЛЬНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР В 2022 ГОДУ

Н.В. ГРЯДУНОВА, кандидат биологических наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В статье представлена краткая информация об организованных и проведенных Центром в 2022 году мероприятиях, об участии учёных и специалистов в различных международных, всероссийских, региональных конференциях, совещаниях, круглых столах, выставках. Отражена публикационная активность Центра и передача новых селекционных достижений – сортов в государственное сортоиспытание.

Ключевые слова: мероприятия, доклады, экспозиции, сорта, публикации.

Для цитирования: Грядунова Н.В. Научно-информационная деятельность Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур в 2022 году. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):5-11. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-5-11

SCIENTIFIC AND INFORMATION ACTIVITIES OF THE FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS IN 2022

N.V. Gryadunova
FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The article provides brief information about the events organized and held by the Center in 2022, about the participation of scientists and specialists in various international, all-Russian, regional conferences, meetings, round tables, exhibitions. The publication activity of the Center and the transfer of new breeding achievements – varieties to the state variety testing are reflected.*

Keywords: events, reports, expositions, varieties, publications.

В 2022 году учёные Центра приняли участие с научными докладами, выступлениями, сообщениями, экспозицией новых селекционных достижений в различных мероприятиях Международного, Всероссийского и регионального уровней. Так, **29 марта** на базе ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина» состоялся Региональный Круглый стол по теме «Научно-практические основы управления продукционным процессом сельскохозяйственных полевых культур». Мероприятие прошло при поддержке Министерства сельского хозяйства и Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Департамента сельского хозяйства Орловской области. В работе Круглого стола приняли участие научные и образовательные организации, аграрии области, агрохолдинги и агрофирмы. Обсуждались координационные вопросы укрепления и развития связи науки, образования, производства в развитии отрасли растениеводства в условиях импортозамещения. С докладом на тему «Продуктивность и содержание белка в различных сортах сои» выступил член-корреспондент РАН, научный руководитель Центра В.И. Зотиков. Основное внимание в выступлении было сосредоточено на биологических особенностях формирования продуктивности и хозяйственно ценных признаков новых и перспективных сортов сои селекции ФНЦ ЗБК и других учреждений. Молодые ученые Центра в рамках работы круглого стола прошли повышение квалификации.

31 марта научные сотрудники С.В. Бобков, Г.Н. Суворова, Г.В. Соболева, Т.Н. Селихова, К.А. Башкирова участвовали в Региональной научной конференции «Механизмы регуляции роста и развития растительного организма», организованной Орловским отделением Общества физиологов России, которая прошла в ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С.Тургенева». М.В. Донская принимала участие в работе Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в сельском хозяйстве» прошедшей в марте в ВНИИ селекции плодовых культур (Орёл), А.В. Иконников в формате online участвовал в работе Школы молодых учёных «Основы селекции и технологии возделывания масличных культур» (ФНЦ ВНИИ масличных культур имени В.С. Пустовойта).

Круглый стол

22 апреля в Центре прошел Круглый стол «Развитие системы семеноводства в Орловской области: нормативно-правовое регулирование, проблемы, пути решения» организованный Комитетом по аграрной политике, природопользованию и экологии Орловского областного совета народных депутатов и Федеральным научным центром зернобобовых и крупяных культур. В работе приняли члены Правительства Орловской области, руководитель Департамента сельского хозяйства, директор ФНЦ ЗБК, д.э.н., профессор РАН Полухин А.А., научный руководитель Центра, член-корреспондент РАН, доктор с.-х. наук Зотиков В.И. Ключевыми стали вопросы правового обеспечения системы семеноводства в Орловской области, создания стимулирующих механизмов, увеличение государственной поддержки развития отрасли, внедрения научных инноваций, консолидация усилий органов государственной власти, хозяйствующих субъектов, науки, гражданского общества. В заключение было отмечено, что ряд прозвучавших на круглом столе предложений в ФЗ №454-ФЗ «О семеноводстве» в будущем может стать основой для обращений в федеральные органы власти.

VII Международный бизнес-форум «Мировая соя»

18-19 мая в городе Санкт-Петербург прошел VII Международный бизнес-форум «Мировая соя». Ежегодно данная площадка объединяет ведущие компании соевого рынка и позволяет вести активный диалог науки, производителей, переработчиков, поставщиков оборудования и средств защиты растений. Традиционно форум включает в себя несколько сессий по отдельным направлениям: общие тренды развития соевого рынка, современные технологии соевых комплексов, использование сои в производстве продуктов и кормов, селекция, семеноводство и выращивание сои, средства защиты растений и агрохимикаты. В сессии, посвященной селекции, семеноводству и выращиванию сои, приняли участие представители ФНЦ зернобобовых и крупяных культур – директор, д.э.н., профессор РАН А.А. Полухин и заместитель директора по научной работе, руководитель селекционно - семеноводческого центра к.с.-х наук В.И. Панарина. В своем выступлении Андрей Александрович отразил основные векторы развития селекции и семеноводства сои в ФНЦ ЗБК в условиях импортозамещения на рынке семян. Доклад Вероники Игоревны был посвящен вопросам селекции и семеноводства сои в рамках функционирования созданного в нашем учреждении центра.

24-27 мая в Минске республика Беларусь состоялась III Международная научно-практическая конференция «Клеточная биология и биотехнология растений», в которой приняла участие Г.Н. Суворова. Опубликованы тезисы «Культура изолированных семяпочек как этап селекционного процесса чечевицы Lens culinaris Medik».

27-29 июня ФНЦ зернобобовых и крупяных культур в рамках Аграрной недели Орловской области – 2022 провёл Международную научную конференцию «Развитие селекции и семеноводства зерновых, зернобобовых и крупяных культур в условиях импортозамещения» и 24-й День поля и ярмарку сортов сельскохозяйственных культур на Шатиловской СХОС. В проведённых мероприятиях приняли участие свыше 3000 учёных и специалистов. Организаторы форума: ФНЦ ЗБК, Минобрнауки РФ, МСХ РФ, РАН, Правительство Орловской области.

Полная информация о проведённом мероприятии опубликована в научно-производственном журнале Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. –№3(43). – С.5-11.

13-15 июля в городе Курск прошла Международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов» в которой приняла участие Т.Н. Селихова с докладом на тему «Сравнительный анализ электрофоретических спектров гороха».

22 июля ФНЦ зернобобовых и крупяных культур представил экспозицию сортов селекции Центра зернобобовых, зерновых и крупяных культур на Аллее науки **АГРОПОЛИГОНА 2022,** который провели ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» и ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» совместно с Министерством сельского хозяйства и продовольствия Московской области. В АГРОПОЛИГОНЕ 2022 приняли участие десятки крупных научных организаций и его партнеры в области сельского хозяйства, российские и зарубежные компании – производители агрохимикатов и пестицидов, семян, техники. Деловая программа включала научно-практические сессии по актуальным вопросам комплексного применения удобрений и средств защиты растений, презентации новейших разработок в области агротехнологий и цифровые платформы для ведения сельскохозяйственного производства. На сессии «Селекция и семеноводство, сельскохозяйственная техника» с докладом «Направления селекционно-семеноводческой работы селекционно-семеноводческого центра сои ФНЦ ЗБК» выступила зам. директора по научной работе кандидат сельскохозяйственных наук В.И. Панарина.

Всероссийский день поля – 2022

С 28 по 30 июля Министерство сельского хозяйства РФ провели в Калининградской области Всероссийский день поля 2022. Пленарное заседание состоялось под эгидой «Растениеводство России: стратегические ориентиры на 2022-2030 гг. и инструменты их достижения». Данное мероприятие под открытым небом является уникальной демонстрационной площадкой, презентующей достижения агротехнологий, инновационных методов землепользования, современной сельхозтехники, продукции агропроизводителей, селекционные достижения научно-исследовательских учреждений, Центров, селекционеров. В мероприятиях приняли участие около 500 делегатов из 60 регионов страны, чтобы продемонстрировать свои достижения в различных сферах агропромышленного комплекса. Более 60 тыс. человек посетили выставки современной техники, средств защиты. Демонстрационные посевы сельскохозяйственных культур были размещены на площадке в один гектар, где были высеяны 62 сорта и гибрида таких культур, как пшеница, ячмень, овес, гречиха, кукуруза, рапс и другие.

На демонстрационных делянках были представлены и селекционные достижения Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур: гречиха Девятка и Диалог, кормовые бобы Янтарные и Красный богатырь. В составе Орловской делегации - директор ФНЦ ЗБК доктор экономических наук, профессор РАН А.А. Полухин, заместитель директора по научной работе, кандидат сельскохозяйственных наук В.И Панарина. МСХ РФ и Департамент растениеводства провели ряд круглых столов, панельные дискуссии, семинары.

В г. Санкт-Петербург с 31 августа по 3 сентября прошла 31 Международная агропромышленная выставка-ярмарка «Агрорусь», крупнейшая выставочная площадка России для демонстрации достижений, продуктов и технологий отечественных и фермерских кооперативов, товаров и услуг, которая входит в число приоритетных проектов Министерства сельского хозяйства России. Тематический фокус агропрмышленной выставки-ярмарки «Агрорусь 2022» – агропищевая индустрия.

В работе центра деловых контактов, проведенных конференциях, семинарах, форуме сельской молодежи, ключевыми индикаторами стали вопросы импортозамещения, цифровые сервисы для АПК, современное развитие отечественных животноводческих и растениеводческих селекционных направлений, создание новых видов удобрений и средств защиты. Кроме того, в программе деловых мероприятий по традиции состоялись отраслевые конкурсы. В конкурсной программе агропромышленной выставки «Агрорусь» **коллектив ФНЦ ЗБК награжден Золотой медалью в номинации «За достижения в области инноваций в производстве продукции растениеводства».**

Выставка «Золотая осень – 2022»

Главные достижения российского АПК представлены на Российской агропромышленной выставке «Золотая осень – 2022», которая прошла в г. Москва с 5-8 октября 2022 г. Выставка «Золотая осень» является одним из самых крупных и профессионально ориентированных мероприятий агропромышленного комплекса России. Ежегодно в мероприятии принимают участие сотни производителей из разных регионов России, представляя свою продукцию, проводятся презентации современной сельскохозяйственной техники, инновационных разработок и новейших технологий в сфере АПК. Деловая программа была очень насыщенной: многочисленные форумы, круглые столы, панельные дискуссии, посвященные самым актуальным отраслевым темам, в которых основными вопросами были обсуждение продовольственной безопасности России и мира, современные экономические вызовы, аграрный экспорт регионов, аграрная наука и образование в условиях обеспечения продовольственного и технологического суверенитета и многие другие. В завершении работы агропромышленной выставки «Золотая осень-2022» были подведены итоги отраслевых конкурсов. **Коллектив ФНЦ ЗБК в конкурсе «За**

эффективное информационно-консультационное обеспечение АПК» по трем номинациям получил три серебряные медали и дипломы: **За научно-информационное обеспечение селекции, семеноводства зернобобовых и крупяных культур в условиях импортозамещения; За издание монографии «Приемы повышения урожайности гречихи»; За издание журнала «Зернобобовые и крупяные культуры».**

Агропромышленный Форум «Молоко России»

9-11 ноября в г. Казань состоялся V Агропромышленный Форум «Молоко России». Ключевой темой Форума было обсуждение комплекса мер поддержки агропромышленной отрасли на фоне введения санкций в отношении России, поддержка аграриев и сельхозпроизводителей, обеспечение стабильности АПК и продовольственной безопасности страны. Агропромышленный Форум «Молоко России» носит научно-практический характер. Основной целью мероприятия является содействие качественным изменениям в развитии молочной отрасли путем внедрения новых инструментов и моделей ведения сельского хозяйства, обмен успешным опытом и выработка решений для роста и развития сельскохозяйственных предприятий России. На пленарном заседании Форума выступил директор ФНЦ ЗБК д.э.н. профессор РАН Андрей Александрович Полухин с докладом «Сорта нового поколения просовидных, зерновых и зернобобовых культур, используемых для кормления животных». Поднятые в выступлении вопросы вызвали большой интерес среди участников Форума, особенно тех, кто занимается производством молока.

Международный салон инноваций для молодых ученых

10-11 ноября состоялся Международный салон инноваций для молодых ученых (YSIIS) совместно с Китайской Ассоциацией науки и технологий (CAST), Северо-Западным университетом (Китай). Соорганизаторы данного мероприятия – Институт современного аграрного развития ШОС (Китай), Белорусская государственная сельскохозяйственная академия (республика Беларусь), Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур (Россия).

В онлайн – конференции с докладами выступили: директор ФНЦ ЗБК д. э. наук профессор РАН А.А. Полухин и заместитель директора по научной работе к.с.-х. наук В.И. Панарина.

25 ноября Советом молодых учёных и специалистов Центра (**председатель СМУиС М.А. Катальникова)** при поддержке администрации проведена Международная научно-практическая онлайн-конференция молодых учёных и специалистов «Особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в условиях импортозамещения».

В работе конференции приняли участие научные сотрудники, магистранты, студенты из различных научно-исследовательских учреждений и организаций России, Узбекистана: ФНЦ зернобобовых и крупяных культур, Курский ФАНЦ, Орловский ГАУ имени Н.В. Парахина, Верхневолжский ФАНЦ, КК НПО зерна и риса (Узбекистан), ФНЦ ВНИИЭСХ, Орловский ГУ имени И.С. Тургенева и другие.

II Конгресс молодых ученых

1-3 декабря 2022 года в Парке науки и искусства «Сириус», г. Сочи на федеральной территории «Сириус» состоялось одно из ключевых событий Десятилетия науки и технологий – II Конгресс молодых ученых. Организаторами Конгресса выступили Министерство науки и высшего образования РФ, Координационный совет по делам молодежи в научной и образовательной сферах при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, Фонд Росконгресс.

Конгресс молодых ученых посетили Президент РФ В.В. Путин, помощник главы государства А.А. Фурсенко, заместитель Председателя Правительства Д.Н. Чернышенко, министр науки и высшего образования РФ В.Н. Фальков и многие другие. Конгресс объединил более 3 тысяч представителей ведущих научных школ – лидеров отечественной науки, молодых ученых – победителей конкурсов грантов, студентов и школьников из 77 регионов России и 40 стран мира. От ФНЦ зернобобовых и крупяных культур в работе Конгресса приняла участие Маргарита Александровна Катальникова, председатель Совета молодых ученых и специалистов Центра.

В рамках деловой программы Конгресса прошли круглые столы, сессии, дискуссии, нацеленные на улучшение климата в научном сообществе.

В 2022 году Центром переданы на государственное сортоиспытание 9 новых сортов сельскохозяйственных культур (горох, чечевица, кормовые бобы, соя, гречиха, ячмень яровой, пшеница мягкая озимая), опубликованы 113 научных статей, в т. ч. 81 в рецензируемых журналах и 23 – в зарубежных, книга «Селекционные достижения Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур. Каталог сортов», монография «Проблемы повышения урожайности гречихи», Рекомендации по проведению весенне-полевых работ в Орловской области в 2022 году, Рекомендации по возделыванию чины посевной и другие.

Издательством Центра подготовлены и вышли в свет 4 номера Всероссийского научно-производственного журнала «Зернобобовые и крупяные культуры», в которых опубликованы 75 статей из научных и учебных организаций России, Белоруссии, Казахстана и других учреждений.

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-12-23

УДК 332.02:631.1:65.012

АНАЛИЗ РЫНКА ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В СИСТЕМЕ ФГИС «ЗЕРНО» ДЛЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ

А.А. ПОЛУХИН, доктор экономических наук, профессор РАН,
ORCID ID: 0000-0002-6652-1031, E-mail: dirzbc@yandex.ru
Н.А. ЛЫТНЕВА*, доктор экономических наук, профессор
ORCID ID: 0000-0003-0263-662X, E-mail: ukap-lytneva@yandex.ru
Н.В. ПАРУШИНА*, доктор экономических наук, профессор
ORCID ID: 0000-0003-0544-1094, E-mail: parushinan@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»
* ФГБОУ ВО «РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ» – СРЕДНЕРУССКИЙ ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ

В статье проводится анализ официальной статистической информации о состоянии рынка зерновых и зернобобовых культур в стране, структуре производства зерна по категориям хозяйств, показателям валового выпуска и урожайности зерна за последние годы. Проанализированы тенденции изменения посевов зерновых культур на основе анализа структуры посевных площадей по видам сельскохозяйственных культур. Новшества последних месяцев связаны с внедрением федеральной государственной информационной системы – ФГИС «Зерно», что является своевременным решением для системы государственного управления и регулирования рынка зерна и продуктов его переработки для производства и потребления в условиях зарубежных санкций. Доказана и обоснована значимость функционирования цифровой системы для анализа, прослеживания цепочки движения зерна: поле – потребитель, повышения качественных характеристик зерновых культур, контроля рынка зерна и проведения мониторинга данных для корректировки продовольственной стратегии.

***Ключевые слова*:** аграрная политика, анализ, государственная информационная система, государственное регулирование, зерно, зерновые и зернобобовые культуры, продовольственная безопасность, субсидирование.

Для цитирования: Полухин А.А., Лытнева Н.А., Парушина Н.В. Анализ рынка зерновых и зернобобовых культур в системе ФГИС «Зерно» для продовольственной безопасности страны. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):12-23. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-12-23

ANALYSIS OF THE MARKET OF CEREALS AND LEGUMES IN THE SYSTEM OF FSIS «GRAIN» FOR THE FOOD SECURITY OF THE COUNTRY

A.A. Polukhin, N.A. Lytneva*, N.V. Parushina*

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»
*FSBEI HE «THE RUSSIAN PRESIDENTIAL ACADEMY OF NATIONAL ECONOMY AND PUBLIC ADMINISTRATION» – CENTRAL RUSSIAN INSTITUTE OF MANAGEMENT

Abstract: *The article analyzes official statistical information on the state of the cereals and leguminous crops market in the country, the structure of grain production by farm categories, indicators of gross output and grain yields in recent years. Trends in changes in grain crops are*

analyzed based on the analysis of the structure of sown areas by types of agricultural crops. The innovations of recent months are related to the introduction of the federal state information system - FSIS "Grain", which is a timely solution for the system of state administration and regulation of the grain market and its products for production and consumption under foreign sanctions. The significance of the functioning of a digital system for analysis, tracking the grain movement chain: field - consumer, improving the quality characteristics of grain crops, monitoring the grain market and monitoring data to adjust the food strategy has been proved and justified.

Keywords: agricultural policy, analysis, state information system, state regulation, grain, cereals and legumes, food security, subsidies.

Введение

Завершение 2021-2022 гг. отмечено масштабными изменениями, которые направлены на совершенствование государственной аграрной политики и поддержку зернового подкомплекса страны. В частности, изменения касаются механизма, который позволяет прослеживать цепочку продвижения сырья от места ее производства, до переработки в готовую продукцию, и продажи на товарных рынках страны или за рубеж. Механизм был разработан Министерством сельского хозяйства РФ и утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации от 09.10.2021 № 1722 «О Федеральной государственной информационной системе прослеживаемости зерна и продуктов переработки зерна» как федеральная государственная информационная система «Зерно» [1]. Оператором системы является ФГБУ «Центр Агроаналитики» [2]. Актуальность и своевременность разработки и скорейшего запуска ФГИС «Зерно» обусловлена рядом объективных обстоятельств, связанных с реализацией политики импортозамещения, обеспечением продовольственной безопасности страны, пополнением *интервенционного* фонда зерна и цифровизацией сельского хозяйства. За счет внедрения механизма цифрового сопровождения производства и продажи зерна и зернобобовых культур будет обеспечена прозрачность их движения, достоверность оформления товаросопроводительных документов. При этом введение системы позволит контролировать цены на зерно, их снижение, усилить государственную поддержку аграриев и тем самым обеспечить рентабельность сельхозтоваропроизводителей в условиях роста издержек. ФГИС «Зерно» заработала с 1 сентября 2022 г. С этой даты весь объем произведенного и реализованного зерна подлежит цифровому прослеживанию, контролю и мониторингу, что определяет значимость рассмотрения темы и анализ информации, которая подлежит заполнению и обработке.

Цель работы – выявить аналитические преимущества функционирования государственной информационной системы для учета зерна и продуктов его переработки на основе объективной оценки необходимости государственного регулирования и поддержки рынка зерна и обеспечения продовольственной безопасности страны на фоне мировых санкций.

Материал и методы исследований

Зерновой подкомплекс обеспечивает продовольственную стабильность, неснижаемый запас зерна в стране, а ситуация на рынке зерна находится под постоянным контролем со стороны Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. Систематическому анализу подлежат сведения о производстве зерна, изменении посевных площадей, валовом сборе и урожайности зерновых культур. Зерновой рынок является динамично развивающимся, о чем свидетельствуют данные официальной статистики, подлежащие аналитическому мониторингу, оперативному контролю процессов сева, производства, сбора урожая, отгрузки и продажи зерна покупателям [3]. Нестабильность ситуации с выпуском зерна и зернобобовых культур, необходимость снижения продажи зерна на экспорт, важность формирования гарантированного национального фонда зерна для потребления, повышения эффективности финансово-хозяйственной деятельности зернопроизводителей за счет регулирования цен на зерно и субсидирования затрат, определяют значимость анализа

информации. Такая информация нужна для оценки и государственного регулирования сбора, производства и продажи зерна на отечественном и зарубежном рынках. В настоящее время прослеживание данных о зерне будет осуществляться в цифровом формате путем заполнения сопроводительных документов и прохождения качественного контроля.

Для проведения исследования объективной необходимости формирования цифровой платформы сопровождения производственной цепочки зерна и доведения его до конкретного покупателя, потребителя использовались методы сравнительного обобщения, видовой группировки, структурного анализа, динамической оценки.

Сведения о структуре производства зерна по категориям хозяйств формируются в разрезе сельскохозяйственных организаций, крестьянских (фермерских) хозяйств и хозяйств населения (рис. 1).

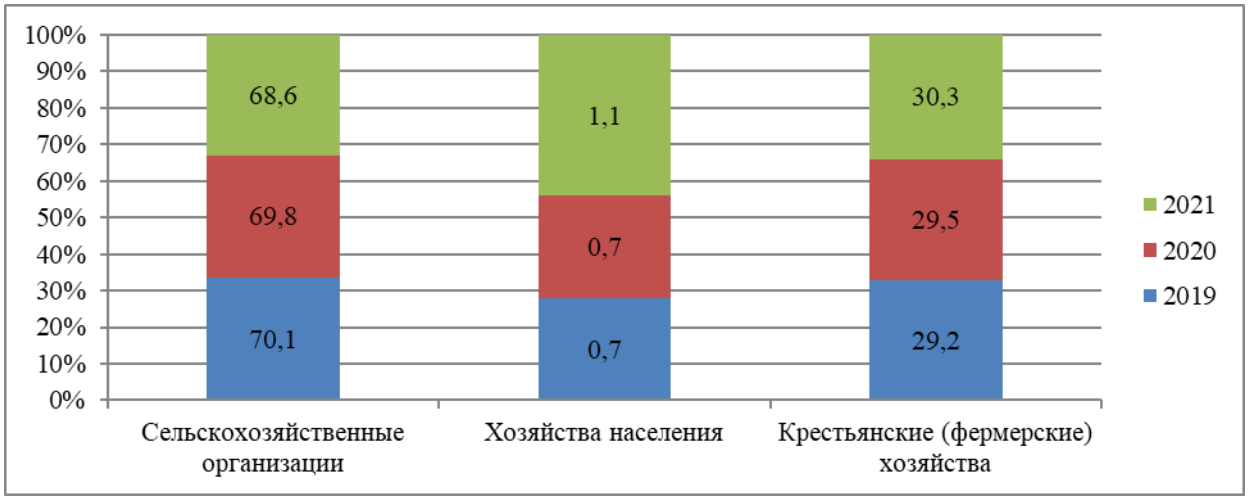


Рис. 1. Структура производства зерна по категориям хозяйств, в процентах от объема производства в хозяйствах всех категорий [4]

По данным рисунка 1 значительную долю производства зерна по – прежнему обеспечивают крупные сельскохозяйственные организации. На их долю в 2019 г. приходилось 70,1% всего объема производства зерна по стране, с 2020 г. наблюдается тенденция снижения объемов выпуска зерна сельскохозяйственными организациями и рост объемов производства зерна фермерами. Доля производства зерна фермерами с 29,2% в 2019 г. увеличилась до 30,3% в 2021 г. При этом население также активно участвует в выращивании зерновых культур в последний год.

Государственная политика страны основана на увеличении посевных площадей под зерновые культуры и наращивании объемов производства зерна. Для обеспечения страны зерном необходимо собрать урожай в 130 млн. тонн. [5]. При невыполнении планов по уборке зерна, экспорт в прежних объемах будет невозможен, что может негативно сказаться на мировом рынке зерна, в результате чего пострадает мировая продовольственная безопасность.

Информация по посевным площадям формируется по видам зерновых и зернобобовых культур, что отражено в таблице 1 [4].

Таблица 1

Посевные площади сельскохозяйственных культур (в хозяйствах всех категорий; тысяч гектаров)

Вид культуры	2019	2020	2021	2021 г. в % к 2020 г.	2020 г. в % к 2019 г.
Вся посевная площадь	79888	79948	80437	100,6	100,1
Зерновые и зернобобовые культуры	46660	47900	47006	98,1	102,7
в том числе:					
озимые зерновые культуры	17427	18722	17568	93,8	107,4
из них:					
пшеница	15835	16914	15667	92,6	106,8
рожь	849	980	1033	105,5	115,4
тритикале	121	98	109	112,1	81,0
ячмень	621	731	759	103,8	117,7
яровые зерновые и зернобобовые культуры	29234	29178	29438	100,9	99,8
из них:					
пшеница	12256	12530	13135	104,8	102,2
кукуруза на зерно	2593	2855	2954	103,5	110,1
ячмень	8172	7799	7417	95,1	95,4
овес	2545	2421	2291	94,6	95,1
просо	393	446	295	66,1	113,5
гречиха	811	873	981	112,3	107,6
рис	194	197	190	96,5	101,5
зернобобовые	2164	1960	2065	105,4	90,6

По данным анализа таблицы 1 отмечено, что наметилась положительная тенденция с ростом посевных площадей под зерновые культуры в 2021 г. по сравнению с 2020 г. на 0,6 % (темп роста 100,6%). По итогам 2020 г. в сравнении с 2019 г. этот прирост составил всего лишь 0,1% (темп роста 100,1%). Положительный результат по увеличению посевов зерна наблюдается в 2021 г. по следующим культурам: тритикале – темп роста 112,1%, пшеница – 104,8%, гречиха – 112,3%, зернобобовые – 105,4%.

Наибольшая доля посевных площадей приходится на озимую и яровую пшеницу, кукурузу, ячмень, овес, зернобобовые, что отражено на рисунке 2.

По оперативной аналитике Минсельхоза России на 1 сентября 2022 г. удалось достигнуть и даже превысить значения прошлого года по выпуску зерновых культур.

Пшеница убрана с 21,8 млн га (с 22 млн га в 2021 году), урожайность составила 39,9 ц/га (30 ц/га). Ячмень обмолочен с 6,5 млн га (6,7 млн га), собрано 20,8 млн тонн (16,4 млн тонн) при урожайности 31,8 ц/га (24,6 ц/га). Кукуруза на зерно убрана с 4,5 тыс. га (27,7 тыс. га), намолочено 23,2 тыс. тонн (122,9 тыс. тонн), урожайность составила 51,1 ц/га (44,3 ц/га). Всего зерновые и зернобобовые культуры обмолочены с 32,5 млн га (33,3 млн га), собрано 117,9 млн тонн (90,9 млн тонн) при урожайности 36,2 ц/га (27,3 ц/га) [6].

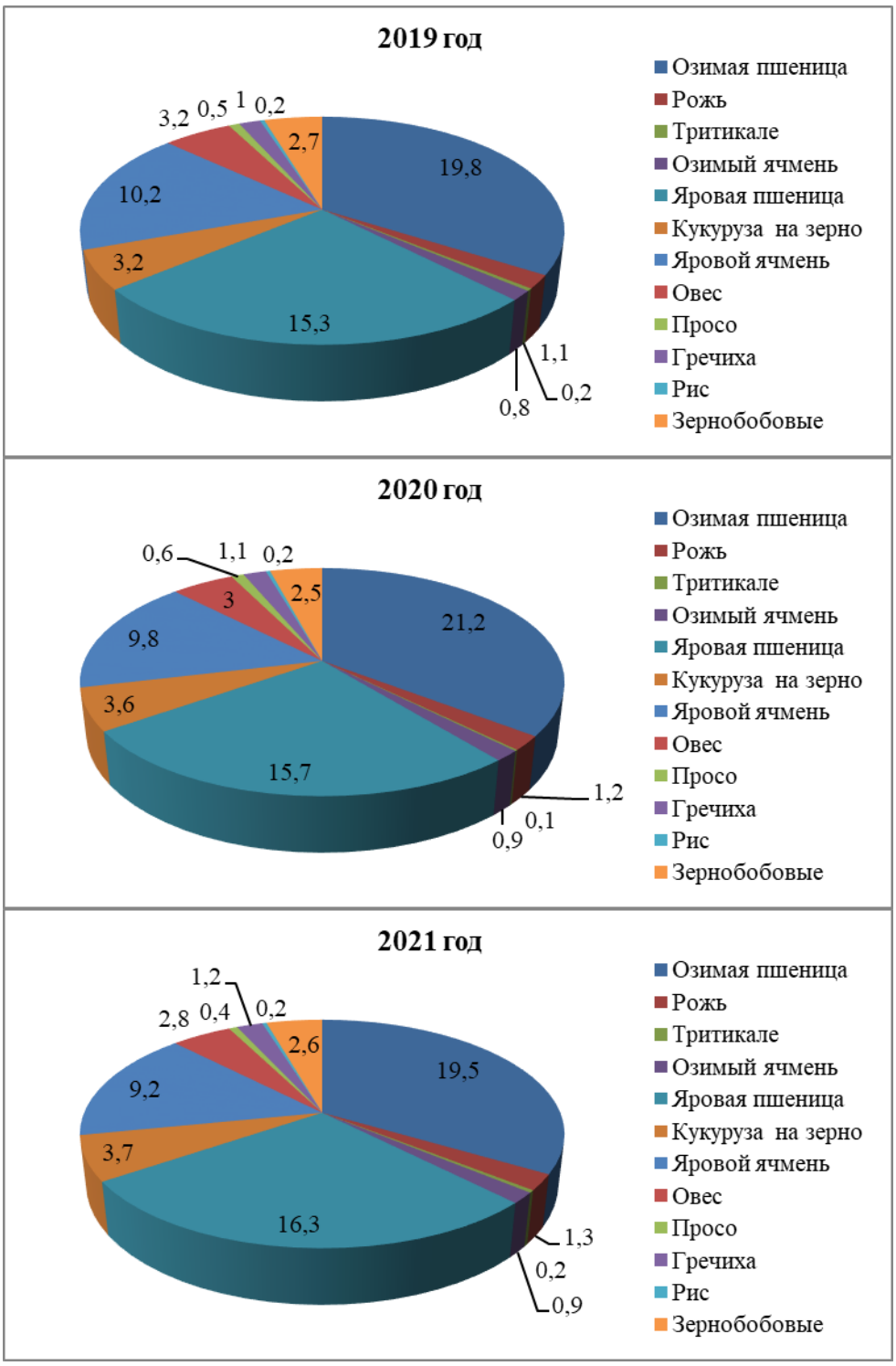


Рис. 2. Структура посевных площадей по видам сельскохозяйственных культур (в хозяйствах всех категорий), в процентах от всей посевной площади [4]

Росту объемов выпуска способствует сложившаяся тенденция повышения активности фермеров и населения при производстве зерна и зерновых культур. По итогам 2021 г. наблюдается существенный рост площадей хозяйств населения, которые отдаются под посевы зерна (рис. 3) . Если в 2020 г. на зерно было отведено 438 тыс. га земли, то в 2021 г. этот показатель составил 536 тыс га. При этом посевные площади под зерно и зерновые культуры в сельсткохозяйственных организациях и у фермеров сокращаются, что свидетельствует о проблеме обеспечения объемов выпуска зерна и формирования национального запаса.

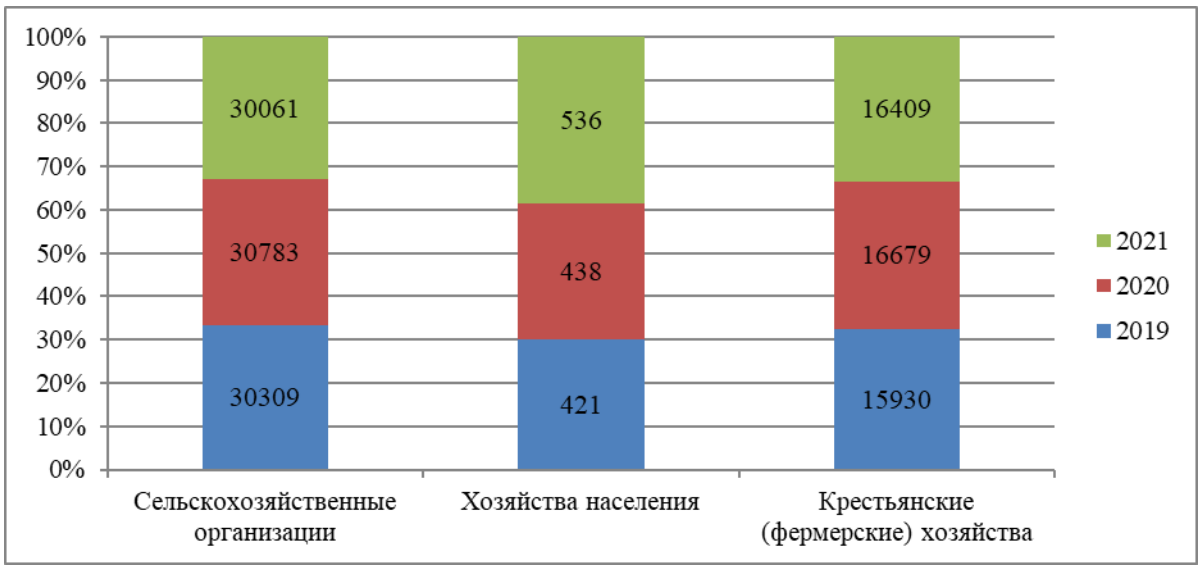


Рис. 3. Посевные площади зерновых и зернобобовых культур по категориям хозяйств (тысяч гектаров) [4]

Министр сельского хозяйства Дмитрий Патрушев, комментируя ситуацию с зерном в России и внедрение с 1 сентября ФГИС «Зерно» отметил, что российские аграрии собрали свыше 40 млн т зерна и Минсельхоз сохраняет прогноз урожая в 2022 году на уровне 130 млн т. Согласно данным Росстата, урожай зерновых в России в 2021 году составил 121,4 млн т, в 2020 году – 133,5 млн т. по мнению министра: «На данный момент собрано уже более 40 млн т зерна, в том числе 33 млн т пшеницы. В настоящее время сохраняем наш прогноз на уровне 130 млн т, что станет одним из лучших результатов в истории страны» [7].

О том, что систематическая работа по контролю урожая 2022 г., оформлению документов и отгрузке зерна, должна вестись в автоматизированном мониторинговом формате, не вызывает сомнений. Причем в эти процессы необходимо вовлечь всех участников процесса сбора, складирования, переработки зерна, производства продуктов переработки, чтобы сделать процесс прозрачным, контролируемым и обеспечить качество продукции согласно соблюдению экологических принципов устойчивого развития [8].

О существенном снижении валового сбора зерновых культур в целом в 2021 г. по сравнению с 2020 г. свидетельствуют данные таблицы 2 [4].

Если в 2020 г. по отношению к 2019 удалось достичь роста валового сбора зерна на 10,1%, то в 2021 г. по сравнению с 2020 г. аграрии собрали на 9% зерна меньше. Пшеницы было собрано в 2021 г. на 11,5% меньше, наоборот, в 2020 г. удалось добиться довольно значительного урожая, что составило на 15,3% больше фактического значения 2019 г. Значительное снижение валового сбора урожая в 2021г. отмечается по следующим зерновым культурам: рожь – темпы снижения 72,4%, ячмень – 85,9%, овес – 91,4%, рис – 94,3%.

Таблица 2

Валовой сбор продуктов растениеводства (в хозяйствах всех категорий; миллионов тонн)

Виды культур	2019	2020	2021	2021 г. в % к 2020 г.	2020 г. в % к 2019 г.
Зерно (в весе после доработки)	121,2	133,5	121,4	91,0	110,1
в том числе:					
пшеница	74,5	85,9	76,1	88,5	115,3
рожь	1,4	2,4	1,7	72,4	171,4
тритикале	0,4	0,3	0,3	92,9	75,0

Продолжение табл. 2

кукуруза на зерно	14,3	13,9	15,2	109,8	97,2
ячмень	20,5	20,9	18,0	85,9	102,0
овес	4,4	4,1	3,8	91,4	93,2
просо, тыс. т	440	396	368	92,9	90,0
гречиха, тыс. т	786	892	919	103,0	113,5
рис, тыс.т	1099	1142	1076	94,3	103,9
зернобобовые	3,3	3,4	3,8	111,4	103,0
из них горох	2,4	2,7	3,2	115,6	112,5

По официальным данным снизилась и урожайность зерновых культур – количество центнеров с одного гектара убранной площади. Динамика урожайности и сравнение зерновых и зернобобовых культур за последние три года наглядно представлена на рисунке 4.

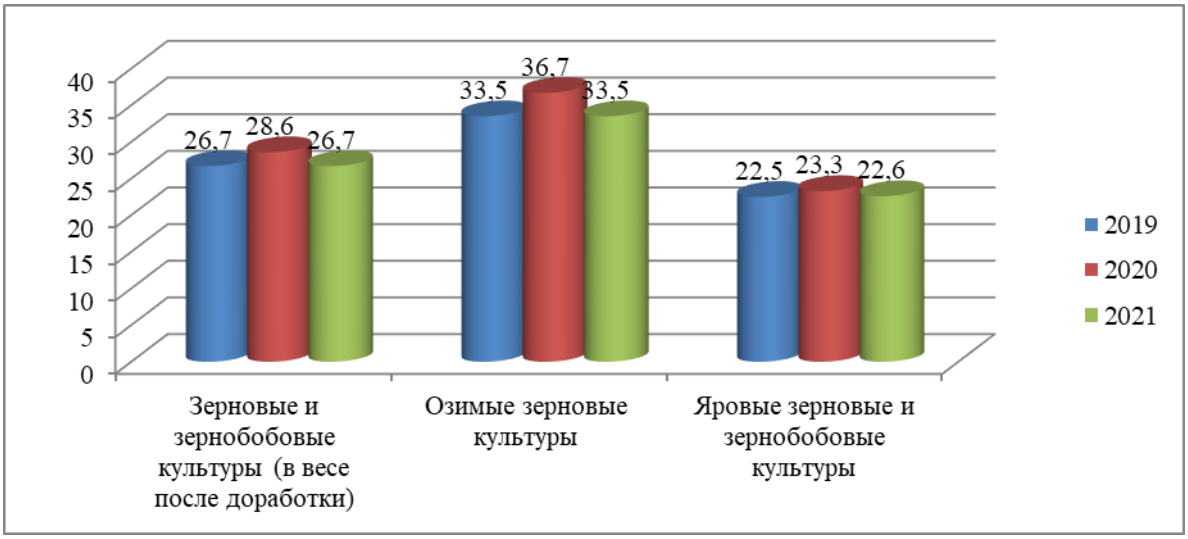


Рис. 4. Урожайность сельскохозяйственных культур (в хозяйствах всех категорий; центнеров с одного гектара убранной площади) [4]

Урожайность озимых культур выше и составляет в 2021 г. 33,5 центнеров с 1 га земли. Яровых культур было собрано 22,6 центнеров с 1 га земли. Причем темпы снижения озимых зерновых в 2021 г. по сравнению с 2020 г. гораздо выше, чем яровых культур (91,3% против 97%).

Сравнение темпов роста цен производителей сельскохозяйственной продукции, которые характеризуют стоимость 1 тонны зерновых и зернобобовых культур затруднена исходя из поиска и проведения сравнения данных о затратах аграриев, которые складываются из стоимости семян, закупки материалов, модернизации и эксплуатации парка техники, расходов на коммунальные платежи и заработную плату работников. В последние годы наблюдается значительный рост затрат на производство готовой продукции растениеводства, что при сравнении с данными полученной выручки в результате продажи зерна, не позволяет получить надлежащий экономический эффект для развития производства и отрасли. Сложившиеся трудности обусловливают разработку программы субсидирования сельского хозяйства, которая носит адресный и обоснованный характер теми цифрами, которые будут формироваться в ФГИС «Зерно». В настоящее время готовится проект постановления правительства РФ, которым будут внесены соответствующие изменения в программу субсидирования сельского хозяйства. Он подготовлен Минсельхозом России. В частности эксперты комментируют, с 1 сентября 2022 года регистрация и работа

в федеральной государственной информационной системе прослеживаемости зерна и продуктов его переработки (ФГИС «Зерно») станет обязательным условием для получения субсидий на возмещение части затрат на производство и реализацию зерновых культур [9].

Результаты и их обсуждение

Для регулирования цен продажи зерна, расходов на производство зерна, закупку и выращивание семян, снижения экспорта, создание интервенционного запаса зерна для производственного потребления и переработки на муку и крупу объективно необходимо формирование и функционирование единой цифровой платформы, которая носит многофункциональный информационный характер для анализа данных и мониторинга ситуации на рынке продовольствия. Меры правительства по форсированному внедрению ФГИС «Зерно» соответствуют цифровым трансформациям в экономике, повышению ответственности всех ветвей власти за расходование финансовых ресурсов, выполнению национальных проектов в ситуации масштабных геополитических вызовов, и обеспечению стабильности в обществе [10].

По состоянию на 30 августа в системе зарегистрировалось почти 63 тыс. участников рынка. С 1 июля 2022 года, когда началась регистрация товаропроизводителей во ФГИС «Зерно», по состоянию на 30 августа по этому показателю лидировала Ростовская область (6,8 тыс.), Краснодарский край (4,8 тыс.), Ставропольский край (2,9 тыс.), Волгоградская (2,9 тыс.) и Оренбургская (2,9 тыс.) области [11].

Учету в системе подлежит не только зерно, но и продукты его переработки для пищевых и кормовых целей, что соответствует проведению общенационального анализа ресурсов и использования зерна и позволит отслеживать запасы зерна в динамике по отчетным периодам.

Продукция, информация о которой вносится в ФГИС «Зерно», разделена на 2 группы: сельскохозяйственные культуры и продукты переработки зерна (табл.3).

Таблица 3

Продукция, информация о которой вносится в ФГИС «Зерно»

Сельскохозяйственные культуры		Продукты переработки зерна	
Рожь Кукуруза Соя Рис Гречиха Ячмень Овес Пшеница (мягкая, твердая) Просо Сорго Тритикале Горох Чечевица Чина	Фасоль Маш Люпин Кормовые бобы Вика Подсолнечник Сафлор Рапс Хлопчатник Лен Арахис Кунжут Горчица Нут	Рис: -шелушеный, - полуобрушенный или полностью обрушенный, или дробленый Мука: - пшеничная и пшенично-ржаная, - из прочих зерновых культур, - тонкого и грубого помола из овощных и других растительных культур (за исключением муки тонкого и грубого помола из овощных культур) Смеси для приготовления хлебобулочных и мучных кондитерских изделий Крупа и мука грубого помола из пшеницы Крупа, мука грубого помола и гранулы из зерновых культур, не включенные в другие группировки	Продукты зерновые для завтрака и прочие продукты из зерновых культур Отруби, высевки и прочие отходы от обработки зерновых культур Крахмал: -кукурузный, -пшеничный, -рисовый, -сорговый, -ячменный, -ржаной Декстрины Крахмалы модифицированные Глютен Клейковина пшеничная

В соответствии с Планом осуществления мониторинга зерна (№ АР-4533 от 30.06.2022 г.) государственный мониторинг осуществляется по 5-ти культурам: рожь, кукуруза, соя,

рис, гречиха, что обосновано и продиктовано сохранением темпов роста валового сбора этих культур и повышением их урожайности.

Система действует как целостный механизм, который позволяет достичь следующих целей и получить вполне ощутимые результаты цифрового сопровождения бизнеса:

1. Прослеживать и документально сопровождать партии зерна и продуктов его переработки;
2. Автоматизировать и унифицировать процессы сбора, обработки, хранения, анализа информации любого характера, которая касается зерна и продуктов его переработки;
3. Система работает как на внутреннем рынке страны, так и при осуществлении внешнеэкономических операций и при закупках зерна в интервенционный госфонд;
4. Данные могут сравниваться по регионам, отражая вклад каждого региона в сохранение зерновых запасов и обеспечение продовольственной безопасности страны;
5. Система отражает данные о произрастании тех или иных культур в том или ином регионе и валовом сборе;
6. Обеспечить прозрачность и достоверность данных о зерне и продуктам его переработки путем сбора и обработки данных учета;
7. Проследить качество зерна и его соответствие сертификационным требованиям;
8. Обеспечить формирование единой информационной базы производителей зерна, предпринимателей, оказывающих услуги по хранению и переработке зерна, организаций, осуществляющих вывоз и ввоз продукции;
9. Контролировать цифровую товаросопроводительную документацию и операции с зерном и продуктами его переработки.

С позиций устойчивого развития система ориентирована на разных пользователей и участников.

Основными пользователями механизма являются производители — аграрии России. В процессы функционирования системы вовлечены: производители, переработчики, министерства, региональные органы управления, контролирующие структуры. Все участники системы имеют прямое или косвенное отношение к зерновому комплексу. Стейкхолдеры, которые задействованы в цифровой трансформации рынка зерна, приведены на рисунке 5.

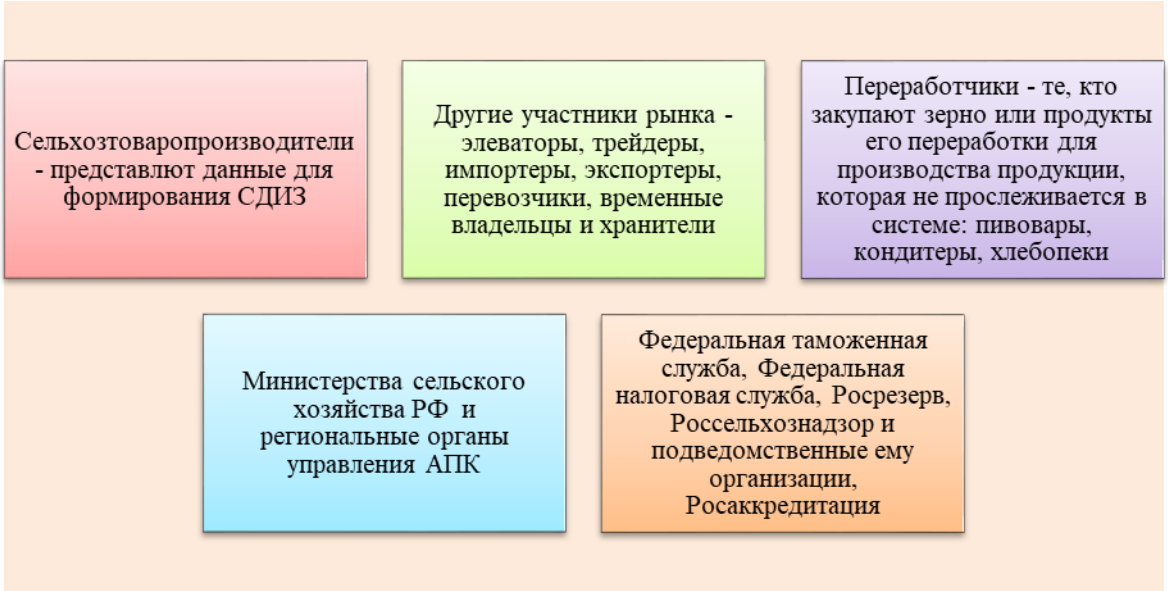


Рис. 5. Стейкхолдеры, которые задействованы в цифровой трансформации рынка зерна

Работа системы основана на заполнении и документальном оформлении операций по движению зерна на разных участках цепочки его производства, хранения, переработки и

вывоза. Операции подтверждаются сопроводительными документами по идентификации зерна – СДИЗ. Такие документы необходимы на каждом этапе движения продукции: перевозка, реализация, приемка, отгрузка, импорт, экспорт. СДИЗ не нужны только на этапе хранения зерна у производителя, поступившего с поля. В этом случае будет проводиться государственный мониторинг зерна. Мониторинг зерна осуществляет Минсельхоз России и подведомственное ему ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр», территориальные отделения Россельхознадзора и подведомственные ему федеральные государственные бюджетные учреждения. В Орловской области уполномоченным учреждением по проведению мониторинга зерна является Орловский филиал ФГБУ «ЦНМВЛ».

Система имеет преимущественное право использования данных, которые будут накапливаться в банке в перспективе:

1. Создание реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих деятельность по хранению зерна и оказывающих услуги, связанные с хранением зерна;
2. Сведения о товаросопроводительных документах на зерно на разных этапах их заполнения, в цепочке движения зерна с поля до потребителя;
3. Информация о перевозчиках партии зерна или продуктов его переработки;
4. Данные о закупках партии зерна или продуктов его переработки для государственных нужд;
5. Сведения о запасах зерна в интервенционном фонде, их изменении, его потреблении;
6. Информация об организациях, которые осуществляют первичную или последующую промышленную переработку зерна;
7. Сведения об утилизации зерна или продуктов его переработки по результатам экспертизы;
8. Информация об объемах зерна, которое возвращено владельцу по результатам экспертизы;
9. Сведения об объемах импортируемого и экспортируемого зерна.

Так как основное предназначение цифровых изменений связано с накоплением аналитических данных, то ФГБУ «Центр Агроаналитики» – как подведомственное учреждение Минсельхоза России сможет осуществлять оперативный анализ данных о состоянии зернового подкомплекса страны, оценивая, таким образом, его состояние и уровень развития в соответствии с общемировыми тенденциями и условиями [12]. Информационное обеспечение процессов сбора и обработки данных о зерне и продуктах его переработки составит основу объективного анализа и эффективного государственного регулирования рынка зерна для принятия управленческих решений и снижения рисков безопасности при корректировке продовольственной политики страны в будущем. Кроме того, система позволит нивелировать риски неправомерных действий при продаже зерна.

Заключение

Таким образом, анализ информации о состоянии и развитии зернового подкомплекса страны показал, что в 2021 наблюдается значительное снижение валового сбора урожая следующих зерновых культур: рожь – темпы снижения 72,4%, ячмень – 85,9%, овес – 91,4%, рис – 94,3%. Урожайность зерновых и зернобобовых культур **в** центнерах с одного гектара земли также снижается. В 2021 г. показатель составил 26,7 ц., против 28,6 ц. в 2020 г. Нестабильность развития зернового подкомплекса страны, необходимость увеличения запасов зерна в государственном фонде за счет роста его производства и иных зерновых культур, вызвали необходимость форсирования введения цифровой системы учета зерна и продуктов его переработки в ФГИС «Зерно». Данная система в тестовом формате была внедрена в отдельных регионах страны и показала свои преимущества.

На основе заполнения ФГИС «Зерно» и выгрузки данных можно проводить оперативный анализ цифровых материалов о движении зерна, контролировать закупки, прослеживать качество производства зерновых культур, делать выводы о состоянии посевов

и специализации регионов по сельскохозяйственному производству, определять адресность субсидий на поддержку аграрного сектора.

Литература

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 09.10.2021 № 1722 «О Федеральной государственной информационной системе прослеживаемости зерна и продуктов переработки зерна». Официальный интернет портал правовой информации // URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202110130012/ (Дата обращения 02.09.2022)
2. ФГБУ «Центр Агроаналитики» ФГИС «Зерно» // URL: http://specagro.ru/ (Дата обращения 02.09.2022)
3. Панарина В.И., Полухин А.А. Семеноводство как основа продовольственной безопасности Российской Федерации // Экономика сельского хозяйства России. 2017. № 4.- С. 55-59.
4. Бюллетень "Основные показатели сельского хозяйства в России в 2021 году" // URL: https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13276 (Дата обращения 02.09.2022)
5. Глава Минсельхоза Патрушев: экспорт зерна из России может снизиться // URL: https://rg.ru/2022/08/05/glava-minselhoza-patrushev-eksport-zerna-iz-rossii-mozhet-snizitsia.html (Дата обращения 03.09.2022)
6. Аграрии к 1 сентября намолотили 86,9 млн тонн пшеницы - Минсельхоз РФ // URL: http://soyanews.info/news/agrarii_k_1_sentyabrya_namolotili_86-9_mln_tonn_pshenitsy_-_minselkhoz_rf.html (Дата обращения 03.09.2022)
7. Патрушев: с 1 сентября ФГИС «Зерно» должна заработать // URL: https://specagro.ru/news/202207/patrushev-s-1-sentyabrya-fgis-zerno-dolzhna-zarabotat (Дата обращения 04.09.2022)
8. Инновационные решения финансовых, социальных, технологических проблем цифрового общества / Астратова Г.В., Аношина Ю.Ф., Березина Н.А., Васильева Е.В., Илюхина И.Б., Илюхина Н.А., Климук В.В., Лытнева Н.А., Минин В.М., Моисеенко В.А., Миленков А.В., Павлова А.В., Парушина Н.В., Проняева Л.И., Редькина А.Д., Симонов С.Ю., Симченко Н.А., Сучкова Н.А., Таранова И.В., Тошпулотов А.А. и др. Монография / Орел, 2021.- 200 с.
9. Дайджест «Зерновые»: субсидии на производство и реализацию зерновых в РФ будут доступны только при внесении данных во ФГИС «Зерно» // URL: http://specagro.ru/analytics/202208/daydzhest-zernovye-subsidii-na-proizvodstvo-i-realizaciyu-zernovykh-v-rf-budut (Дата обращения 05.09.2022)
10. Parushina N.V., Lytneva N.A., Khanenko M.E., Starostin M.G., Klimoshenko M.I. Budget risks in the management of small businesses in rural areas. // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. С. 22088.
11. С 1 сентября стартовал этап обязательного внесения данных во ФГИС «Зерно» // URL: https://specagro.ru/news/202209/s-1-sentyabrya-startoval-etap-obyazatelnogo-vneseniya-dannykh-vo-fgis-zerno(Дата обращения 04.09.2022)
12. Polukhin A.A., Panarina V.I. Financial risk management for sustainable agricultural development based on corporate social responsibility in the interests of food security. Risks. – 2022. – Т. 10. – № 1.

References

1. Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 09.10.2021 № 1722 «O Federal'noi gosudarstvennoi informatsionnoi sisteme proslezhivaemosti zerna i produktov pererabotki zerna». Ofitsial'nyi internet portal pravovoi informatsii. [Decree of the Government of the Russian Federation No. 1722 dated October 9, 2021 “On the Federal State Information System for the Traceability of Grain and Grain Processing Products”. Official Internet portal of legal information.]

URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202110130012/ (Accessed 02.09.2022) (In Russian)
2. FGBU «Tsentr Agroanalitiki» FGIS «Zerno» [FSBI "Center for Agroanalytics" FSIS "Grain"]. URL: http://specagro.ru/ (Accessed 02.09.2022) (In Russian)
3. Panarina V.I., Polukhin A.A. Semenovodstvo kak osnova prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii [Seed production as the basis of food security of the Russian Federation]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii*. 2017, no. 4, pp. 55-59. (In Russian)
4. Byulleten' "Osnovnye pokazateli sel'skogo khozyaistva v Rossii v 2021 godu" [Bulletin "Key indicators of agriculture in Russia in 2021"]. URL: https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13276 (Accessed 02.09.2022) (In Russian)
5. Glava Minsel'khoza Patrushev: eksport zerna iz Rossii mozhet snizit'sya [Agriculture Minister Patrushev: grain exports from Russia may decrease]. URL: https://rg.ru/2022/08/05/glava-minselhoza-patrushev-eksport-zerna-iz-rossii-mozhet-snizitsia.html (Accessed 03.09.2022) (In Russian)
6. Agrarii k 1 sentyabrya namolotili 86,9 mln tonn pshenitsy - Minsel'khoz RF [Farmers threshed 86.9 million tons of wheat by September 1 - Ministry of Agriculture of the Russian Federation]. URL: http://soyanews.info/news/agrarii_k_1_sentyabrya_namolotili_86-9_mln_tonn_pshenitsy_-_minselkhoz_rf.html (Accessed 03.09.2022) (In Russian)
7. Patrushev: s 1 sentyabrya FGIS «Zerno» dolzhna zarabotat' [Patrushev: from September 1, FSIS "Grain" should start working]. URL: https://specagro.ru/news/202207/patrushev-s-1-sentyabrya-fgis-zerno-dolzhna-zarabotat (Accessed 04.09.2022) (In Russian)
8. Astratova G.V., Anoshina Yu.F., Berezina N.A., Vasil'eva E.V., Ilyukhina I.B., Ilyukhina N.A., Klimuk V.V., Lytneva N.A., Minin V.M., Moiseenko V.A., Milenkov A.V., Pavlova A.V., Parushina N.V., Pronyaeva L.I., Red'kina A.D., Simonov S.Yu., Simchenko N.A., Suchkova N.A., Taranova I.V., Toshpulotov A.A. et al. Innovatsionnye resheniya finansovykh, sotsial'nykh, tekhnologicheskikh problem tsifrovogo obshchestva. Monografiya [Innovative solutions to financial, social, technological problems of the digital society. Monograph]. Orel, 2021, 200 p. (In Russian)
9. Daidzhest «Zernovye»: subsidii na proizvodstvo i realizatsiyu zernovykh v RF budut dostupny tol'ko pri vnesenii dannykh vo FGIS «Zerno» [Digest "Grain": subsidies for the production and sale of grain in the Russian Federation will be available only when entering data into the FSIS "Grain"] URL: http://specagro.ru/analytics/202208/daydzhest-zernovye-subsidii-na-proizvodstvo-i-realizaciyu-zernovykh-v-rf-budut (Accessed 05.09.2022) (In Russian)
10. Parushina N.V., Lytneva N.A., Khanenko M.E., Starostin M.G., Klimoshenko M.I. Budget risks in the management of small businesses in rural areas. In collect.: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020, p. 22088.
11. S 1 sentyabrya startoval etap obyazatel'nogo vneseniya dannykh vo FGIS «Zerno» [On September 1, the stage of mandatory data entry into the FSIS "Grain" started]. URL: https://specagro.ru/news/202209/s-1-sentyabrya-startoval-etap-obyazatelnogo-vneseniya-dannykh-vo-fgis-zerno (Accessed 04.09.2022) (In Russian)
12. Polukhin A.A., Panarina V.I. Financial risk management for sustainable agricultural development based on corporate social responsibility in the interests of food security. *Risks*. 2022, 10, no. 1.

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-24-31

УДК 631.1:631.3

ПРОБЛЕМЫ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Д.А.ЧЕПИК, кандидат экономических наук
ORCID ID: 0000-0002-1142-0559, E-mail: denis_chepik@mail.ru
А.В. КОЛЕСНИКОВ, доктор экономических наук
ORCID ID: 0000-0001-7779-5073, E-mail: 571062@rambler.ru

ФГБНУ «ФНЦ АГРАРНОЙ ЭКОНОМИКИ И СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ – ВНИИ ЭКОНОМИКИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА», г. Москва

В работе изложены системные проблемы материально-технического обеспечения сельскохозяйственного производства, в том числе в отрасли растениеводства. Установлены пропорции импорта сельскохозяйственной техники в общем её количестве (по тракторам – 71,2%, зерноуборочным комбайнам – 33,1%, кормоуборочным – 23,4%), что не отвечает современной стратегии аграрного производства страны. Высокий удельный вес импортной техники в структуре машинно-тракторного парка не способствует развитию собственного технического потенциала. Сравнительно низкий уровень развития технологической базы в сельском хозяйстве страны приводит к потерям продукции (до 15% от валового сбора), ухудшению её качества и, как следствие, снижению конкурентоспособности отечественной продукции на глобальных рынках продовольствия. Сформулированы предложения и система организационных мероприятий позволяющих снизить зависимость российского АПК от импорта техники и технологий на основе технической модернизации и создания новых производств.

Ключевые слова: материально-техническое обеспечение, растениеводство, сельскохозяйственное машиностроение, импортозамещение.

Для цитирования: Чепик Д.А., Колесников А.В. Проблемы материально-технического обеспечения растениеводства. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):24-31. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-24-31

PROBLEMS OF LOGISTIC AND TECHNICAL SUPPORT OF PLANT PRODUCTION

D.A. Chepik, A.V. Kolesnikov

FSC AGRARIAN ECONOMICS AND SOCIAL DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES - ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURAL ECONOMICS

Abstract: *The paper outlines the systemic problems of the logistics of agricultural production, including in the crop industry. The proportions of imports of agricultural machinery in its total quantity have been established (for tractors – 71.2%, for grain harvesters – 33.1%, forage harvesters – 23.4%), which does not meet the current strategy of the country's agricultural production. The high proportion of imported equipment in the structure of the machine and tractor fleet does not contribute to the development of its own technical potential. The relatively low level of development of the technological base in the country's agriculture leads to product losses (up to 15% of the gross harvest), a deterioration in its quality and, as a result, a decrease in the competitiveness of domestic products in global food markets. Proposals and a system of organizational measures have been formulated to reduce the dependence of the Russian agro-*

industrial complex on the import of equipment and technologies based on technical modernization and the creation of new industries.

Keywords: logistics, crop production, agricultural engineering, import substitution.

Введение

Современное сельское хозяйство, включая системообразующую отрасль – растениеводство, основывается на интенсивном использовании большинства видов материально-технических ресурсов, значительная часть которых поступает в нашу страну из-за рубежа. В результате отечественная экономика сельского хозяйства становится весьма уязвимой к непредсказуемым изменениям на рынках, в том числе рынке сельскохозяйственной техники и оборудования.

Как известно, в последнее время (2022 г.) действия стран коллективного Запада привели к нарушению логистических цепочек поставок средств производства для нужд сельского хозяйства, включая поставки сельскохозяйственной техники и оборудования, запасных частей, компонентной базы, семян, средств защиты растений и, как следствие, это привело к удорожанию основных видов сельскохозяйственной продукции. Сегодня возникает объективная необходимость внесения изменений в реализуемую в стране Доктрину продовольственной безопасности с целью минимизации возникающих рисков и угроз.

Стоит задача ограничения ввоза импортной техники, технологий и оборудования. Решение возникших проблем связано с изменением подходов к управлению материально-техническим обеспечением, ускорением развития процессов более гибкого финансово-кредитного механизма, сегментации рынка материально-технических и иных ресурсов; обновлением и модернизацией средств производства, реально влияющих на повышение результатов хозяйствования в отрасли растениеводства.

Прослеживается необходимость углубления горизонтальной и вертикальной кооперации между субъектами хозяйствования различного уровня. В первом случае – на уровне инфраструктурных подразделений и сельхозпредприятий, а во втором – на уровне регионов и федеральных органов власти (государства). Одной из приоритетных задач государства является стимулирование освоения новых технологий в сельскохозяйственном производстве, а также техническое переоснащение средств производства на кооперативной основе, использование новой компонентной базы для совершенствования технологических процессов.

Цель исследования – обобщить системные проблемы материально-технического обеспечения отрасли растениеводства и сформулировать научно обоснованные предложения по их решению.

Материал и методы исследования

Информационной базой исследования явились: официальные нормативно-правовые документы, аналитические данные Росстата и Минсельхоза России, публикации экономистов-аграрников. В процессе исследования применялись традиционные методы экономических исследований: аналитический, расчетно-конструктивный, экономико-статистические, сравнения, монографический и экспертной оценки и др.

Результаты и их обсуждение

По данным Росстата, объем импортных поставок машин и оборудования в Российскую Федерацию за 2021 г. в денежном выражении составил сумму 144,3 млрд долл. США (49,2% от всего импорта). Экспорт данной группы товаров составил лишь 32,6 млрд долл. США (6,6% от всего экспорта). Наибольшая импортозависимость отмечается в следующих отраслях промышленности: электронная – 80-90%, легкая промышленность – 70-90%, медицинская – 70-80%, тяжелое машиностроение – 60-80%.

Современное состояние материально-технической базы в отрасли растениеводства характеризуется крайне низким уровнем обновления машин и механизмов. Так, тракторы эксплуатируются в сельскохозяйственном производстве в среднем около 30 лет,

зерноуборочные комбайны – 16 лет, культиваторы и сеялки – 25-30 лет, плуги – 20 лет, что значительно превышает сроки их научно обоснованной эксплуатации. Поэтому не случайно эффективность производства растениеводческой продукции в России кратно (в 2-3 раза) отстает от стран Запада с развитым аграрным производством. Проблема ротации современной техники и технологий в отечественном сельском хозяйстве остается до конца нерешённой и носит системный характер, что во многом обусловлено стагнацией и отставанием сельскохозяйственного машиностроения. Тенденция сокращения парка машин опасна, а техническое перевооружение сельского хозяйства пока ещё не полностью компенсируется новой высокопроизводительной техникой [1].

Исследование динамики этих процессов показало, что в отрасли растениеводства уменьшается доля техники, эксплуатируемой сельхозорганизациями более 10 лет: по тракторам в 2021 г. она составила 56,9% (на 0,4 п.п. меньше по сравнению с 2020 г. и на 5,3 п.п. меньше 2013 г.), по зерноуборочным комбайнам – 45,5% (-0,4 п.п. и -3,4 п.п.), кормоуборочным комбайнам – 43,6% (+0,7 п.п. и -1,5 п.п. соответственно) (табл. 1).

Таблица 1

Доля сельхозтехники «старше» десяти лет в сельскохозяйственных организациях России, %

Вид техники	Годы						2021 г. (+, - п.п.) по сравнению с	
	2013	2017	2018	2019	2020	2021	2020 г.	2013 г.
Тракторы	62,2	59,6	59,8	58,2	57,3	56,9	-0,4	-5,3
Зерноуборочные комбайны	48,9	44,9	45,1	44,4	45,9	45,5	-0,4	-3,4
Кормоуборочные комбайны	45,1	43,5	42,7	41,7	42,9	43,6	+0,7	-1,5

Источник: составлено авторами на основе [2, 3].

Так, парк тракторов и самоходных уборочных машин за последние десятилетия (2000-2020 гг.) сократился в 6 раз – с 1,9 млн машин до 430 тыс. Тракторы с вышедшими сроками амортизации и эксплуатации составляют свыше половины парка, в то время как энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций составляет около 149 л.с. на 100 га, то есть всего 3 трактора на 1000 га (в Германии – 65 тракторов, в Канаде – 16, в Беларуси – 9) [4]. Сравнительно низкий уровень развития технологической базы в сельском хозяйстве страны приводит к потерям продукции (до 15% от валового сбора), ухудшению её качества и, как следствие, снижению конкурентоспособности отечественной продукции на глобальных рынках продовольствия.

Не случайно обнаружилось, что в хозяйствах России доля импортной техники в общем количестве сельскохозяйственной техники в 2021 г. составила: по тракторам 71,2% (по сравнению с 2013 г. увеличилась на 7,9 п.п.), зерноуборочным комбайнам – 33,1% (+15,7 п.п.), кормоуборочным – 23,4% (+1,8 п.п.) (табл. 2).

В нашем случае увеличение доли импортных технических средств производства в общем количестве техники в российских сельскохозяйственных организациях является тревожным сигналом для эффективного развития отрасли растениеводства. Современная техника заметно дорожает и для обновления её парка сельскохозяйственные товаропроизводители вынуждены использовать такие механизмы как кредитование и лизинг. По известным причинам они сегодня недостаточно эффективны и усиливают риски хозяйствования.

Таблица 2

Доля импорта в общем количестве сельскохозяйственной техники в российских сельскохозяйственных организациях, %

Вид техники	Годы						2021 г. (+, - п.п.) по сравнению с:	
	2013	2017	2018	2019	2020	2021[1]	2020 г.	2013 г.
Тракторы	63,3	68,8	69,9	70,4	70,7	71,2	+0,5	+7,9
Зерноуборочные комбайны	17,4	23,0	24,5	25,6	26,2	33,1	+6,9	+15,7
Кормоуборочные комбайны	21,6	21,6	23,2	23,9	22,5	23,4	+0,9	+1,8

Источник: составлено авторами на основе [3, 5].

Необходимое совершенствование банковской системы включает переход от краткосрочного к преимущественно долгосрочному финансированию перспективных научных организаций, предприятий и объединений. В первую очередь тех, которые имеют прорывные технологии и высокий уровень инновационной деятельности. Источниками финансирования могут быть как прямые бюджетные поступления, так и система грантов, отчислений от прибыли, государственно-частное партнерство, спонсорство, привлечение иностранных источников из дружественных России стран и некоторые другие.

По оценкам одной из ведущей аналитической компании на рынке маркетинговых исследований «Tebiz Group», в 2021 г. рынок сельскохозяйственной техники в России существенно увеличился и составил в денежном выражении порядка 4,4 млрд долл. США, в том числе за счёт увеличения импортных поставок (+33%) и наращивания внутренних объемов производства (+25%). Как уже отмечалось ранее, большая часть рынка принадлежит зарубежным производителям сельхозтехники (свыше 75% в 2021 г. против 69% в 2020 г.).

Как известно, на рынке сельскохозяйственной техники и оборудования представлены как отечественные, так и иностранные игроки. Наиболее крупными и значимыми являются: концерн «Тракторные заводы», АО «Петербургский тракторный завод», ГК «Ростсельмаш», «МТЗ-ХОЛДИНГ», холдинг «ГОМСЕЛЬМАШ», а также зарубежные компании, в числе которых CNH Industrial, John Deere, AGCO Corporation, CLAAS и др. Все перечисленные иностранные производители сельскохозяйственной техники имеют на территории России сборочные мощности, однако, уровень их локализации ещё сравнительно невысок. Также важно отметить, что в структуре продаж лидирующие позиции занимает белорусская сельскохозяйственная техника. Это обусловлено её конкурентоспособностью по соотношению «цена – качество», а также протекционистской политикой республики Беларусь [6].

В 2019 г. доля сельскохозяйственной техники российского производства, используемой в растениеводстве, составляла 58%, причем около 40% тракторов, комбайнов и прицепной техники закупалась за рубежом, по сути, спонсируя зарубежные компании, что несет определенные риски в контексте новой стратегии научно-технологического развития России.

Анализ показал возможность увеличения парка сельскохозяйственной техники за счет собственного производства в ближайшей перспективе (2025 г.). В частности, для своевременного пополнения машинно-тракторного парка сельскохозяйственных производителей, необходимо ежегодно производить не менее 45 тыс. тракторов, 12 тыс. зерноуборочных и 2 тыс. кормоуборочных комбайнов. Для этого в нашей стране имеется более 100 предприятий из 37 субъектов Российской Федерации, на которых в 2019 г. были заняты свыше 38 тыс. работников. Динамика развития отечественного

[1] По данным экспертной оценки Российской ассоциации производителей специализированной техники и оборудования [5].

сельскохозяйственного машиностроения по отдельным видам показателей представлена в таблице 3.

Таблица 3

Динамика развития российского сельхозмашиностроения за период 2015-2019 гг.

№ п/п	Показатели	Годы					2019 г. к 2018 г., %
		2015	2016	2017	2018	2019	
1.	Отгружено продукции предприятий на внутренний рынок (с НДС), млрд руб.	48,9	80,6	97,9	100,6	101,2	100,6
2.	Доля отечественной техники на внутреннем рынке РФ, %	40,0	54,0	56,0	60,0	58,0	+18,0 п.п.
3.	Экспорт (без НДС), млрд руб.	5,8	6,8	7,9	11,1	12,2	109,9
4.	Новые модели, шт.	51	75	150	161	н.д.	-
5.	Численность персонала, тыс. чел.	28,7	33,8	37,5	38,5	38,4	99,7

Источник: расчет авторов по данным Минсельхоза России за 2019 г., [2].

Известно, что в отечественном растениеводстве импортная техника пользуется повышенным спросом, так как она имеет ряд преимуществ: высокое качество, большая производительность (это особенно важно для крупнотоварных сельскохозяйственных организаций), наличие сервисов по обслуживанию, надежность и комфорт использования.

Вместе с тем, исходя из оптимистичного сценария развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 г., изложенных в Стратегии [7], предполагается увеличить производство сельхозтехники в денежном выражении в 3 раза (до 300 млрд руб.) и обеспечить экспорт российской продукции до 100 млрд руб., а объем инвестиций в НИОКР довести до 10 млрд руб. Указанные параметры развития, на наш взгляд, возможны, если удастся регулировать сложившейся уровень инфляции и достичь устойчивых темпов роста промышленности.

Проблемой современного рынка техники является её ассортиментный анализ. Группы техники, предлагаемые на экспорт, весьма ограничены. К примеру, зерноуборочные комбайны имеют 7 классов производительности и 3 версии по типу молотильно-сепарирующих устройств; тракторы различаются по мощностным группам, типам рамы, приводу и т.д., а это имеет принципиальное значение в конкурентной среде. Сравнительный анализ с аналогами конкурентов показал необходимость понимания технических и потребительских конкурентных преимуществ. При этом базы сравнения и количественные характеристики должны быть унифицированы.

Следует также отметить, что отечественное сельскохозяйственное машиностроение еще недостаточно специализировано применительно к глобальным изменениям мирового рынка сельхозтехники. Оно зачастую сосредоточено на ограниченном перечне изделий, например, на производстве дробилок для получения кормов, культиваторов, минитракторов, плугов, рыхлителей, борон, сельскохозяйственных погрузчиков и некоторых других видов техники [5].

Таким образом, необходимость проведения преобразований в отечественном сельхозмашиностроении является выполнимой перспективной задачей, которая позволит укрепить материально-техническую базу отрасли растениеводства и достичь расчетного уровня импортозамещения. Реализация комплекса мер включает:

– обеспечение финансовой и организационной поддержки отечественного сельскохозяйственного машиностроения на государственной и государственно-частной основе;

– стимулирование инновационного развития отрасли, особенно в части инвестиций в НИОКР с целью ускоренного создания отечественных конкурентоспособных предприятий и,

как следствие, образцов сельскохозяйственной техники, отвечающих современным требованиям эксплуатации;

– стимулирование отечественных производителей сельскохозяйственной техники, технические характеристики которой соответствуют международным стандартам качества, проведение у них необходимой модернизации производственных мощностей и/или создания новых;

– совершенствование системы подготовки (переподготовки) инженерных кадров и рабочих специальностей для агропромышленного комплекса в целом и сельскохозяйственного машиностроения в частности.

В перспективе (2025 г.) это должно позволить существенно снизить зависимость отечественного аграрного производства от импорта техники и технологий, повысить эффективность технической модернизации в отрасли растениеводства (табл. 4).

Таблица 4

SWOT-анализ технического потенциала отрасли растениеводства

Сильные стороны (S)	**Слабые стороны (W)**
1. Взвешенная аграрная политика на федеральном уровне (увеличивающиеся объемы государственной поддержки производителей сельскохозяйственной техники и оборудования). 2. Емкий рынок сбыта российской продукции сельскохозяйственного машиностроения (внутренний рынок, рынок стран ЕАЭС, БРИКС и Юго-Восточной Азии). 3. Импортозамещение в контексте модернизации и технического перевооружения сельскохозяйственного производства.	1. Сравнительно низкий уровень развития технологической базы и энергообеспеченности сельскохозяйственных организаций. 2. Уязвимость экономики сельского хозяйства (существенная зависимость от импорта техники, технологий, средств химизации и т.д.). 3. Недостаток производственных мощностей для выпуска необходимых видов техники и оборудования, наиболее востребованных на рынке. 4. Низкий уровень технической оснащенности малых форм хозяйствования, нехватка квалифицированных кадров инженерных специальностей.
Возможности (O)	**Угрозы (T)**
1. Предоставление субсидий из федерального бюджета на возмещение затрат на производство и реализацию сельскохозяйственной техники. 2. Увеличение оборотного капитала в связи с большим спросом на сельскохозяйственную продукцию (увеличивающийся экспортный потенциал, возможность освоения новых рынков сбыта). 3. Освоение ресурсо- и энергосберегающих технологий, цифровизация АПК. 4. Отсутствие таможенных барьеров в рамках ЕАЭС (развитие научно-производственной кооперации в сфере сельскохозяйственного машиностроения).	1. Снижение уровня государственной поддержки в связи с санкциями и нестабильностью макроэкономической ситуации. 2. Отсутствие необходимого числа высококвалифицированных научных кадров и менеджеров для реализации политики импортозамещения (внедрения отечественных инновационных технологий в области сельскохозяйственного машиностроения и технического перевооружения в сфере АПК). 3. Недостаток финансовых инструментов для поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей (доступность субсидий, кредитных ресурсов, лизинга и др.)

Источник: составлено авторами на основе [8].

Заключение

Реализация указанных и некоторых других мер позволит увеличить объемы производства сельскохозяйственной продукции в 2030 г. относительно к уровню 2020 г. по растениеводству – на 22,1%, по животноводству – на 8%, обеспечить рост доходности сельскохозяйственных товаропроизводителей на уровне не менее 10%, обеспечить обновление тракторов в сельскохозяйственных организациях не ниже 3,9%, зерноуборочных комбайнов – 5,7%, кормоуборочных комбайнов – 5,3% [9].

В тоже время, исходя из сложившейся геополитической ситуации, на федеральном и региональном уровнях управления необходимо системно проработать и осуществить ряд мероприятий, в том числе:

– разработать и принять нестандартные научно обоснованные решения для организации производства импортозамещающей продукции, включая корректировку необходимых программных документов в контексте возникших вызовов и угроз;

– ускорить процесс совершенствования научно-технологической политики и перехода на инновационный путь развития АПК, в том числе в части создания новой техники и технологий, развития собственной компонентной базы, улучшения финансирования субъектов сельскохозяйственного машиностроения;

– увеличить затраты на НИОКР, включая дополнительные ассигнования на поддержку фундаментальных научных исследований, создание для бизнеса стимулирующих механизмов в целях инвестирования в НИОКР;

– в рамках институциональных преобразований принять дополнительные меры по наращиванию собственного научно-технического потенциала, более масштабному развитию кооперативных форм и вертикально-интегрированных объединений, в том числе в целях формирования межгосударственных кластеров сельскохозяйственного машиностроения на пространстве ЕАЭС;

– повысить доступность грантов для отечественных научно-исследовательских институтов, способных осуществлять разработку техники и технологий, не уступающих по качеству аналогам мирового уровня;

– наладить подготовку (переподготовку) кадров на базе специализированных НИИ и ВУЗов, включая повышение компетенций у инженерных кадров, углубить научно-техническое сотрудничество с ведущими отечественными и зарубежными организациями, осуществляющими производство техники и оборудования для нужд АПК.

Статья подготовлена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ по теме НИР № FGWE-2022-0017.

Литература

1. Колесников А.В. Оценка технико-технологических возможностей производства сельскохозяйственной продукции как составной части аграрной политики // Экономика сельского хозяйства России. – 2021. – №10. – С. 16-25. DOI 10.32651/2110-16.
2. Кузьмин В.Н., Бурак П.И., Орсик И.Л., Мишуров Н.П., Горячева А.В. и др. Рынок сельскохозяйственной техники: проблемы и перспективы развития // Аналитический обзор. – – М., – 2021. – 200 с.
3. Национальные доклады о ходе и результатах реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия за период 2013-2021 гг. – М., Минсельхоз России.
4. Митин: тракторы с вышедшими сроками эксплуатации составляют 70% парка в России. Электронный ресурс. / Парламентская газета. 2020. URL: https://www.pnp.ru/social/mitin-traktory-s-vyshedshimi-srokami-ekspluatacii-sostavlyayut-70-parka-v-rossii.html
5. 2021: Российский рынок сельскохозяйственной техники за год вырос на треть – «Росспецмаш». Электронный ресурс. URL: https://www.tadviser.ru/index.php (дата обращения: 08.09.2022).

6. Полухин А.А. Экономический механизм импортозамещения на рынке сельскохозяйственной техники России / Монография // ОрелГАУ им. Н.В. Парахина, – 2017. – 151 с.
7. Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года (утв. Распоряжением Правительства РФ от 07.07.2017 N 1455-р).
8. Санду И.С., Полухин А.А., Бурак П.И. Импортозамещение на рынке сельскохозяйственной техники России // АПК: экономика, управление. – 2016. – № 3. – С. 46-50.
9. Кузьмин В.Н., Бурак П.И., Мишуров Н.П., Орсик И.Л., Горячева А.В. и др. Опыт субъектов Российской Федерации: тенденции и проблемы при приобретении сельскохозяйственной техники – М., – 2020. – 392 с.

References

1. Kolesnikov A.V. Otsenka tekhniko-tekhnologicheskikh vozmozhnostei proizvodstva sel'skokhozyaistvennoi produktsii kak sostavnoi chasti agrarnoi politiki [Estimation of technical and technological possibilities of agricultural production as an integral part of agrarian policy]. *Agricultural Economics of Russia.* 2021. No. 10, pp. 16-25. DOI 10.32651/2110-16. (In Russian)
2. Kuzmin V.N., Burak P.I., Orsik I.L., Mishurov N.P., Goryacheva A.V. et al. Rynok sel'skokhozyaistvennoi tekhniki: problemy i perspektivy razvitiya [Agricultural machinery market: problems and development prospects. Analytical review]. Moscow, 2021, 200 p. (In Russian)
3. National reports on the progress and results of the implementation of the State Program for the Development of Agriculture and the Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets for the period 2013-2021. Moscow, Ministry of Agriculture of Russia. (In Russian)
4. Mitin: tractors with expired service life make up 70% of the park in Russia. Electronic resource. *Parliamentary newspaper*. 2020. URL: https://www.pnp.ru/social/mitin-traktory-s-vyshedshimi-srokami-ekspluatacii-sostavlyayut-70-parka-v-rossii.html
5. 2021: The Russian market of agricultural machinery has grown by a third in a year - Rosspetsmash. Electronic resource. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/ (date of access: 09/08/2022).
6. Polukhin A.A. Ekonomicheskii mekhanizm importozameshcheniya na rynke sel'skokhozyaistvennoi tekhniki Rossii [Economic mechanism of import substitution in the market of agricultural machinery in Russia]. Monograph. OrelGAU im. N.V. Parakhin, 2017, 151 p. (In Russian)
7. Strategy for the development of agricultural engineering in Russia for the period up to 2030 (approved by Order of the Government of the Russian Federation of 07.07.2017 N 1455-r). (In Russian)
8. Sandu I.S., Polukhin A.A., Burak P.I. Importozameshchenie na rynke sel'skokhozyaistvennoi tekhniki Rossii [Import substitution in the market of agricultural machinery in Russia]. *Agro-industrial complex: economics, management.* 2016, no. 3, pp. 46-50. (In Russian)
9. Kuzmin V.N., Burak P.I., Mishurov N.P., Orsik I.L., Goryacheva A.V. et al. Opyt sub"ektov Rossiiskoi Federatsii: tendentsii i problemy pri priobretenii sel'skokhozyaistvennoi tekhniki [Experience of the subjects of the Russian Federation: trends and problems in the acquisition of agricultural machinery]. Moscow, 2020, 392 p. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-32-39

УДК 633.358:631.527

ФОРМИРОВАНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ГОРОХА И ВЗАИМОСВЯЗЬ ИХ С УРОЖАЙНОСТЬЮ

К.Д. ШУРХАЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID 0000-0001-9375-9662, E-mail: shurhaeva.k@yandex.ru.,
А.Н. ФАДЕЕВА, кандидат биологических наук
А.Т. ХУСНУТДИНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID 0000-0001-2345-6789
Т.Н. АБРОСИМОВА, научный сотрудник

ТАТАРСКИЙ НИИСХ – ОСП ФИЦ «КАЗАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН»

Прогресс в селекции сопровождался значительными морфофизиологическими преобразованиями растения в результате выявления рецессивных аллелей мутантной природы и внедрения их в генотипы сортов. Для совершенствования эффективности отбора селекционного материала с высокой продуктивностью важно оценить вариабельность основных ее структурных элементов. Изучение сопряженности урожайности с ее основными составляющими элементами имеет большое значение в работе по выведению новых сортов зернового гороха. Установлена динамика формирования и изменчивости элементов продуктивности в контрастных условиях гидротермических показателей. В процессе селекции на устойчивость к раскрыванию бобов на основе признака облегченного боба за счет редукции формирования лигнина у сортов Кабан, Фрегат, Велес, Средневолжский 2, Купидон на растении увеличилось число продуктивных узлов, бобов, семян на растении, семян в бобе. При этом крупность семян уменьшилась, масса 1000 семян сортов данного направления усатого морфотипа не превышала в среднем 171,4-194,3 г. Среди сортов с лущильными бобами высокое значение массы семян с растений получено у усатого сорта Нарат, достигнутая сбалансированными средними значениями слагающих ее элементов.

*Корреляционный анализ урожайности и основных морфоструктурных показателей растений по средним за годы исследований значением выявил, что урожайность семян изученных сортов существенно положительно зависела от параметров числа семян (r=077**) в бобе (r=0,82**), массы семян на растении (r=0,62*). По мере увеличения длины растения, числа семян на растении и в бобе потенциал урожайности сортов с деформацией лигнина был реализован на более высоком уровне. Обнаруженная отрицательная зависимость между урожайностью и массой 1000 семян (r = - 0,70*) указывает на преимущество селекции гороха на снижение крупности семян.*

Ключевые слова: горох, элементы продуктивности, изменчивость параметров продуктивности, корреляция, урожайность.

Для цитирования: Шурхаева К.Д., Фадеева А.Н., Хуснутдинова А.Т., Абросимова Т.Н. Формирование и изменчивость элементов продуктивности сортов гороха и взаимосвязь их с урожайностью. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):32-39. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-32-39

FORMATION AND VARIABILITY OF THE ELEMENTS OF PRODUCTIVITY OF PEA VARIETIES AND THEIR RELATIONSHIP WITH YIELD

K.D. Shurkhaeva, A.N. Fadeeva, A.T. Khusnutdinova, T.N. Abrosimova

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

Abstract: *Progress in breeding was accompanied by significant morphophysiological transformations of the plant as a result of the identification of recessive alleles of a mutant nature and their introduction into the genotypes of varieties. To improve the efficiency of selection of breeding material with high productivity, it is important to assess the variability of its main structural elements. The study of the correlation of productivity with its main constituent elements is of great importance in the work on breeding new varieties of grain peas. The dynamics of the formation and variability of productivity elements in contrasting conditions of hydrothermal indicators has been established. In the process of breeding for resistance to bean opening on the basis of the trait of a lightweight bean due to the reduction of lignin formation in the varieties Kaban, Fregat, Veles, Srednevolzhskii 2, Kupidon, the number of productive nodes, beans, seeds per plant, seeds per bean increased on the plant. At the same time, the seed size decreased, the weight of 1000 seeds of varieties of this tendril trend morphotype did not exceed an average of 171.4-194.3 g. Among varieties with shelling beans, a high value of seed weight per plant was obtained in tendril variety Narat, achieved by balanced average values of its constituent elements.*

*Correlation analysis of the yield and the main morphostructural indicators of plants according to the average values over the years of research revealed that the yield of seeds of the studied varieties significantly positively depended on the parameters of the number of seeds (r=077**) in a pod (r=0,82**), weight of seeds per plant (r=0,62*). As the length of the plant, the number of seeds per plant and per pod increased, the yield potential of varieties with lignin deformation was realized at a higher level. Found negative relationship between yield and weight of 1000 seeds (r = - 0,70*) indicates the advantage of pea breeding in reducing seed size.*

Keywords: peas, productivity elements, variability of productivity parameters, correlation, productivity.

Введение

Зернобобовые культуры являются важной и специфической составной частью структуры посевных площадей во всем зерновом комплексе России. Во многих регионах горох обеспечивает наибольший урожай зерна и сбор белка с гектара [1].

Прогресс в селекции сопровождался значительными морфофизиологическими преобразованиями растения в результате выявления рецессивных аллелей мутантной природы и внедрения их в генотипы сортов. Современные сорта характеризуются укороченным стеблем, в большинстве случаев усатым типом листа, лучшим развитием элементов продуктивности, более высокой аттрагирующей активностью плодов и семян, эффективной с точки зрения продукционного процесса системой донорно-акцепторных отношений [2, 3, 4].

В последние годы эффективно внедряются сорта с частичным пергаментным слоем, что обуславливает устойчивость к раскрыванию бобов [5].

Урожайность сорта является результатом сложного взаимодействия генотипа не только с почвенно-климатическими условиями, но и технологическими приемами возделывания. Важным показателем для реализации потенциала урожайности гороха является продуктивность, которая сдерживается из-за низкой чувствительности к неблагоприятным факторам среды [6].

Для совершенствования эффективности отбора селекционного материала с высокой продуктивностью важно оценить вариабельность основных составляющих элементов структуры урожая [7]. Установлено, что признаки число фертильных узлов, бобов и семян на растении, масса семян с растения характеризуются высокой модификационной изменчивостью, в связи, с чем выявление ценных генотипов по этим признакам затруднено. Наиболее стабильными признаками являются масса 1000 семян, длина стебля [8, 9].

По данным ученых методами селекции можно оптимизировать некоторые показатели элементов структуры урожая путем увеличения озерненности растений на 26,4% за счет снижения массы 1000 семян [10].

Изучение связи продуктивности с ее основными составляющими элементами имеет большое значение в работе по выведению новых сортов зернового гороха. Выявлены

различия во взаимосвязях между различными морфотипами. Установлено, что у листочковых форм гороха значительный вклад на формирование продуктивности оказала масса 1000 семян, а у усатого – число продуктивных узлов и бобов на растении [11]. На основании корреляционного анализа выявлено, что между продуктивностью зерна и элементами структуры сопряженность усиливалась в засуху [12]. Наличие зависимостей определенного характера уточняет значимость каждого признака и эффективность его использования для достижения конечных результатов.

Цель работы – изучить формирование элементов продуктивности современных сортов гороха и изменчивость по годам. Выявить корреляционную зависимость и определить решающую роль в повышение потенциала урожайности следующих показателей: длина растения, число сформировавшихся продуктивных узлов, бобов, семян на растении, семян в бобе, продуктивность семян, масса 1000 семян.

Материал и методы исследования.

Полевые исследования закладывались на опытных участках землепользования Татарского НИИСХ. Почвы опытных участков серые лесные, характеризовались слабокислой реакцией (pH 5,3…5,8 ед. по Тюрину). Содержание гумуса колебалось от 2,97 до 3,83%, подвижного фосфора и калия, соответственно, в пределах 155-480 и 77-145 мг/кг почвы (по Кирсанову).

Объектом исследований послужили сорта гороха селекции Татарского НИИСХ различных морфологических групп. К генотипам с комплексом рецессивных признаков относились Фрегат, Велес, Средневолжский 2, Купидон (усатый морфотип, деформация лигнина в створках боба). В группу сортов с усатым типом листа и лущильными бобами вошли Варис, Ватан, Нарат, Салават. Сорта Тан, Венец характеризовались листочковой формой листа и хорошо лигнифицированными створками боба, сорт Кабан с частичным пергаментным слоем.

Убранные растения с учетных площадок использовали для анализа элементов структуры урожая. Проведен вариационно-статистический, (Доспехов Б.А., 2011) и корреляционный анализы с использованием пакета программ Microsoft Excel XP.

Результаты и обсуждение

За период 2018-2021 гг. исследований распределение гидротермических показателей было неравномерным.

В 2018 году низкое значение ГТК (0,77) указывало на засушливые условия на протяжении всего вегетационного периода. В фазе начального роста растений среднесуточная температура была ниже нормы на 3,2°С (рис. 1).

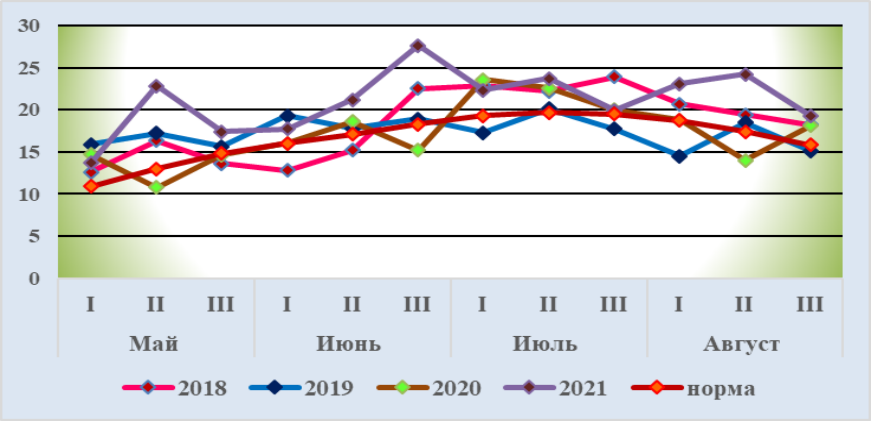


Рис 1 Среднесуточная температура воздуха за период исследования

С наступлением фазы начала цветения повысилась с отклонением от нормы на 23%, максимальная температура достигала уровня 35°С. Ощущался дефицит влаги, выпало всего 4 мм осадков (рис. 2).

В 2019 году значение ГТК на уровне 1,08 за вегетационный период свидетельствовал об умеренном режиме тепло и влагообеспечения. В фазе линейного роста растений и закладки бутонов вследствие повышенной среднесуточной температуры ГТК снизился до 0,87. Фаза образование бобов и налив семян сопровождалась излишними осадками (ГТК=1,38).

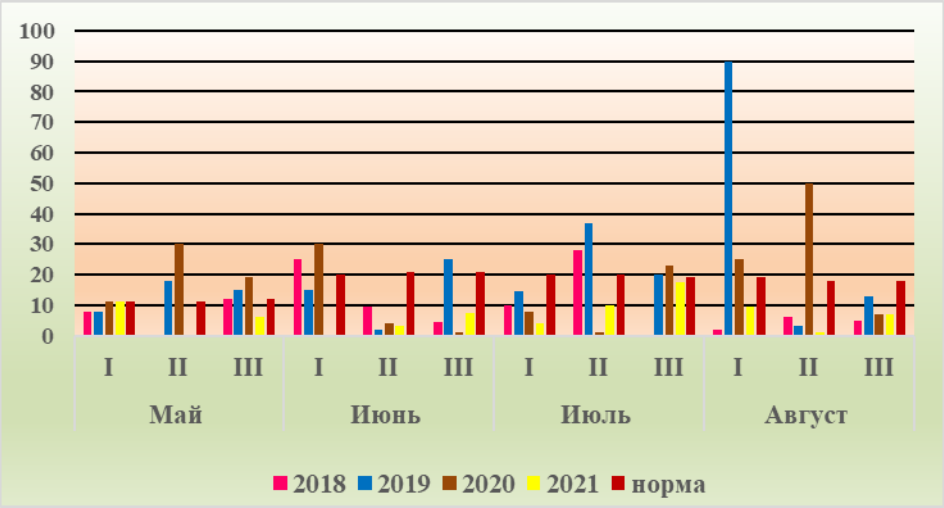


Рис. 2. Сумма осадков за период исследования

Условия 2020 складывались благоприятно в мае, для нормального роста и развития всходов, формирования урожайности, значение ГТК составляло 1,71 (табл. 1). В фазе цветения растения испытывали недостаточное увлажнение (ГТК=0,65). В последующий период при формировании потенциала урожая условия повышенной среднесуточной температуры на 22,0% от нормы и дефицита осадков на 60% привели к понижению показателя ГТК на уровне 0,11.

Таблица 1

Показатели гидротермического коэффициента по фазам развития растений гороха (сорт Ватан)

Фаза	2018	2019	2020	2021
Посев-всходы	0,61	0,03	1,44	0,08
Всходы-начало цветения	0,83	0,87	1,71	0,15
Цветение	0,38	1,03	0,24	0
Конец цветения-созревание	0,81	1,38	0,11	0,21
Всходы-созревание	0,77	1,08	0,65	0,15

В 2021 году остро засушливые условия сохранялись на протяжении всего периода вегетации. Установлена низкая амплитуда колебаний гидротермического показателя межфазных периодов от 0-0,21. В конце посева установилась жаркая сухая погода, максимальная температура достигала высокого уровня, в пределах 27-35°С, среднесуточная отклонялась от нормы до 9,3. Условия продолжительной засухи оказали влияние на низкий уровень закладки потенциала урожайности.

Формирование потенциала гороха обеспечивается генотипическими особенностями комплекса элементов структуры продуктивности растений, влияющих на формирование урожайности. В таблице 2 представлена характеристика биометрических показателей растений изученных сортов.

По средним за годы изучения значениям длины растений сорта можно подразделить на три группы. Группа короткостебельных сортов (Венец, Варис, Салават, Ватан) характеризовались высокой устойчивостью к полеганию с колебаниями длины стебля 47,0-48,9 см.

Во вторую труппу вошли сорта Кабан, Нарат, Фрегат, Средневолжский 2, длина растений которых в среднем составила 54,7-59,9 см. Усатые генотипы этой группы (Нарат, Фрегат, Средневолжский 2) также хорошо устойчивы к полеганию и пригодны для уборки прямым комбайнированием. Более высокорослые сорта Тан, Велес, Купидон с длиной растений в пределах 62,9-68,3 см вошли в третью группу. Как правило, на практике такие сорта возделываются в качестве зерноукосного использования в одновидовых и смешанных посевах. В годы с высокой влагообеспеченностью они склонны к полеганию, особенно листочковые формы.

Таблица 2

Средние значения биометрических параметров растений гороха, (2018-2021 гг.)

Сорт	Длина растений, см	Число на растении			Число семян в бобе	Масса семян, г	Масса 1000 семян, г
		продуктивных узлов	бобов	семян			
Тан	64,6	2,0	3,5	12,0	3,4	2,93	243,6
Венец	47,0	2,3	4,0	12,5	3,0	3,07	241,3
Кабан	54,6	2,8	4,9	16,1	3,2	3,18	194,3
Варис	47,0	2,0	3,4	10,8	3,1	2,52	234,3
Ватан	48,9	2,0	3,6	11,0	3,1	2,70	241,3
Нарат	54,7	2,2	3,8	14,3	3,7	3,23	222,5
Салават	47,3	2,0	3,6	12,3	3,3	3,00	237,2
Фрегат	59,9	2,3	4,1	16,4	3,9	2,90	171,4
Велес	62,9	2,3	4,0	16,9	4,2	3,14	182,0
Средневолжский 2	58,0	2,6	4,5	17,7	3,9	3,10	173,1
Купидон	68,3	2,6	3,9	15,8	4,3	3,90	185,3

Минимальной изменчивостью признака характеризовался перспективный сорт Купидон, значение коэффициента вариации установлено на уровне 16,2% (табл. 3).

Обнаружено, что в процессе селекции на устойчивость к раскрыванию бобов на основе признака облегченного боба за счет редукции формирования лигнина (Кабан, Фрегат, Велес, Средневолжский 2, Купидон) на растении увеличилось число продуктивных узлов в среднем до 2,3-2,8, бобов на растении – 3,9-4,9, семян 15,8-17,7, семян в бобе – до 3,9-4,2. Масса семян на растении у лучших сортов достигала 3,14-3,90 г.

Максимально высокие значения установлены у беспергаментных сортов и по годам исследования. В остро засушливых условиях Велес и Купидон сформировали большее число семян (10,6-10,3), сорт Кабан бобов на растении (3,6). По массе семян Купидон не уступал листочковому сорту Тан, значения соответственно составляли 1,67; 1,71 г. Сорт Велес выделился узкой амплитудой (CV=7,2%) и высокими значениями числа семян в бобе по годам исследования. При этом крупность семян уменьшилась, масса 1000 семян сортов данного направления не превышала в среднем 171,4-194,3 г. Среднее значение коэффициента вариации (CV=10,4-16,2) свидетельствовал о стабильности показателя по годам у всех изученных сортов, причем наименьший предел изменчивости наблюдался у сортов Купидон и Венец (CV=10,4-10,5).

Генотипы с лущильными бобами характеризовались более крупными семенами в пределах 222,5-243,6 г. Максимальный потенциал по комплексу биометрических показателей (длина растения, число продуктивных узлов, бобов, семян на растении, семян в бобе) сортов получен в условиях умеренного тепло и влагообеспечения в фазе линейного роста растений.

Среди представленной группы высокое значение массы семян с растений получено у усатого сорта Нарат (3,23 г), достигнутая сбалансированными средними значениями перечисленных признаков.

Таблица 3

Изменчивость элементов продуктивности сортов гороха, CV, %

Сорт	Длина растений, см	Число на растении			Число семян в бобе	Масса семян, г	Масса 1000 семян, г
		продуктивных узлов	бобов	семян			
Тан	31,5	21,5	25,4	33,7	11,8	38,7	16,2
Венец	37,8	18,9	27,1	44,8	22,1	49,3	10,5
Кабан	35,2	35,0	36,4	49,1	15,8	55,7	13,3
Варис	33,0	10,3	20,2	36,8	21,2	38,9	10,7
Ватан	31,9	21,2	34,8	47,5	13,2	56,1	15,6
Нарат	31,6	31,3	43,2	54,7	13,2	60,0	11,4
Салават	37,5	41,6	41,0	55,4	16,5	62,2	15,6
Фрегат	34,0	27,7	33,2	48,2	23,4	58,9	16,1
Велес	27,9	23,8	31,0	38,3	7,2	49,9	14,7
Средневолжский 2	29,0	35,1	40,9	52,5	15,6	54,7	11,3
Купидон	16,2	28,6	39,2	36,1	20,2	47,6	10,4

Проведенный анализ корреляционных взаимосвязей биометрических показателей на урожайность выявил неоднозначный характер в зависимости от условий внешней среды. В 2020 году значимой взаимосвязи урожайности с составляюшими ее элементами не обнаружено. В засушливых условиях (2018-2021) урожайность повышалась у среднерослых сортов, зависела в большей степени от числа семян на растении (r=0,71*, 0,85**) и в бобе (r=0,66*, 0,67*).

Таблица 4

Коэффициент корреляции урожайности семян и морфоструктурных параметров гороха, 2018-2021 гг.

Признак	Длина растения	Число на растении			Число семян в бобе	Масса семян, г	Масса 1000 семян, г
		продуктивных узлов	бобов	семян			
Урожайность	0,53	0,51	0,40	0,77**	0,82**	0,62*	-0,70*
Длина растений		0,40	0,20	0,61*	0,82**	0,40	-0,60*
Число продуктивных узлов			0,91**	0,80**	0,41	0,62*	-0,73*
Число бобов				0,78**	0,21	0,62*	-0,68*
Число семян					0,76**	0,67*	-0,95**
Число семян в бобе							-0,77**

Примечание: *значимо на уровне (P>0,05), ** значимо на уровне (P>0,01)

С удлинением стебля связано формирование семян на растении (r=0,63*, 0,84**), в бобе (r=0,66*, 0,88**) и увеличивалась масса семян (r=0,61*,0,63*). Между признаками число продуктивных узлов и бобов; семян на растении и в бобе установлена положительная корреляция на высоком уровне. В 2021 году снижение массы 1000 семян способствовало повышению потенциала урожайности (r=-0,76**) за счет увеличения числа семян на растении (r=-0,85**).

Во влажных условиях высокой реализации потенциала урожайности способствовало увеличение числа семян в бобе (r=0,76**), который также сопряжен и с длиной стебля (r=0,82**). По мере увеличения числа продуктивных узлов на растении формировалось

наибольшее число бобов, семян на растении, возрастала и масса семян, коэффициент корреляции составлял r=0,98**, 0,87**, 0,82**. Высокий уровень взаимосвязи установлен между параметрами: число бобов и семян (r=0,85**), масса семян на растении (r=0,87**), число и масса семян (r=0,81**). С уменьшением массы 1000 семян увеличивалась урожайность (r=-0,63*), формировалось больше продуктивных узлов (r=-0,61*), семян на растении (r=-0,87**), и в бобе (r=-0,86**).

Корреляционный анализ урожайности и основных морфоструктурных показателей растений по средним за годы исследований значениям выявил, что урожайность семян изученных сортов существенно положительно зависела от параметров числа семян (r=077**) в бобе (r=0,82**), массы семян на растении (r=0,62*) (табл.4).

Установлено, что с удлинением стебля повышалось число семян на растении (r=0,61*) в бобе (r=0,82**). Число бобов и семян положительно коррелировало с числом продуктивных узлов на растении (r=0,91**, r=0,80**) и с массой семян (r=0,62*). Отмечена прямая взаимосвязь числа семян в бобе с числом семян на растении (r=0,76**). Но с массой 1000 семян наблюдалась обратная зависимость с урожайностью (r=-0,70*) и всеми параметрами продуктивности.

Заключение

Высокое значение массы семян достигнуто у сорта Нарат с лущильными бобами за счет высокой сбалансированности комплекса элементов продуктивности.

В процессе селекции на устойчивость к раскрыванию бобов на основе признака облегченного боба за счет редукции формирования лигнина (Кабан, Фрегат, Велес, Средневолжский 2, Купидон) по мере увеличения длины растения, числа продуктивных узлов, бобов, семян на растении и числа семян в бобе потенциал урожайности был реализован на более высоком уровне. Масса семян на растении у лучших сортов достигала 3,14-3,90 г. Среди представленной группы обнаруженная отрицательная зависимость между урожайностью и массой 1000 семян указывает на преимущество селекции гороха на снижение крупности семян.

Статья подготовлена в рамках Государственного задания ТатНИИСХ – ФИЦ КазНЦ РАН по теме НИР № 122011800138-7.

Литература

1. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Хмызова Н.Г. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 5-17. DOI:10.24411/2309-348X-2020-11198
2. Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Повышение биоэнергетического потенциала растения - актуальная проблема селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 4 (20). – С. 9-15.
3. Кондыков И.В. Основные достижения и приоритеты в селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 1. – С. 37-45.
4. Задорин А.М., Уваров В.Н., Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Перспективные морфотипы гороха // Земледелие. – 2014. - №4. - С. 24-25.
5. Фадеева А.Н., Шурхаева К.Д. Адаптивные свойства сортов гороха селекции Татарского НИИСХ // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – №4 (40). – С. 5-14. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-5-14
6. Лысенко А.А. Урожайность сортов зернового гороха при изменении погодных условий в Приазовской зоне Ростовской области // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2020. - №2(34). - С. 13-20. DOI:10.24411/2309-348X-2020-11164
7. Шурхаева К.Д., Фадеева А.Н. Изменчивость элементов продуктивности коллекционных образцов гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 3 (15). – С. 71-76.

8. Ашиев А.Р., Хабибуллин К.Н., Скулова М.В. Элементы структуры урожая у листочковых и усатых образцов гороха: изменчивость, взаимосвязи и перспективы их использования в селекционном процессе // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 3 (63). – С. 40-43.
9. Пислегина С.С., Четверных С.А. Изучение перспективных линий гороха в условиях Кировской области // Материалы VI Международной научно-практической конференции (к 125-летию Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого). – 2020. – С. 156-161.
10.Гайнуллина К.П., Давлетов Ф.А. Изменчивость элементов структуры урожая у усатых сортов гороха в результате селекции на высокую семенную продуктивность // Научные труды Северо - Кавказского ФНЦ садоводства, виноградарства, виноделия. – 2020. – Т. 29. – С. 127-131.
11.Лихачева Л.И., Москалев А.В. Взаимосвязь элементов продуктивности у гороха с усатым и листочковым морфотипом // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т.35. – С. 15-19. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10603
12.Пономарева С.В. Вариационная изменчивость и корреляционная взаимосвязь между зерновой урожайностью и ее элементами структуры у сортов гороха полевого (Pisum arvense L.) // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2021. – № 6 (384). – С. 50-52.

References

1. Zotikov V.I., Polukhin A.A., Grydunova N.V., Sidorenko V.S., Khmyzova N.G. Development of production of legumes and cereals in Russia based on the use of breeding achievements. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no. 4(36), pp. 5-17. (In Russian)
2. Zelenov A.N., Zelenov A.A. Increasing the bioenergetic potential of a plant - an actual problem of pea breeding. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2016, no. 4 (20), pp. 9-15. (In Russian)
3. Kondykov I.V. Main achievements and priorities in pea breeding. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2012, no. 1, pp. 37-45. (In Russian)
4. Zadorin A.M., Uvarov V.N., Zelenov A.N., Zelenov A.A. Perspective morphotypes of peas *Zemledelie*, 2014, no. 4, pp. 24-25. (In Russian)
5. Fadeeva, A.N., Shurkhaeva K.D. Adaptive properties of pea varieties of breeding of the Tatar Research Institute. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2021, no. 4(40), pp. 5-14. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-5-14 (In Russian)
6. Lysenko A.A. Urozhainost' sortov zernovogo gorokha pri izmenenii pogodnykh uslovii v Priazovskoi zone Rostovskoi oblasti [Productivity of varieties of grain peas under changing weather conditions in the Azov zone of the Rostov region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, №2(34), pp. 13-20. DOI:10.24411/2309-348Kh-2020-111647. (In Russian)
7. Shurkhaeva K.D., Fadeeva A.N. Variability of productivity elements of collection samples of peas. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2015, no. 3(15), pp. 71-76. (In Russian)
8. Ashiev A.R., Khabibullin K.N., Skulova M.V. Elements of crop structure in leafy and whiskered pea samples: variability, interrelations and prospects of their use in the breeding process. *Grain farming of Russia*, 2019, no.3 (63), pp. 40-43. (In Russian)
9. Pislegina S.S., Chetvernykh S.A. Study of perspective pea lines in the conditions of the Kirov region. Materials of the VI International Scientific and Practical Conference (on the 125th anniversary of the N.V. Rudnitsky Federal Agrarian Scientific Center of the North-East), 2020, pp. 156-161. (In Russian)
10. Gainullina K.P., Davletov F.A. Variability of crop structure elements in mustachioed pea varieties as a result of selection for high seed productivity. Scientific works of the North Caucasian Federal Research Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, 2020, vol. 29, pp. 127-131. (In Russian)
11. Likhacheva L.I., Moskalev A.V. The relationship of productivity elements in peas with the whiskered and leafy morphotype. *Achievements of science and technology of agriculture*, 2021, vol.35, pp. 15-19. (In Russian)
12. Ponomareva S.V. Variational variability and correlation between grain yield and its structural elements in varieties of field peas (Pisum arvense L.). *International Agricultural Journal*, 2021, no.6 (384), pp. 50-52. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-40-48

УДК 633.34:631.559.2(470.333)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ СОИ В АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

О.А. ЗАЙЦЕВА, кандидат с.-х. наук, ORCID ID: 0000-0003-3360-4372,
E-mail: olya.zaytseva.77@list.ru
С.А. БЕЛЬЧЕНКО, доктор с.-х. наук, ORCID ID: 0000-0001-7467-8314,
А.В. ДРОНОВ, доктор с.-х. наук, ORCID ID: 0000-0001-5398-4822,
С.М. СЫЧЕВ, доктор с.-х. наук,ORCID ID: 0000-0002-0941-2963,
В.В. ДЬЯЧЕНКО, доктор с.-х. наук, ORCID ID: 0000-0002-6302-9113,
Н.С. ШПИЛЕВ, доктор с.-х. наук, ORCID ID: 0000-0002-2269-5013,
Г.П. МАЛЯВКО, доктор с.-х. наук, ORCID ID: 0000-0003-2844-3324,

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В статье представлены результаты сравнительной зерновой продуктивности и параметров адаптивности отечественных сортов сои в Брянской области. Исследования проведены на Дубровском и Стародубском госсортоучастках в период 2019-2021 годов. Цель данной работы – дать оценку продуктивного и адаптивного потенциала раннеспелых сортов сои в агроклиматических условиях региона. В качестве объекта исследований были взяты 12 сортов отечественной селекции. В задачи исследования входила комплексная оценка адаптивных свойств изучаемых генотипов сои по параметрам экологической стабильности и пластичности, используя критерий «урожайность зерна». Изучены особенности продукционного процесса посевов сои в зависимости от изменений почвенно-метеорологических условий возделывания по годам конкурсного испытания, что позволило объективно оценить уровень варьирования урожая зерна. Рассчитаны следующие показатели: индекс условий среды (Ij), адаптивность, параметры экологической пластичности – стабильность (Sd^2) и пластичность (bi), стрессоустойчивость, генетическая гибкость, размах урожайности (d), коэффициент вариации (V). При проведении агроэкологического испытания сою высевали при среднем уровне почвенного плодородия (Дубровский ГСУ) и высоком (Стародубский ГСУ). Установлены достоверные различия по влиянию агроклиматических условий возделывания, сортов и их взаимодействие на формирование урожая. Выявлено, что высокая урожайность зерна сои на серых лесных почвах Стародубского госсортоучастка была в 2020 году, которая варьировала от 23,8 ц/га (сорт Сомира) до 36,2 ц/га (сорт Алиса). Коэффициент адаптивности (КА) выше единицы получен у сортов Алиса (1,25), Чера 1 (1,04) и Люба (1,02) что характеризует их как весьма адаптивные и высокоурожайные агроценозы на Стародубском ГСУ. Сорт Сомира оказался более стабильным 15,7 и 19,9 ц/га на обоих сортоучастках.

Ключевые слова: соя (Glycine max (L.) Merr.), сорт, зерновая продуктивность, адаптивность, госсортоучасток.

Для цитирования: Зайцева О.А., Бельченко С.А., Дронов А.В., Сычев С.М., Дьяченко В.В., Шпилев Н.С., Малявко Г.П. Сравнительная оценка зерновой продуктивности и адаптивности сортов сои в агроклиматических условиях Брянской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):40-48. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-40-48

COMPARATIVE EVALUATION OF GRAIN PRODUCTIVITY AND ADAPTABILITY OF SOYBEAN VARIETIES IN AGRO-CLIMATIC CONDITIONS OF THE BRYANSK REGION

O.A. Zaytseva, S.A. Belchenko, A.V. Dronov, S.M. Sychev, V.V. Dyachenko, N.S. Shpilev, G.P. Malyavko

FSBEI HE BRYANSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY

Abstract: *The article presents the results of comparative grain productivity and adaptability parameters of domestic soybean varieties in the Bryansk region. The studies were carried out at the Dubrovsky and Starodubsky state variety plot in the period 2019-2021. The purpose of this work is to assess the productive and adaptive potential of early-ripening soybean varieties in the agro-climatic conditions of the region. 12 varieties of domestic breeding were taken as the object of research. The objectives of the study included a comprehensive assessment of the adaptive properties of the studied soybean genotypes according to the parameters of environmental stability and plasticity, using the criterion "grain yield". The features of the production process of soybean crops have been studied depending on changes in soil and meteorological conditions of cultivation over the years of competitive testing, which made it possible to objectively assess the level of variation in grain yield. The following indicators were calculated: environmental conditions index (Ij), adaptability, parameters of ecological plasticity - stability (Sd2) and plasticity (bi), stress resistance, genetic flexibility, yield span (d), coefficient of variation (V). During the agroecological testing, soybeans were sown at an average level of soil fertility (Dubrovsky GSU) and high (Starodubsky GSU). Significant differences in the influence of agro-climatic conditions of cultivation, varieties and their interaction on the formation of the crop have been established. It was revealed that the high yield of soybean grain on the gray forest soils of the Starodubsky state variety plot was in 2020, which ranged from 23.8 c/ha (Somira variety) to 36.2 c/ha (Alice variety). The coefficient of adaptivity (KA) above one was obtained in the varieties Alice (1.25), Chera 1 (1.04) and Lyuba (1.02), which characterizes them as highly adaptive and high-yielding agrocenoses at the Starodubsky state variety plot. The Somira variety turned out to be more stable at 15.7 and 19.9 c/ha on both state variety plots.*

Keywords: soybean (Glycine max (L.) Merr.), variety, grain productivity, adaptability, state variety plot.

Введение

Соя [Glycine max (L.) Merr.] является ценной и уникальной зернобобовой культурой, одной из наиболее востребованных масличных культур в мировом земледелии. Она отличается высоким содержанием сбалансированного по аминокислотному составу белка (35-47%), а также растительного масла в семенах (17-25%), обладает высокой симбиотической азотфиксацией (до 200 кг/га). Соя широко используется для кормовых, пищевых, технических, фармацевтических и медицинских целей. Благодаря исключительному качеству её зерна, широко применяют в производстве кормов и кормовых премиксов для сельскохозяйственной птицы, крупного рогатого скота, свиней и рыборазведении. Особенно отличаются бройлерные технологии выращивания птицы, которые не могли бы быть такими эффективными, как сейчас, без применения соевой муки, шрота, жмыха. Соя также является одной из основных продовольственных культур. После соответствующей переработки и приготовления соевое зерно используется для приготовления изолятов, тофу, соевого молока, проростков, соевой пасты, приправ, соевых орехов и др. Масло, получаемое из зерна сои, представляет собой липидный комплекс, в совокупности состоящий из триглицеридов и свободных жирных кислот, содержит токоферолы, фосфолипиды, редкую жирную кислоту омега-3 и биологически активные вещества, характеризующиеся антиоксидантными свойствами и Е-витаминной активностью.

Соевое масло является сырьем для производства биотоплива, смазочных материалов, органических волокон и кремов. [1, 2, 3, 4, 5].

В настоящее время тенденции активного функционирования соевого комплекса в Российской Федерации определены: стабильным ростом посевных площадей, урожайности и валовых сборов; федеральной и региональной системой поддержки отечественного производства сои на основе долгосрочной стратегии развития сельского хозяйства [6]; ежегодным увеличением объемов экспорта соевых бобов высокого качества (в том числе и за счет обнуления ставки вывозной таможенной пошлины) и растущим спросом на экологически безопасное соевое масло [7]. В масштабах страны соя расширяет свои границы, становясь с каждым годом все более популярной и выгодной коммерческой культурой у сельхозтоваропроизводителей [8]. За последние годы в России отмечается изменение структуры площадей в зависимости от региона возделывания сои, всё большая концентрация имеет место в Европейской части страны, где лидерство принадлежит Центральному Федеральному округу (41% всех площадей). В 2022 году площадь посева сои в РФ составила почти 3,4 млн. га (в 2021 году – 2,9 млн. га). По данным Департамента по сельскому хозяйству Брянской области в 2021 году площадь под соей была 12,6 тыс. га, валовый сбор - на уровне 31,7 тыс. т при средней урожайности 2,5 т/га. Изменение агроклиматических условий и увеличение урожайности при возделывании сои в Брянской области обусловливают необходимость использования более высокопродуктивных раннеспелых сортов северного экотипа, стабильно формирующих урожай высокого качества, способных противостоять абиотическим стрессорам и эффективно использовать антропогенные и природные ресурсы региона [9, 10].

Цель данной работы – дать оценку продуктивного и адаптивного потенциала раннеспелых сортов сои в агроклиматических условиях региона. В задачи исследования входила комплексная оценка адаптивных свойств изучаемых генотипов сои по параметрам экологической стабильности и пластичности, используя критерий «урожайность зерна».

Материал и методы исследований

Брянская область расположена на юго-западе Центрального Нечерноземья, на границе двух подзон лесной зоны, стыке трёх ландшафтно-географических зон, в которых расположены четыре почвенные провинции. Учёными Брянского ГАУ отмечается, что по рельефу, типам почв и теплообеспеченности за вегетационный период область разделяют на северный и южный агроклиматические районы и четыре подрайона [11]. В регионе, в основном, преобладают два типа почв: более 60% дерново-подзолистых почв и около 22% – серые лесные. Наши полевые эксперименты выполнены в 2019-2021 гг. в двух агроклиматических районах: северном, где расположен Дубровский госсортоучасток и южном - Стародубский госсортоучасток. Дубровский ГСУ находится на северо-западе области, почвенный покров которого представлен дерново-среднеподзолистыми легкосуглинистыми почвами, содержание гумуса 2,2%, pH KCl – 5,6-5,8, содержание подвижного фосфора 220,0 мг/кг, обменного калия – 172,3 мг/кг. Сумма положительных температур за период активной вегетации растений составила от 2150 до 2300°С, количество осадков за этот период 280-300 мм. Стародубский ГСУ располагается на юге области, где почвы госсортоучастка – серые лесные легкосуглинистые на лёссовидном суглинке, характеризующиеся содержанием гумуса от 3,85 до 4%, pH KCl - 5,6 - 5,8, содержанием подвижного фосфора – 182 мг/кг, обменного калия – 163,9 мг/кг. Сумма положительных температур за период активной вегетации растений-2300-2450°С, количество осадков – 270-330 мм.

В качестве объекта исследований взяты двенадцать сортов сои отечественной селекции детерминантного и индетерминатного типа. Опыты по сравнительной оценке зерновой продуктивности и параметров адаптивности испытываемых сортов проводили в соответствии с Международным классификатором СЭВ рода Glycine Willd (1990) и Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989).

Предшественниками по годам исследований были озимые зерновые культуры (озимая пшеница, озимая тритикале). Агротехника на сортоучастках общепринятая для возделывания зерновых бобовых культур в регионе. Срок посева - первая декада мая, норма высева – 800 тыс. всхожих семян на гектар (рекомендация оригинаторов сортов для раннеспелой группы – 600-800 тыс. шт. всх. семян/га), способ – обычный рядовой (15 см) сеялкой СН-16. Общая площадь делянки (каждого сорта) 100 $м^2$, учётная – 25 $м^2$, повторность опыта – 4-х кратная, размещение делянок систематическое. В качестве минеральных удобрений использовали азофоску марки 16:16:16 (1,5 ц/га весной под предпосевную обработку почвы). Урожайность зерна учитывалась методом сплошного обмолота зерноуборочным комбайном «САМПО-130». Данные урожайности пересчитаны на 14% влажность и 100% чистоту. Статистическую обработку данных и проведение полевых опытов осуществляли по методике Б.А. Доспехова (2014).

В исследованиях при анализе продуктивного и адаптивного потенциала изученного сортимента применили понятие «среднесортовая урожайность года» для выявления общей видовой адаптивной реакции по методике Л.А. Животкова с коллегами [12]. Для выявления высокоурожайных сортов сои по адаптивности и стабильности рассчитывали следующие статистические показатели: индекс условий среды (I_j) и параметры экологической пластичности - стабильность (S_d^2) и пластичность (b_i) по Эберхарту и Расселлу (S.A. Eberhart, W.A. Russell) определяли в изложении В.З. Пакудина [13], стрессоустойчивость (Ymin-Ymax) и генетическая гибкость (Ymin+Ymax:2) сортов по уравнениям A.A. Rosiette, J.Hamblin в изложении А.А. Гончаренко [14], размах урожайности (d) – по В.А. Зыкину [15], коэффициент вариации (*V*) – по Б. А. Доспехову.

Результаты и их обсуждение

Период проведения исследований характеризовался разнообразием метеорологических условий вегетационных периодов по тепло- и влагообеспеченности, что позволило объективно оценить уровень варьирования урожайности сортов сои в зависимости от сложившихся внешних условий. Оценка урожайности зерна и параметров адаптивности испытываемых сортов сои в период 2019-2021 гг. на госсортоучастках Брянской области представлена в таблицах 1 и 2. Индексы условий среды (Ij) на Дубровском ГСУ - I (северный агроклиматический район) по годам варьировали от минус 2,1 до плюс 2,0 (табл. 1) и на Стародубском ГСУ -II (южный) от -2,5 до +3,9 (табл.2). Благоприятные условия для получения высокой урожайности зерна сортов сои в Дубровском районе отмечены в 2021году. Данный год характеризовался положительным значением показателя индекса среды и высокой средней урожайностью сортов – 13,5 ц/га. Тогда как, отрицательное значение индекса среды в 2020 году (-2,1) позволило сформировать межсортовую урожайность ниже в сравнении с урожайностью в другие годы, это явилось следствием низкого адаптационного потенциала исследуемых сортов. Установлено, что на Стародубском ГСУ вегетационный период 2020 год оказался благоприятным для формирования высокоурожайных посевов сортов сои, среднесортовая урожайность года составила 27,4 ц/га.

Анализ урожайных данных и адаптивной способности показал, что в среднем за три агроэкологического испытания наибольшая среднесортовая урожайность зерна была получена в условиях Стародубского ГСУ, которая составила 23,5 ц/га (V=31,0 %). Коэффициент вариации, являясь относительной величиной, отражает параметр стабильности сортов в изменяющихся условиях внешней среды. Более низкая урожайность по годам и низкий уровень изменчивости с наименьшим варьированием (V=22,6 %) были установлены в северном агроклиматическом районе - Дубровском ГСУ. Вероятнее всего, сказался уровень плодородия почвы, а также степень реализации агроклиматических ресурсов характерные для южного агроклиматического района. На более плодородных серых лесных почвах Стародубского района, урожайность сои практически выше в 2 раза, чем на Дубровском сортоучастке (дерново-подзолистые почвы).

За годы проведения исследований на Дубровском сортоучастке коэффициент адаптивности у сортов Алиса, Люба и Сомира составил больше единицы (соответственно 1,52, 1,19 и 1,39), что свидетельствовало не только о высокой продуктивности, но и высокой степени выраженности реакции на неблагоприятные условия вегетации. Минимальный коэффициент адаптивности 0,65 был установлен у сорта СК Арктика, который проявил слабую реакцию на действия внешних условий, которая выразилась невысокой урожайностью зерна – 7,4 ц/га (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность зерна и параметры адаптивности сортов сои на Дубровском ГСУ

Сорт	Урожайность, ц/га				Коэф-фициент адаптивности	Стрессо-устой-чивость, ц/га	Генетичес-кая гибкость, ц/га	Размах урожай-ности, %
	2019	2020	2021	средняя				
Сибириада	9,5	8,8	13,9	10,7	0,95	-5,1	11,3	36,7
Алиса	14,2	13,5	26,0	**17,9**	**1,52**	-12,5	**19,5**	48,1
Арэнс 1	8,8	6,0	19,2	11,3	1,0	-13,2	12,6	68,8
Люба	13,9	13,1	13,5	**13,5**	**1,19**	**-0,8**	**13,5**	**5,7**
СК Альта	6,5	5,7	15,6	9,3	0,82	-9,9	10,7	63,5
СК Арктика	6,7	5,9	9,5	7,4	0,65	-3,6	7,7	37,9
СК Руса	10,2	9,4	7,9	9,2	0,81	-2,3	9,1	22,5
Сомира	15,5	15,6	**16,0**	**15,7**	**1,39**	**-0,5**	**15,8**	**3,1**
Цивиль	9,0	8,2	11,9	9,4	0,83	-3,7	10,0	31,1
Люмария	7,9	7,0	17,9	10,9	0,88	-7,9	10,9	53,0
Памяти Фадеева	9,9	9,0	10,1	9,7	0,86	**-1,1**	9,6	10,9
Чера 1	10,1	9,3	15,6	**11,7**	1,03	-6,3	12,4	40,4
Средне-сортовая урожайность года	10,2	9,3	13,5	11,4				
Индекс среды Ij	-1,2	-2,1	2,0					

Сорта сои различались стрессоустойчивостью к неблагоприятным условиям внешней среды, и так как данный показатель определялся по разности между минимальной и максимальной урожайностью зерна (Ymin-Ymax), то имел отрицательное значение, то есть чем разрыв меньше, тем выше стрессоустойчивость сорта, а значит шире параметры приспособления к условиям внешней среды. Установлено, что в условиях Дубровского ГСУ относительно высокими данными стрессоустойчивости выявлены следующие сорта Сомира (-0,5 ц/га), Люба (-0,80), Памяти Фадеева (-1,1 ц/га) и СК Руса (-2,3 ц/га). Однако при этом урожайность зерна у этих сортов не высокая: 15,6; 13,5; 9,7 и 9,2 ц/га и её размах по годам низкий (от 3,1 до 22,5%). Компенсационную способность (генетическая гибкость) сорта отражает среднее значение между максимальным и минимальным показателем урожайности в контрастных условиях (Ymin-Ymax):2. Чем выше степень соответствия между сортом и различными факторами среды, тем выше этот показатель. Высокую среднюю урожайность в контрастных условиях возделывания формировали сорта Алиса (19,5 ц/га), Сомира (15,8) и Люба (13,5 ц/га). Отношение разницы между максимальной и минимальной урожайностью сорта к максимальной урожайности, выраженной в процентах, отражался в критерии -

размах урожайности (d). Чем ниже показатель, тем стабильнее урожайность сорта в конкретных условиях. Минимальное значение размаха урожайности зерна отмечено у сортов Сомира (3,1%) и Люба (5,7%).

Изучение параметров экологической пластичности сортов на Дубровском ГСУ позволило установить, что при коэффициенте регрессии (bi) значительно выше единицы характеризует сорта как интенсивного типа – Алиса, Сомира, Люба, Чера 1. Они максимально реализуют свой потенциал при благоприятных погодных условиях и положительно отзываются на улучшение условий возделывания. В неблагоприятные по погодным условиям годы, а также на низком агрофоне у них резко снижается продуктивность. Стабильность сорта (среднеквадратическое отклонение) указывает на его устойчивость к лимитирующим факторам среды и способность давать стабильный урожай в любых условиях. Чем меньше квадратические отклонения фактических урожаев от теоретических, тем стабильнее сорт. В изучаемом ассортименте наиболее стабильными были Алиса, Люба, Сомира, а сорта Алиса и Сомира являются еще и самыми высокоурожайными из исследуемых генотипов.

На Стародубском сортоучастке максимальная урожайность зерна сои практически по всем сортам была выше в 2020 году, которая варьировала от 23,8 ц/га у Сомиры до 36,2 ц/га у Алисы (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность зерна и параметры адаптивности сортов сои на Стародубском ГСУ

Сорт	Урожайность, ц/га				Коэффициент адаптивности	Стрессо-устойчивость, ц/га	Генетическая гибкость, ц/га	Размах урожайности, %
	2019	2020	2021	средняя				
Сибириада	22,5	24,1	23,4	23,3	0,98	**-1,6**	23,3	**6,6**
Алиса	29,2	36,2	23,6	**29,7**	**1,25**	-12,6	**29,9**	34,8
Арэнс 1	24,8	21,8	20,6	22,4	0,97	-11,2	**26,2**	35,2
Люба	24,0	31,0	18,0	**24,3**	**1,02**	-13,0	24,5	41,9
СК Альта	23,9	29,9	17,0	23,6	0,99	-12,9	23,4	43,1
СК Арктика	19,7	25,7	20,2	21,9	0,92	**-6,0**	22,7	**23,3**
СК Руса	22,0	29,0	19,7	23,6	0,99	-9,3	24,3	32,1
Сомира	17,8	23,8	18,0	19,9	0,83	-6,0	20,8	28,6
Цивиль	19,2	35,2	18,1	24,2	1,02	-17,1	**26,6**	48,6
Люмария	19,2	21,2	24,0	21,5	0,91	**-4,8**	21,6	**20,2**
Памяти Фадеева	19,1	23,1	25,6	22,6	0,95	-6,5	22,3	25,4
Чера 1	21,1	28,1	24,6	**24,6**	**1,04**	-7,0	24,6	24,9
Средне-сортовая урожайность года	21,9	27,4	21,0	23,5				
Индекс среды Ij	-1,6	3,9	-2,5					

За время исследований коэффициент адаптивности (КА) выше единицы получен у сортов Алиса (1,25), Чера 1 (1,04) и Люба (1,02) что характеризует их как весьма адаптивные и высокоурожайные агроценозы при неблагоприятных условиях возделывания.

Низкая адаптивность была у сортов СК Арктика – 0,92 и Люмария - 0,91, однако они оказались стрессоустойчивыми (-6,0 ц/га и -4,9 ц/га) и с небольшим размахом урожайности 23,3% и 20,2% соответственно. В условиях Стародубского ГСУ относительно высокими данными стрессоустойчивости выявлены сорта Сибириада (-1,6 ц/га), Люмария (-4,8), СК Арктика (-6,0 ц/га).

Установлена высокая урожайность зерна на обоих сортоучастках трех сортов сои: Алиса 17,9 и 29,7 ц/га, Люба 13,5 и 24,3 ц/га. Сорт Сомира оказался более стабильным 15,7 и 19,9 ц/га на обоих сортоучастках.

Заключение

Таким образом, при агроэкологическом испытании сортов сои для более полной характеристики и объективной оценки необходимо использовать сочетание различных статистических показателей, а адаптивность генотипа следует рассматривать с позиции пластичности, стабильности и гомеостатичности. В агроклиматических условиях двух районов (южного - Стародубский ГСУ и северного – Дубровский ГСУ) Брянской области определено, что на формирование высокой урожайности зерна сои существенное влияние оказали уровень плодородия почвы и степень реализации агроклиматических ресурсов, особенно характерных для южного агроклиматического района. На основании проведенных исследований на Дубровском и Стародубском госсортоучастках региона за период 2019-2021 гг. наиболее урожайными, адаптивными сортами сои выделены Алиса 17,9 и 29,7 ц/га, Люба 13,5 и 24,3 ц/га соотвественно. Сорт Сомира оказался более стабильным 15,7 и 19,9 ц/га на обоих сортоучастках. На более плодородных серых лесных почвах Стародубского ГСУ, урожайность сои практически выше в 2 раза, чем на Дубровском ГСУ (дерново-подзолистые почвы).

Литература

1. Дорохов А.С., Белышкина М.Е. Агроклиматическая характеристика регионов Нечерноземной зоны Российской Федерации и оценка пригодности для возделывания современных раннеспелых сортов сои // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2021. – № 3 (55). – С. 34-39. doi: 10.18286/1816-4501-2021-3-34-39.

2. Нагорный В.Д., Ляшко М.У. Биология и агротехника сои: монография. – М.: БИБЛИО-ГЛОБУС, 2018. – 418 с. doi: 10.18334/9785907063075.

3. Зайцева О.А., Симонов В.Ю., Дьяченко В.В. Хозяйственно ценные признаки и свойства современного сортимента сои в условиях юго-запада Центрального региона // Вестник Брянской ГСХА. – 2022. - №2(90). – С. 21-27. doi: 10.52691/2500-2651-2022-2-21-27.

4. Катышева Н.Б., Поморцев А.В., Зорина С.Ю., Соколова Л.Г., Журавкова А.С., Катышев А.И., Дорофеев Н.В. Оценка продолжительности вегетационного периода и продуктивности сортов и сортообразцов сои в условиях Иркутской области // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 1 (41). – С. 30-35. doi: 10.24412/2309-348X-2022-1-30-35.

5. Асанов А.М., Юсова О.А., Омельянюк Л.В. Новый перспективный сорт сои Сибириада // Масличные культуры. – 2020. - Вып. 2 (182). – С. 148-153. doi: 10.25230/2412-608X-2020-2-182-148-153.

6. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года. Распоряжение Правительства РФ от 12 апреля 2020 г. № 993-р. – 32 с.

7. Рынок сои в 2022 году: тенденции и прогнозы. - URL: http: //www.oilworld.ru (дата обращения: 06.09.2022 г.).

8. Панарина В.И. Соя в России: современное положение на рынке // Сб. материалов 11-й Всероссийской конференции молодых учёных и специалистов: Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки сельскохозяйственных культур. – Краснодар: ВНИИМК имени В.С. Пустовойта, – 2021. – С. 287-291. doi: 10.25230/conf11-2021-287-291.

9. Шпилев Н.С., Бельченко С.А. Разработка и внедрение сортовой технологии возделывания сои на зерно в Брянской области: рекомендации. – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, – 2014. – 35 с.
10. Ториков В.Е., Бельченко С.А., Дронов А.В., Моисеенко И.Я., Зайцева О.А. Соя северного экотипа в интенсивном земледелии: монография. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, – 2019. – 284 с.
11. Мамеев В.В., Бельченко С.А., Коваленко Э.А. Теоретическое обоснование и использование биоклиматического потенциала в реализации продуктивности озимой пшеницы на дерново-подзолистых и серых лесных почвах Брянской области // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2021. – № 3 (55). – С. 46-54. doi: 10.18286/1816-4501-2021-3-46-54.
12. Животков Л.А., Морозова З.А., Секутаева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3-6.
13. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 109-113.
14. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49-53.
15. Зыкин В.А., Мешков В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчёт и анализ: метод. рекомендации. – Новосибирск: Сиб. отделение ВАСХНИЛ, – 1984. – С. 1-24.

References

1. Dorokhov A.S., Belyshkina M.E. Agroklimaticheskaya kharakteristika regionov Nechernozemnoi zony Rossiiskoi Federatsii i otsenka prigodnosti dlya vozdelyvaniya sovremennykh rannespelykh sortov soi [Agro-climatic characteristics of the regions of the Non-chernozem zone of the Russian Federation and assessment of suitability for cultivation of modern early-ripening soybean varieties]. *Vestnik Ul`yanovskoj GSXA.* 2021, no 3(55), pp. 34-39. doi: 10.18286/1816-4501-2021-3-34-39. (In Russian)
2. Nagornyi V.D., Lyashko M.U. Biologiya i agrotekhnika soi: monografiya [Biology and agricultural engineering of soybeans: monograph]. *Moscow: BIBLIO-GLOBUS*. 2018, 418 p. doi: 10.18334/9785907063075. (In Russian)
3. Zaitseva O.A., Simonov V.Yu., D'yachenko V.V. Khozyaistvenno tsennye priznaki i svoistva sovremennogo sortimenta soi v usloviyakh yugo-zapada Tsentral'nogo regiona [Economically valuable signs and properties of modern soybean assortment in the conditions of the south-west of the Central region]. *Vestnik Bryanskoj GSXA*. 2022, no 2(90), pp. 21-27. doi: 10.52691/2500-2651-2022-2-21-27. (In Russian)
4. Katysheva N.B., Pomortsev A.V., Zorina S.Yu., Sokolova L.G., Zhuravkova A.S., Katyshev A.I., Dorofeev N.V. Otsenka prodolzhitel'nosti vegetatsionnogo perioda i produktivnosti sortov i sortoobraztsov soi v usloviyakh Irkutskoi oblasti [Assessment of the duration of the growing season and productivity of soybean varieties and varietals in the conditions of the Irkutsk region]. *Zernobobovy`e i krupyany`e kul`tury*. 2022, no 1(41), pp. 30-35. doi: 10.24412/2309-348X-2022-1-30-35. (In Russian)
5. Asanov A.M., Yusova O.A., Omel'yanyuk L.V. Novyi perspektivnyi sort soi Sibiriada [A new promising variety of soy Sibiriada]. *Maslichny`e kul`tury*. 2020, vy`p. 2(182), pp. 148-153. doi: 10.25230/2412-608X-2020-2-182-148-153. (In Russian)
6. Strategiya razvitiya agropromyshlennogo i rybokhozyaistvennogo kompleksov Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 12 aprelya 2020 g. № 993-r.. *Rasporyazhenie Pravitel`stva RF* ot 12 aprelya 2020 g. № 993-r [Strategy for the development of agro-industrial and fisheries complexes of the Russian Federation for the period up to 2030. Decree of the Government of the Russian Federation No. 993-r dated April 12, 2020]. (In Russian)
7. Rynok soi v 2022 godu: tendentsii i prognozy [Soybean market in 2022: trends and forecasts] *URL: http: //www.oilworld.ru* (accessed: 06.09.2022 g.). (In Russian)

8. Panarina V.I. Soya v Rossii: sovremennoe polozhenie na rynke [Soybean in Russia: current market situation]. *Sb. materialov 11-j Vserossijskoj konferencii molody`x uchyony`x i specialistov: Aktual`ny`e voprosy` biologii, selekcii, texnologii vozdely`vaniya i pererabotki sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur.* Krasnodar: VNIIMK imeni V.S. Pustovojta. 2021. pp. 287-291. doi: 10.25230/conf11-2021-287-291.
9. Shpilev N.S., Bel'chenko S.A. Razrabotka i vnedrenie sortovoi tekhnologii vozdelyvaniya soi na zerno v Bryanskoi oblasti: rekomendatsii [Development and implementation of varietal technology of soybean cultivation for grain in the Bryansk region: recommendations]. *Bryansk: Izd-vo Bryanskaya GSXA.* 2014, 35 p. (In Russian)
10. Torikov V.E., Bel'chenko S.A., Dronov A.V., Moiseenko I.Ya., Zaitseva O.A. Soya severnogo ekotipa v intensivnom zemledelii: monografiya [Soybeans of the northern ecotype in intensive agriculture: monograph]. *Bryansk: Izd-vo Bryanskij GAU.* 2019, 284 p. (In Russian)
11. Mameev V.V., Bel'chenko S.A., Kovalenko E.A. Teoreticheskoe obosnovanie i ispol'zovanie bioklimaticheskogo potentsiala v realizatsii produktivnosti ozimoi pshenitsy na dernovo-podzolistykh i serykh lesnykh pochvakh Bryanskoi oblasti [Theoretical substantiation and use of bioclimatic potential in the realization of winter wheat productivity on sod-podzolic and gray forest soils of the Bryansk region]. *Vestnik Ul`yanovskoj GSXA.* 2021, no 3(55), pp. 46-54. doi: 10.18286/1816-4501-2021-3-46-54. (In Russian)
12. Zhivotkov L.A., Morozova Z.A., Sekutaeva L.I. Metodika vyyavleniya potentsial'noi produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoi pshenitsy po pokazatelyu «urozhainost'» [Methodology for identifying the potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat according to the indicator "yield"]. *Selekciya i semenovodstvo.* 1994, no 2, pp. 3-6. (In Russian)
13. Pakudin V.Z., Lopatina L.M. Otsenka ekologicheskoi plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Assessment of ecological plasticity and stability of agricultural varieties]. *Sel`skoxozyajstvennaya biologiya*. 1984, no 4, pp. 109-113. (In Russian)
14. Goncharenko A.A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoi ustoichivosti sortov zernovykh kul'tur [On the adaptability and environmental sustainability of grain varieties]. *Vestnik RASHN.* 2005, no 6, pp. 49-53. (In Russian)
15. Zykin V.A., Meshkov V.V., Sapega V.A. Parametry ekologicheskoi plastichnosti sel'skokhozyaistvennykh rastenii, ikh raschet i analiz: metod. rekomendatsii [Parameters of ecological plasticity of agricultural plants, their calculation and analysis. method. recommendations]. Novosibirsk: Sib. otdelenie VASKhNIL, 1984, pp. 1-24. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-49-57

УДК 631.51.01:632.51:633.853.52

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СОРТА СОИ ЭН АРГЕНТА ПО СРАВНЕНИЮ С СОРТОМ КАНАДСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ОАК ПРУДЕНС В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

Г.М. ДЕРИГЛАЗОВА, доктор с.- х наук, ORCIDID0000-0003-2401-3028
А.Н. МОРОЗОВ, кандидат с.-х наук, ORCIDID 0000-0003-4870-2995

ФГБНУ «КУРСКИЙ ФАНЦ», E-mail: g_deriglazova@mail.ru

В статье анализируются результаты двухлетних опытов, проведенных в Щигровском районе Курской области на базе хозяйства ООО “Защитное-Север”. Цель исследований – на примере интенсивных, высокоурожайных сортов индетерминантного типа развития ОАК Пруденс канадской селекции (University of Guelph, Канада) и российской селекции ЭН Аргента (Оригинатор: «ЭкоНива-Семена», Россия) выявить конкурентоспособность отечественного сорта в почвенно-климатических условиях Центрального Черноземья. Определено, что урожайность ОАК Пруденс на 90% зависела от фона минерального питания и на 6% от способа посева (ширина междурядий и норма высева семян). Увеличение фона питания от естественного к среднему и высокому в среднем по вариантам опыта достоверно увеличивало урожайность на 4% и 11%, соответственно. Изменение урожайности сорта российской селекции ЭН Аргента на 96% было обусловлено фоном минерального питания и только на 2% от способа посева (ширина междурядий и норма высева семян). Установлено, что сорт отечественной селекции более отзывчив на повышение уровня минерального питания. При возделывании в одинаковых условиях урожайность отечественного сорта была достоверно выше, чем у канадского сорта на 2,9 ц/га (НСР$_{05}$ 0,8). При увеличении уровня минерального питания содержание белка в двух изучаемых сортах увеличивается, а содержание масла снижается. Содержание протеина было достоверно выше на сорте ЭН Аргента, а сорт ОАК Пруденс отличался большим содержанием масла. Высокая рентабельность производства отмечалась при возделывании сои широкорядно вне зависимости от сорта. В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что приоритетное место занял российский сорт ЭН Аргента, который превосходит канадский сорт по урожайности, содержанию в зерне протеина и экономическим показателям. Российский сорт ЭН Аргента является конкурентоспособным в отношении канадского сорта ОАК Пруденс.

Ключевые слова: соя (Glycinemax), сорт, урожайность, качество, экономическая эффективность.

Для цитирования: Дериглазова Г.М., Морозов А.Н. Конкурентоспособность отечественного сорта сои ЭН Аргента по сравнению с сортом канадской селекции ОАК Пруденс в условиях Центрального Черноземья. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):49-57. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-49-57

COMPETITIVENESS OF THE DOMESTIC SOYBEAN VARIETY EN ARGENTA COMPARED WITH THE CANADIAN BREEDING VARIETY OF OAK PRUDENCE IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL BLACK EARTH REGION

G.M. Deriglazova, **A.N. Morozov**

FSBSI «FEDERAL AGRICULTURAL KURSK RESEARCH CENTER»

Abstract: *The paper analyzes the results of two-year experiments conducted in Shchigrovsky District of Kursk Region in the farm of LLC "Zashchitnoe-Sever". The purpose of the research was to compare intensive, high–yielding varieties of indeterminate type of development Prudence OAK of Canadian breeding (University of Guelph, Canada) and of Russian breeding EN Argenta (The originator is EkoNiva-Seeds, Russia) and to identify the competitiveness of the domestic variety under the soil and climatic conditions of Central Chernozem Region. It was found that the yield of Prudence OAK was 90% dependent on the background of mineral nutrition and 6% on the method of sowing (row spacing and seeding rate). An increase in the background of nutrition from natural to medium and high on the average by the variants of the experiment significantly increased the yield by 4% and 11%, respectively. The change in the yield of the variety of Russian breeding EN Argenta 96% was due to the background of mineral nutrition and only 2% to the sowing method (row spacing and seeding rate). It was established that the variety of domestic breeding was more responsive to an increase in the level of mineral nutrition. When cultivated under the same conditions, the yield of the domestic variety was significantly higher than that of the Canadian variety by 0.29 t/ha (LSD_{05} 0.8). With an increase in the level of mineral nutrition, the protein content in the two studied varieties increased, and the oil content decreased. The protein content was significantly higher in the EN Argenta variety, and the OAK Prudence variety was distinguished by a high oil content. High profitability of production was noted when cultivating soybeans with wide row seeding, regardless of the variety. As a result of the conducted research, it can be concluded that the priority place was taken by the Russian variety EN Argenta, which surpassed the Canadian variety in yield, protein content in grain and economic indicators. The Russian variety EN Argenta is competitive in relation to the Canadian variety OAK Prudence.*

Keywords: soybeans (Glycinemax), variety, yield, quality, economic efficiency.

Введение

Основу продовольственной безопасности страны составляет способность государства обеспечить свое население достаточным количеством необходимой продукции. В современной непростой ситуации, как никогда, стал вопрос импортозамещения сортов иностранной селекции на российские, чтобы не зависеть от иностранных поставщиков. В условиях вводимых санкций против Российской Федерации встает необходимость достаточного обеспечения сельхозпроизводителей семенами отечественной селекции и вытеснения иностранных сортов зарубежной селекции из занимаемой ими ниши.

В результате выполнения Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы потребность отечественных товаропроизводителей в семенах сои с 2016 по 2020 гг. сократилась с 60 до 40% [1, 2, 3, 4].

Увеличение объёмов производства сои в Российской Федерации имеет положительную динамику. Этому способствуют многие аспекты. Главным фактором выступает задача правительства Российской Федерации в увеличении производства сои до 2024 года в два раза [5]. Немаловажной составляющей также является неизменно высокие цены на сою, усовершенствование агротехники возделывания и введение новых перспективных сортов сои в России. Но, несмотря на это, производимые валовые объёмы сои пока недостаточны для перехода российской перерабатывающей промышленности на отечественное сырьё [6, 7].

Отечественные товаропроизводители отдают предпочтение сортам зарубежной селекции в основном из-за их высокой урожайности. Но ведь есть и сорта российской селекции, не уступающие им по продуктивности. Поэтому возник вопрос выяснения конкурентоспособности отечественных сортов сои в сравнении с зарубежными не только по урожайности, но и по всему комплексу показателей, включающих качество и экономическую эффективность возделывания.

Цель исследований – выявить конкурентоспособность интенсивных, высокоурожайных сортов индетерминантного типа развития ОАК Пруденс канадской селекции (University of Guelph, Канада) и ЭН Аргента российской селекции

(Оригинатор: «ЭкоНива-Семена», Россия) при возделывании в почвенно-климатических условиях Центрального Черноземья.

Материалы и методы исследований

Научно-исследовательская работа проводилась в 2019–2020 гг. в Щигровском районе Курской области на базе хозяйства ООО «Защитное-Север» на интенсивных, высокоурожайных сортах индетерминантного типа развития ОАК Пруденс канадской селекции (UniversityofGuelph, Канада) и российской селекции ЭН Аргента (Оригинатор: «ЭкоНива-Семена», Россия). Опыт проводился на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом со средним содержанием в пахотном слое гумуса – 5,2%, средним содержанием подвижного фосфора – 7,9 мг/100 г и высоким обменного калия – 13,3 мг/100 г, со слабокислой реакцией почвенной среды pH_{KCl} 5,2.

В опыте изучались способы посева сои с шириной междурядья 12,5, 25,0 и 50,0 см, нормами высева семян от 200 до 700 тыс. шт./га на трех уровнях минерального питания: естественном, среднем и высоком. Естественный фон питания предусматривал получение урожая только за счет естественного плодородия почвы без внесения удобрений. Средний фон - основное внесение минеральных удобрений в дозе $N_{15}P_{39}K_{39}$ кг/га в д.в. Высокий фон – основное внесение минеральных удобрений $N_{25}P_{65}K_{65}$ кг/га д.в. с азотной подкормкой N_{34} кг/га д.в. в фазу 3-его тройчатого листа, а также две листовые подкормки удобрениями: 1-ая в фазу 2-го тройчатого листа (Аминозол 1,0 л/га, Лебозол Молибден 0,15 л/га, Лебозол Три Макс 0,5 л/га); 2-ая подкормка в фазу бутонизации (Аминозол 1,0 л/га, Лебозол-МагС 1,5 л/га, Лебозол Бор 1,0 л/га). Технология возделывания сои была общепринятая для региона.

Опыт заложен методом расщепленных делянок в четырехкратной повторности. Общая площадь делянки 80 м^2, учетной – 60 м^2.

Сорт ЭН Аргента включён в Госреестр в 2020 году по Центрально-Чернозёмному (5) региону. Рекомендован для возделывания в Орловской и Курской областях. Срок созревания от очень раннего до раннего. Растение индетерминантное, средней высоты. Время начала цветения от очень раннего до раннего. Вегетационный период – 106 дней. Масса 1000 семян – 135,9 г. Содержание белка в семенах – 32,53 %, жира-21,47 %.

Сорт ОАК Пруденс включён в Госреестр в 2015 году по Центрально-Черноземному (5) региону. Рекомендован для возделывания в Курской и Липецкой области. Срок созревания от очень раннего до раннего. Вегетационный период – 108 дней. Растение индетерминантного типа развития, средней высоты, полупрямостоячее. Масса 1000 семян - 176,4 г. Содержание белка в семенах – 34,5%, жира в семенах – 24,1%.

В ходе исследований проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием сои, учет урожайности зерна и определение в нем содержания протеина и масла. Дана экономическая оценка возделывания сои по всем вариантам опыта и сортам.

Полученные экспериментальные данные обрабатывались методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов с использованием программ Microsoft Excel, Statistica и STATGRAP.

Результаты и их обсуждение

Погодные условия в период вегетации сои в 2019 и 2020 годах несколько изменялись по годам, но характеризовались по гидротермическому коэффициенту близко к оптимальным условиям (ГТК 1,0 и 1,1 соответственно). В 2019 году фенологические фазы у сои двух исследуемых сортов наступали более быстро по сравнению с 2020 годом.

Урожайность сои иностранного сорта ОАК Пруденс в среднем за время исследований в зависимости от варианта опыта изменялась от 23,05 до 28,17 ц/га (рис. 1).

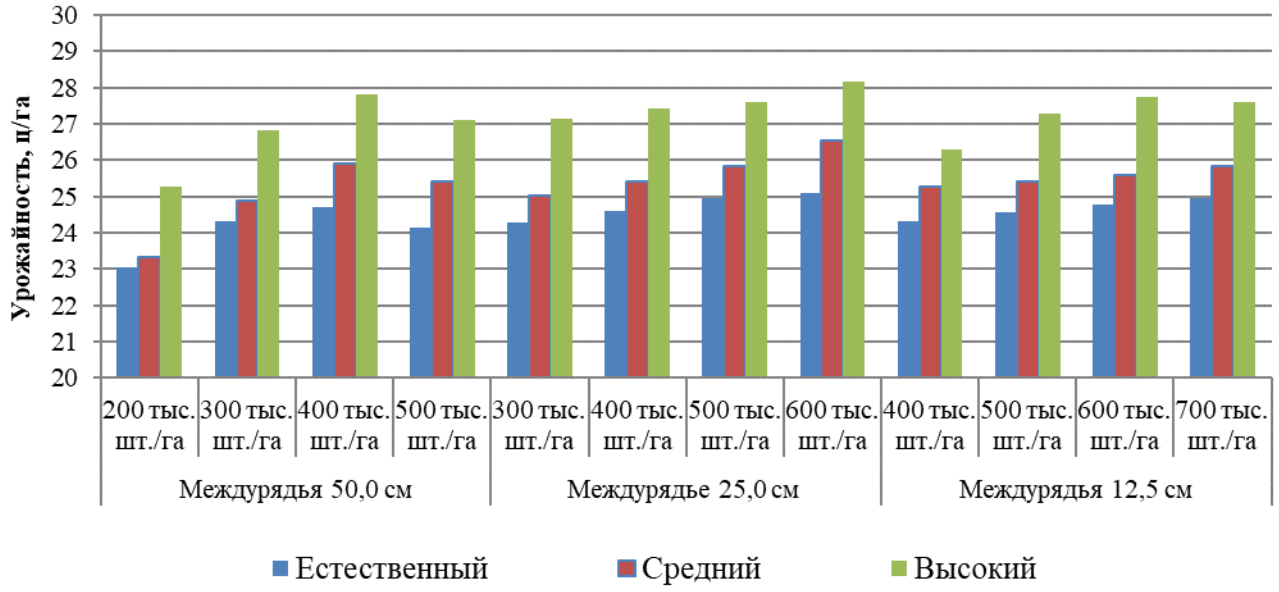


Рис. 1. Урожайность канадского сорта сои ОАК Пруденс (2019-2020 гг.), ц/га

С помощью дисперсионного анализа данных установлено, что урожайность данного сорта на 90% зависела от фона минерального питания и на 6% от способа посева (ширина междурядий и норма высева семян). Увеличение фона питания от естественного к среднему и высокому в среднем по вариантам опыта достоверно повышало урожайность на 0,89 и 2,71 ц/га ($НСР_{05}$ 0,39) или на 4% и 11%, соответственно. Наибольшая урожайность сои по всем фонам питания была получена на варианте с междурядьем 25 см и нормой высева семян 600 тыс. шт./га. На естественном, среднем и высоком фоне этот показатель составил 25,09; 26,56 и 28,17 ц/га, соответственно. Несколько ниже урожайность была на варианте с междурядьем 25 см и нормой высева семян 500 тыс. шт./га. (24,94; 25,83; 27,60 ц/га) и на междурядье 12,5 см и нормой высева семян 700 тыс. шт./га (24,94; 25,84; 27,62 ц/га).

Урожайность отечественного сорта сои ЭН Аргента в зависимости от вариантов опыта варьировала от 24,19 до 32,44 ц/га (рис. 2).

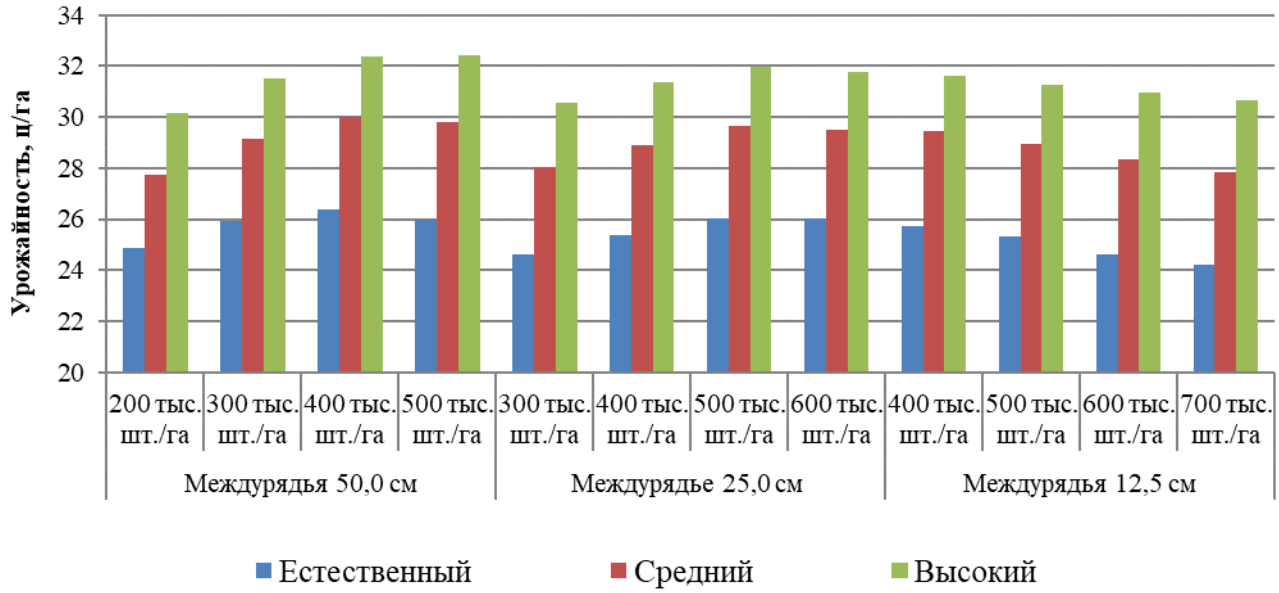


Рис. 2. Урожайность российского сорта сои ЭН Аргента (2019-2020 гг.), ц/га

На всех фонах питания максимальная урожайность сорта ЭН Аргента наблюдалась при посеве широкорядно (междурядье 50 см) при норме высева 400 тыс. шт./га.

С помощью дисперсионного анализа было выявлено, что изменение урожайности на 96% было обусловлено фоном минерального питания и только на 2% от способа посева (ширина междурядий и норма высева семян). В среднем по всем вариантам опыта на естественном фоне питания урожайность сои составила 25,43 ц/га, на среднем фоне – 28,95 ц/га, на высоком – 31,38 ц/га. То есть, при возрастании уровня минерального питания урожайность достоверно повышалась по сравнению с естественным фоном: на среднем фоне питания на 3,52 ц/га и на высоком фоне на 5,95 ц/га ($НСР_{05}$ 0,17) или на 13,8 и 20,6% соответственно. Таким образом, было установлено, что сорт отечественной селекции более отзывчив к повышению уровня минерального питания в отличии от канадского и при одинаковой дозе их внесения дает большую прибавку урожайности.

Необходимо отметить, что, при официальном описании исследуемых сортов сои урожайность в производственных условиях сорта ОАК Пруденс составляет 30 ц/га, а у сорта ЭН Аргента 27,9 ц/га. Поэтому логично было бы предположить, что отечественный сорт уступит по продуктивности зарубежному конкуренту. Но, сравнивая результаты проведенного опыта в среднем по всем вариантам, можно отметить, что урожайность сорта ОАК Пруденс была 25,7 ц/га, а ЭН Аргента – 28,6 ц/га. Следовательно, при возделывании в условиях Центрального Черноземья урожайность отечественного сорта была достоверно выше, чем у канадского сорта на 2,9 ц/га ($НСР_{05}$ 0,8) или на 11%.

Рассматривая качественные показатели сои, такие как содержание протеина и масла, можно отметить, что при увеличении уровня минерального питания культуры содержание белка в двух изучаемых сортах увеличивается, а содержание масла снижается (табл. 1).

Таблица 1

Влияние фона минерального питания на качественные показатели сои сортов ОАК Пруденс и ЭН Аргента (2019-2020 гг.)

Сорта	Фон минерального питания					
	Естественный		Средний		Высокий	
	Содержание, % а.с.в.		Содержание, % а.с.в.		Содержание, % а.с.в.	
	протеина	масла	протеина	масла	протеина	масла
ОАК Пруденс	38,42	20,51	39,69	19,99	41,51	19,38
ЭН Аргента	40,04	19,31	41,50	18,70	42,79	18,18
$НСР_{05}$	0,41	0,26	0,43	0,30	0,40	0,32

Содержание протеина в зерне сорта ОАК Пруденс изменялось в зависимости от фона минерального питания от 38,42 до 41,51%. Наибольшее его количество накопилось при возделывании сои на высоком фоне питания, на котором содержание протеина в зерне увеличилось по сравнению с естественным фоном на 3,09%.

Установлено, что содержание протеина в зерне отечественного сорта ЭН Аргента было достоверно выше по всем вариантам опыта, чем у сорта канадской селекции. Так на естественном, среднем и высоком фонах питания увеличение составило 1,62%, 1,81% и 1,28% соответственно.

В зерне сои канадского сорта ОАК Пруденс содержание масла было выше российского на 1,20-1,29% в зависимости от фона питания. У российского и канадского сорта прослеживается общая тенденция снижения накопления масла в зерне сои под действием повышения уровня минерального питания: на среднем фоне питания на 0,52-0,61%; на высоком – на 1,13%.

Корреляционный анализ показал, что в изучаемых сортах содержание протеина и масла на 67,2% и 46,2% зависело от применяемого фона минерального питания, что подтверждается коэффициентами парной корреляции (r=0,82; r=-0,68 соответственно). Высокая прямая корреляционная связь была выявлена между содержанием протеина и урожайностью сои двух сортов (r=0,84) и обратная у урожайности и содержания масла (r=-86). Следовательно, с увеличением урожайности сои повышается содержание протеина, а содержание масла снижается.

Также была выявлена очень важная корреляционная связь сорта с качественными показателями – заметная связь сорта с содержанием протеина (r=0,60) и высокая связь сорта с содержанием масла (r=0,77). Таким образом, сорт отечественной селекции ЭН Аргента лучше использовать для получения зерна с высоким протеином, а канадский сорт ОАК Пруденс для масличных целей.

Анализ расчетов экономической эффективности возделывания исследуемых сортов сои, базировался на урожайности, стоимости продукции с 1 га, материальных, энергетических и трудовых затратах. В производственные затраты входили затраты на семена (стоимость семян, затраты на инокулянт и фунгицид), затраты на средства защиты растений, затраты на внесение удобрений, так же учитывались затраты вложенные в обработку почвы (табл. 2).

При возделывании сои на естественном фоне питания уровень рентабельности у исследуемых сортов в зависимости от варианта опыта варьировал от 129 до 190%. Показатель, в среднем по всем вариантам, несколько выше был у отечественного сорта ЭН Аргента (на 19%), так как при возделывании данного сорта производственные затраты ниже, чем при выращивании канадского сорта ОАК Пруденс на 1367 руб. или на 3,8%.

Более низкие производственные затраты при возделывании сорта ЭН Аргента были обусловлены меньшей массой 1000 семян и соответственно нормой высева семян, что способствовало в среднем по всем вариантам снижению на 1367 руб. или 19,4% затрат на семена. Наиболее выгодно было размещать посевы широкорядно (междурядья 50 см) в независимости от сорта культуры.

При возделывании сои на среднем фоне питания производственные затраты возрастали на 10,1-10,5% по сравнению с естественным фоном. Из-за большего роста урожайности под воздействием удобрений у отечественного сорта ЭН Аргента себестоимость продукции снижалась и возрастала рентабельность его производства. Так, в среднем по всем вариантам опыта рентабельность производства сорта ЭН Аргента была выше на 42% по сравнению с сортом ОАК Пруденс. Также повышение уровня рентабельности производства отмечалось при возделывании сои широкорядно.

Возделывание сои на высоком фоне питания дополнительно увеличило производственные затраты на 32,7-34,0% по сравнению с естественным фоном и на 20,5-21,2% по сравнению со средним фоном. Увеличение производственных затрат на внесение минеральных и листовых удобрений на высоком фоне питания как на канадском, так и отечественном сорте не обеспечило снижение себестоимости продукции и повышение рентабельности производства. Однако, преимущество было за российским сортом ЭН Аргента. В среднем по всем вариантам опыта себестоимость 1 ц продукции была ниже на 283 руб, а уровень рентабельности выше на 39% по сравнению с сортом ОАК Пруденс.

Исходя из экономической эффективности возделывания изучаемых сортов сои, можно дать рекомендации производителям – при применении естественного, среднего и высокого фонов питания преимущество принадлежит российскому сорту ЭН Аргента.

Таблица 2

Экономическая эффективность возделывания сортов сои ОАК Пруденс и ЭН Аргента

Способ посева	Естественный фон питания				Средний фон питания				Высокий фон питания			
	Производственные затраты, руб/га	Себестоимость, руб/ц	Условно чистый доход, руб/га	Уровень рентабельности, %	Производственные затраты, руб/га	Себестоимость, руб/ц	Условно чистый доход, руб/га	Уровень рентабельности, %	Производственные затраты, руб/га	Себестоимость, руб/ц	Условно чистый доход, руб/га	Уровень рентабельности, %
ОАК Пруденс												
200 тыс. шт./га, 50,0 см	32938	1429	53505	162	36668	1572	50806	139	45004	1781	49774	111
300 тыс. шт./га, 50,0 см	34507	1419	56662	164	38237	1538	55017	144	46573	1737	53983	116
400 тыс. шт./га, 50,0 см	36076	1460	56614	157	39806	1536	57378	144	48142	1732	56123	117
500 тыс. шт./га, 50,0 см	37645	1560	52837	140	41375	1629	53859	130	49711	1834	51929	104
300 тыс. шт./га, 25,0 см	34507	1421	56567	164	38237	1528	55574	145	46573	1716	55207	118
400 тыс. шт./га, 25,0 см	36076	1466	56212	156	39806	1566	55510	139	48142	1757	54626	113
500 тыс. шт./га, 25,0 см	37645	1510	55855	148	41375	1602	55495	134	49711	1801	53790	108
600 тыс. шт./га, 25,0 см	39214	1563	54856	140	42944	1617	56639	132	51280	1820	54348	106
400 тыс. шт./га, 12,5 см	36076	1483	55156	153	39806	1575	54938	138	48142	1830	50482	105
500 тыс. шт./га, 12,5 см	37645	1534	54398	145	41375	1628	53947	130	49711	1822	52605	106
600 тыс. шт./га, 12,5 см	39214	1582	53732	137	42944	1677	53054	123	51280	1848	52755	103
700 тыс. шт./га, 12,5 см	40783	1635	52733	129	44513	1723	52388	118	52849	1914	50707	96
Среднее	**36861**	**1505**	**54927**	**150**	**40591**	**1599**	**54551**	**135**	**48926**	**1799**	**53027**	**109**
ЭН Аргента												
200 тыс. шт./га, 50,0 см	32331	1300	60926	188	36061	1299	68053	189	44397	1472	68714	155
300 тыс. шт./га, 50,0 см	33596	1295	63726	190	37326	1281	71976	193	45662	1449	72520	159
400 тыс. шт./га, 50,0 см	34861	1322	64054	184	38592	1285	74028	192	46927	1451	74375	158
500 тыс. шт./га, 50,0 см	36127	1389	61373	170	39857	1339	71807	180	48193	1486	73459	152
300 тыс. шт./га, 25,0 см	33596	1363	58811	175	37326	1332	67793	182	45662	1495	68854	151
400 тыс. шт./га, 25,0 см	34861	1374	60319	173	38592	1335	69796	181	46927	1496	70706	151
500 тыс. шт./га, 25,0 см	36127	1388	61440	170	39857	1344	71372	179	48193	1507	71732	149
600 тыс. шт./га, 25,0 см	37392	1435	60289	161	41122	1393	69588	169	49458	1557	69670	141
400 тыс. шт./га, 12,5 см	34861	1357	61508	176	38592	1311	71775	186	46927	1484	71690	153
500 тыс. шт./га, 12,5 см	36127	1426	58908	163	39857	1378	68632	172	48193	1542	69012	143
600 тыс. шт./га, 12,5 см	37392	1518	54976	147	41122	1451	65123	158	49458	1599	66563	135
700 тыс. шт./га, 12,5 см	38657	1598	52061	135	42388	1522	62028	146	50723	1655	64204	127
Среднее	**35494**	**1397**	**59866**	**169**	**39224**	**1356**	**69331**	**177**	**47560**	**1516**	**70125**	**148**

Заключение

Урожайность канадского сорта сои ОАК Пруденс на 90% зависела от фона минерального питания и на 6% от способа посева (ширина междурядий и норма высева семян). Увеличение фона питания от естественного к среднему и высокому в среднем по вариантам опыта достоверно повышало урожайность на 0,89 и 2,71 ц/га ($НСР_{05}$ 0,39) или на 4% и 11% соответственно. Наибольшая урожайность сои по всем фонам питания была получена на варианте с междурядьем 25 см и нормой высева семян 600 тыс. шт./га.

Изменение урожайности российского сорта сои ЭН Аргента на 96% было обусловлено фоном минерального питания и только на 2% от способа посева (ширина междурядий и норма высева семян). На всех фонах питания максимальная урожайность сорта ЭН Аргента наблюдалась при посеве широкорядно (междурядье 50 см) при норме высева 400 тыс. шт./га.

При возделывании в условиях Центрального Черноземья урожайность отечественного сорта была достоверно выше, чем у канадского сорта на 2,9 ц/га ($НСР_{05}$ 0,8) или на 11%.

Выявлена высокая корреляционная связь содержания протеина и урожайности двух сортов сои (r=0,77) и обратная урожайности и содержания масла (r=-76). Из этого следует, что с увеличением урожайности сои повышается содержание протеина, а содержание масла снижается.

Сорт отечественной селекции ЭН Аргента лучше использовать для получения зерна с высоким протеином, а канадский сорт ОАК Пруденс для масличных целей.

Исходя из экономической эффективности возделывания изучаемых сортов сои преимущество принадлежит российскому сорту ЭН Аргента.

Таким образом, российский сорт сои ЭН Аргента превосходил канадский сорт ОАК Пруденс по урожайности, содержанию в зерне протеина, экономическим показателям и является более конкурентоспособным.

Литература

1. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996). М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2017.
2. Клименков Ф.И., Мишанова Е.В., Клименкова И.Н. Импортозамещение в области семеноводства. Реалии сегодняшнего дня // Московский экономический журнал. –2021. – № 11. – С. 220-231.
3. Полухин А.А., Панарина В.И., Злобин Е.Ф. Государственное стимулирование развития материально-технической базы и трудового потенциала семеноводства в России // Вестник ОрелГАУ. – 2016. -–№ 6 (63). – С. 36-40.
4. Полухин А.А. Тенденции развития селекции и семеноводства в России в условиях реализации политики импортозамещения на ресурсных рынках // Вестник аграрной науки. – 2020. – №4 (85). – С. 118-129.
5. Немыкин А.А., Козлова А.Б., Захарова Е.Б., Семенова Е.А.). Оценка эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в Амурской области по агротехническим критериям// Дальневосточный аграрный вестник. – 2019. – №4 (52). – С. 37-42.
6. Зайцев Н.И., Бочкарёв Н.И., Зеленцов С.В. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. – Вып. 2 (166). – С. 3-11.
7. Зотиков В.И., Зубарева К.Ю., Варламов Н.В. Отзывчивость различных сортов сои на применение органоминеральных микроудобрений // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2022. - №2(42). - С. 5-15. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-5-15.

References

1. Federal'naya nauchno-tekhnicheskaya programma razvitiya sel'skogo khozyaistva na 2017– 2025 gody (utv. postanovleniem Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 25 avgusta 2017 g. № 996) [Federal

Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017–2025]. 2017 Moscow, FGBNU «Rosinformagrotekh». (In Russian)
2. Klimenkov F.I., Mishanova E.V., Klimenkova I.N. Importozameshchenie v oblasti semenovodstva. Realii segodnyashnego dnya [Import substitution in the field of seed production. The realities of today]. *Moskovskii ehkonomicheskii zhurnal*. 2021, no.11, pp. 220-231. (In Russian)
3. Polukhin A.A., Panarina V.I. Zlovin E.F. Gosudarstvennoe stimulirovanie razvitiya material'no-tekhnicheskoi bazy i trudovogo potentsiala semenovodstva v Rossii [State incentives for the development of the material and technical base and labor potential of seed production in Russia]. *Vestnik OreLGAU*, 2016, no.6 (63), pp.36-40. (In Russian)
4. Polukhin A.A. Tendentsii razvitiya selektsii i semenovodstva v Rossii v usloviyakh realizatsii politiki importozameshcheniya na resursnykh rynkakh [Trends in the development of breeding and seed production in Russia in the context of the implementation of the import substitution policy in the resource markets]. *Vestnik agrarnoi nauki*. 2020, no. 4 (85), pp. 118-129. (In Russian)
5. Nemykin A.A., Kozlova A.B., Zakharova E.B., Semenova E.A. Otsenka ehffektivnosti vozdelyvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v Amurskoi oblasti po agrotekhnicheskim kriteriyam [Evaluation of the efficiency of crop cultivation in the Amur region according to agrotechnical criteria]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2019, no. 4 (52), pp. 37-42. (In Russian)
6. Zaitsev N.I., Bochkarev N.I., Zelentsov S.V. Perspektivy i napravleniya selektsii soi v Rossii v usloviyakh realizatsii natsional'noi strategii importozameshcheniya [Prospects and directions of soybean breeding in Russia in the context of the implementation of the national import substitution strategy]. *Maslichnye kul'tury*. Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur. 2016, 2 (166), pp. 3–11. (In Russian)
7. Zotikov V.I., Zubareva K.YU., Varlamov N.V. Otzyvchivost' razlichnykh sortov soi na primenenie organomineral'nykh mikroudobrenii [Responsiveness of different soybean varieties to the use of organomineral microfertilizers]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2022, no. 2 (42), pp. 5-15. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-58-63

УДК 635.655:631.8

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ СОИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВНЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫМИ МИКРОУДОБРЕНИЯМИ И ЖКУ

А.С. АКУЛОВ, кандидат сельскохозяйственных наук
А.Г. ВАСИЛЬЧИКОВ, кандидат биологических наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»
E-mail: office@vniizbk.orel.ru

В статье представлены результаты исследований 2019-2021 гг. по изучению новых сортов сои Осмонь, Шатиловская 17, Лидер 1, их норм высева, технологичности и листовых подкормок органоминеральными удобрениями Полидон БИО, Экор, ЖКУ (N_8P_{25}).

Исследованиями установлено, что наиболее урожайным в среднем за три года оказался сорт Лидер 1. Сорта Осмонь, Шатиловская 17, Лидер 1 являются технологичными, пригодными к уборке прямым комбайнированием с минимальными потерями, т.к. средняя высота прикрепления нижнего боба превышает 20 см.

Оптимальная норма высева семян для Осмони – 600 тыс. всхожих семян на 1 га, для Шатиловской 17, Лидера 1 – 500 тыс. при посеве широкорядным способом.

Листовая подкормка показала, что на Осмони и Лидере 1 эффективным был Экор, на Шатиловской 17 – Экор и ЖКУ (N_8P_{25}), т.к. обеспечили увеличение урожайности в среднем на 0,15 т/га.

Ключевые слова: сорт, соя, Осмонь, Шатиловска 17, Лидер 1, норма высева, органоминеральное удобрение, Полидон БИО, ЖКУ, листовая подкормка.

Для цитирования: Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Разработка элементов технологии возделывания новых сортов сои на основе использования внекорневых подкормок органоминеральными микроудобрениями и ЖКУ. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):58-63. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-58-63

DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF THE TECHNOLOGY OF CULTIVATION OF NEW SOYBEAN VARIETIES BASED ON THE USE OF FOLIAR TOP DRESSING WITH ORGANOMINERAL MICROFERTILIZERS AND LIQUID COMPLEX FERTILIZERS (LCF)

Akulov A.S., Vasil'chikov A.G.

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The article presents the results of research in 2019-2021 on the study of new soybean varieties Osmon, Shatilovskaya 17, Lider 1, their seeding rates, manufacturability and foliar fertilizing with organomineral fertilizers Polidon BIO, Ecor, LCF (N_8P_{25}). Studies have shown that the Leader 1 variety turned out to be the most productive on average over three years.*

Varieties Osmon, Shatilovskaya 17, Leader 1 are technologically advanced, suitable for harvesting by direct combining with minimal losses, because the average attachment height of the lower bean exceeds 20 cm.

The optimal seeding rate for Osmon is 600 thousand germinating seeds per 1 ha, for Shatilovskaya 17, Leader 1 - 500 thousand when sowing in a wide-row way.

Foliar feeding showed that Ecor was effective on Osmon and Leader 1, Ecor and LCF (N_8P_{25}) were effective on Shatilovskaya 17, because provided an increase in yield by an average of 0.15 t/ha.

Keywords: variety, soybean, Osmon, Shatilovskaya 17, Leader 1, seeding rate, organomineral fertilizer, Polydon BIO, LCF, foliar feeding.

Соя имеет высокое содержание жира (18-24%) и протеина (38-45%), что делает эту культуру уникальной [1)].

В 2019 году посевные площади сои, по данным Росстата, были 3079 тыс. га, валовой сбор соевых бобов составил 4645,4 тыс. тонн. В 2020 году посевные площади под этой культурой сократились на 8% и составили 2832,7 тыс. га. На долю ЦФО пришлось 38%, а в 2021 году – 43% всех площадей возделывания сои в РФ, которые составили около 3,1 млн. га.

На современном этапе развития производства этой культуры первостепенной задачей становится экономически и экологически оправданное увеличение площади посева, урожайности сои с использованием сортов, технологий, которые адаптированы к почвенно-климатическим условиям конкретного региона [2, 3, 4].

Современные технологии должны включать применение экологически безопасных стимуляторов роста, микроэлементов, повышающих урожайность, устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды и снижающих техногенную нагрузку на почву [5].

В этой связи на основе изучения различных норм высева семян и внекорневых подкормок различными видами удобрений разрабатывалась технология возделывания сортов сои Осмонь и Шатиловская 17 селекции ФНЦ ЗБК, внесённых в Госреестр селекционных достижений в 2018 и 2020 гг. соответственно [6] и сорта Лидер 1, районированного в 2019 году.

Изучалась технологичность новых сортов сои с точки зрения использования прямого комбайнирования при уборке и выявлены эффективные внекорневые (листовые) подкормки микроудобрениями и ЖКУ.

Методика и материалы исследований

Исследования проводились в 2019-2021 гг. в севообороте лаборатории агротехнологий и защиты растений. В трёхкратном полевом опыте изучались ранние сорта сои Осмонь, Шатиловская 17, Лидер 1, нормы высева 500 и 600 тыс. всхожих семян на 1 га при широкорядном посеве, обработка посевов в фазу бутонизации Полидоном БИО – 1 л/га, Экором – 2 л/га, ЖКУ (N_8P_{25}), разбавленным водой 1:8, высота прикрепления нижнего боба с целью выявления технологичности сорта.

Повторность опыта четырёхкратная. Размещение вариантов систематическое со смещением. Посевная площадь делянки 9 м^2, учётная – 8 м^2.

В течение вегетационного периода проводились, в зависимости от варианта, внекорневые подкормки растений сои, две агротехнические обработки междурядий навесным культиватором, оборудованном стрельчатыми лапами (270 мм) с подокучиванием растений сои.

В фазу первого настоящего тройчатого листа сои были внесены в 2019 году гербицид Гермес в дозе 1 л/га, в 2020 году – Корум – 1,8 л/га + ДАШ – 0,9 л/га, в 2021 году – Гейзер 3 л/га для борьбы с однолетними сорняками.

Почва шестипольного севооборота лаборатории тёмно-серая лесная, среднеокультуренная. Рельеф слабо выражен, склон северный.

Агрохимический анализ показал, что почва в севообороте слабо кислая – pH солевой вытяжки 4,9-5,1, обеспеченность легкогидролизуемым азотом низкая – 12,2–13,2 мг на 100 г почвы, содержание фосфора повышенное – 15,3-19,8 мг, калия – от среднего значения 10,8 мг до повышенного – 13,9. Гумуса содержалось 4,55-4,93%.

Результаты исследований

Погодные условия вегетационных периодов 2019-2021 годов характеризовались теплом, достаточным для роста и развития сои, средняя температура воздуха была на 0,7-5,1°С выше среднемноголетней (табл. 1).

В 2019 и 2020 годы осадков выпало с мая по июль выше нормы на 106-208%, однако дефицит влаги в августе сказался на усыхании верхушечной завязи, особенно в 2019 году. В 2021 году только в мае влаги было достаточно для появления всходов, осадков выпало на 41% больше среднемноголетних показателей, на протяжении всего вегетационного периода их было на 30-40% меньше среднемноголетних значений.

Таблица 1

Метеорологические условия в период вегетации сои

Месяц	Средняя температура воздуха, °С				Осадки, мм			
	среднемно-голетняя	2019	2020	2021	среднемно-голетняя	2019	2020	2021
Май	13,8	16,2	11,2	13,9	51,0	105,9	74,6	72,1
Июнь	16,8	20,7	20,0	19,8	73,0	37,6	74,2	40,7
Июль	18,0	17,3	19,2	22,3	80,9	85,9	120,9	51,1
Август	17,0	17,2	17,7	20,5	62,8	37,8	16,9	49,8
Сентябрь	13,6	19,0	18,7	11,4	18,0	7,6	10,6	16,5

Благоприятные условия для посева в 2019 году сложились в начале третьей декады мая (22.05), в 2020 г. – 14.05., в 2021 г. – 17.05..

Период вегетации по годам от посева до полной спелости у сорта Осмонь составил 103, 116 и 115 дней, у Шатиловской 17 – 107, 124 115, у Лидера 1 – 113, 129 и 121.

Результаты исследований показали, что сорт сои Осмонь оказался скороспелее Шатиловской 17 в среднем на 4 дня, а Лидера 1 – на 10. Все три сорта показали хорошую технологичность, высота прикрепления нижнего боба колебалась от 17,3 до 23,7 см (в среднем >20 см), что позволяет проводить уборку прямым комбайнированием практически без потерь (табл. 2).

Оценивая сорта по элементам структурного анализа, следует отметить, что наибольший индекс урожая (отношение массы зерна к общей биомассе) имеет Шатиловская 17 – 0,38-0,42, в то время как Осмонь – 0,34-0,39, а Лидер 1 – 0,35-0,40, что обусловлено массой 1000 семян – 185 г, что на 40 г больше, чем у Осмони Лидера 1.

Наибольшая высота растений отмечена у сорта Лидер 1 – 100,6 см, что на 5,2-10,6 см выше, чем у других сортов. Наибольшим числом семян с одного растения выделялся сорт Осмонь – 39,4 шт. что обусловлено более низкой полевой всхожестью и, как следствие, более изреженной густотой стояния растений.

Наиболее урожайным из трёх сортов в 2019-2021 гг. был сорт Лидер 1 – прибавка к стандарту составила 0,38 т/га, Шатиловская 17 превышала Осмонь на 3,03 т/га (табл. 3).

Оптимальная норма высева для Осмони в среднем за три года - 600 тыс. всхожих семян на 1 гектар: превышение урожайности составило 0,17 т/га по сравнению с нормой высева 500 тыс.; для Шатиловской 17 и Лидера 1 – 500 тыс. всхожих семян на 1 га, т.к. при норме 600 тыс. у Шатиловской 17 урожайность выросла всего лишь на 0,10 т/га, что в пределах ошибки опыта, а у Лидера 1 она снизилась на 0,04 т/га.

Листовые подкормки растений сои органоминеральными удобрениями показали, что на сорте Осмонь в варианте с оптимальной нормой высева (600 тыс.) наиболее эффективным был Экор (гумат калия) – прибавка в среднем за три года составила 0,13 т/га по сравнению с контролем, на Шатиловской 17 урожайность выросла на 0,18 и 0,14 т/га при использовании Экора и ЖКУ (N_8P_{25}), Лидер 1 аналогично сорту Осмонь отреагировал увеличением урожайности на 0,14 т/га на применение Экора.

Таблица 2

Качественные характеристики структурного анализа растений сои в зависимости от элементов технологии (в среднем за 2019-2021 гг.)

Сорт, фактор А	Норма высева, тыс. всх. семян/га, фактор В	Обработка посевов удобрениями, фактор С	Индекс урожая	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
Осмонь	500	не обработанные	0,35	87,7	17,8	15,9	50,0	7,01
		Полидон БИО	0,34	91,8	19,4	13,4	37,6	5,41
		Экор	0,36	96,2	19,9	17,1	47,1	6,02
		ЖКУ (N_8P_{25})	0,38	105,2	23,7	15,1	41,3	5,73
	600	не обработанные	0,39	102,4	21,3	17,4	37,7	5,45
		Полидон БИО	0,37	93,6	20,1	15,5	35,6	4,62
		Экор	0,37	91,7	21,2	12,4	33,9	4,39
		ЖКУ (N_8P_{25})	0,37	95,0	18,9	14,6	32,3	4,41
Шатиловская 17	500	не обработанные	0,38	86,3	17,3	12,4	25,5	4,98
		Полидон БИО	0,39	88,3	18,3	14,4	29,6	5,47
		Экор	0,41	85,4	21,9	9,8	30,8	5,25
		ЖКУ (N_8P_{25})	0,38	95,0	20,4	12,3	28,3	5,49
	600	не обработанные	0,38	87,5	20,7	9,2	24,6	4,89
		Полидон БИО	0,42	88,7	19,9	13,1	28,0	5,17
		Экор	0,38	92,9	20,7	10,8	24,2	4,35
		ЖКУ (N_8P_{25})	0,39	95,9	21,9	12,9	26,5	4,73
Лидер 1	500	не обработанные	0,36	104,2	20,8	14,4	36,4	5,48
		Полидон БИО	0,36	101,6	21,1	18,2	42,5	6,53
		Экор	0,35	102,4	21,8	12,5	34,0	5,14
		ЖКУ (N_8P_{25})	0,40	97,1	22,2	16,7	37,9	5,22
	600	не обработанные	0,36	98,3	21,9	15,5	34,2	5,10
		Полидон БИО	0,37	91,3	22,3	14,0	27,8	4,11
		Экор	0,36	98,4	21,7	13,6	31,3	4,79
		ЖКУ (N_8P_{25})	0,35	111,4	23,3	13,1	24,4	4,31

Таблица 3

Влияние элементов агротехнологий новых сортов на урожайность сои

Сорт, фактор А	Норма высева, тыс. всх. семян/га, фактор В	Обработка посевов удобрениями, фактор С	Урожайность, т/га				Прибавка по фактору		
			2019 г.	2020 г.	2021 г.	средняя	А	В	С
Осмонь	500	не обработанные	2,10	2,80	1,62	2,17	–	–	–
		Полидон БИО	1,99	2,78	1,62	2,13			-0,04
		Экор	2,37	2,33	1,90	2,20			+0,03
		ЖКУ (N_8P_{25})	2,00	2,48	1,79	2,09			-0,08
	600	не обработанные	2,12	2,78	2,02	2,31		+0,17	-
		Полидон БИО	2,12	3,04	1,84	2,33			+0,02
		Экор	2,46	2,76	2,11	2,44			+0,13
		ЖКУ (N_8P_{25})	2,04	2,60	2,01	2,22			-0,09
Шатиловская 17	500	не обработанные	2,02	3,03	2,11	2,39	+0,30	–	-
		Полидон БИО	1,95	2,90	2,31	2,39			0,0
		Экор	2,50	3,16	2,35	2,67			+0,18
		ЖКУ (N_8P_{25})	2,22	2,86	2,41	2,50			+0,11
	600	не обработанные	2,25	3,02	2,32	2,53		+0,10	-
		Полидон БИО	2,05	3,08	2,28	2,47			-0,06
		Экор	2,60	3,06	2,38	2,68			+0,15
		ЖКУ (N_8P_{25})	2,32	3,40	2,30	2,67			+0,14
Лидер 1	500	не обработанные	2,40	3,12	2,43	2,65	+0,38	–	-
		Полидон БИО	2,38	3,06	2,56	2,67			+0,02
		Экор	2,68	3,06	2,44	2,73			+0,08
		ЖКУ (N_8P_{25})	2,14	3,12	2,33	2,53			-0,12
	600	не обработанные	2,27	3,19	2,20	2,55		-0,04	-
		Полидон БИО	2,28	3,36	2,14	2,59			+0,04
		Экор	2,70	3,14	2,24	2,69			+0,14
		ЖКУ (N_8P_{25})	2,30	3,14	2,25	2,56			0,01
$НСР_{05}$		**А**	**0,15**	**0,16**	**0,14**				
		В	**0,12**	**0,12**	**0,12**				
		С	**0,18**	**0,18**	**0,16**				

Заключение

Установлено, что наиболее урожайным в среднем за три года оказался сорт сои Лидер 1. Сорта сои Осмонь, Шатиловская 17, Лидер 1 являются технологичными, пригодными к уборке урожая прямым комбайнированием с минимальными потерями.

Оптимальная норма высева семян Осмони – 600 тыс. всхожих семян на 1 га, Шатиловской 17, Лидера 1 – 500 тыс. при посеве широкорядным способом; листовая подкормка показала, что на Осмони и Лидере 1 эффективным был Экор, на Шатиловской 17 – Экор и ЖКУ (N_8P_{25}), т.к. обеспечили увеличение урожайности в среднем на 0,15 т/га.

Литература

1. Баранов В.Ф., Кочегура А.В., Лукомец В.М. Соя на Кубани. Краснодар, – 2009. – 321 с.
2. Баранов В.Ф., Ширинян О.М. Специфика применения минеральных удобрений под сою // Соя: биология и технология возделывания. Краснодар, – 2005. – С. 168-182.
3. Белышкина М.Е. Анализ и перспективы производства сои в России и мире// Кормопроизводство. – 2013. – № 7. – С. 3-6.
4. Васильчиков А.Г., Гурьев Г.П. Адаптация сортов сои с различным вегетационным периодом к почвенно-климатическим условиям Орловской области// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 4 (28). – С. 49-53.
5. G.A. Budarina, A.S. Akulov and Z.I. Glazova Promising elements of technologies on cultivating new varieties of leguminous crops in the conditions of central Russia.–Sustainable and innovative development in the digital age 14-15 May 2020, Moscow, Russian Federation.–13 January 2021.
6. Каталог сортов сельскохозяйственных культур селекции Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур. (Полухин А.А., Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Бударина Г.А. Грядунова Н.В., Задорин А.М., Зайцева А.И., Зеленов А.А., Мирошникова М.П., Суворова Г.Н., Фесенко А.Н., Хмызова Н.Г., Цуканова З.Р.). Орёл. Изд-во ООО ПФ «Картуш» 2021.-200 с.

References

1. Baranov V.F., Kochegura A.V., Lukomets V.M. Soya na Kubani [Soy in the Kuban], Krasnodar, 2009, 321 p.
2. Baranov V.F., Shirinyan O.M. Spetsifika primeneniya mineral'nykh udobrenii pod soyu/Soya: biologiya i tekhnologiya vozdelyvaniya [The specifics of the use of mineral fertilizers for soybeans / Soybeans: biology and cultivation technology]. Krasnodar, 2005, pp. 168-182. (In Russian)
3. Belyshkina M.E. Analiz i perspektivy proizvodstva soi v Rossii i mire [Analysis and prospects of soybean production in Russia and the world]. *Kormoproizvodstvo*, 2013, no. 7, pp. 3-6. (In Russian)
4. Vasil'chikov A.G., Gur'ev G.P. Adaptatsiya sortov soi s razlichnym vegetatsionnym periodom k pochvenno-klimaticheskim usloviyam Orlovskoi oblasti [Adaptation of soybean varieties with different growing seasons to the soil and climatic conditions of the Oryol region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 4 (28), pp. 49-53. (In Russian)
5. Budarina G.A., Akulov A.S. and Glazova Z.I. Promising elements of technologies on cultivating new varieties of leguminous crops in the conditions of central Russia.–Sustainable and innovative development in the digital age 14-15 May 2020, Moscow, Russian Federation.–13 January 2021.
6. Katalog sortov sel'skokhozyaistvennykh kul'tur selektsii Federal'nogo nauchnogo tsentra zernobobovykh i krupyanykh kul'tur [Catalog of varieties of crops bred by the Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops]. (Polukhin A.A., Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Budarina G.A. Gryadunova N.V., Zadorin A.M., Zaitseva A.I., Zelenov A.A., Miroshnikova M.P., Suvorova G.N., Fesenko A.N., Khmyzova N.G., Tsukanova Z.R.). Orel. OOO PF «Kartush» Publ., 2021, 200 p. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-64-73

УДК 631. 58.631,48:581:5

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ СОДЕРЖАЩИХ СЕРУ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОИ В УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

В. И. ЛАЗАРЕВ [1]**,** доктор с. -х. наук, ORCID 0000-0002-2931-8560, vla190353@yandex.ru
Ж. Н. МИНЧЕНКО [1]**,** научный сотрудник, ORCID 0000-0003-4352-6013, minchenko.knii@mail.ru
Н.Н. ТРУТАЕВА[2]**,** кандидат с.-х. наук, ORCID 0000-0003-4948-7932, nina.trutaeva@yandex.ru
В.А. ВОРОНЧИХИН [3]**,** кандидат с.-х. наук, ORCID 0000-0002-5763-0877

[1]ФГБНУ «КУРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»
[2]ФГБОУ ВО КУРСКАЯ ГСХА ИМЕНИ И.И. ИВАНОВА
[3] ПАО «АКРОН», г. Москва

Результаты проведенных в 2019-2021 гг. исследований свидетельствуют о высокой эффективности различных марок минеральных удобрений, содержащих серу (NPS (22-15-7), NPS (20-20-14) и NPKS (19-16-8-3) при возделывании сои на черноземных почвах Курской области со средним уровнем обеспеченности подвижной серой (3,5-4,5 мг/кг). Установлено, что внесение минерального удобрения марки NPS (22-15-7) в дозе $N_{44}P_{30}S_{14}$ под предпосевную культивацию повышала урожайность сои на 0,76 т/га или 37,8% содержание белка в зерне на 1,7%, жира - на 0,5% в сравнении с контролем. Эффективность использования минеральных удобрений марки NPS (20-20-14) в дозе $N_{30}P_{30}S_{21}$ совместно с аммиачной селитрой в дозе N_{14} под предпосевную культивацию была ниже: урожайность сои в этом варианте повышалась на 0,56 т/га или на 27,8%, содержание белка в зерне - на 1,8%, жира на 0,6%. Наиболее высокую урожайность, содержание белка и жира в зерне сои обеспечивало внесение комплексного минерального удобрения марки NPKS (19-16-8-3) в дозе $N_{36}P_{30}S_{6}$ совместно с аммиачной селитрой в дозе N_{8} под предпосевную культивацию: 2,99 т/га, 38,7% и 22,3%, соответственно. Применение минеральных удобрений, содержащих серу, при возделывании сои было экономически выгодно. Эффективность их использования выражалась уровнем рентабельности равном 173,8-210,7% и в основном зависела от стоимости самих удобрений.

Ключевые слова: *чернозем типичный, сера, соя, минеральное удобрение с содержанием серы, урожайность, белок, жир, экономическая эффективность.*

Для цитирования: Лазарев В.И., Минченко Ж.Н., Трутаева Н.Н., Ворончихин В.А. Влияние удобрений содержащих серу на урожайность и качество зерна сои в условиях Курской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):64-73. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-64-73

THE EFFECT OF FERTILIZERS CONTAINING SULFUR ON THE YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN GRAIN IN THE CONDITIONS OF THE KURSK REGION

V.I. Lazarev[1], Zh.N. Minchenko[1], N.N. Trutaeva[2], V.V. Voronchikhin[3]

[1]FSBSI «FEDERAL AGRICULTURAL KURSK RESEARCH CENTER
[2]FSBEE HE «I.I. IVANOV STATE AGRICULTURAL ACADEMY, KURSK»
3PJSC «ACRON», MOSCOW

Abstract: *The results of the studies conducted in 2019-2021 indicate the high efficiency of various grades of mineral fertilizers containing sulfur (NPS (22-15-7), NPS (20-20-14) and NPKS*

(19-16-8-3) in soybean cultivation on chernozem soils of the Kursk region with an average level of availability of mobile sulfur (3.5-4.5 mg/kg). It was found that the application of mineral fertilizer of the NPS brand (22-15-7) at a dose of $N_{44}P_{30}$S14 for pre-sowing cultivation increased the yield of soybeans by 0.76 t/ha or 37.8%, the protein content in the grain by 1.7%, fat by 0.5% compared with the control. The efficiency of using mineral fertilizers of the NPS brand (20-20-14) at a dose of $N_{30}P_{30}S_{21}$ together with ammonium nitrate at a dose of N_{14} for pre-sowing cultivation was lower: soybean yield in this variant increased by 0.56 t/ha or by 27.8%, protein content in grain - by 1.8%, fat by 0.6%. The highest yield, protein and fat content in soybean grain was ensured by the introduction of a complex mineral fertilizer of the NPKS brand (19-16-8-3) at a dose of $N_{36}P_{30}S_6$ together with ammonium nitrate at a dose of N_8 for pre-sowing cultivation: 2.99 t/ha, 38.7% and 22.3%, respectively. The use of mineral fertilizers containing sulfur in the cultivation of soybeans was economically advantageous. The efficiency of their use was expressed by the level of profitability equal to 173.8-210.7% and mainly depended on the cost of fertilizers themselves.

Keywords: typical chernozem, sulfur, soy, mineral fertilizer with sulfur content, yield, protein, fat, economic efficiency.

Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных культур с целью получения высоких и стабильных урожаев хорошего качества является одной из основных задач, стоящих перед сельскохозяйственным производством [1, 2]. Достижение этой цели невозможно без серьезных знаний о свойствах почвы, биологических особенностях культур, способах и формах применяемых удобрений и их взаимодействии между собой и с другими объектами окружающей среды [3, 4].

Как известно, элементы минерального питания, содержащиеся в почве и удобрениях, используются растениями далеко не полностью. Степень их усвоения (коэффициент использования) обусловливается многими факторами, среди которых наибольшее влияние оказывает плодородие почвы, климатические условия, биологические особенности сельскохозяйственных культур, виды минеральных удобрений, сочетание в них элементов минерального питания и т.д. [5].

Для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур наряду с макроэлементами (азот, фосфор, калий), необходимы мезоэлементы (сера, кальций, магний). Важным элементом, входящим в состав белковых веществ растений, участвующим в окислительно-восстановительных процессах и в обмене веществ, является сера [6-8].

Результаты агрохимического обследования почв Курской области свидетельствуют о том, что они имеют низкую обеспеченность подвижными формами микро- и мезоэлементов, в частности серы. Наименее обеспечены серой серые лесные почвы всех подтипов, имеющие легкий гранулометрический состав и низкое содержание гумуса. По данным агрохимического обследования пахотные почвы хозяйств 1-го агропочвенного района Курской области с низким содержанием подвижных форм серы составляют 96,5%, средним – 3,5%, высоким – 0,2% от обследованной пашни [9].

В этих условиях получение высоких и стабильных урожаев основных сельскохозяйственных культур без внесения удобрений, содержащих серу, весьма проблематично. В сельскохозяйственном производстве длительный период в качестве таких удобрений использовали сульфат кальция, (гипс) содержащий 19% серы и 23% кальция, простой суперфосфат, содержащий, помимо фосфора, 11% серы и 22% кальция, сульфат аммония - 24% серы и 21% азота, сульфат калия 16,5% серы и 53% калия, сульфат магния - 10% магния и 13% серы [10].

С каждым годом химическая промышленность увеличивает объем производства минеральных удобрений и расширяет их ассортимент. В повышении эффективности использования удобрений большое значение имеет правильный выбор марок минеральных удобрений с учетом их состава и свойств, биологических особенностей культур, почвенно-климатических и агротехнических условий, а также сроков и технологии их внесения [10, 11].

Изучение эффективности использования таких удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур в условиях Курской области является актуальной задачей. Особое значение таких исследований состоит в том, что за последние десятилетия, в связи с изменением структуры ассортимента удобрений, с одной стороны, и многократного снижения их применения в земледелии области, с другой, в почву существенно уменьшилось поступление микроэлементов [12] и серы. Хотя черноземы относятся к почвам, довольно хорошо обеспеченным многими микроэлементами [13], сложившаяся сельскохозяйственная практика предопределяет необходимость более тщательной оценки современного потенциала почв Курской области в данном отношении и разработки соответствующих рекомендаций по улучшению обеспеченности сельскохозяйственных культур недостающими элементами питания.

В связи с этим, при разработке научно-обоснованных систем удобрения в севооборотах, способствующих повышению уровня обеспеченности почвы элементами минерального питания и более продуктивному их использованию, резко возрастает роль мониторинговых исследований, направленных на определение отзывчивости растений на отдельные виды минеральных удобрений и их сочетаний, действия их на продуктивность сельскохозяйственных культур, качество продукции и плодородие почвы,

Цель исследований - определение эффективности использования различных марок минеральных удобрений содержащих серу на посевах сои в условиях черноземных почв Курской области.

Объекты и методы исследования

Исследования проводилось в 2019-2021 годах в опыте Курского ФАНЦ в севообороте со следующим чередованием культур: яровой ячмень – соя – яровая пшеница. Изучалась эффективность следующих марок минеральных удобрений: NP (12-52), NPS (22-15-7), NPS (20-20-14), NPKS (19-16-8-3) при возделывании сои. Схема опыта включала в себя следующие варианты: 1. Контроль (без удобрений); 2. NP (12-52) в дозе N_7P_{30} + аммиачная селитра в дозе N_{37} под предпосевную культивацию; 3. NPS (22-15-7) в дозе $N_{44}P_{30}$ S_7 под предпосевную культивацию; 4, NPS (20-20-14) в дозе $N_{30}P_{30}S_{21}$ аммиачная селитра в дозе N_{14} под предпосевную культивацию; 5. NPKS (19-16-8-3) в дозе $N_{36}P_{30}$ $K_{15}S_6$ + аммиачная селитра в дозе N_8 под предпосевную культивацию.

Почва опытного участка представлена черноземом типичным мощным тяжелосуглинистого гранулометрического состава на карбонатном лессовидном суглинке. При закладке полевого опыта содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном слое составляло 5,3%, щелочногидролизуемого азота 69,0 мг/кг, подвижных (по Чирикову) форм фосфора и калия – 8,8 мг/кг и 14,5 мг/кг соответственно, подвижной серы – 4,0 мг/кг. Реакция почвенной среды слабокислая – pH 5,4.

Повторность в опыте 3-кратная, варианты располагались систематически в один ярус. Делянки имели форму вытянутого прямоугольника. Размер учетной делянки – 200 м^2.

Технология возделывания сои соответствовала рекомендованной для хозяйств Центрально-Черноземного региона. Сорт сои – Казачка, норма высева – 0,6 млн. всхожих семян на гектар, способ посева – рядовой (ширина междурядий 15 см)**.** Уборка и учет урожая проводилась самоходным комбайном "Сампо-500" прямым комбайнированием. Пересчет урожая проводился на 100%-ную чистоту и 12%-ную влажность зерна. Для определения структуры урожая за один-два дня до начала уборки сои с каждой делянки отбирались по 4 сноповых образца. После просушки снопов определялось: количество бобов с 1 растения; количество зерен в 1 бобе; масса зерна с 1 растения; масса 1000 зерен.

В образцах зерна сои определялось содержание белка и жира на анализаторе зерна «Infratec^{TM}1241». Натура зерна (ГОСТ-10840-76), масса 1000 зерен (ГОСТ-10842-76). Экономическая эффективность применения различных марок минеральных удобрений рассчитывалась по общепринятой методике. Для обработки экспериментальных данных применялся дисперсионный метод математического анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Метеорологические условия в годы проведения эксперимента были типичными для

условий Курской области и характеризовались теплой и засушливой погодой. Среднесуточная температура вегетационного периода сои (май-сентябрь) 2019, 2020 и 2021 годов была соответственно на 1,3, 1,4 и 1,1°С выше нормы при сумме осадков равной 72,3, 74,7 и 86,7% от среднего многолетнего их количества (288 мм).

Результаты и обсуждение

Наблюдения за влажностью почвы под соей показали, что внесение различных марок минеральных удобрений под предпосевную культивацию практически не оказывало влияния на водный режим в период вегетации сои. Запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы в период «полные всходы» сои в этих вариантах составили 23,8-24,5 мм, или всего лишь на 0,1-0,8 мм выше, чем в контрольном варианте (23,7 мм) (табл. 1).

Таблица 1

Влияние минеральных удобрений содержащих серу на запасы продуктивной влаги (в пахотном в слое почвы в период полные всходы сои), 2019-2021 гг.

Варианты опыта	Запасы продуктивной влаги, мм	Прибавка, мм
1. Без внесения удобрений (контроль)	23,7	-
2. **NP (12-52)** в дозе (N_7P_{30}) +**NH_4NO_3** (N_{37})	24,4	0,7
3. **NPS (22-15-7)** в дозе ($N_{44}P_{30}S_{14}$)	24,2	0,5
4. **NPS (20-20-14)** в дозе ($N_{30}P_{30}$ S_{21}) + **NH_4NO_3** (N_{14})	24,5	0,8
5. **NPKS (19-16-8-3)** в дозе ($N_{36}P_{30}K_{15}S_6$) +**NH_4NO_3** (N_8)	23,8	0,1

Внесение различных марок минеральных удобрений способствовало повышению содержания нитратного азота в слое почвы 0-40 см в фазе «полные всходы» сои на 2,7-3,3 кг/га в сравнении с контролем. Более высокая тенденция накопления нитратного азота (18,2-18,4 кг/га) наблюдалась в вариантах с внесением минеральных удобрений марки NPS (22-15-7) в дозе $N_{44}P_{30}S_{14}$ и марки NPS (20-20-14) в дозе $N_{30}P_{30}S_{21}$ совместно с аммиачной селитрой в дозе N_{14} под предпосевную культивацию. При внесении минеральных удобрений без серы марки NP (12-52) в дозе N_7P_{30} совместно с аммиачной селитрой в дозе N_{37} и NPKS (19-16-8-3) в дозе $N_{30}P_{30}K_{15}S_6$ совместно с аммиачной селитрой (N_8) под предпосевную культивацию эта тенденция ослабевала – содержание нитратного азота повышалось на 2,7-3,0 кг/га (рис. 1).

В фазе цветения сои запасы нитратного азота в слое почвы 0-40 см повышались до 78,5-95,6 кг/га или на 14,1-17,1 кг/га выше, чем в почве контрольного варианта (78,5 кг/га). Разница в запасах нитратного азота в вариантах с внесением различных марок минеральных удобрений отмеченная в фазе полные всходы сои – сохранялась.

Ко времени уборки сои запасы нитратного азота были минимальными (8,4-9,1 кг/га). Разницы в запасах нитратного азота по вариантам с внесением различных марок минеральных удобрений не наблюдалось.

Содержание щелочногидролизуемого азота в пахотном слое почвы в вариантах с внесением различных марок минеральных удобрений под предпосевную культивацию ко времени цветения сои повышались на 5,4-5,6 мг/кг, подвижного фосфора – на 14,8-15,7 кг/га, в сравнении с контролем. Существенной разницы в содержании щелочногидролизуемого азота и подвижного фосфора в пахотном слое почвы в вариантах с внесением различных марок минеральных удобрений не наблюдалось (табл. 2).

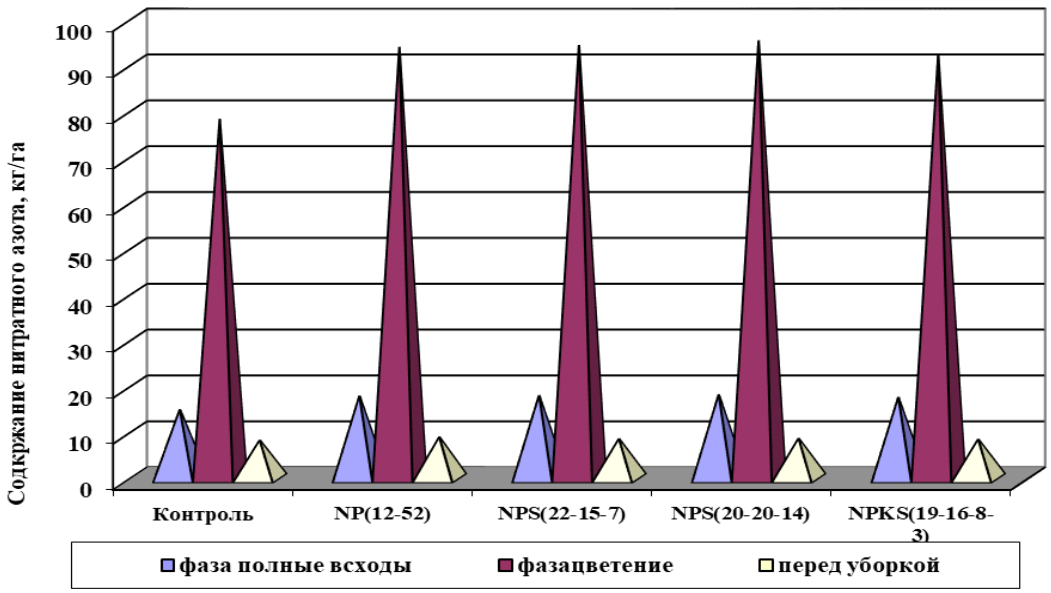


Рис. 1. Влияние минеральных удобрений содержащих серу на динамику запасов нитратного азота в слое почвы 0-40 см под посевами сои, 2019-2021 гг.

Содержание подвижной серы в пахотном слое почвы находилось в прямой зависимости от содержания ее во вносимых удобрениях. Так, при внесении под предпосевную культивацию минеральных удобрений марки NPKS (19-16-8-3) содержание подвижной серы в пахотном слое почвы повышалось на 0,2 мг/кг, марки NPS (22-15-7) – на 0,4 мг/кг и марки $N_{44}P_{30}S_{14}$ – на 0,6 мг/кг.

Основными элементами структуры урожая, которые определяют уровень урожайности зерна сои, является количество бобов с одного растения, озерененность боба и масса 1000 зёрен. Наши наблюдения показали, что различные марки минеральных удобрений оказали существенное влияние на показатели структуры урожая сои.

Таблица 2

Влияние минеральных удобрений содержащих серу на содержание элементов минерального питания в пахотном слое почвы в фазу цветение сои, 2019-2021 гг.

Варианты опыта	Азот щелочногидролизуемый, мг/кг	Подвижный фосфор, кг/га	Подвижный калий, кг/га	Подвижная сера, мг/кг
1.Без внесения удобрений (контроль)	69,0	88,0	145,0	4,0
2. **NP (12-52)** в дозе (N_7P_{30}) +**NH_4NO_3** (N_{37})	74,5*(+5,5)*	103,3	148,0	4,0
3. **NPS (22-15-7)** в дозе ($N_{44}P_{30}S_{14}$)	74,4	102,8	148,8	4,
4. **NPS (20-20-14)** в дозе ($N_{30}P_{30}$ S_{21}**)** + **NH_4NO_3** (N_{14})	74,6	103,1	147,7	4,6
5. **NPKS (19-16-8-3)** в дозе ($N_{36}P_{30}K_{15}S_6$**)** +**NH_4NO_3** (N_8)	74,3	103,7	152,4	4,2

Внесение минеральных удобрений марки NP (12-52) в дозе N_7P_{30} совместно с аммиачной селитрой в дозе N_{37} под предпосевную культивацию увеличивало количество бобов с одного растения на 1,5 шт., озерененность боба на 3,3 шт., вес зерна с одного растения – на 0,95 г, массу 1000 зерен на 13,7 г. (табл. 3).

Таблица 3

Влияние минеральных удобрений содержащих серу на элементы структуры урожая сои, 2019-2021 гг.

Варианты опыта	Длина стебля, см	Высота прикреп-ления нижнего боба, см	Коли-чество бобов с 1 расте-ния, шт.	Кол-во зерен с 1 растения, шт.	Вес зерна с 1 рас-тения, г	Масса 1000 зерен, г
1.Без внесения удобрений (контроль)	97,4	19,8	18,9-	35,7	4,48	125,7
2. **NP (12-52)** в дозе (N_7P_{30}) +**NH_4NO_3** (N_{37})	99,0	22,2	20,4	39,0	5,43	139,4
3 **NPS (22-15-7)** в дозе ($N_{44}P_{30}S_{14}$)	99,6	21,9	19,5	42,0	5,61	133,8
4. **NPS (20-20-14)** в дозе ($N_{30}P_{30}S_{21}$)+**NH_4NO_3** (N_{14})	100,0	25,6	20,0	39,6	5,21	131,6
5. **NPKS (19-16-8-3)** в дозе $N_{36}P_{30}K_{15}S_6$)+**NH_4NO_3** (N_8)	100,7	26,1	21,4	42,8	5,99	140,0

Эффективность влияния минеральных удобрений содержащих серу на элементы структуры урожая была выше. Внесение минеральных удобрений содержащих серу под предпосевную культивацию увеличивало количество бобов с одного растения на 0,6-2,5 шт., количество зерен с боба на 3,6-7,1 шт., массу зерна с одного растения – на 0,73-1,51 г, массу 1000 зерен на 5,9-14,3 г.

Важнейшим морфологическим признаком сои, определяющим возможность и эффективность механизированной уборки, является высота растений и, особенно, высота прикрепления нижних бобов. Использование различных марок минеральных удобрений на посевах сои оказывало существенное влияние на эти показатели. Так, средняя высота стебля растений сои, возделываемой в контрольном варианте, составила 97,4 см, а в вариантах с внесением различных марок минеральных удобрений – 99,0-100,7 см. Высота прикрепления нижнего боба к растению сои в варианте с внесением различных марок минеральных удобрений под предпосевную культиванию составила 21,9-26,1 см, или на 2,1-6,3 см выше, чем в контрольном варианте (19,8 см).

Анализ урожайных данных, полученных в опыте, свидетельствует о высокой эффективности минеральных удобрений различных марок на посевах сои. Так, внесение минерального удобрения без серы марки NP (12-52) в дозе N_7P_{30} совместно с аммиачной селитрой в дозе N_{37} под предпосевную культивацию обеспечивало получение урожайности сои равной 2,62 т/га, при урожайности в контрольном варианте равной 2,01 т/га.

Внесение минеральных удобрений, содержащих серу, (NPS (20-20-14) в дозе $N_{30}P_{30}S_{21}$ и NPS (22-15-7) в дозе $N_{44}P_{30}S_{14}$) под предпосевную культивацию совместно с соответствующим количеством аммиачной селитры, повышало урожайность сои на 0,56-0,76 т/га или 27,9-37,8% в сравнении с контрольным вариантом. Наиболее высокая урожайность сои (2,99 т/га) была получена в варианте с внесением комплексного минерального удобрения, содержащего серу, марки NPKS (19-16-8-3) в дозе $N_{36}P_{30}S_6$ совместно с

аммиачной селитрой в дозе N_8 под предпосевную культивацию. То есть, наличие калия в минеральном удобрении оказывало положительное влияние на урожайность сои (табл. 4).

Таблица 4

Влияние минеральных удобрений содержащих серу на урожайность сои, 2019-2021 гг.

Варианты	Урожайность		Содержание,%	
	т/га,	прибавка, т/га,	белок	жир
1.Без внесения удобрений (контроль)	2,01		36,8	21,6
2 **NP (12-52)** в дозе (N_7P_{30}) + **NH_4NO_3** (N_{37})	2,62	0,61	38,4	22,1
3 **NPS (22-15-7)** в дозе ($N_{44}P_{30}S_{14}$)	2,77	0,76	38,5	22,1
4 **NPS (20-20-14)** в дозе ($N_{30}P_{30}S_{21}$) + **NH_4NO_3** (N_{14})	2,57	0,56	38,6	22,2
5 **NPKS (19-16-8-3)** в дозе ($N_{36}P_{30}K_{15}S_6$) +**NH_4NO_3**(N_8)	2,99	0,98	38,7	22,3
НСР05		0,18	**0,7**	0,2

Использование различных марок минеральных удобрений оказывало положительное влияние на качество зерна сои, повышая в нем содержание белка на 1,6-1,9%, содержание жира – на 0,5-0,7% в сравнении с контрольным вариантом.

Влияние различных марок минеральных удобрений содержащих серу была примерно равной. Так, внесение минерального удобрения марки NPS (22-15-7) в дозе $N_{44}P_{30}S_{14}$ под предпосевную культивацию повышало содержание белка в зерне сои на 1,7%, жира – на 0,5% в сравнении с контролем. Эффективность внесения минерального удобрения марки NPS (20-20-14) в дозе $N_{30}P_{30}S_{21}$ совместно с аммиачной селитрой в дозе N_{14} под предпосевную культивацию было несколько выше, содержание белка в зерне сои повышалось на 1,8%, жира – на 0,6%. Это связано с более высокой дозой серы, вносимой с удобрением марки NPS (20-20-14) – S_{21} против S_{14}, вносимых с удобрением марки NPKS (22-15-0-7).

Наиболее высокие показатели качества зерна сои обеспечивало внесение комплексного минерального удобрения марки NPKS (19-16-8-3) в дозе $N_{36}P_{30}K_{15}S_6$ совместно с аммиачной селитрой в дозе N_8 под предпосевную культивацию: содержание белка – 38,7%, содержание жира – 22,3%.

При расчете экономической эффективности использования различных марок минеральных удобрений на посевах сои за основу были приняты цены на минеральные удобрения, сложившиеся в 2021 году, урожайность сои – фактическая, полученная в опыте, закупочная цена зерна сои – 50000 руб/т.

В результате расчетов установлено, что при сложившихся ценах на удобрения, зерно сои, ГСМ и т.д. возделывание сои в контрольном варианте (без применения минеральных удобрений) обеспечивало получение условно чистого дохода равного 58184 руб./га, при уровене рентабельности –137,5%.

Внесение минерального удобрения марки NPS (22-15-7) в дозе $N_{44}P_{30}S_{14}$ под предпосевную культивацию повышало урожайность сои на 0,76 т/га, способствовало увеличению производственных затрат до 46730 руб./га (в контрольном варианте 42316 руб./га), обеспечивало получение 91770 руб./га условно чистого дохода, при уровне рентабельности равном 196,3% (табл. 5).

Таблица 5

Экономическая эффективность использования минеральных удобрений содержащих серу на посевах сои, 2019-2021 гг.

Варианты	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, руб.	Затраты, руб.	Себе-стои-мость, руб./т	Чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
1.Без внесения удобрений (контроль)	2,01	100500	42316	21052,27	58184	137,5
2. **NP (12-52)** в дозе (N_7P_{30}) +**NH_4NO_3**(N_{37})	2,62	131000	46117,8	17602,22	84882	184,1
3. **NPS (22-15-7)** в дозе ($N_{44}P_{30}S_{14}$)	2,77	138500	46730	16870,04	91770	196,3
4. **NPS (20-20-14)** в дозе ($N_{30}P_{30}S_{21}$) + **NH_4NO_3** (N_{14})	2,57	128500	46931	18261,08	81569	173,8
5. **NPKS (19-16-8-3)** в дозе ($N_{36}P_{30}K_{15}S_6$) +**NH_4NO_3**(N_8)	2,99	149500	48123	16094,64	101377	210,7

Эффективность использования серосодержащего удобрения марки NPS (20-20-14) в дозе $N_{30}P_{30}S_{21}$ совместно с аммиачной селитрой в дозе N_{14} была ниже вследствие более высокой стоимости самого удобрения. Величина условно чистого дохода в этом варианте составила 81569 руб./га, а уровень рентабельности – 173,8%.

Наиболее экономически выгодным было внесение комплексного минерального удобрения содержащего серу марки NPKS (19-16-8-3) в дозе $N_{36}P_{30}S_6$ совместно с аммиачной селитрой в дозе N_8 под предпосевную культивацию. Прибавки урожая сои в этом варианте составила 0,98 т/га, стоимость валовой продукции с 1 гектара увеличивалась на 49000 рублей, величина условно чистого дохода – на 43193 руб./га, уровень рентабельности - на 73,2%, в сравнении с контролем.

Заключение

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о высокой эффективности минеральных удобрений содержащих серу при возделывании сои на черноземных почвах Курской области со средним уровнем обеспеченности подвижной серой (3,5-4,5 мг/кг). Установлено, что внесение минерального удобрения марки NPKS (22-15-7) в дозе $N_{44}P_{30}S_{14}$ под предпосевную культивацию повышала урожайность сои на 0,76 т/га или 37,8% содержание белка в зерне на 1,7%, жира – на 0,5% в сравнении с контролем. Эффективность использования минеральных удобрений марки NPS (20-20-14) в дозе $N_{30}P_{30}S_{21}$ совместно с аммиачной селитрой в дозе N_{14} под предпосевную культивацию была ниже: урожайность сои в этом варианте повышалась на 0,56 т/га или на 27,8%, содержание белка в зерне – на 1,8%, жира на 0,6%. Наиболее высокую урожайность, содержание белка и жира в зерне сои обеспечивало внесение комплексного минерального удобрения марки NPKS (19-16-8-3) в дозе $N_{36}P_{30}S_6$ совместно с аммиачной селитрой в дозе N_8 под предпосевную культивацию: 2,99 т/га, 38,7% и 22,3%, соответственно.

Применение минеральных удобрений содержащих серу при возделывании сои было экономически выгодно. Эффективность их использования выражалась уровнем рентабельности равном 173,8-210,7% и в основном зависела от стоимости самих удобрений.

Литература

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: метод. руководство под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. – М.: Росинформагротех, – 2005. – 55 с.
2. Панников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай. – М.: Колос, – 1977. – 416 с.
3. Сычев В.Г. Основные ресурсы урожайности сельскохозяйственных культур и их взаимосвязь [Текст] // – М.: Изд-во ЦИНАО. – 2003. – 228 с.
4. Титова В.И. Особенности системы применения удобрений в современных условиях. // Агрохимический вестник. – 2016. – № 1. – С. 2–7.
5. Протасова Н.А., Щербаков А.П., Микроэлементы в черноземах и серых лесных почвах Центрального Черноземья, Воронеж, – 2003. – 367 с.
6. Патрина М. С. Роль серосодержащих удобрений в оптимизации минерального питания серой лесной и дерново-подзолистой почвах Красноярской подтайги // Вестник КрасГАУ. – 2011. – Вып. 10. – С. 40-45.
7. Булыгин С.Ю. Микроэлементы в сельском хозяйстве. // Днепропетровск. – 2007. – 100 с.
8. Гомонова Н.Ф. Микроорганизмы как показатели состояния агроэкосистем при длительном применении комплекса удобрений и в их последействии. // Сб. Экологическая агрохимия. М., изд. МГУ. – 2008. – С. 140-152.
9. Лазарев В.И., Чевычелов А.Б. Эффективность комплексных удобрений, содержащих серу, на черноземных и серых лесных почвах Курской области при возделывании яровой пшеницы // Земледелие. 2016.- №5.- С. 29-32
10. Чекмарев П.А., Лукин С.В. Мониторинг плодородия пахотных почв Центрально-Черноземных областей России. // Агрохимия. – 2013. – № 4. – С.11-22.
11. Минеев В.Г., Сычев В.Г., Гамзиков Г.П. и др. // Агрохимия. под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н.Прянишникова, – 2017. – 854 с.
12. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н, Кизинек С.В. Агрохимические основы применения удобрений. – Майкоп: Полиграф - ЮГ, – 2013. – 572 с.
13. Муха В. Д., Картамышев Н. И., Муха Д. В. Агропочвоведение. – М.: Колос, – 2004. – 528 с.

References

1. Agroekologicheskaya otsenka zemel′, proyektirovaniye adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya i agrotekhnologiy [Agroecological assessment of lands, design of adaptive landscape systems of agriculture and agrotechnologies]: metod. Rukovodstvo. pod red. V.I. Kiryushin, A.L. Ivanov, Moscow: Rosinformagrotekh, 2005, 55 p. (In Russian)
2. Pannikov V.D., Mineyev V.G. Pochva, klimat, udobreniye i urozhay [Soil, climate, fertilizer and crop]. Moscow: *Kolos Publ.*, 1977, 416 p. (In Russian)
3. Sychev V.G. Osnovnyye resursy urozhaynosti sel′skokhozyaystvennykh kul′tur i ikh vzaimosvyaz′ [Main crop yield resources and their interrelation][Tekst]. Moscow: TSINAO Publ., 2003, 228 p. (In Russian)
4. Titova V.I. Osobennosti sistemy primeneniya udobreniy v sovremennykh usloviyakh [Features of the fertilizer application system in modern conditions]. *Agrokhimicheskiy vestnik*, 2016, No 1, pp. 2–7. (In Russian)
5. Protasova N.A., Shcherbakov A.P., Mikroelementy v chernozemakh i serykh lesnykh pochvakh Tsentral′nogo Chernozem′ya [Trace elements in chernozems and gray forest soils of the Central Chernozem region], Voronezh, 2003, 367 p. (In Russian)
6. Patrina M. S. Rol′ serosoderzhashchikh udobreniy v optimizatsii mineral′nogo pitaniya seroy lesnoy i dernovo-podzolistoy pochvakh Krasnoyarskoy podtaygi [The role of sulfur-containing fertilizers in optimizing the mineral nutrition of gray forest and sod-podzolic soils of the Krasnoyarsk subtaiga] Moscow, *Vestnik Kras GAU*, 2011, Vol. 10, pp. 40-45. (In Russian)
7. Bulygin S.Yu. Mikroelementy v sel′skom khozyaystve [Trace elements in agriculture]. Dnepropetrovsk, 2007, 100 p. (In Russian)

8. Gomonova N.F., Mikroorganizmy kak pokazateli sostoyaniya agroeko-sistem pri dlitel′nom primenenii kompleksa udobreniy i v ikh posledeystvii [Microorganisms as indicators of the state of agroecosystems during prolonged use of a complex of fertilizers and in their aftereffect] Sb. *Ekologicheskaya agrokhimiya.* Moscow, MGU Publ., 2008, pp 140-152. (In Russian)
9. Lazarev V.I., Chevychelov A.B. Effektivnost′ kompleksnykh udobreniy, soderzhashchikh seru, na chernozemnykh i serykh lesnykh pochvakh Kurskoy oblasti pri vozdelyvanii yarovoy pshenitsy [The effectiveness of complex fertilizers containing sulfur on chernozem and gray forest soils of the Kursk region in the cultivation of spring wheat] *Zemledeliye.* 2016, No 5, pp. 29-32 . (In Russian)
10. Chekmarev P.A., Lukin S.V. Monitoring plodorodiya pakhotnykh pochv Tsentral′no-Chernozemnykh oblastey Rossii [Monitoring of fertility of arable soils of the Central Chernozem regions of Russia]. *Agrokhimiya*, No 4, 2013, pp.11-22. (In Russian)
11. Mineyev V.G., Sychev V.G., Gamzikov G.P. et al. /Agrokhimiya [Agrochemistry] pod red. V.G. Mineyeva. Moscow: VNIIA im. D.N.Pryanishnikova Publ., 2017, 854 p. (In Russian)
12. Sheudzhen A.KH., Bondareva T.N. , Kizinek S.V. Agrokhimicheskiye osnovy primeneniya udobreniy [Agrochemical bases of application of fertilizers]. Maykop: Poligraf - YUG, 2013, 572 p. (In Russian)
13. Mukha V. D., Kartamyshev N. I., Mukha D.V. Agropochvovedeniye [Agro-soil science]. Moscow: Kolos, 2004, 528 p. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-74-83

УДК 633.34:631.461.1/5:66.081

РОЛЬ ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩЕГО УДОБРЕНИЯ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АЗОТФИКСАЦИИ И ПРОДУКТИВНОСТИ СОИ

Т.П. НЕКРАСОВА, кандидат сельскохозяйственных наук,
E-mail: tatiana.p.nekrasova@gmail.com
А.Л. ЛУКИН, доктор сельскохозяйственных наук, E-mail: loukine@mail.ru
А.П. ПИЧУГИН, кандидат сельскохозяйственных наук, E-mail: alpavp@mail.ru
А.Д. МАКАРОВ, аспирант, E-mail: an.makaroff2013@yandex.ru

ФГБОУ ВО ВОРОНЕЖСКИЙ ГАУ ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА 1

Для решения задачи обеспечения продовольственной безопасности в России необходимо активно развивать производство сои. Известно, что соя является высокобелковой культурой, при этом важно учитывать её азотофиксирующую способность. Проблемы изменения климата вынуждают искать методы сохранения и накопления почвенной влаги. Перспективным способом решения данной проблемы является регулирование водного режима почв при помощи функциональных влагоудерживающих удобрений (ФВУ). Однако, действие данных препаратов на продуктивность и качество зерна сои в условиях лесостепи ЦЧР остаётся недостаточно изученным. Поэтому изучение влияния ФВУ, а также инокулянтов на биологическую фиксацию азота посевами сои - актуальный вопрос и определено целью данных исследований. Полевой опыт выполнен в условиях лесостепи ЦЧР в 2019-2021 гг. Установлено, что масса клубеньков на варианте «Хайкоут+ФВУ» в фазу цветения составила 35,73 г/м^2, а на варианте «Контроль+ФВУ» - 7,97 г/м^2. Число клубеньков на корневой системе сои имели такую же зависимость: лучшим вариантом являлся – «Хайкоут+ФВУ» (1279,3 шт/м^2), который превышал вариант «Контроль+ФВУ» по данному показателю в 6 раз. Наибольшие значения фиксированного азота посевами сои отмечены в фазу налива семян на варианте с применением препарата «Хайкоут Супер» на фоне внесения ФВУ (52,4 кг/га). Наименьшее значение биологической фиксации азота отмечено на контроле (без внесения сорбента), где оно составило 30,97 кг/га, что ниже лучшего варианта «Хайкоут+ФВУ» на 41%. Применение влагоудерживающего удобрения и инокулянтов оказывало положительное влияние и на урожайность. Так, на варианте «Хайкоут+ФВУ» урожайность выше варианта «Контроль+ФВУ» на 34,9 % и выше, чем на варианте «Хайкоут Супер» (без внесения ФВУ) на 17,4%.

***Ключевые слова*:** соя, инокулянт, число и масса клубеньков, фиксация азота воздуха, урожайность.

Для цитирования: Некрасова Т.П., Лукин А.Л., Пичугин А.П., Макаров А.Д. Роль влагоудерживающего удобрения в повышении эффективности биологической азотфиксации и продуктивности сои. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):74-83. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-74-83

THE ROLE OF WATER-RETAINING FERTILIZER IN INCREASING THE EFFICIENCY OF BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION AND SOYBEAN PRODUCTIVITY

T.P. Nekrasova, A.L. Lukin, A.P. Pichugin, A.D. Makarov

FSBEI HE «VORONEZH STATE AGRARIAN UNIVERSITY
NAMED AFTER EMPEROR PETER 1»

Abstract: *To address the problem of food security, it is essential to actively develop soybean production in Russia. Besides the fact that soybeans are the source of high-quality vegetable protein, it is important to take into account that they are nitrogen fixers. The problem of climate change forces us to look for methods of dealing with the lack of soil moisture. One of the efficient solutions to this problem is to regulate the soil water regime with the help of functional moisture-retaining fertilizers (FMR). However, the effect of these agents on the productivity and quality of soybean grain in woodland grass areas if the Central Black-earth region remains insufficiently studied. Therefore, studying the effects of FMR as well as the effect of inoculants on the biological nitrogen fixation of soybean crops is a relevant question, which is the purpose of our research. The field experiment was carried out in the conditions of the woodland grass area of the Central Park in 2019-2021. It was discovered that the mass of nodules on the "Highcoat +FMR" variant in the blossom phase was 35.73 g/m2, and on the "Control+FMR" variant - 7.97 g/m2, respectively. The number of nodules on the soybean root system had the same correlation: the best option was "Highcoat+ absorber" (1279.3 pcs/m2), which exceeded the "Control + absorber" option by 6 times for this indicator. The highest values of nitrogen by soybean crops were detected during the seed filling phase on the variant with the use of the agent "Highcoat Super" after the application of FMR (52.4 kg / ha). The lowest value of biological nitrogen fixation was detected in the control (without the application of FMR), where it amounted to 30.97 kg/ha, which is 41% lower than the best variant "Highcoat + absorber". The use of FMR and inoculants had a positive effect on the yield. As a result, in the variant "Highcoat + absorber", the yield is 34.9% higher than in the "Control+FMR" and 17.4% higher than in the "Highcoat Super" (without replacing it with FMR).*

Keywords: soybean, inoculant, number and weight of nodules, air nitrogen fixation, yield.

Для решения задачи обеспечения продовольственной безопасности России необходимо, в том числе, активно развивать производство сои. Достоинство белка сои заключается в его качественном составе, которое имеет сходство с белками яиц, молока и мяса.

Кроме того, соя способна к азотфиксации, что не может быть оставлено без внимания с развитием технологий экологической направленности. Нарушение азотного баланса почв может привести к загрязнению окружающей среды продуктами химизации, а высокая цена азотных удобрений, заставляет искать пути и разрабатывать научные подходы к оценке значения микроорганизмов в формировании плодородия почв. Следует учитывать, что обеспечение растений азотом в природе осуществляется в естественных процессах жизнедеятельности микроорганизмов без дополнительного применения удобрений. В связи с этим, представляется интересным исследования с целью поиска штаммов микроорганизмов, а также созданию эффективных препаратов на их основе, применяемых в растениеводстве (инокулянтов) для повышения урожайности [1, 2, 3, 4, 5].

Важно и то, что с каждым годом все более актуальной становится проблема изменения климата, а именно глобального потепления. Известно, что наиболее сильно воздействие климатических изменений наблюдается в сельскохозяйственной отрасли в регионах с недостаточным увлажнением и традиционные способы, используемые для сохранения влаги и уровня плодородия почв, малоэффективны и, зачастую, дорогостоящи. [6]. Так, затруднено применение гидромелиорации в районах с недостаточным запасом пресной воды, а внесение большого количества минеральных удобрений ведет к изменению pH почвенного раствора и засолению. Перспективным способом решения данных проблем является регулирование водного режима почв при помощи функциональных влагоудерживающих удобрений (ФВУ) на основе полимерных сорбционных материалов [7]. Однако, действие данных удобрений на симбиотическую активность и продуктивность сои в условиях лесостепи ЦЧР остаётся недостаточно изученным.

Поэтому изучение влияния влагоудерживающих функциональных удобрений (ФВУ) на урожайность и симбиотическую активность сои является актуальным вопросом. Применение инокулянтов – неоспоримый приём в технологии возделывания сои и влияние ФВУ на развитие симбиотической активности сои на фоне применения инокулянтов, остается актуальным вопросом.

Материал и методы исследований

Исследования проводились в условиях Лесостепи ЦЧР в 2019-2021 гг. в Воронежском ГАУ, на полях УНТЦ Агротехнология. На опытном участке преобладает чернозём выщелоченный среднесуглинистый, который имеет высокое содержание фосфора и калия, слабокислую реакцию почвенного раствора. В опыте была использована схема применения инокулянтов и функционального влагоудерживающего удобрения (ФВУ): 1 – Контроль (без инокулянта), 2 – Агрибактер, 3 – Оптимайз, 4 – Хайкоут Супер (табл. 1).

Главной частью функционального влагоудерживающего удобрения является сорбент, в основе которого положен принцип создания материалов с введением в макроцепь на стадии синтеза полимеров биодеградируемых звеньев [8].

Таблица 1

Схема опыта по изучению инокулянтов и функционального влагоудерживающего удобрения (ФВУ) на сое

№ варианта	Описание варианта
1	Контроль
2	Агрибактер
3	Оптимайз
4	Хайкоут Супер
5	Контроль+ФВУ
6	Агрибактер+ФВУ
7	Оптимайз+ФВУ
8	Хайкоут Супер+ФВУ

В целом, почвенно-климатические условия на полях Воронежского ГАУ - типичные для лесостепной зоны ЦЧР и пригодные для выращивания сои.

В исследовании использовали сою – сорта Опус. Сорт включен в Госреестр по Центрально-Чернозёмному (5) региону в 2014 году. Сорт Опус – раннеспелый, детерминантного типа развития. Оригинаторами сорта являются: SEMENCES PROGRAIN INC. (CANADA), ООО «Прогрейн РУ» (г. Воронеж)

Норма высева - 600 тыс. всхожих семян на 1 га, применяли широкорядный способ посева (30 см), глубина посева - 3-4 см. В опыте применяли: влагоудерживающий ФВУ в дозе 20 кг/га и препараты-инокулянты. Удобрения (ФВУ) вносили в почву одновременно с посевом семян, на вариантах, согласно схеме опыта приведенных в таблицах по тексту.

Результаты и их обсуждение

В опытах изучено влияние влагоудерживающего удобрения (ФВУ) с применением препаратов-инокулянтов Агрибактер, Оптимайз, Хайкоут Супер. Было установлено, что на вариантах с внесением в почву ФВУ уже в ранние фазы развития корневая система развивалась интенсивнее. Связано это с тем, что для растений были созданы наболее благоприятные условия по влагообеспечениею. Известно, что именно в ранние фазы развития более активно развивается подземная часть, а не надземная. Было установлено, что в фазу 3-го настоящего листа на вариантах с внесением ФВУ, масса корней сои превышала варианты без применения ФВУ на 21,56-24,7%, а в фазу налива семян – на 20,0% (рис. 1).

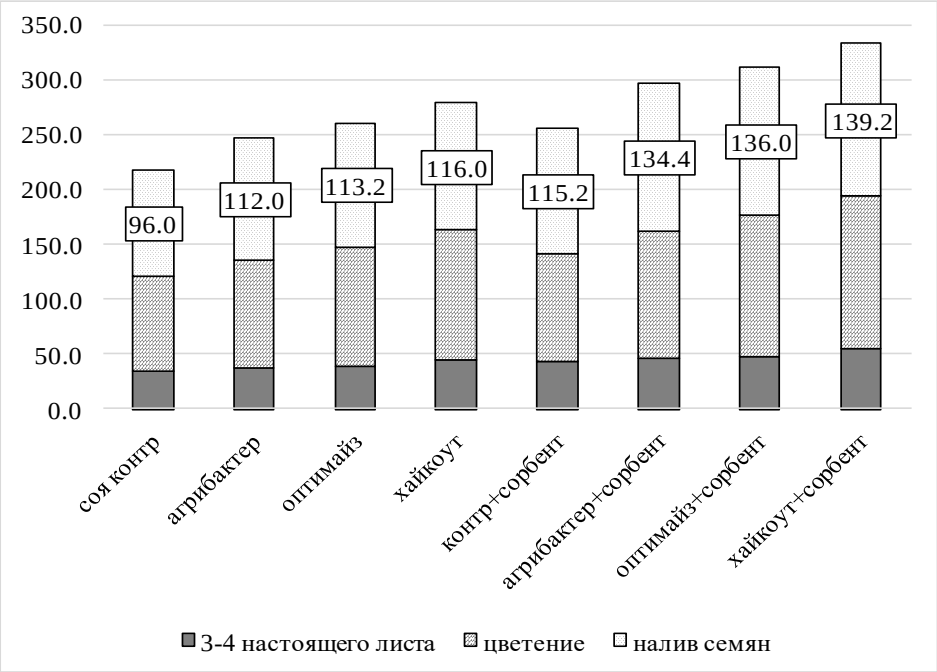
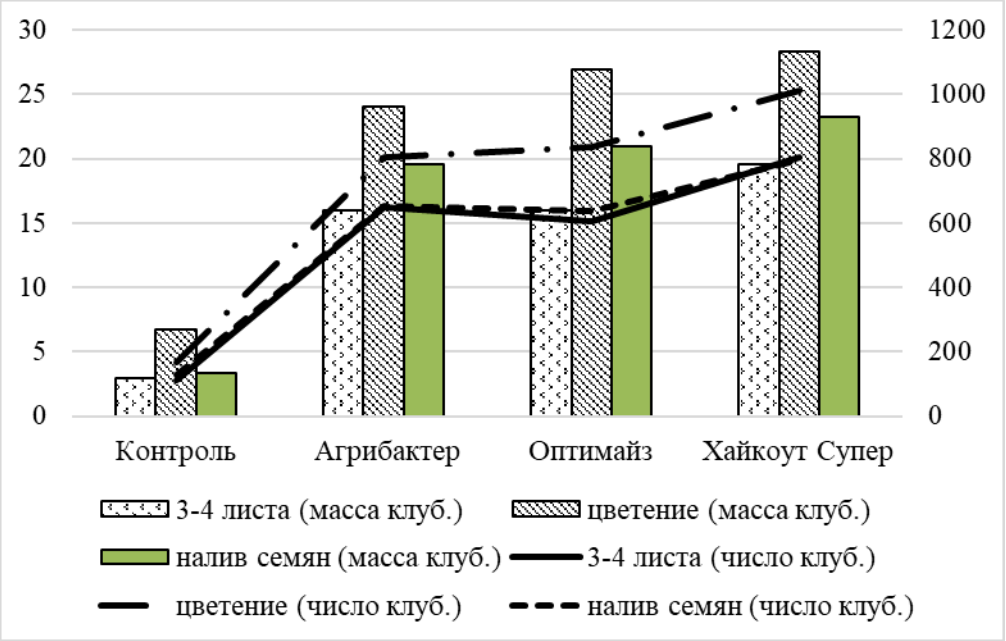


Рис. 1. Масса корней в разные фазы развития растений сои в зависимости от условий выращивания (2019-2021 гг.), г/м^2

Было продемонстрировано формирование бобово-ризобиального аппарата даже на растениях контрольного варианта (без инокуляции) по изменению значений симбиотической активности растений сои. Это свидетельствует о том, что почвы опытных участков имеют аборигенные штаммы клубеньковых бактерий, способных вступать в симбиотические отношения с соей. Однако, в сравнении с вариантами с инокулированными семенами, ризобиальный аппарат на контроле значительно уступал по всем показателям симбиотической активности.

Учитывая эти показатели была проведена оценка азотфиксирующей способности сои в зависимости от инокулянтов и внесения ФВУ.

Наибольшее число и масса клубеньков отмечена на растениях сои в фазу цветения. Так, на рисунке 2 приведены данные, которые свидетельствуют о лучшем их развитии на вариантах с внесением ФВУ и применении инокулянтов, при этом среди инокулянтов лучшие результаты демонстрирует препарат «Хайкоут Супер». Наибольшая масса клубеньков у сои отмечена в фазу цветения на варианте «Хайкоут+ФВУ» и этот показатель составил 35,73 г/м^2, в то время как на контрольном варианте, на фоне внесения сорбента – 7,97 г/м^2. Число клубеньков на корневой системе сои имели такую же зависимость: лучшим вариантом был – «Хайкоут+ФВУ» (1279,3 шт/м^2), который превышал по данному показателю в 6 раз вариант «Контроль+ФВУ».



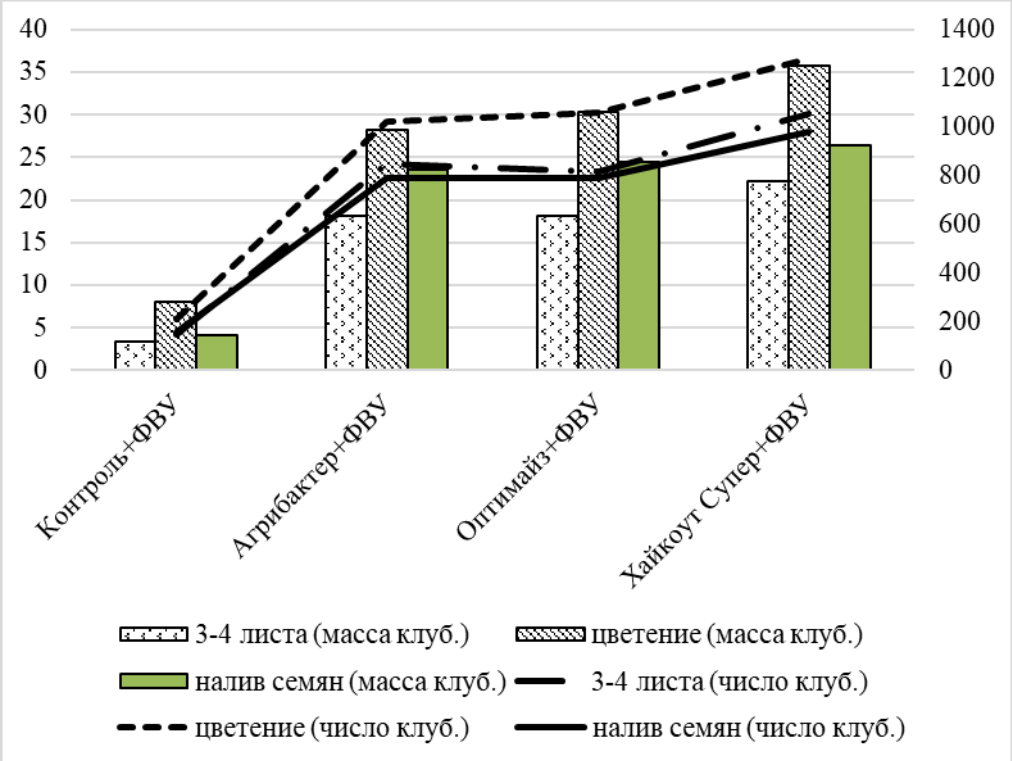
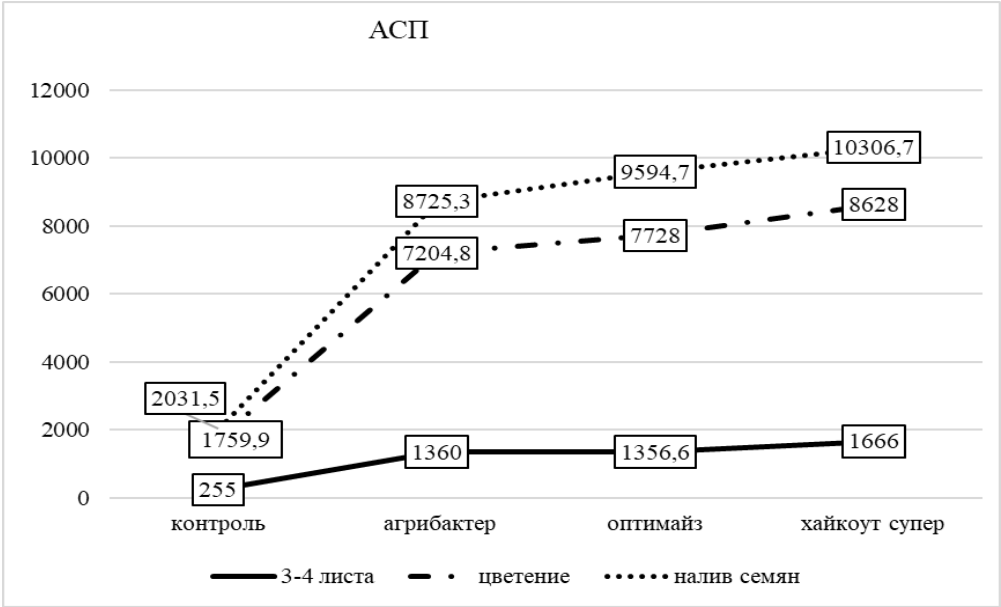


Рис. 2. Число и масса клубеньков на корнях сои в зависимости от условий произрастания

Значительный интерес представляет оценка эффективности работы симбиотического аппарата с использованием показателя общего симбиотического потенциала (ОСП), который учитывает вес всех клубеньков и период их жизни, и активного симбиотического потенциала (АСП), учитывающего массу клубеньков с легоглобином и продолжительность их работы.

Полученные результаты показали, что при использовании инокулянтов на фоне внесения ФВУ в почву общий симбиотический потенциал (ОСП) и активный симбиотический потенциал (АСП) по фазам развития сои были выше, чем на контрольном варианте, где инокулянт и ФВУ не вносили (рис. 3).



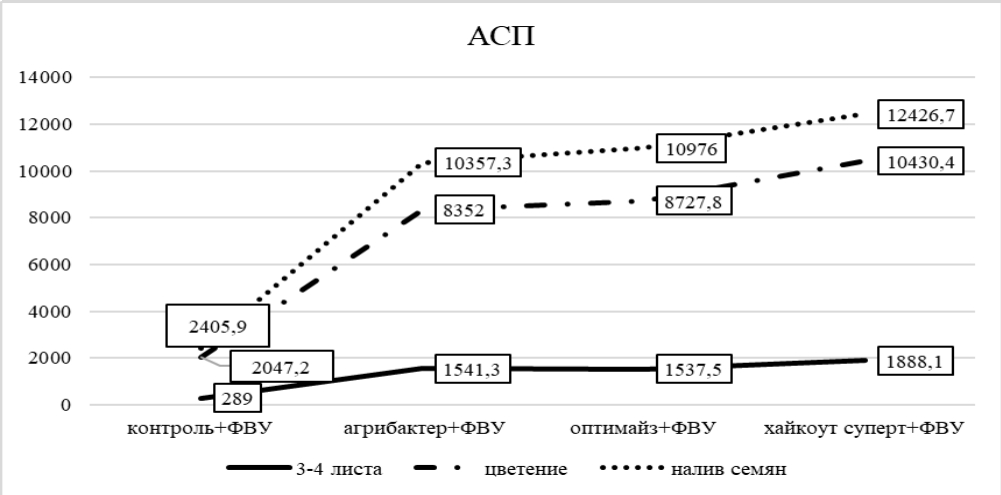


Рис. 3. Активный симбиотический потенциал (АСП) посевов сои в зависимости от условий возделывания, кг×дней/га

Данные рисунка 3 показывают, что максимальные значения АСП отмечены на вариантах с инокулированными семенами и внесением ФВУ в почву. Так, лучшим вариантом при оценке данного показателя оказался препарат «Хайкоут Супер», который в фазе цветения имел АСП выше, чем на контрольном варианте на 8275,2 кг×дней/га, или больше в 5 раз. Внесение ФВУ способствовало увеличению АСП и в фазе цветения лучшим был вариант «Хайкоут Супер», показатель которого превышал этот же вариант (Хайкоут Супер) без внесения ФВУ в 1,2 раза.

Таким образом, в исследовании продемонстрировано, что наибольшее влияние на величину АСП оказал фактор инокуляции. Доказано, что применение инокулянтов в технологии возделывания сои и внесение влагоудерживающего функционального удобрения в почву оказывает влияние на повышение числа и массы клубеньков с легоглобином и повышение активного симбиотического потенциала [7].

Известно, что различные элементы агротехнологии, влияют на урожайность сои, в частности показатель активности микроорганизмов, участвующих в процессе азотофиксации у бобовых культур [9, 10]. Представленные в работе данные косвенно показывают возможности растений сои участвовать в накоплении атмосферного азота. Однако, оценить объемы биологической азотфиксации сои можно рассчитав его по величине АСП и удельной активности симбиоза (УАС), по методике Посыпанова Г.С. (Посыпанов, 1991).

Удельная активность симбиоза (УАС) вычислялась по разности максимального потребления азота посевами сои и разности показателей АСП. В исследованиях УАС зависела от фаз развития растений и наибольшей была в фазу 3-4 настоящего листа, что связано с лучшим обеспечением влагой. Меньшие значения УАС отмечены на всех вариантах в фазу цветения, когда растение интенсивно начинают потреблять азот в связи с развитием генеративных органов. В фазу налива семян УАС сои изменялась по вариантам от 3,55 до 4,32 г × кг/сут. Наибольшие значения отмечены на вариантах с применением влагоудерживающего удобрения (табл. 2).

Таблица 2

Удельная активность симбиоза посевов сои в зависимости от вариантов, г × кг/сут.

Варианты		Фазы развития сои		
		3-4 наст. листа	цветения	налив семян
Без ФВУ	Агрибактер	3,66	2,07	3,55
	Оптимайз	4,53	2,24	3,86
	Хайкоут Сцпер	5,36	2,34	4,25
С внесением в почву ФВУ	Агрибактер	4,00	2,02	3,61
	Оптимайз	4,95	2,47	4,13
	Хайкоут Супер	5,86	3,20	4,32

Как видно из данных таблицы значений УАС, наиболее активно клубеньки накапливают азот при обработке семян инокулянтами и внесении влагоудерживающего удобрения.

На рисунке 4 приведены данные по биологической фиксации азота (БФА) по фазам развития сои.

Наибольшие значения фиксированного азота посевами сои в фазу налива семян 52,4 кг/га отмечены на варианте с препаратом «Хайкоут Супер» при внесении ФВУ. Наименьшее значение БФА отмечено на контроле (без внесения ФВУ), где значение БФА составило 30,97 кг/га, что ниже показателя лучшего варианта на 41%.

Таким образом, применение влагоудерживающего удобрения способствовало увеличению БФА на 19,6-22,4%, в сравнении с вариантами, где ФВУ не вносили. Инокулянт, влиял на данный показатель в большей степени – от 19,5 до 41,4% в зависимости от вариантов. Внесение влагоудерживающего удобрения в почву, способствует повышению азотфиксирующей способности бобово-ризобиального аппарата сои. Доказано, что ФВУ в почве обеспечивает улучшение водного режима и благотворно сказывается на жизнедеятельности ризобий. На вариантах с применение ФВУ фиксация азота была выше на 19,9-22,4%, в сравнении с вариантами, где влагоудерживающее удобрение не вносилось.

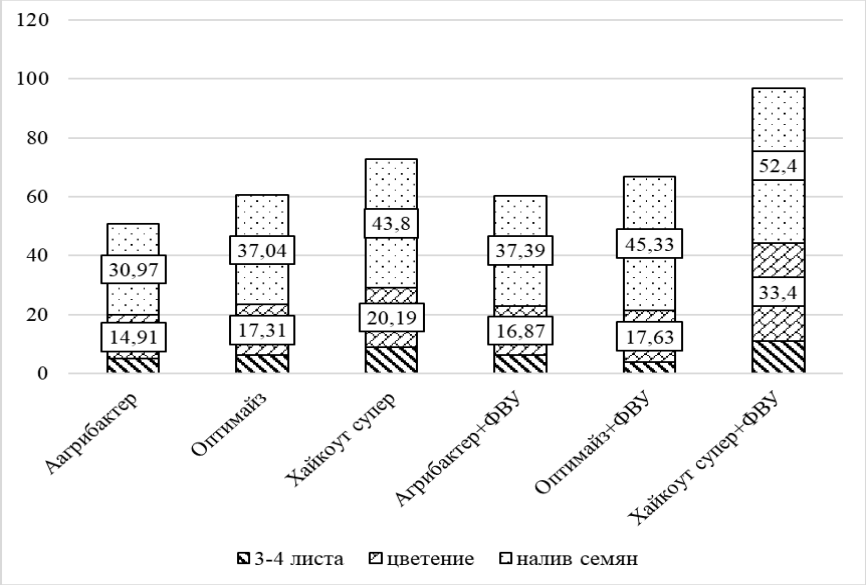


Рис. 4. Биологическая фиксация азота по фазам развития сои в зависимости от агротехнологии, кг/га

В таблице 3 приведены данные величины урожайности сои.

Таблица 3.

Урожайность сои в зависимости от условий произрастания сои, кг/га

Вариант		Урожайность, ц/га			
		2019,0	2020,0	2021,0	средняя
Без внесения ФВУ	Контроль	20,5	15,4	14,4	16,7
	Агрибактер	22,3	17,9	16,2	18,8
	Оптимайз	21,9	17,4	16,1	18,5
	Хайкоут супер	23,6	20,1	19,5	21,1
Внесением ФВУ в почву	Контр+ФВУ	22,1	17,8	16,3	18,7
	Агрибактер+ФВУ	24,3	19,2	18,9	20,8
	Оптимайз+ФВУ	23,8	20,4	19,4	21,2
	Хайкоут супер+ФВУ	25,3	23,8	22,9	24,0
	НСР $_{05}$ факт. А	1,25	1,34	0,42	-
	НСР $_{05}$ факт. В	0,89	0,72	0,65	-

Примечание: НСР 05 ч. р. – НСР 05 факт. А – ФВУ, НСР 05 факт. В – инокулянты

Анализ результатов таблицы 3 показывает, что достоверной разницы показателей между вариантами с Агрибактером и Оптимайзом не выявлено, а вариант с применением препарата «Хайкоут Супер» отмечен среди остальных и демонстрирует достоверные различия по вариантам.

Наибольшее значение урожайности было на варианте с применением препарата «Хайкоут Супер» и внесением влагоудерживающего ФВУ и составило 22,9 ц/га, что превысило показатель контроля на фоне внесения ФВУ на 34,9% и выше варианта с применением данного препарата «Хайкоут Супер», а без внесения ФВУ на 17,4%.

Выводы

1. Влагоудерживающее функциональное удобрение (ФВУ) способствовало лучшему развитию корневой системы сои уже на ранних фазах (3- тройчатый лист) в связи с созданием благоприятных условий по влагообеспечению растений на всех изученных вариантах. Подтверждено, что в ранние фазы развития наиболее активно развивается подземная часть, особенно при благоприятных условиях. В фазу 3-го настоящего листа на вариантах с внесением ФВУ, масса корней сои превышала варианты без его применения на 21,56-24,7%, а в фазу налива семян – на 20,0%.

2. Наибольшее число и масса клубеньков определено на растениях сои в фазу цветения. Лучшее развитие симбиотического аппарата отмечено на вариантах с внесением ФВУ и применением инокулянтов, при этом лучшим препаратом среди инокулянтов, оказался препарат «Хайкоут Супер». Наибольшая масса клубеньков у сои в исследованиях отмечена в фазу цветения. Установлено, что масса клубеньков на варианте Хайкоут Супер+ФВУ в фазу цветения составила 35,73 г/м^2, в то время как на контрольном варианте, на фоне внесения ФВУ – 7,97 г/м^2. Число клубеньков на корневой системе сои имели такую же зависимость: лучшим вариантом оказался – Хайкоут Супер+ ФВУ (1279,3 шт/м^2), который превышал по данному показателю в 6 раз вариант «Контроль+ФВУ».

3. Установлено максимальное значение АСП на варианте с инокулированными семенами и внесением ФВУ в почву. При оценке данного показателя лучшим оказался препарат «Хайкоут Супер», который в фазу цветения имел АСП выше, чем на контрольном варианте на 8275,2 *кг×дней/га*, или больше в 5 раз. Внесение ФВУ способствовало увеличению АСП с использованием «Хайкоут Супер», который превышал этот же вариант (Хайкоут Супер) без внесения ФВУ в 1,2 раза.

4. В опытах установлено, что показатель УАС зависел от применения инокулянтов и внесения ФВУ в почву. Наибольшие значения отмечены на варианте «Хайкоут Супер» с применением ФВУ (4,32 г × кг/сут.), без внесения ФВУ на варианте «Хайкоут Супер» УАС составила – 4,25 г × кг/сут.

5. Наибольшие значения фиксированного азота растениями сои отмечены на варианте с применением препарата «Хайкоут Супер» с внесением влагоудерживающего удобрения (52,4 кг/га).

6. Положительное влияние на урожайность оказывало применение влагоудерживающего удобрения и инокулянта на варианте «Хайкоут Супер». Урожайность составила 22,9 ц/га, что выше контроля на 34,9% и выше варианта с применением этого же препарата «Хайкоут Супер» – на 17,4%.

Литература

1. Волобуева О.Г. Симбиотическая азотфиксация как фактор экологической безопасности и плодородия почвы // Вестник РУДН, серия экология и безопасность жизнедеятельности, – 2011, – № 1, С. – 53-60.

2. Дозоров А.В. Биологический азот и его значение в экологизации сельскохозяйственного производства // Труды научного центра «Ноосферные знания и технологии». – Ульяновск, – 2002. – вып. 1. – С. 70-72.

3. Некрасова Т.П., Лукин А.Л., Пичугин А.П., Подлесных Н.В., Макаров А.Д. Экологические приемы повышения урожайности сои в условиях ЦЧР // Агро-экологический вестник: материалы международной научно-практической конференции «Экологические проблемы сельскохозяйственного производства. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ», Вып. 9. Воронеж. – 2020. – С. 116-119.

4. Васильчиков А.Г., Акулов А.С. Поиск высокоэффективных инокулянтов для перспективных сортообразцов сои // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 4 (32) – С. 66-71.

5. Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Изучение эффективности применения стимулятора роста Альфастим и органоминерального микроудобрения Полидон БИО при возделывании сои // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 2 (30. – С. 73-76.

6. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Пути адаптации сельского хозяйства России к глобальным изменениям климата на примере экологической селекции сои // Научный диалог, – 2012. – № 11. – С. 40-59.

7. Некрасова Т.П., Лукин А.Л., Пичугин А.П. Влияние влагоудерживающего сорбента на ферментативную активность почвы, симбиотическую деятельность и урожайность сои // Биологизация земледелия: перспективы и реальные возможности: материалы международной научно-практической конференции (Россия, Воронеж, 14-15 ноября 2019 г.): ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, – 2019. – 339 с.

8. Кузнецов В.А., Лавлинская М.С., Останкова И.В., Селеменев В.Ф., Семенов В.Н., Лукин А.Л. // Влагопоглощающая способность редкосшитого полимерного материала со свойствами суперабсорбента // Сорбционные и хроматографические процессы, ВГУ, Воронеж. – 2017. – Т. 17. – Вып. 3. – С. 484-489.
9. Шабалкин А.В., Дубинкина Е.А., Беляев Н.Н. Эффективность предпосевной обработки семян и некорневой подкормки сои инокулянтами и микроудобрениями в ЦЧР // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 2 (38). – С. 73-78.
10. Salvagiotti F., Cassman K.G., Specht J.E., Walters D.T., Weiss A. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans. Field Crops Research 108 (1), 1-13

References

1. Volobueva O.G. Simbioticheskaya azotfiksatsiya kak faktor ehkologicheskoi bezopasnosti i plodorodiya pochvy [Symbiotic nitrogen fixation as a factor of environmental safety and soil fertility]. *Vestnik RUDN, seriya ehkologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*, 2011, no 1, pp. 53-60. (In Russian).
2. Dozorov A.V. Biologicheskii azot i ego znachenie v ehkologizatsii sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva [Biological nitrogen and its importance in the environmental protection of agricultural production]. *Trudy nauchnogo tsentra «Noosfernye znaniya i tekhnologiI». – Ul'yanovsk*, 2002, 1, pp. 70-72. (In Russian).
3. Nekrasova T.P., Lukin A.L., Pichugin A.P., Podlesnykh N.V., Makarov A.D. Ehkologicheskie priemy povysheniya urozhainosti soi v usloviyakh TSCHR [Environmental techniques for increasing soybean yield in the conditions of the Central Republic]. *Agro-ehkologicheskii vestnik: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Ehkologicheskie problemy sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva. – Voronezh: FGBOU VO «Voronezhskii GAU»*, 2020, vyp. 9. Voronezh, pp. 116-119. (In Russian).
4. Vasil'chikov A.G., Akulov A.S. Poisk vysokoehffektivnykh inokulyantov dlya perspektivnykh sortoobraztsov soi [Search for highly effective inoculants for promising soybean varieties]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019, no. 4(32), pp. 66-71. (In Russian).
5. Akulov A.S., Vasil'chikov A.G. Izuchenie ehffektivnosti primeneniya stimulyatora rosta Al'fastim i organomineral'nogo mikroudobreniya Polidon BIO pri vozdelyvanii soi [Study of the effectiveness of using the growth stimulant Alfastim and organomineral microfertilization Polydon BIO during soybean cultivation]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019, no. 2(30), pp. 73-76. (In Russian).
6. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V. Puti adaptatsii sel'skogo khozyaistva Rossii k global'nym izmeneniyam klimata na primere ehkologicheskoi selektsii soi [Ways of Adaptation of Russian Agriculture to Global Climate Change on the Example of Ecological Soybean Breeding]. *Nauchnyi dialog*, 2012, no.11, pp. 40 – 59. (In Russian).
7. Nekrasova T.P., Lukin A.L., Pichugin A.P. Vliyanie vlagouderzhivayushchego sorbenta na fermentativnuyu aktivnost' pochvy, simbioticheskuyu deyatel'nost' i urozhainost' soi [Influence of water-retaining sorbent on soil enzymatic activity, symbiotic activity and soybean yield] *Biologizatsiya zemledeliya: perspektivy i real'nye vozmozhnosti: materialy mezhdunarozhnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Rossiya, Voronezh, 14-15 noyabrya 2019 g.) – Voronezh: FGBOU VO Voronezhskii GAU*, 2019, pp. 339. (In Russian).
8. Kuznetsov V.A. Lavlinskaya M.S., Ostankova I.V., Selemenev V.F., Semenov V.N., Lukin A.L. Vlagopogloshchayushchaya sposobnost' redkosshitogo polimernogo materiala so svoistvami superabsorbenta /Kuznetsov V.A. [Moisture-absorbing ability of a rare cross-linked polymer material with superabsorbent]. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy, VGU, Voronezh*, 2017. t. 17, vyp. 3. pp. 484-489. (In Russian).
9. Shabalkin A.V., Dubinkina E.A., Belyaev N.N. Ehffektivnost' predposevnoi obrabotki semyan i nekornevoi podkormki soi inokulyantami i mikroudobreniyami v TSCHR [Efficiency of pre-sowing treatment of seeds and non-root feeding of soybeans with inoculants and micro-fertilizers in TSCHR] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, no. 2 (38), pp. 73-78. (In Russian).
10. Salvagiotti F., Cassman K.G., Specht J.E., Walters D.T., Weiss A. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans. Field Crops Research 108 (1), 1-13.

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-84-89

УДК: 635.655:631.81

ПОКАЗАТЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ АГРОФИТОЦЕНОЗА СОИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СТИМУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ

Р.Н. САНИЕВ, кандидат с.-х наук, ORCID.ID/0000-0003-1547-7840, Saniev.ssaa@mail.ru
В.Г. ВАСИН, доктор с.-х наук, ORCID.ID/0000-0002-7880-9008, Vasin_vg@ssaa.ru
Е.С. КУЗНЕЦОВА, аспирант, ORCID.ID/0000-0002-7899-0783, Elenka151094@mail.ru

ФГБОУ ВО САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На базе ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, учеными кафедры «Растениеводство и земледелие» были проведены исследования по применению ростостимулирующих препаратов при возделывании сои, содержащих в своем составе микроэлементы и аминокислоты. Полевой опыт в 2019-2021 гг. был заложен в севообороте научно-исследовательской лаборатории «Корма». В ходе исследований было выявлено, что к фазе зеленой спелости прирост надземной массы составляет 2893,6-3144,3 г/м^2, максимальное значение 3120,3 и 3144,3 г/м^2 при обработке посевов препаратами Браситрел и Вигор Флауэр на посевах сорта Самер 1. В начальные фазы развития накопление сухого вещества идет медленно: в фазу цветения от 166,0 до 204,2 г/м^2, лучший показатель на сорте Волма при применении препарата Браситрел и к фазе образование бобов значительно повышается до 519,6-613,5 г/м^2. Высокий показатель на сорте Волма, но при обработке посевов стимулятором Вигор Флауэр, здесь максимальное накопление сухого вещества наблюдается в фазу зеленой спелости 1164,6 г/м^2. Биологическая урожайность по сортам составила от 1,61 до 2,47 т/га, при этом максимальная урожайность достигается при применении препарата Браситрел: Самер 1 – 2,18 т/га, Припять – 2,30 т/га и Волма – 2,47 т/га.

Ключевые слова: соя, Самер 1, Волма, Припять, стимуляторы, препараты.

Для цитирования: Саниев Р.Н., Васин В.Г., Кузнецова Е.С. Показатели формирования агрофитоценоза сои при применении стимулирующих препаратов. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):84-89. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-84-89

INDICATORS OF THE FORMATION OF SOYBEAN AGROPHYTOCENOSIS WITH THE USE OF STIMULATING PREPARATIONS

R.N. Saniev, V.G. Vasin, E.S. Kuznetsova

FSBEI HE SAMARA STATE AGRARIAN UNIVERSITY

Abstract: *On the basis of FSBEI HE Samara State Agrarian University, scientists of the Department of Plant Growing and Agriculture conducted research on the use of growth-stimulating drugs in the cultivation of soybeans, containing trace elements and amino acids. Field trial in 2019 - 2021 was planted in the crop rotation of the research laboratory "Forage". In the course of the research, it was found that by the green ripeness phase, the increase in the above-ground mass is 2893.6 - 3144.3 g/m^2, the maximum value is 3120.3 and 3144.3 g/m^2 when the crops are treated with Bracitrel and Vigor Flower on the crops of the variety Samer 1. In the initial phases of development, the accumulation of dry matter is slow: in the flowering phase from 166.0 to 204.2 g/m^2, the best indicator on the Volma variety when using the Bracitrel preparation, and by the pod formation phase it increases significantly to 519.6 - 613 .5 g/m^2. A high rate on the Volma variety, but when the crops are treated with the Vigor Flower stimulant, here, the maximum accumulation of dry matter is observed in the green ripeness phase of 1164.6 g/m^2. The biological yield by*

varieties ranged from 1.61 to 2.47 t/ha, while the maximum yield is achieved with the use of Bracitrel: Samer 1 - 2.18 t/ha, Pripyat - 2.30 t/ha and Volma - 2.47 t/ha.

Keywords: soy, Samer 1, Volma, Pripyat, stimulants, preparations.

В последние годы особую заинтересованность для сельского хозяйства представляют зернобобовые культуры (соя, горох, вика, нут, люпин). Соя – одна из ведущих продовольственных культур в мире, отличается богатым и разнообразным химическим составом: 38-45% белка, 18-23% – жира, 22-30% – углеводов, 3-7% клетчатки, а также ферменты, витамины (А, В1, В2, В3, В6, Е, С, К), минеральные вещества. В соевом белке содержится 8 незаменимых для человека аминокислот, которые могут значительно повысить иммунитет человека Особенностью белков сои является высокая концентрация в них лизина и метионина. Масло, получаемое из зерна сои, представляет собой липидный комплекс, в совокупности состоящий из триглицеридов и свободных жирных кислот, содержит токоферолы, фосфолипиды, редкую жирную кислоту Омега-3 и биологически активные вещества, характеризующиеся антиоксидантными свойствами и Е-витаминной активностью [1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11].

Цель исследований – повышение продуктивности посевов сои за счет применения стимулирующих препаратов.

Задачи исследований – оценить показатели формирования агрофитоценоза и структуры урожая.

Материалы и методы исследования

Полевой опыт в 2019-2021 гг. был заложен в севообороте кафедры «Растениеводство и земледелие» Самарского ГАУ. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный остаточно-карбонатный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый содержит органического вещества 5,7%, подвижного фосфора - 130-152 мг/кг, обменного калия - 311-324 мг/кг, легкогидролизуемого азота - 105-127 мг/кг, pH - 5,8.

Агротехника общепринятая для зоны. Посев проводился сеялкой AMAZONE D9-25 обычным рядовым способом на глубину 5-6 см, с нормой высева 750 тыс. всхожих семян на 1 га. Уборку проводили поделяночно в фазе полной спелости.

В опытах применяли препараты: **Молитрак** – жидкое удобрений содержащее максимальную концентрацию Mo и P_2O_5 по 250 г/л.

Брасситрел – водорастворимое удобрение. Содержит: B – 8,0%, S – 11,5%, Mo – 0,4%, Mn – 7,0% и Mg – 5,0%.

Вигор Флауэр – жидкое удобрение, содержащее в своем составе аминокислоты – 28,0% (аспаргиновая кислота, аланин, глютаминовая кислота, глицин, лизин, треонин, валин), N – 7,0%, (аммиачный азот – 1,4%, мочевинный азот – 1,4%, органический азот – 4,2%), Zn – 1,0%, Mn – 1,0%.

В опытах использовали сорта: **Самер 1** – раннеспелый сорт. Растение детерминантное, ветвление слабое начинается с 3-4 узла. Семена глянцевые, овальные светло-желтые, Масса 1000 семян 124,0-166,6 г. Содержание белка в семенах 27,4-37,6%. Масличность 21,7-24,2%. Высота прикрепления нижнего боба – 10 см [6].

Волма – раннеспелый сорт. Растение индетерминантного типа развития, от прямостоячего до полупрямостоячего. Высота растений – 67,8 см. Семена среднего размера, удлинённые, жёлтые. Масса 1000 семян – 132,4 г. Содержание белка в семенах – 33,4%, жира – 22,9%. Высота прикрепления нижнего боба – 12,2 см [9].

Припять – раннеспелый сорт. Растение детерминантное, высота от низкого до среднего. Масса 1000 семян средняя 137,6-166,3 г. Семена удлинённые, жёлтые. Высота прикрепления нижнего боба 9,4-14,9 см. Содержание белка в семенах 31,5 - 38,0%, жира 22,0 – 23,5%. Устойчив к полеганию и осыпанию [9].

Предметом исследований являются применение препаратов в фазе 3-5 листьев: контроль (без обработки), Брасситрел (0,5 л/га), Вигор Флауэр (0,5 л/га).

Результаты и их обсуждения

В среднем за три года исследований, в фазу цветения надземная масса накапливалась на уровне 731,1 – 886,2 г/м^2. При применении препарата Браситрел максимальный прирост надземной массы, отмечается на сортах Самер 1 и Волма, с показателями 874,3 и 886,2 г/м^2 (табл. 1).

Таблица 1

Динамика прироста надземной массы сортов сои в зависимости от применения препаратов за 2019-2021 гг., г/м^2

Варианты опыта		Цветение	Образование бобов	Зеленая спелость
Сорта	Обработка по вегетации			
Самер 1	Без обработки	733,5	1733,3	2893,6
	Молитрак	815,7	2006,6	3077,1
	Браситрел	874,3	1996,3	3120,3
	Виго Флауэр	839,6	1955,7	3144,3
Волма	Без обработки	726,3	1861,1	2894,7
	Молитрак	832,7	2043,8	3058,6
	Браситрел	886,2	2023,4	3066,2
	Виго Флауэр	854,3	2059,7	3054,1
Припять	Без обработки	731,1	1756,0	2915,2
	Молитрак	770,6	1896,6	3074,6
	Браситрел	790,9	1931,5	3091,6
	Виго Флауэр	796,2	1937,4	3105,9

К фазе образование бобов прирост надземной массы возрастает и находится в пределах 1733,3 – 2059,7 г/м^2. Лучшая прибавка к этой фазе достигается на сорте Самер 1, где применение препарата Вигор Флауэр обеспечивает прибавку (в сравнении с контролем, без обработки посевов) – 222,4 г/м^2, Браситрел 263,0 г/м^2, а максимальная прибавка составляет 273,3 г/м^2 при обработке посевов препаратам Молитрак.

Наилучший показатель накопления надземной массы посевов сои был в фазу зеленой спелости с показателями 2893,6 – 3066 г/м^2. Сравнивая эффект от примененных препаратов, (учитывая, что каждый сорт имеет свои биологические особенности) ощутимая прибавка прослеживается на сорте Припять, где от фазы цветения до зеленой спелости прибавка составила: на контроле – 2184,1 г/м^2, Молитрак – 2304,0 г/м^2, Браситрел – 2300,7 г/м^2, Вигор Флауэр – 2309,7 г/м^2 (табл. 2).

Таблица 2

Динамика накопления сухого вещества посевами сои в зависимости от применения препаратов за 2019-2021 гг., г/м^2

Варианты опыта		Цветение	Образование бобов	Зеленая спелость
Сорта	Обработка по вегетации			
Самер 1	Без обработки	166,0	519,6	1052,4
	Молитрак	184,6	593,4	1107,4
	Браситрел	200,7	606,7	1124,1
	Виго Флауэр	196,0	584,2	1148,8
Волма	Без обработки	165,9	554,3	1048,3
	Молитрак	191,1	604,7	1118,4
	Браситрел	204,2	609,0	1117,2
	Виго Флауэр	191,7	613,5	1118,2
Припять	Без обработки	170,7	528,3	1079,5
	Молитрак	175,2	565,0	1152,3
	Браситрел	183,9	573,4	1142,1
	Виго Флауэр	185,0	577,1	1164,6

Наибольший прирост сухого вещества был в фазу зеленой спелости на сортах Самер 1 и Припять, при обработке посевов препаратом Вигор Флауэр с показателями 1148,8 и 1164,6 г/м². При обработке посевов сорта Самер 1 препаратом Молитрак накопление сухого вещества повышается на – 55,0 г/м², Браситрел – 71,7 г/м². Вигор Флауэр – 96,4 г/м², на посевах сорта Волма: Молитрак – 70,1 г/м², Браситрел – 68,9 г/м², Вигор Флауэр – 69,9 г/м², на посевах сорта Припять: Молитрак – 72,8 г/м², Браситрел – 62,6 г/м², Вигор Флауэр – 85,1 г/м²

Таким образом, применение препаратов существенно влияет на накопление надземной массы. Максимальное накопление обеспечивают посевы сои сорта Самер 1, обработанные препаратом Вигор Флауэр с показателем к фазе зеленой спелости 3144,2 г/м^2. Обработка посевов стимулирующими препаратами повышает интенсивность накопления сухого вещества. Лучшие показатели достигаются на посевах сортов Самер 1 и Припять, при обработке их препаратом Вигор Флауэр – 1148,8 и 1164,6 г/м^2.

Анализ показателей структуры урожая в среднем за три года позволил выявить следующие особенности. Минимальное количество бобов на одном растении сорта Самер 1 – 18,6 шт., но именно на этом сорте применение препаратов существенно увеличивает количество бобов: Молитрак – 2,7 шт., Браситрел – 2,6 шт., Вигор Флауэр – 2,5 шт. Максимальное количество семян в бобе – 2,03 шт. на сорте Самер 1 отмечено при обработке посевов препаратом Браситрел (табл. 3).

Таблица 3

Среднее значение структуры урожая сои в зависимости от применения препаратов за 2019-2021 гг.

Варианты опыта		Количество бобов на одном растении, шт.	Количество семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г
Сорта	Обработка по вегетации			
Самер 1	Без обработки	18,6	1,79	137,9
	Молитрак	21,3	1,97	138,8
	Браситрел	21,2	2,03	140,4
	Виго Флауэр	21,1	1,96	139,2
Волма	Без обработки	22,3	1,75	137,1
	Молитрак	23,3	1,88	138,6
	Браситрел	24,3	1,92	142,3
	Виго Флауэр	24,2	1,89	139,2
Припять	Без обработки	21,4	1,76	138,7
	Молитрак	22,9	1,87	141,7
	Браситрел	23,2	1,91	139,7
	Виго Флауэр	23,1	1,92	141,4

Масса 1000 семян в среднем за два три года составила 137,1-142,3 г, с максимальным показателем при обработке сорта Волма препаратом Браситрел. Применение препарата Браситрел существенно повышает показатель массы 1000 семян: на сорте Самер 1 прибавка составила – 2,5 г., на сорте Волма – 5,2 г., на сорте Припять обработка посевов препаратом Вигор Флауэр составила 2,7 г.

Максимальный показатель биологической урожайности посевов сои в 2021 и 2019 году составила 2,62 и 2,69 т/га на посевах сорта Волма, в 2020 году биологическая урожайность сои была немного ниже с максимальной урожайностью 2,22 т/га на посевах сорта Самер 1, при обработке посевов препаратом Браситрел.

В среднем за три года применение препаратов позволяет повысить биологическую урожайность посевов сои. Максимальная урожайность сформировалось на сорте Самер 1 и составила – 2,18 т/га, с прибавкой в сравнении с контролем 0,57 т/га, что составляет 35,4%, Волма соответственно – 2,47 т/га, 0,52 т/га 26,6 %, Припять соответственно – 2,30 т/га, 0,41 т/га, 21,6% при обработке посевов препаратом Браситрел (табл. 4).

Таблица 4

Среднее значение биологической урожайности сои в зависимости от применения препаратов

Варианты опыта		Биологическая урожайность			
Сорта	Обработка по вегетации	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее
Самер 1	Без обработки	1,53	1,56	1,74	1,61
	Молитрак	2,15	2,07	2,10	2,11
	Браситрел	2,13	2,22	2,19	2,18
	Виго Флауэр	2,04	2,04	2,15	2,08
Волма	Без обработки	1,94	1,78	2,12	1,95
	Молитрак	2,30	1,92	2,40	2,21
	Браситрел	2,69	2,11	2,62	2,47
	Виго Флауэр	2,47	2,09	2,52	2,36
Припять	Без обработки	1,83	1,78	2,05	1,89
	Молитрак	2,30	2,09	2,38	2,26
	Браситрел	2,37	2,02	2,50	2,30
	Виго Флауэр	2,35	2,08	2,40	2,28

2019 $НСР_{05}$= 1,13; А = 0,83 В = 0,51; АВ = 0,68.
2020 $НСР_{05}$= 0,96; А = 0,54 В = 0,43; АВ = 0,72.
2021 $НСР_{05}$= 1,21; А = 1,05 В = 0,95; АВ = 0,83.

Заключение

Все примененные препараты повышают накопление надземной массы. Существенное влияние на накопление надземной массы обеспечивает обработка посевов препаратом Браситрел, на сорте Самер 1 прибавка составила 273,3 г/м^2. Максимальное накапление сухого вещества наблюдается на сорте Припять при применении препаратов Молитрак и Вигор Флауэр с показателями 1152,3 и 1164,6 г/м^2. Максимальная биологическая урожайность достигается 2,47 т/га при обработке сорта Волпа препаратом Браситрел.

Литература

1. Ашиев А.Р., Чегунова А.В., Скулова М.В., Хабибуллин К.Н., Кравченко Н.С. Влияние вегетационного периода на урожайность, содержание белка и масла в зерне коллекционных образцов сои // Зерновое хозяйство России. – 2021. – № 6 (78). – С. 33-38.

2. Булатова К.А., Урожайность семян сортов сои разных групп спелости в лесостепной зоне Среднего Поволжья. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 4 (64). – С. 10-14.

3. Бурунов А.Н., Васин В.Г., Васин А.В., Саниев Р.Н. Показатели фотосинтетической деятельности растений и урожайность сои при применении стимуляторов роста // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки. – 2022. – Т. 1. – № 1 (1). – С. 3-12.

4. Галиченко А.П., Фокина Е.М. Влияние метеорологических условий на формирование урожайности сортов сои селекции ВНИИ сои. // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № - 7 - (222). – С. 16-25.

5. Зубарева К.Ю., Бобков С.В., Хрыкина Т.А. Влияние органоминеральных микроудобрений на накопление белка в органах растений и качество зерна сои // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 1 (41). – С. 13-20. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-13-20

6. Зубков В.В. Перспективные сорта сои для среднего Поволжья // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2010. – № 1. – С. 94-97.

7. Кадычегов А.Н., Муртаев В.Н., Кадычегова В.И. Изменчивость содержания белка в зерне сои в сухой степи юга Средней Сибири // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2021. – № 4 (65). – С. 28-33.

8. Калицкая Н.Г., Галиченко А.П., Фокина Е.М. Изучение генетической коллекции белоцветковых и фиолетовоцветковых форм сои по хозяйственно полезным признакам // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 11 (176). – С. 17-23.

9. Квасникова О.В., Соловьева Ю.А., Соловьев А. В. Изучение сортовых особенностей сои на выщелочных черноземах Центрального региона Нечерноземной зоны // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2020. – № 34 (39). – С. 11-17.

10. Пигорев И.Я., Ишков И.В., Степанюк В.В. Продуктивность сои сорта Опус на черноземе типичном в зависимости от сроков посева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. –2021. – № 9. – С. 6-12.

11. Яковлева М.И., Димитриев В.Л., Мефодьев Г.А. Влияние сроков посева на продуктивность сои в условиях Чувашской Республики // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 4 (19). – С. 30-34.

References

1. Ashiev A.R., Chegunova A.V., Skulova M.V., Khabibullin K.N., Kravchenko N.S. Influence of the growing season on productivity, protein and oil content in the grain of soybean collection samples *Grain Economy of Russia - Zernovoe khozyaistvo Rossii.* 2021, No. 6 - (78), pp. 33-38. (In Russian)

2. Bulatova K.A. Seed yield of soybean varieties of different maturity groups in the forest-steppe zone of the Middle Volga region. *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2021, Vol. 16. - No. - 4 - (64), pp. 10-14. (In Russian)

3. Burunov A.N., Vasin V.G., Vasin A.V., Saniev R.N. Indicators of photosynthetic activity of plants and soybean yield when using growth stimulants. Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. *Agricultural sciences*. 2022. Vol. 1, No. 1 - (1), pp. 3-12. (In Russian)

4. Galichenko A.P., Fokina E.M. Influence of meteorological conditions on the formation of yield of soybean cultivars bred by VNII soybean. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022, No. 7 - (222). pp. 16-25. (In Russian)

5. Zubareva K.Yu., Bobkov S.V., Khrykina T.A. Influence of organomineral microfertilizers on the accumulation of protein in plant organs and the quality of soybean grains. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2022, No. 1 - (41), pp. 13-20. (In Russian)

6. Zubkov V.V. Promising soybean varieties for the middle Volga region. *Oilseeds. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds.* 2010, No. 1, pp. 94-97. (In Russian)

7. Kadychegov A.N., Murtaev V.N., Kadychegov V.I. Variability of protein content in soybean grains in the dry steppe of the south of Central Siberia. *Bulletin of the Filippov Buryat State Agricultural Academy*. 2021, No. 4 - (65), pp. 28-33. (In Russian)

8. Kalitskaya N.G., Galichenko A.P., Fokina E.M. Study of the genetic collection of white-flowered and violet-flowered soybean forms according to economically useful traits. *Vestnik KrasGAU*. 2021, No. 11 - (176), pp. 17-23. (In Russian)

9. Kvasnikova O.V., Solovieva Yu.A., Solovyov A.V. The study of soybean varietal characteristics on leached chernozems of the Central region of the Nonchernozem zone *Bulletin of the Russian State Agrarian Correspondence University*. 2020, No, 34 - (39), pp. 11-17. (In Russian)

10. Pigorev I.Ya., Ishkov I.V., Stepanyuk V.V. Productivity of soybean variety Opus on typical chernozem depending on sowing time. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2021. No. 9, pp. 6-12. (In Russian)

11. Yakovleva M.I., Dimitriev V.L., Methodiev G.A. Effect of sowing time on soybean productivity in the conditions of the Chuvash Republic. *Bulletin of the Chuvash State Agricultural Academy*. 2021, No. 4 - (19), pp. 30-34. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-90-95

УДК 635.658:631.816

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ АГРОПРИЕМОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ЧЕЧЕВИЦЫ

З.И. ГЛАЗОВА, кандидат сельскохозяйственных наук
Е.Н. СИРОТКИНА, младший научный сотрудник

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Результаты исследований по изучению влияния элементов технологии (сорт, плотность посева, способы внесения удобрений) на продуктивность чечевицы показали, что лидирующее положение по уровню урожайности (1,85-2,23 т/га) занимает сорт Фламенко, независимо от погодных условий. Доля влияния фактора «сорт» на урожай зерна составляет 16,3% у Орловской краснозёрной и 21,4% – у Восточной. Увеличение плотности посева (1,5-2,0-2,5 млн. семян/га) не имеет статистической значимости в увеличении урожайности с долей участия 3,8-8,1%. Применение удобрений обеспечивало высокую прибавку урожая зерна чечевицы (0,17-0,34 т/га), т.е. доля их влияния составила: у сорта Восточная – 10,8%, у сорта Орловская краснозёрная – 6,8%, у Фламенко – 8,2%, в то время как долевое участие способов их внесения всего 0,4-1,4%.

Ключевые слова: чечевица, сорта, удобрения, нормы высева, урожайность, влияние

Для цитирования: Глазова З.И., Сироткина Е.Н. Влияние некоторых агроприемов на урожайность сортов чечевицы. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):90-95. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-90-95

THE INFLUENCE OF SOME AGRICULTURAL PRACTICES ON THE YIELD OF LENTIL VARIETIES

Z.I. Glazova, E.N. Sirotkina

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The results of studies on the influence of technology elements (variety, sowing density, methods of fertilizing) on the productivity of lentils showed that the Flamenco variety occupies the leading position in terms of yield (1.85-2.23 t/ha), regardless of weather conditions. The share of influence of the "variety" factor on the grain yield is 16.3% for Orlovskaya krasnozernaya and 21.4% for Vostochnaya. The increase in planting density (1.5-2.0-2.5 million seeds/ha) has no statistical significance in increasing yields with a contribution of 3.8-8.1%. The use of fertilizers provided a high increase in the yield of lentil grain (0.17-0.34 t/ha), i.e. the share of their influence was: for the Vostochnaya variety - 10.8%, for the Orlovskaya krasnozernaya variety - 6.8%, for the Flamenco variety - 8.2%, while the share of methods of their introduction is only 0.4-1.4 %.*

Keywords: lentils, varieties, fertilizers, seeding rates, productivity, impact.

В современном растениеводстве одной из первоочередных проблем является увеличение сборов растительного белка, важнейшего компонента питания человека и животных, основным источником которого являются зернобобовые культуры. К числу этих культур относится чечевица, в зерне которой содержится более 30% белка, она не накапливает нитратов, радионуклидов, других токсичных элементов, обладает отличными вкусовыми и питательными качествами [1, 2].

К сожалению, чечевица не находит широкого распространения: в РФ посевы её занимают небольшие площади (в 2019 г. – 137,1 тыс. га) из-за низкой и нестабильной урожайности (от 0,49 до 1,21 т/га за 2010-2019 гг.) [3, 4].

Для решения этих вопросов необходимо расширение посевных площадей чечевицы и увеличение урожая её зерна. Это, в первую очередь, зависит от внедрения в производство новых высокопродуктивных сортов, приспособленных к конкретным почвенно-климатическим условиям при совершенствовании агротехнических приёмов, способствующих повышению её урожайности и стабильности.

В связи с этим на определённом этапе селекции было взято направление на создание сортов интенсивного типа с высоким потенциалом продуктивности при оптимальном сочетании агротехники и метеорологических показателей. Поэтому в ФНЦ ЗБК были созданы сорта нового поколения: Орловская краснозёрная (методом индивидуального отбора из гибридной популяции Рауза х к-2846 (Канада)), а также Восточная и Фламенко, где применили метод культуры изолированных семяпочек in vitro и впервые в мире с участием зародышевой плазмы дикорастущего вида Lens tomentosus [5, 6, 7].

Следовательно, необходимо было выявить значение сортовых особенностей в технологии их выращивания, а также определить, насколько стабильно влияние некоторых приёмов на повышение урожайности в различных условиях вегетационного периода.

Проведёнными в ФНЦ ЗБК опытами с ранее созданными сортами – Рауза, Аида, Светлая было выявлено, что в получении высоких урожаев чечевицы важная роль принадлежит оптимизации площади и уровня минерального питания, при использовании для этого разной формы и способа применения агрохимикатов [8, 9, 10, 11].

Цель исследований - выявить степень влияния использования таких агротехнических приёмов, как нормы высева и способы применения удобрений на продуктивность новых сортов чечевицы.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в севообороте лаборатории агротехнологий и защиты растений на тёмно-серой лесной среднесуглинистой и среднеокультуренной почве в 2021-2022 гг. Полевые опыты закладывали в четырехкратной повторности. Учётная площадь делянки 10,0 м^2, размещение их - систематическое, способ посева рядовой (15 см) сеялкой СКС-6-10. Исследования проводили по следующей схеме: Фактор А – сорт: A_1- Восточная; A_2- Орловская краснозёрная; A_3- Фламенко. Фактор В – нормы высева (млн. всхожих семян на 1га). B_1- 1,5; B_2 - 2,0; B_3 - 2,5. Фактор С – способы внесения удобрений: C_1 – $N_{16}P_{16}K_{16}$ - в рядки; C_2 - листовые подкормки: в фазу бутонизации – Биостим Зерновой (2,0 л/га) + Ультрамаг Молибден (0,5 л/га) и в начале образования бобов: Биостим Зерновой (1 л/га) + Интермаг Профи Стручковая и бобовые (1 л/га).

Уборку чечевицы проводили прямым комбайнированием при созревании 80% бобов (в 2021 г. сорта Орловская краснозёрная и Фламенко – 4.08, а Восточная – 1.08, в 2022 году сорта Орловская краснозерная и Фламенко – 1.08, Восточная – 4.08.

Учёт урожая – поделяночный. Результаты учета урожая обработаны методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований и их обсуждение

В 2021 г. посев чечевицы проведён 5 мая, всходы появились 19.05. Полевая всхожесть по сортам составила 83-92% от высеянных семян. Показатели густоты стеблестоя в зависимости от нормы высева варьировали: у сорта Восточная -137-177-231 шт./м^2; у сорта Орловская краснозёрная – 123-173-220 шт./м^2; у Фламенко – 135-174-212 шт./м^2, т.е. размах изменчивости этого показателя по сортам составлял от 3 до 9%.

Метеорологические условия в 2021 г. складывались довольно благоприятно для чечевицы. Так, в вегетативный период (последняя декада мая и первая половина июня) температура воздуха была ниже нормы на 0,2-1,4°С, в генеративный период (третья декада июня и первая половина июля) температура воздуха превышала среднемноголетние значения на 3,4-7,0°С, а сумма осадков составляла от 30,7 до 66,0% декадных норм. Такие погодные

условия соответствовали биологическим особенностям этой культуры и способствовали хорошему вегетативному росту растений (длина их к уборке составляла 46,5-52,2 см), формированию выполненного зерна (масса 1000 зёрен 42,0-54,9 г) и высокого урожая чечевицы (2,31-2,85 т/га). На фоне этих погодных условий наибольший урожай зерна сформировал сорт Фламенко – от 2,52 до 2,85 т/га; а наименьший – Восточная – от 2,31 до 2,44 т/га, сорт Орловская краснозёрная занял промежуточное положение: урожайность составила от 2,41 до 2,78 т/га. Следовательно, доля влияния фактора «сорт», определяющим уровень урожайности, составляет 9,6-11,6%. Что касается доли участия плотности посева на формирование урожайности, то она менее значима и составила 2,1-8,1%. Более эффективно взаимодействие двух факторов – нормы высева и внесения удобрений: прибавка урожайности составила 0,13-0,33 т/га, то есть совместная доля влияния их составила 6,6-13,4-13,0% соответственно сорта (таблица).

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

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

Следовательно, погодные условия имели лидирующие значение в формировании урожайности, доля влияния их в сортовом аспекте составила 46-54-57%. Далее следует значимость факторов: сорт, доля которого 23-28%; удобрения – 23-28% и норма высева – 4-17%.

Показано, что ответные реакции сортов чечевицы на применяемые агроприёмы неоднозначны и уровень их продуктивности варьирует в зависимости от морфобиологических признаков, одним из которых является тонкий полегающий стебель. Эта особенность отрицательно сказывается на формировании высокого урожая зерна на фоне различных погодных условий [2]. Поэтому важно знать степень устойчивости новых сортов чечевицы к полеганию в зависимости от некоторых агроприёмов. Наблюдения за полегаемостью чечевицы при прохождении фенофаз показали, что в 2021 г. полегание было слабым (5,5 балла), а в 2022 году до фазы начала образования бобов полегание растений у испытываемых сортов, высота у которых варьировала: у Орловской краснозёрной – от 23,8 до 27,2 см, у Фламенко – от 29,0 до 31,9 см и у Восточной – от 27,0 до 30,7 см, не отмечено (5,5-6,1 балла). Однако, начало полегания отмечено после сильного ливня (3.07) в фазу начало налива бобов (7.07). В период созревания полегание усиливалось и к уборке интенсивность его по вариантам опыта составила: у Орловской краснозёрной и Восточной от 2,0 до 2,5 баллов, у Фламенко – от 3,5 до 4,7 балла. Следовательно, сорт Фламенко более устойчив к полеганию, чем Орловская краснозёрная и Восточная. Следует отметить тенденцию к усилению полегания с увеличением нормы высева (на 0,2-0,4 балла) и при внесении удобрений (на 0,4-0,8 балла).

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

Заключение

Таким образом, двухлетние данные (2021-2022 гг.), полученные при различных погодных условиях, позволили определить долю вклада изученных агротехнических приёмов в формирование урожайности новых сортов чечевицы.

Выявлены различия между сортами по уровню урожайности: варьирование данного показателя было в пределах: у сорта Восточная от 1,64 до 1,84 т/га, у сорта Орловская краснозёрная от 1,80 до 2,36 т/га, у сорта Фламенко от 1,85 до 2,23 т/г. Доля влияния фактора «сорт» на урожай чечевицы составляет 16,3 и 21,4%.

Определено, что увеличение плотности стеблестоя (1,5-2,0-2,5 млн. семян/га) не зависимо от сорта и погодных условий (в 2021 году урожай зерна чечевицы был в 1,76-2,17 раза выше, чем в 2022 году) не способствовало существенному повышению (всего на 3,8-6,1%) урожайности чечевицы (2,09-2,17-2,26 т/га).

Отмечено, что из трёх факторов сорт – нормы высева – удобрения вторым по влиянию на формирование урожайности является фактор «удобрения» с долей его значимости: у сорта Восточная - 10,8%, у Орловская краснозёрная – 16,8% и у Фламенко - 8,2%. Использование их обеспечивает прибавку урожая зерна от 0,17 до 0,34 т/га, причём способы внесения их не имели существенных различий (от 0,4 до 1,4%).

Таблица

Урожайность чечевицы и её структура при разных нормах высева и способах внесения удобрений

Сорт Фактор А	Норма высева, млн. шт./га Фактор В и фактор С - удобрение	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га	Структура				$К_{хоз}$, %
				Длина, см	Масса, г			
					1 раст.	зерна с 1 раст.	1000 зёрен	
2021 год								
Восточная	1,5	2,31	–	49,8	2,64	1,08	49,8	41
	2,0	2,32	0,01	50,0	2,55	0,96	48,7	38
	2,5	2,36	0,05	50,4	2,36	0,83	46,9	35
	*2,5 + NPK в рядки	2,41	0,13	51,2	2,48	1,27	50,7	51
	** 2,5 + подкормка	2,44	0,13	52,2	2,43	1,25	50,7	51
$НСР_{05}$ – т/га		**0,16**						
Орловская краснозёр-ная	1,5	2,41	–	46,5	2,11	1,16	46,3	55
	2,0	2,57	0,16	47,0	2,09	1,12	44,7	54
	2,5	2,62	0,21	48,3	2,04	1,06	42,0	52
	*2,5 + NPK в рядки	2,70	0,29	49,3	2,65	1,49	43,0	56
	** 2,5 + подкормка	2,78	0,37	51,0	2,68	1,49	43,8	55
$НСР_{05}$ – т/га		**0,23**						
Фламенко	1,5	2,52	–	50,0	3,29	1,67	54,9	51
	2,0	2,58	0,06	50,0	3,13	1,52	53,6	49
	2,5	2,66	0,14	50,2	3,05	1,46	51,1	48
	*2,5 + NPK в рядки	2,80	0,28	51,4	3,42	1,64	52,5	48
	** 2,5 + подкормка	2,85	0,33	52,0	3,42	1,69	52,1	49
$НСР_{05}$ – т/га		**0,13**						

Среднее по сорту (т/га): 2,37–2,62–2,68. Среднее по нормам высева:2,41–2,49–2,55
Среднее по удобрениям – 2,66
$НСР_{05}$ – фактор сорт – 0,12 т/га. $НСР_{05}$ – фактор норма высева – 0,11 т/га.
$НСР_{05}$ – фактор удобрения – 0,08 *см. схему

2022 год								
Восточная	1,5	0,95	–	46,8	2,52	1,35	48,4	54
	2,0	0,97	0,02	48,0	2,50	1,33	48,0	53
	2,5	0,97	0,02	51,4	2,16	1,26	47,6	56
	*2,5 + NPK в рядки	1,19	0,24	53,2	2,68	1,40	49,0	52
	** 2,5 + подкормка	1,24	0,29	53,2	2,61	1,36	48,4	52
Орловская краснозёрная	1,5	1,20	–	42,5	3,38	1,51	44,0	45
	2,0	1,34	0,14	44,0	3,36	1,46	42,6	43
	2,5	1,43	0,23	46,3	3,10	1,42	41,9	46
	*2,5 + NPK в рядки	1,56	0,36	51,4	3,48	1,59	43,7	46
	** 2,5 + подкормка	1,54	0,34	49,0	3,48	1,56	43,4	45
Фламенко	1,5	1,38	–	50,8	3,58	1,64	48,6	46
	2,0	1,41	0,03	51,0	3,54	1,58	48,3	45
	2,5	1,45	0,07	52,2	3,43	1,52	46,2	44
	*2,5 + NPK в рядки	1,64	0,26	54,4	3,88	1,70	50,7	44
	** 2,5 + подкормка	1,61	0,23	54,0	3,68	1,68	50,4	43
$НСР_{05}$ фактор сорт – 0,10 т/га; $НСР_{05}$ фактор – норма высева – 0,12 т/га $НСР_{05}$ фактор–удобрения – 0,07 Среднее (т/га) сорта – 1,09–1,41–1,52; Среднее нормы высева – 1,77–1,86–1,98; Среднее удобрения – 1,21-1,55-1,62								
Среднее за 2021-2022 гг.								
Восточная	1,5	1,63	–	48,3	2,58	1,22	49,1	47
	2,0	1,64	0,01	49,0	2,53	1,14	48,3	46
	2,5	1,66	0,03	50,9	2,26	1,04	47,2	46
	*2,5 + NPK в рядки	1,82	0,19	52,2	2,58	1,34	49,9	52
	** 2,5 + подкормка	1,84	0,21	52,7	2,52	1,30	49,6	52
Орловская краснозёрная	1,5	1,80	–	44,5	2,74	1,34	45,2	50
	2,0	1,86	0,06	47,8	2,73	1,29	43,7	49
	2,5	2,02	0,22	47,3	2,57	1,24	42,0	49
	*2,5 + NPK в рядки	2,13	0,33	50,4	3,06	1,54	43,3	51
	** 2,5 + подкормка	2,16	0,36	50,0	3,08	1,52	43,6	50
Фламенко	1,5	1,85	–	50,4	3,42	1,66	51,7	48
	2,0	1,89	0,04	50,5	3,35	1,55	51,0	47
	2,5	2,06	0,21	51,2	3,24	1,49	48,7	46
	*2,5 + NPK в рядки	2,22	0,37	52,9	3,65	1,67	51,6	46
	** 2,5 + подкормка	2,23	0,38	53,0	3,55	1,69	51,2	46
Среднее (т/га) – сорта – 1,73–2,02–2,10; Среднее – нормы высева – 2,09–2,17–2,26 Среднее (т/га) – удобрения – 2,03–2,16								

Литература

1. Инновационный опыт производства чечевицы. (Зотиков В.И., Борзенкова Г.А., Васильчиков А.Г., Глазова З.И. и др.) - М; ФГБНУ "Росинформагротех", 2013. - 44 с.
2. Коноплёв Ю.И. Влияние биологических и агротехнических факторов на формирование продукционного процесса и повышение урожайности семян новых сортов чечевицы// Автореферат. канд. дисс. - ОрёлГАУ, – 2004. – 21 с.
3. Ятчук П. В. Современное состояние производства чечевицы // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 4 (28). – С. 110-112. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-1058.
4. Чечевица: площади, сборы и урожайность в 2001–2019 гг./ Экспертно-аналитический центр агробизнеса «АБ-Центр». www.ab-centre.ru
5. Задорин А.М., Уваров В.Н., Ятчук П.В., Булгакова А.К. Новый сорт чечевицы Орловская краснозёрная. //Зернобобовые и крупяные культуры. –2015.–№ 4 (16). – С. 47-49.
6. Суворова Г.Н., Иконников А.В., Ятчук П.В., Задорин А.М, Зеленов А.А. Новый сорт чечевицы Фламенко // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. –№ 4 (36). – С. 42-46. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11203.
7. Суворова Г.Н., Костикова Н.О., Зотиков В.И., Иконников А.В., Уварова О.В., Яньков И.И. // Новый сорт чечевицы Восточная. //Земледелие. 2014.- №4. – С.19-20.
8. Каталог сортов сельскохозяйственных культур селекции ФНЦ ЗБК. – Орёл, – 2021. – 199 с. (Полухин А.А., Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Бударина Г.А., Грядунова Н.В., Хмызова Н.Г. и др.)
9. Голопятов М.Т. Продуктивность и технологичность сортов чечевицы нового поколения //Селекция и семеноводство – 2005. – № 4. – С. 33-35.
10. Глазова З.И. Перспектива применения листовых подкормок при выращивании чечевицы // Земледелие. – 2018. – № 4. – С. 24-26. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10407.
11. Глазова З.И. Использование органо-минеральных агрохимикатов при возделывании чечевицы // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – №1(33). – С.40-45. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11153.

References

1. Innovatsionnyi opyt proizvodstvo chechevitsy [Innovative experience in lentil production] (Zotikov V.I., Borzenkova G.A., Vasil'chikov A.G., Glazova Z.I. et al.). Moscow; FGBNU "Rosinform agrotekh", 2013, 44 p. (In Russian)
2. Konoplev Yu.I. Vliyanie biologicheskikh i agrotekhnicheskikh faktorov na formirovanie produktsionnogo protsessa i povyshenie urozhainosti semyan novykh sortov chechevitsy [The influence of biological and agrotechnical factors on the formation of the production process and increasing the yield of seeds of new varieties of lentils], Avtoreferat, OrelGAU, 2004, 21 p. (In Russian)
3. Yatchuk P.V. Sovremennoe sostoyanie proizvodstva chechevitsy [Current state of lentil production]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 4(28), pp. 110-112. (In Russian)
4. Chechevitsa: ploshchadi, sbory i urozhainost' v 2001-2019 gg. [Lentils: areas, harvests and yields in 2001-2019]. Ekspertno-analiticheskii tsentr agrobiznesa «AB-Tsentr» [Ekspertno-analiticheskii tsentr agrobiznesa «AB-Tsentr»]. www.ab-centre.ru (In Russian)
5. Zadorin A.M., Uvarov V.N., Yatchuk P.V., Bulgakova A.K. Novyi sort chechevitsy Orlovskaya Krasnozernaya [New lentil variety Orlovskaya Krasnozernaya]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2015, no. 4(16), pp. 47-49. (In Russian)
6. Suvorova G.N., Ikonnikov A.V., Yatchuk P.V., Zadorin A.M, Zelenov A.A. Novyi sort chechevitsy Flamenko [New lentil variety Flamenco]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no. 4 (36), pp. 42-46. (In Russian)
7. Suvorova G.N., Kostikova N.O., Zotikov V.I., Ikonnikov A.V., Uvarova O.V., Yan'kov I.I. Novyi sort chechevitsy Vostochnaya [A new variety of lentil Vostochnaya]. *Zemledelie*. 2014, no.4, pp.19-20. (In Russian)
8. Katalog sortov sel'skokhozyaistvennykh kul'tur selektsii FNTs ZBK [Catalog of varieties of agricultural crops bred by the FNTs ZBK Orel, 2021, 199 p. (Polukhin A.A., Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Budarina G.A., Gryadunova N.V., Khmyzova N.G. et al.) (In Russian)
9. Golopyatov M.T. Produktivnost' i tekhnologichnost' sortov chechevitsy novogo pokoleniya [Productivity and manufacturability of new generation lentil varieties]. *Selektsiya i semenovodstvo*, 2005, no. 4, pp. 33-35. (In Russian)
10. Glazova Z.I. Perspektiva primeneniya listovykh podkormok pri vyrashchivanii chechevitsy [The prospect of using foliar dressings in the cultivation of lentils]. *Zemledelie*, 2018, no. 4, pp. 24-26.
11. Glazova Z.I. Ispol'zovanie organo-mineral'nykh agrokhimikatov pri vozdelyvanii chechevitsy [The use of organo-mineral agrochemicals in the cultivation of lentils]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no. 1(33), pp.40-45.

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-96-106

УДК 631/635.65.574-575.44.5

РОЛЬ ГЕНОТИПИЧЕСКОГО ФАКТОРА В ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ВЕСОВЫХ ПРИЗНАКОВ СОРТООБРАЗЦОВ *VICIA FABA* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ВНУТРЕННЕГОРНОГО ДАГЕСТАНА

А. Д. ХАБИБОВ, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0001-8904-4488,
E-mail: Gakvari05@mail.ru
Н.Ш. ШУАЙБОВА, соискатель, ORCID ID: 0000-0002-9311-4722
E-mail: napisat65@mail.ru

ГОРНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД – ОП ДФИЦ РАН г. МАХАЧКАЛА, РОССИЯ

Впервые в условиях Внутреннегорного Дагестана проведен интродукционный анализ пяти сортообразцов кормовых бобов – Vicia faba L., семена которых были получены из Всероссийского института генетических ресурсов растений (ВИР) имени Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург). Работа выполнена на популяционном уровне. В результате исследований выяснена роль сортового разнообразия в структуре изменчивости семи весовых признаков у пяти сортообразцов Vicia faba L.. Среди весовых признаков объединённой выборки (∑n = 59) и каждого сортообразца этой культуры отмечены наиболее стабильные и пластичные показатели вегетативной и генеративной сферы. С минимальными значениями относительной изменчивости и эмпирических показателей (асимметрия и эксцесс) выделены индексные признаки – репродуктивное усилие и эффективность его, которые показывают долю, выделяемую на репродукцию, и относятся к главным показателям адаптивной (репродуктивной) стратегии. Для остальных пяти весовых признаков установлены как относительно высокие величины коэффициента вариации со сравнительно сходными показателями размаха (max–min) и частного (max/min) крайних вариант, так и существенные на самом высоком уровне отклонения эмпирических показателей от нормального распределения по t-критерию Стьюдента. Выявлен образец № 2399 «КИУ-82», который отличается минимальной (46,7 %) долей сухой массы плодов в генеративном побеге и максимальной (35,4 %) частью сухого веса створок в таковой боба. Между сухой массой генеративного побега и его составляющих, а также между признаками сухой массы самых компонентов отмечены существенные значения корреляционной связи. Средние значения рассматриваемых весовых признаков сортов этой культуры в новых условиях не различаются по t-критерию Стьюдента и различия носят случайный характер. Влияние сортового разнообразия на вариабельность рассматриваемых весовых признаков также носит случайный характер.

***Ключевые слова*:** Vicia faba L., интродукция, сортообразцы, весовые признаки, средние значения, эмпирические показатели, изменчивость.

Для цитирования: Хабибов А. Д., Шуайбова Н.Ш. Роль генотипического фактора в вариабельности весовых признаков сортообразцов *Vicia faba L.* при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):96-106. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-96-106

THE ROLE OF THE GENOTYPIC FACTOR IN THE VARIABILITY OF WEIGHT TRAITS OF VICIA FABA L. VARIETIES DURING INTRODUCTION IN THE CONDITIONS OF INNER MOUNTAIN DAGESTAN

A.D. Khabibov, **N.Sh. Shuaibova**

GORNY BOTANICAL GARDEN – SEPARATE SUBDIVISION DAGESTAN FRS RAS

Abstract: *For the first time in the conditions of Inner Mountain Dagestan, an introductory analysis of five varietal samples of fodder beans was carried out - Vicia faba L., the seeds of which were obtained from the All-Russian Institute of Plant Growing (VIR) named after N.I. Vavilov (St. Petersburg). The work is done at the population level. As a result of research, the role of varietal diversity in the structure of variability of seven weight traits in five varietal samples of this culture has been clarified. Among the weight features of the combined sample (∑n = 59) and each varietal sample of this culture, the most stable and plastic indicators of the vegetative and generative sphere are noted. With the minimum values of relative variability and empirical indicators (asymmetry and excess), index signs are allocated - reproductive effort and its effectiveness, which show the proportion allocated to reproduction, and belong to the main indicators of the adaptive (reproductive) strategy. For the remaining five weight features, both relatively high values of the coefficient of variation with relatively similar swing indices (max–min) and partial (max/min) extreme variants were established, as well as significant deviations of empirical indicators from the normal distribution according to Student's t-criterion at the highest level.*

Sample No. 2399 "KIU-82" was identified, which differs in the minimum (46.7%) fractions of dry fruit mass in the generative shoot and the maximum (35.4%) part of the dry weight of the flaps in such a bean. Between the dry mass of the generative shoot and those of its components, as well as between the signs of the dry mass of the components themselves, significant values of the correlation are noted.

The average values of the considered weight characteristics of the varieties of this crop under the new conditions do not differ according to the Student's t-criterion, and the differences are random. The influence of varietal diversity on the variability of the weight characteristics under consideration is also random.

Keywords: *Vicia faba L.*, introduction, varietal samples, weight signs, average values, empirical indicators, variability.

Введение

Общеизвестно, что зернобобовые культуры являются важным источником кормового растительного белка. Высокое содержание белка считают основным достоинством их. По значимости и распространённости они уступают только зерновым злакам и плоды их собирают исключительно в целях использования сухих зёрен. Из более 60 видов зернобобовых культур, которые известны в мировом земледелии, наиболее значимыми были и остаются соя, нут, фасоль, горох, чечевица, кормовые бобы, люпин, маш, арахис, вигна и др. [1]. Кормовые (русские, конские) бобы – *Vicia faba* L. (1753) заслуживают особого внимания как продовольственная и кормовая культура, из зерновых бобовых культур они дают самые высокие урожаи семян с большим содержанием (до 35%) белка (Вавилов П.П., Гриценко В.В., Кузнецов В.С. и др. 1986), [2]. *Vicia faba* L. является единственным видом в роде Faba L. семейства *Fabáceae*. Это однолетнее перекрёстноопыляемое растение представлено только в культуре. Стебель у кормовых бобов четырёхгранный и может достигать высоту от 1-1,5 м.

Кормовые бобы как пищевые и кормовые распространены во всех странах умеренных поясов, а в бывшем СССР – почти повсюду (Мартынов С.М. 1954). В настоящее время в мире известно свыше 450 сортов этой культуры, которые отличаются по хозяйственному назначению и морфологическим признакам и свойствам, преимущественно по величине и массе, окраске кожуры, размерам и форме семян (Гжесюк Г., Суйка Э., Грущка Я. 1962). Все возделываемые в разных странах бобы под воздействием климатических условий и деятельности человека обособились в три хорошо выраженные эколого-географические группы: северная, среднерусская и высокогорная (Сельскохозяйственный энциклопедический словарь, 1989). В нашей стране их можно выращивать почти повсеместно. Главным недостатком этой культуры считают многие специалисты – длительный и растянутый период вегетационного цикла развития, по этому признаку различают раннеспелые, среднеспелые и позднеспелые сорта.

Данная работа посвящена определению роли сортового разнообразия в структуре изменчивости весовых признаков сортообразцов *Vicia faba* L. в условиях интродукции во Внутреннегорном Дагестане (1830 м над ур. моря).

По определенным причинам для сравнительного анализа местные сортообразцы с черными и круглыми семенами включить мы не смогли. Определённые результаты оценки данного генотипического фактора в вариабельности числовых признаков сортообразцов *V. faba* в условиях интродукции среднегорного пояса Внутреннегорного Дагестана нами опубликованы ранее [3]. А также некоторые предварительные результаты интродукционного испытания сортов *V. faba* на разновысотных экспериментальных участках Горного ботанического сада ДФИЦ РАН были опубликованы ранее [4, 5].

Материал и методы исследования

Материалом для исследований были образцы семян пяти сортов *V. faba*, которые были получены из Всероссийского института генетических ресурсов растений (ВИР) им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург). Сортообразцы различались как по морфологическим показателям, так и по экологическим особенностям, поскольку семя носит отпечаток с последнего места произрастания. И испытываемый материал представлял собой сортообразцы кормовых бобов зарубежной и отечественной селекции с различными сроками хранения семян (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика исходного материала сортообразцов *V. faba*, интродуцированного во Внутреннегорном Дагестане. 2018 г.

№ п\п	№ по кат. ВИР	Название сорта	Проис-хождение	Место и год последней репродукции	Число посеянных семян	Всхожесть, %
1	2264	Вировские	Россия	Пушкин, 2007	20	45
2	2267	Велена	Россия	Пушкин, 2006	20	60
3	2398	Мария	Россия	Пушкин, 2004	20	45
4	2399	КИУ-82	Россия	Пушкин, 2004	20	80
5	609259	Широкко	Германия	Оригинал, 2005	20	70

Интродукционные испытания данных сортообразцов проводились во Внутреннегорном Дагестане (окрестности сел. Шитли Гунибского района, 1830 м высоты над уровнем моря, юго-западная экспозиция склона, координаты: с.ш.– 42º14′ 40,26″ и в.д. – 47º00′ 6,26″). в 2018-2020 гг. Посев семян проводили на участке в метровых рядах с расстоянием между семенами 20 см (рис. 1, А, В) и по мере созревания почвы т.е. при прогревании почвы на глубине заделки семян до 10°С.

Почвенные образцы брали на глубине 10-25 см. Почва опытного участка по гранулометрическому составу (механическому составу) – среднесуглинистая, содержание физической глины – 46-48%, остальная доля идет на физический песок. По содержанию частиц - почва горно-лугово-степного типа. Содержание гумуса – 3,0%. Ниже содержание гумуса уменьшается резко. В частицах преобладают первичные минералы (полевой шпат и гидрослюды). Сложение – слабоуплотненное. С глубиной увеличивается уплотнение. Глубина распространения корней растений – 0-50 см. По морфологическому составу почва имеет серую и темно-серую окраску верхнего горизонта, которая с глубиной постепенно переходит в бурую и светлобурую окраску. Реакция почвенной среды (pH) – 5,7-6,5. Сумма поглощенных оснований – 21-23 мг/экв, Са (кальция) – 53-77% и содержание общего азота – 3-4 мг, валового фосфора (P_2O_5) – 1,5-2,5 мг, валового калия (K) – 1,9-2,4%. В период роста и развития проводились фенологические наблюдения. После завершения полного вегетационного цикла у 20 и более генеративных побегов, представляющих надземную часть растения, в лабораторных условиях были учтены 21 признак, которые нами были разделены на три группы: размерные (ростовые), числовые и весовые.

A **B**

*Рис. 1. Посевы сортообразцов (**A**) и общий вид стебля с междоузлиями и соцветиями (**B**) V. Faba L. в условиях Внутреннегорного Дагестана*

В данной работе интерпретируется семь весовых признаков: сухая масса генеративного побега – надземной части растения без листовой фракции (X); стебля (x_1); плодов (x_2); семян (x_3); створок боба (x_4=x_2–x_3); репродуктивное усилие (Re = x_2/X) и эффективность репродуктивного усилия ($Eff_{(Re)}$ = x_3/x_2). Работа выполнена на популяционном уровне и получены средние статистические характеристики с последующим использованием методов корреляционного и дисперсионного анализов (Лакин Г.Ф., 1990; Любищев А.А., 1986; Зайцев Г.Н., 1983)

Различия средних значений весовых признаков сортообразцов и отклонения эмпирических показателей (асимметрия и эксцесс) от нормальной теоретической кривой распределения этих величин объединённой выборки (∑n=59) были оценены по t-критерию Стьюдента. При проведении части расчётов использовался ПСП Statgraf version 3. 0. Shareware, система анализа данных Statistica 5. 5.

Результаты и их обсуждение

По данным метеослужбы метеорологические условия в годы исследований характеризовались неравномерным распределением осадков и температурным режимом.

Погода в период вегетации в 3 года исследований характеризовалась как жаркая: средняя температура воздуха –13,5º С, что была на 0,8-0,9ºС выше нормы (12,7ºС). Средняя температура воздуха вегетационного периода 2018 года была равна 24,4ºС при средней норме – 12,7ºС. Разница между ними составляет 11,7ºС. Средняя сумма осадков за вегетационный период – 378 мм, сумма нормы – 508 мм. Разница между ними составляет 130. Май 2018 года характеризуется температурными данными: средняя – 10,6ºС, при средней норме 11,4º С, а отклонение 1,6ºС, абсолютный максимум – 24,7ºС, минимум – плюс 7,5º, средняя сумма осадков составляет 60,04 мм; при средней норме 66,5 (87,8 %) от нормы. В 2019 году в горной зоне за вегетационный период осадков выпало ниже нормы и разница между данными составляет 51,7 мм. В сентябре выпало осадков на 22,5-72,6 мм выше нормы. Соответственно, фаза цветения растений совпала с повышенными температурами, а фазы формирования и созревания плодов совпали с повышенными осадками. Это сильно повлияло на рост и развитие растений. Итак, в 2018-2020 годы среднемесячные температуры в горной зоне за вегетационный период превышали нормы на 2,4ºС. Осадков за этот период выпало ниже нормы.

При сравнительном анализе структуры изменчивости весовых признаков и их размаха и эмпирических показателей объединённой выборки (∑n=59) в условиях интродукции во

Внутреннегорном Дагестане выяснилось, что показатели вариабельности разнятся сравнительно в широких пределах (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная характеристика изменчивости и колебании средних значений весовых (мг) признаков и их эмпирических показателей объединённой выборки (∑n = 59) *V. faba* при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана (При N = 59, m_{As} = 0,3189; m_{Ex} = 0,6378)

При-знаки	$\overline{X}$	Cv, %	Min	Max	Max–min	Max/min	As		Ex		r_{xy}
							$П_1$	t	$П_2$	t	
X	14,1	90,3	3,1	72,0	68,9	23,226	2,573	8,068***	7,944	12,455***	0,863*
x_1	6,6	97,6	2,0	41,0	39,0	20,500	3,463	10,859***	14,546	22,807***	0,932*
x_2	7,5	89,8	1,1	31,0	29,9	28,200	1,697	5,321***	2,677	4,197***	0,523
x_3	5,6	85,1	1,0	22,23	21,23	22,230	1,548	4,854***	2,315	3,630***	-0,131
x_4	1,9	176,8	0,200	22,01	21,99	110,10	4,360	13,672***	22,921	35,937***	0,911*
Re	0,486	30,4	0,167	0,833	0,666	4,988	-0,092	0,288	-0,105	0,165	-0,589
(Eff_{Re})	0,778	23,1	0,290	0,996	0,706	3,434	-1,108	3,474***	0,623	0,977	-0,568

Примечание. Здесь и далее. Сухая масса (мг): X – генеративного побега – надземной части растения; x_1 – стебля; x_2 – плодов (бобов); x_3 – семян; x_4 – створок (x_2 – x_3). Re (x_2/X) – репродуктивное усилие. (Eff_{Re}) – эффективность репродуктивного усилия (x_3/x_2). r_{xy} – коэффициент корреляции между средним значением признака и его относительной изменчивостью. Для этого коэффициента корреляции число степеней свободы df = n -2 = 5 – 2 = 3. $П_1$ – показатель меры отклонения распределения частот от симметричного их распределения относительно максимальной ординаты (асимметрия – As) и $П_2$ – степень отклонения эмпирической кривой распределения от нормальной теоретической кривой (эксцесс – Ex). Ошибка показателя: асимметрии – m_{As}; эксцесса – m_{Ex}. t-критерий Стьюдента. При df = N - 1 = 59-1 = 58 ≈ 55): табличные составляют: 2,004*; 2,669** и 3,476***. *- *P < 0,05;* ** *P < 0,01;* *** *- P < 0,001.*

При этом, на наш взгляд, для средних значений главных показателей адаптивной (репродуктивной) стратегии (Re и Eff_{Re}) объединённой выборки (∑n = 59) характерны минимальные величины, как относительной изменчивости, так и амплитуды (max–min) и отношения (max/min) крайних вариант.

Однако распределение сортов *V. faba* по эффективности репродуктивного усилия (Eff_{Re}) и по своей асимметрии существенно (t=3,474***) отклоняется от нормального распределения, хотя значения остальных других эмпирических показателей (асимметрии и эксцесса) этих признаков минимальны и несущественно отклоняются от нормального распределения (рис. 2).

Для большинства средних значений весовых признаков: сухой массы генеративного побега (x), стебля (x_1), плодов (x_2), семян (x_3) характерен, как отмечает и С.А. Мамаев (1975), очень высокий уровень изменчивости. Для этих четырёх весовых признаков присущи как сравнительно сходные показатели размаха (max–min) и частного (max/min) крайних вариант, так и существенные отклонения эмпирических показателей от нормального распределения.

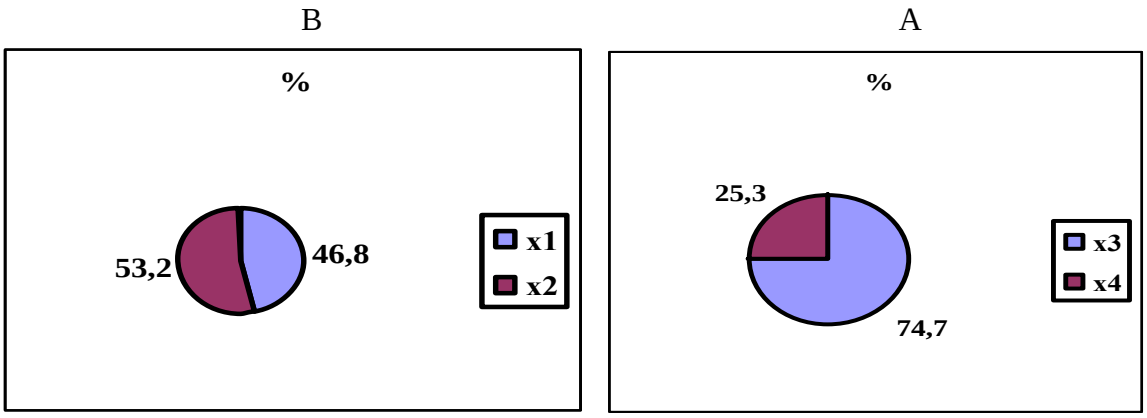


Рис. 2. А – доля (%) сухого веса семян (x3) и створок (x4) в структуре таковой бобов (x2) В – доля (%) сухого веса стебля (x1) и плодов (x2) в структуре генеративного побега (X) объединённой выборки (∑n = 59) сортообразцов V. faba.

Однако сухая масса створок (x_4) отличается от выше отмеченных четырёх весовых признаков очень высокими (более 100 %) нестандартными показателями относительной изменчивости, максимальным показателем (max/min) крайних вариант и наибольшими эмпирическими показателями, которые существенно отклоняются от нормального распределения (рис. 2) В наших исследованиях между средними величинами и относительной их изменчивостью у сухой массы генеративного побега (x), стебля (x_1), плодов (x_2), створок ($x_4 = x_2 - x_3$) выявлены существенные, на 95,0%-ном уровне достоверности корреляции (r): 0,863*, 0,932*, 0,523, 0,911*. Между средними величинами и относительной их изменчивостью: у семян (x_3); у ($Re = x_2/x$) и ($Eff_{Re} = x_3/x_2$) выявлены отрицательные корреляции (r= -0,131, -0,589, -0,568).

Для признаков – сухая масса семян (x_3), репродуктивное усилие ($Re = x_2/x$) и эффективность репродуктивного усилия ($Eff_{Re} = x_3/x_2$) с увеличением средних показателей существенно возрастают и значения коэффициента вариации.

Если в структуре генеративного побега (X) сухого веса стебля (x_1) и плодов (x_2) объединённой выборки (∑n = 59) сортообразцов *V. faba* составляют примерно одинаковые доли (%) (рис. 2 В), то в структуре сухой массы бобов (x_2) доля сухого веса семян (x_3) почти в три раза превышает таковую створок боба (x_4) (рис. 2 А). При сравнительном анализе структуры изменчивости семи весовых признаков пяти сортообразцов этой культуры выяснилось, что относительная вариабельность этих показателей колеблется также значительно в широких пределах, от 17,7 до 161,2% (табл. 3). Однако, Мамаев С.А., (1975) отмечал, что весовые признаки характеризуются большим уровнем изменчивости (в 2–3 раза), чем линейные. Минимальные значения коэффициента вариации, как и в объединённой выборке, присущи относительным признакам – репродуктивное усилие (Re) и эффективность его ($Eff_{(Re)}$), которые относятся к показателям адаптивной (репродуктивной) стратегии (табл.3). Соотношение двух данных признаков лучше контролируется генотипом, чем показатели отдельных составляющих. Поэтому для средних величин двух относительных – индексных признаков (Re и $Eff_{(Re)}$) сортов присущи минимальные значения относительной изменчивости.

Таблица 3

Сравнительная характеристика структуры изменчивости весовых (мг) признаков сортообразцов *V. faba* при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана (1830 м высоты над ур. м.)

При-знаки	Сортообразцы									
	2264 (10)		**2267 (10)**		**2398 (10)**		**2399 (15)**		**609259 (14)**	
	$\overline{X} \pm S_{\overline{x}}$	Cv, %	$\overline{X} \pm S_{\overline{x}}$	Cv, %	$\overline{X} \pm S_{\overline{x}}$	Cv, %	$\overline{X} \pm S_{\overline{x}}$	Cv, %	$\overline{X} \pm S_{\overline{x}}$	Cv, %
X	17,9± 4,75	84,4	12,5±2,43	61,3	13,0± 2,81	68,2	16,9± 4,99	114,4	10,4± 1,29	47,5
x_1	8,7± 2,43	88,4	5,8± 0,83	45,1	5,2± 0,94	57,2	9,0± 2,66	114,6	4,3± 0,50	43,3
x_2	9,2± 2,40	82,1	6,7± 1,68	78,9	7,8± 2,18	87,9	7,9± 2,39	117,4	6,1± 0,89	54,9
x_3	6,9± 1,42	65,3	5,3± 1,37	82,2	6,5± 2,02	97,5	5,1± 1,47	111,8	4,9± 0,81	62,0
x_4	2,3± 1,22	161,2	1,4± 0,45	98,5	1,3± 0,61	136,5	2,8±1,44	198,0	1,2±0,23	68,8
Re	0,520± 0,0369	22,4	0,460± 0,0452	31,1	0,449± 0,0678	47,8	0,427± 0,0290	26,3	0,571± 0,0317	20,8
$Eff_{(Re)}$	0,831± 0,0466	17,7	0,769± 0,0293	12,1	0,806± 0,0585	22,9	0,726± 0,0633	33,8	0,783± 0,0448	21,4

Примечание. X – средние значения признаков, Cv- коэффициент вариации

Крайние величины средних показателей репродуктивного усилия (Re) только двух сортообразцов (к-2399 и к-609259) отличаются существенно по t-критерию Стьюдента (t = 3,35**), хотя различия остальных учтенных весовых признаков всех сортообразцов по данному показателю носят случайный характер (табл. 4). Для других весовых признаков – сухой массы генеративного побега (x), стебля (x_1), плодов (x_2), семян (x_3) всех сортообразцов этой культуры характерны значительно высокие показатели относительной вариабельности, которые, по шкале С.А. Мамаева, (1975), относятся к очень высокому уровню изменчивости.

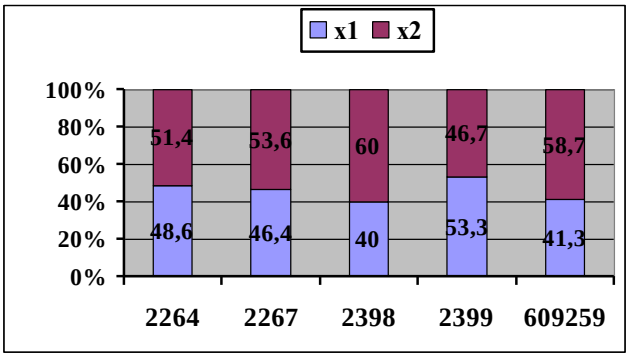
Таблица 4

Сравнительная характеристика сравнения средних значений весовых признаков сортообразцов *V. Faba L.* по t-критерию (df = $n_1 + n_2 – 2$)

№ п/п	Варианты сравнения	df	Признаки						
			X	x_1	x_2	x_3	x_4	Re	$Eff_{(Re)}$
1	2264 и 2267	18	0,993	1,12	0,85	0,84	0,69	1,03	1,13
2	2264 и 2398	18	0,869	1,34	0,43	0,16	0,73	0,92	0,33
3	2264 и 2399	23	0,131	0,08	0,38	0,88	0,21	0,25	1,34
4	2264 и 609259	22	1,564	1,77	1,21	1,22	0,97	0,14	0,74
5	2267 и 2398	18	0,13	0,48	0,40	0,49	0,13	0,13	0,57
6	2267 и 2399	23	0,79	1,15	0,41	0,10	0,86	0,61	0,62
7	2267 и 609259	22	0,87	1,55	0,32	0,25	0,59	0,24	0,26
8	2398 и 2399	23	0,68	1,35	0,03	0,56	0,90	0,30	0,93
9	2398 и 609259	22	0,94	0,85	0,72	0,74	0,31	1,63	0,31
10	2399 и 609259	27	1,32	1,74	0,71	0,12	1,10	3,35**	0,74

Примечание. Сухая масса (мг): X – генеративного побега; x_1 – стебля; x_2 – плодов (бобов); x_3 – семян; x_4 – створок (x_2 – x_3); Re (x_2/X) – репродуктивное усилие; (Eff_{Re})– эффективность репродуктивного усилия (x_3/x_2)

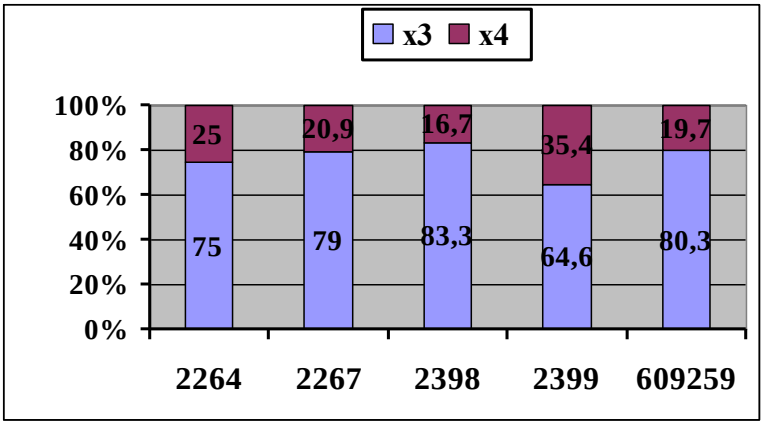
Однако для этих четырёх признаков сортообразца к-2399 отмечены нестандартные и нетипичные, 100 и более процентные показатели коэффициента вариации, которые значительно превышают обычные и свойственные или нормативные величины. Подобные нестандартные показатели относительной вариабельности свойственны и сухой массе створок (**x_4**) почти всех сортообразцов. Последний признак сухой массы также отличается от сравниваемых таковых и минимальными средними значениями. Определение доли составляющих генеративного побега (X) показало, что доля (%) сухого веса стебля (x_1) в структуре генеративного побега (X) сортообразца – к-2399, в отличие от остальных сортообразцов, незначительно, хотя и различия несущественны по t-критерию, превышает процент сухой массы плодов (x_2) (рис. 3).



Варианты сравнения	df	t	
		x_1	Табл. на 95 %
2399 и 2264	23	0,245	2,069
2399 и 2267	23	0,343	2,069
2399 и 2398	23	0,642	2,069
2399 и 609259	27	0,648	2,052

Рис. 3. Доля (%) сухого веса стебля (x1) и плодов (x2) в структуре генеративного побега (X) сортообразцов V. Faba L.

По данным (рис. 3) видно что максимальная доля (60,0%) признака вегетативной сферы – сухого веса стебля (x_1) в структуре генеративного побега (X) сортообразцов *V. Faba* отмечена у сортообразца к-2398. Соответственно, для интродуцента к-2398 отмечена минимальная часть показателя генеративной сферы – сухого веса стебля (x_1). При этом остальные сортообразцы занимают промежуточное положение. Крайние варианты и в структуре сухой массы боба (x_2) занимают те же сортообразцы (к-2399 и к- 2298) у которых различия также не значимо отличались по процентному составу сухого веса в структуре генеративного побега (X) (рис. 4).



Варианты сравнения	df	t	
		x_4	Табл. на 95 %
2399 и 2264	23	0,536	2,069
2399 и 2267	23	0,769	2,069
2399 и 2398	23	1,085	2,069
2399 и 609259	27	0,980	2,052

Рис. 4. Доля (%) сухого веса семян (x3) и створок (x4) в структуре таковой бобов (x2) сортообразцов V. Faba L.

В то же время между сухой массой генеративного побега (X) объединённой выборки (n = 59) и каждого сортообразца в отдельности, с одной стороны, и сухим весом стебля (x_1), плодов (x_2) и семян (x_3), с другой, как и следовало бы ожидать, для всех вариантов отмечены

существенные, преимущественно на самом высоком уровне значимости, значения корреляционной связи (табл. 5).

Таблица 5

Сравнительная характеристика корреляционных связей (r_{xy}) весовых признаков сортообразцов *V. faba* в условиях интродукции (df = n – 2)

Сорто образцы	df	r_{xy} между признаками									
		X и x_1	X и x_2	X и x_3	X и x_4	X и Re	X и (Eff_{Re})	x_1 и x_2	x_1 и x_3	x_1 и x_4	x_1 и Re
2264	8	98^{***}	98^{***}	89^{***}	89^{***}	-	-82^{**}	91^{***}	81^{**}	85^{**}	-
2267	8	94^{***}	99^{***}	95^{***}	78^{**}	89^{***}	-	87^{***}	81^{**}	76^{**}	70^{*}
2398	8	77^{**}	96^{***}	97^{***}	-	-	-	-	67^{*}	-	81^{**}
2399	13	99^{***}	99^{***}	74^{**}	89^{***}	-	-	95^{***}	64^{**}	93^{***}	-
609259	12	87^{***}	91^{***}	86^{***}	59^{*}	-	-	61^{*}	57^{*}	-	-
∑	57	96^{***}	96^{***}	76^{***}	83^{***}	-	-27^{*}	84^{***}	57^{***}	85^{***}	-
r_{xy} между признаками											
Сорто образцы	x_1 и (Eff_{Re})	x_2 и x_3	x_2 и x_4	x_2 и Re	x_2 и (Eff_{Re})	x_3 и x_4	x_3 и Re	x_3 и (Eff_{Re})	x_4 и Re	x_4 и (Eff_{Re})	Re и (Eff_{Re})
2264	-78^{**}	92^{***}	90^{***}	-	-82^{**}	66^{*}	-	-	-	-96^{***}	-
2267	-	97^{***}	75^{*}	94^{***}	-	-	94^{***}	-	64^{*}	-	-
2398	-	96^{***}	-	-	-	-	-	-	-	-85^{**}	-
2399	-	83^{***}	82^{***}	-	-	-	54^{*}	-	-	-61^{*}	-
609259	-	97^{***}	54^{*}	56^{*}	-	-	56^{*}	-	-	-55^{*}	-
∑	-33^{**}	88^{***}	74^{***}	-	-	34^{**}	-	-	-	-61^{***}	-

Примечание. Коэффициент корреляции (r_{xy}) приведён в виде первых двух знаков после запятой. Число степеней свободы df = **n – 2**. Прочерк означает отсутствие существенной связи. *- *P < 0,05;* ** *P < 0,01;* *** - *P < 0,001.*

Такие же достоверные корреляции установлены между самими составляющими (x_1, x_2, x_3) генеративного побега. Между этими выше отмеченными тремя признаками сухой массы (X, x_1 и x_2) и с главными показателями адаптивной стратегии – репродуктивным усилием (Re) и эффективностью его (Eff_{Re}) меньше достоверных связей. ½ доля случаев достоверных связей сухой массы семян (x_3) свойственна с репродуктивным усилием (Re), а все связи её с эффективностью репродуктивного усилия (Eff_{Re}) носят случайный характер. Однако для сухой массы створок (x_4) с таковой генеративного побега (X), стебля (x_1), плодов (x_2) не для всех вариантов характерны значимые связи. Для данного весового признака (x_4) с сухой массой семян (x_3) и репродуктивным усилием в редких случаях отмечены и существенные значения корреляции. Между сухой массой створок (x_4) и эффективностью репродуктивного усилия (Eff_{Re}) наблюдаются отрицательные показатели корреляционной связи. При этом все корреляции между самыми главными признаками адаптивной стратегии – репродуктивным усилием (Re) и эффективностью репродуктивного усилия (Eff_{Re}) несущественны, и они носят случайный характер.

В результате проведённого однофакторного дисперсионного анализа выяснилось, что генотипический фактор – сортовое разнообразие существенного влияния на изменчивость учтённых весовых признаков этой культуры не оказывает, и оно носит случайный характер.

Таблица 6

Результаты однофакторного (сортовое разнообразие) дисперсионного анализа весовых признаков растений сортообразцов *V. faba* в условиях интродукции во Внутреннегорном Дагестане (df = n – 1)

Признаки	SS	mS	F(4)	h^2,%
X	511,4318	127,85795	0,784	5,5
x_1	231,3683	57,842070	1,416	9,5
x_2	69,0012	17,250312	0,366	2,6
x_3	37,1339	9,283485	0,390	2,8
x_4	25,35232	6,338080	0,543	3,9
Re	0,1856616	0,0464154	2,322	14,7
$Eff_{(Re)}$	0,0772919	0,0193230	0,583	4,1

Примечание. SS – среднее квадратичное отклонение. mS – дисперсия. F – критерий Фишера. В скобках указано число степеней свободы (df). h^2 - сила влияния фактора, %. Прочерк означает отсутствие существенного влияния фактора. * - P < 0,05; **- P < 0,01; *** - P < 0,001. *F-критерия этих признаков уступают показателю табличной (2,56) при P_1= 95 % (df_1 = 5-1 = 4 и df_2 = 59-5 = 54).*

Это вполне естественно, поскольку в нетипичных, относительно жестких условиях Внутреннегорного Дагестана (1830 м высоты над уровнем м.) растения стремятся не к набору вегетативной массы за короткий срок, а оставлению потомства и набирают только то, что необходимо и достаточно для завершения полного вегетационного цикла. Подобное подтверждают и результаты сравнения средних показателей учтённых весовых признаков по t-критерию Стьюдента, где все различия, за исключением одного варианта, не существенны и носят случайный характер.

Заключение

Таким образом, проведен интродукционный анализ пяти сортообразцов кормовых бобов – *Vicia faba* L., полученных из Всероссийского института генетических ресурсов растений (ВИР) им. Н.И. Вавилова, во Внутреннегорном Дагестане (окрестности сел. Шитли Гунибского района, 1830 м высоты над ур. м., юго-западная экспозиция склона, координаты: с. ш.– 42º14′ 40,26″ и в.д. – 47º00′ 6,26″). Выяснена роль сортового разнообразия в структуре вариабельности семи весовых признаков пяти сортообразцов этой культуры. Среди весовых признаков объединённой выборки (∑n = 59) и каждого сортообразца данной культуры отмечены наиболее стабильные и пластичные показатели вегетативной и генеративной сферы. С минимальными значениями относительной вариабельности и эмпирических показателей (асимметрия и эксцесс) выделены относительные признаки – репродуктивное усилие и эффективность его, которые относятся к главным показателям адаптивной (репродуктивной) стратегии и показывают выделяемую на репродукцию долю. Для других остальных пяти весовых признаков свойственны относительно высокие величины коэффициента вариации со сравнительно сходными показателями размаха (max–min) и частного (max/min) крайних вариант, а также существенные на самом высоком (99,9%) уровне отклонения эмпирических показателей от нормального распределения по t-критерию Стьюдента. Среди испытанных сортов выявлен сортообразец № 2399 «КИУ-82», который

отличается минимальной (46,7%) долей сухой массы плодов в генеративном побеге и максимальной (35,4%) частью сухого веса створок в таковой боба. Между сухой массой генеративного побега и таковыми его составляющих, а также между весовыми признаками самых компонентов отмечены существенные значения корреляционной связи. Однако средние величины рассматриваемых весовых признаков всех сортов этой культуры не различаются по t-критерию Стьюдента и различия носят случайный характер. Влияние генотипического фактора – сортового разнообразия на вариабельность рассматриваемых весовых признаков также носит случайный характер.

Литература

1. Биология. Большой энциклопедический словарь. Научное изд-во «Большая Российская энциклопедия». – М.: – 2001. – 76 с.

2. Коломейченко В.В. Растениеводство. М.: Агробизнесцентр, – 2007. – 600с.

3. Хабибов А.Д., Шуайбова Н.Ш. Роль генотипического фактора в вариабельности числовых признаков сортообразцов Vicia faba L. при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022; – 1 (41): – С. 61- 71.

4. Шуайбова Н.Ш., Хабибов А.Д., Магомедов А.М. Роль некоторых факторов в изменчивости признаков роста и семенной продуктивности *Vicia faba* L. в условиях Внутреннегорного Дагестана // Юг России: экология и развитие. – 2013. – Т. 8. – № I. – С. 81-88.

5. Хабибов А.Д., Шуайбова Н.Ш. Роль генотипического фактора в вариабельности размерных признаков сортообразцов *Vicia faba* L. при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 5 (91). – С. 46-53.

References

1. Biology. A large encyclopedic dictionary. Scientific publishing house "Great Russian Encyclopedia". Moscow, 2001, p. 76. (In Russian)

2. Kolomeichenko V.V. Rastenievodstvo [Plant Growing]. Moscow, Agrobiznestsentr, 2007, 600 p. (In Russian)

3. Khabibov A.D., Shuaibova N.Sh. Rol' genotipicheskogo faktora v variabel'nosti chislovykh priznakov sortoobraztsov *Vicia faba* L. pri introduktsii v usloviyakh Vnutrennegornogo Dagestana [The role of the genotypic factor in the variability of numerical signs of varietal specimens Vicia faba L. during introduction in the conditions of Inner Mountain Dagestan] Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2022; 1(41): pp. 61- 71. (In Russian)

4. Shuaibova N.Sh., Khabibov A.D., Magomedov A.M. The role of some factors in the variability of signs of growth and seed productivity Vicia faba L. in the conditions of Internalgorny Dagestan. South of Russia: ecology and development. 2013, V. 8, No. I, pp. 81-88. (In Russian)

5. Khabibov A.D., Shuaibova N.Sh. Rol' genotipicheskogo faktora v variabel'nosti razmernykh priznakov sortoobraztsov Vicia faba L. pri introduktsii v usloviyakh Vnutrennegornogo Dagestana [The role of the genotypic factor in the variability of size traits of Vicia faba L. varieties during introduction in the conditions of Inner Mountain Dagestan]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021, No.5 (91), pp. 46-53 (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-107-115

УДК 633.17:631.82:631.438

ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА АЛЬБИТ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПРОСА

В.Ф. ШАПОВАЛОВ, доктор сельскохозяйственных наук, e-mail: bishutina@rambler.ru
Л.И. БИШУТИНА, старший преподаватель e-mail: bishutina@rambler.ru
Н.М. БЕЛОУС, доктор сельскохозяйственных наук, e-mail: belous-nm@mail.ru
Г.П. МАЛЯВКО, доктор сельскохозяйственных наук, e-mail: gpmalyavko@yandex.ru
Л.П. ХАРКЕВИЧ, доктор сельскохозяйственных наук, e-mail: malyavkogp@bgsha.com

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В полевом опыте на дерново-подзолистой песчаной радиоактивно загрязненной почве изучено влияние минеральных удобрений различной степени насыщенности и некорневой обработки стимулятором роста Альбит на урожайность и качество зерна проса сорта Квартет. Установлено положительное действие возрастающих доз азотного и калийного удобрения в составе NPK на величину урожая, биологические и технологические показатели качества зерна проса. Максимальная урожайность 4,61 т/га и сбор сырого белка 0,622 т/г получены по фону $N_{120}P_{60}K_{120}$ в сочетании со стимулятором роста Альбит. Применяемые системы удобрения способствовали повышению содержания сырого белка с 11,0 на контроле до 13,5% по вариантам опыта и повышению общей суммы аминокислот в зерне проса. Наибольшая натура зерна 781 г/л, масса 1000 зерен 7,9 г, выход крупы 86% и наименьшая плёнчатость 11,2% получены на варианте $N_{120}P_{60}K_{120}$ в комплексе со стимулятором роста Альбит. Концентрация остаточных нитратов в зерне проса не превышала ПДК. Удельная активность ^{137}Cs в зерне проса под влиянием изучаемых средств химизации уменьшилась в 1,1 - 3,3 раза.

Ключевые слова: просо, удобрения, биопрепарат Альбит, урожайность, качество.

Для цитирования: Шаповалов В.Ф., Бишутина Л.И., Белоус Н.М., Малявко Г.П., Харкевич Л.П. Оценка применения минеральных удобрений и биопрепарата Альбит при возделывании проса. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):107-115. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-107-115

EVALUATION OF THE USE OF MINERAL FERTILIZERS AND BIOLOGICAL PREPARATION ALBIT IN THE CULTIVATION OF MILLET

V.F. Shapovalov, L.I. Bishutina, N.M. Belous, G.P. Malyavko, L.P. Kharkevich

FSBEI HE «BRYANSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY»

Abstract: *In a field experiment on sod-podzolic sandy radioactively contaminated soil, the effect of mineral fertilizers of various degrees of saturation and non-root treatment with the growth stimulant Albit on the yield and quality of millet grain of the Quartet variety was studied. The positive effect of increasing doses of nitrogen and potash fertilizers in the composition of NPK on the yield, biological and technological indicators of the quality of millet grain has been established. The maximum yield of 4.61 t/ha and the collection of crude protein of 0.622 t/g were obtained from the background of $N_{120}P_{60}K_{120}$ in combination with the growth stimulator Albit. The applied fertilizer systems contributed to an increase in the crude protein content from 11.0% in the control to 13.5% according to the experimental variants and an increase in the total amount of amino acids in millet grain. The largest grain size is 781 g/l, the mass of 1000 grains is 7.9 g, the yield of*

cereals is 86% and the lowest film content is 11.2% were obtained using the $N_{120}P_{60}K_{120}$ variant in combination with the growth stimulator Albit. The concentration of residual nitrates in millet grain did not exceed the MPC. The specific activity of ^{137}Cs in millet grain under the influence of the studied chemicalization agents decreased by 1.1 - 3.3 times.

Keywords*:* millet, fertilizers, Albit biopreparation, yield, quality.

Введение. Решение проблемы продовольственной безопасности страны напрямую зависит от увеличения объемов производства товарного зерна, отвечающего мировым стандартам качества не менее чем на 95%, достижение которого в определенной степени определяется оптимизацией уровня минерального питания [1]. В современном земледелии России важнейшим фактором, способствующим увеличению объемов производства зерна, является выход на более высокий уровень технологических приемов возделывания зерновых культур, в основу которых положен принцип экологизации, интенсификации и энергосбережения, базирующийся на внедрении в производство новейших биологически активных и малозатратных препаратов, повышающих наравне с увеличением продуктивности рентабельность производства [2,3].

Одной из важнейших зернокрупяных культур, относящихся к хлебам второй группы, является просо, которое в структуре мирового производства зерна занимает около 4,6%. В Российской Федерации урожайность проса, как одной из ведущих крупяных культур, находится на уровне 0,7-1,15 т/га, при этом его биологический потенциал используется не более чем на 50% [4-6].

Изучение агротехнических, агрохимических и технологических приемов возделывания проса, особенно актуально в специфических условиях радиоактивного загрязнения обширных территорий юго-запада Центрального Нечерноземья. Особую значимость имеет научно-обоснованный подход по оптимизации минерального питания, где ведущую роль играет калий, применяемый в повышенных дозах и обеспечивающий производство растениеводческой продукции, отвечающей требованиям радиологического норматива [7-10]. В связи с этим разработка научно обоснованных, экономически оправданных, экологически безопасных приемов возделывания проса, позволяющих повысить продуктивность и качество зерна, при сохранении и улучшении плодородия почвы является актуальной.

Цель исследования – оценка эффективности действия минеральных удобрений в комплексе с биопрепаратом Альбит на урожайность и качество зерна проса при радиоактивном загрязнении почвы в отдаленный период после аварии на ЧАЭС.

Методика исследований

Исследования проводили в 2019-2021 годах на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии Брянского ГАУ. Изучали особенности формирования продуктивности проса сорта Квартет в зависимости от систем удобрения различной степени насыщенности и биопрепарата Альбит.

Полевые опыты закладывали на опытном поле Новозыбковской СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в пятипольном плодосменном севообороте: картофель – овес – люпин – просо – озимая рожь.

Схема опыта включала следующие варианты: 1. Контроль (без удобрений); 2. Альбит; 3. $P_{60}K_{60}$; 4. $N_{60}P_{60}K_{60}$; 5. $N_{90}P_{60}K_{90}$; 6. $N_{120}P_{60}K_{120}$; 7. $N_{60}P_{60}$ + Альбит; 8. $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Альбит; 9. $N_{90}P_{60}K_{90}$ + Альбит; 10. $N_{120}P_{60}K_{120}$ + Альбит. Почва опытного участка дерново-подзолистая песчаная с содержанием органического вещества 1,93-1,98 % (по Тюрину), подвижных форм фосфора и подвижного калия (по Кирсанову) соответственно 326-348 и 82-118 мг/кг почвы, pH_{KCL} 6,6-6,8. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs 282-318 Бк/кг. Повторность вариантов опыта трехкратная, расположение делянок систематическое, площадь посевной делянки 120 м^2. Учетная площадь делянки первого порядка 50 м^2, второго – 50 м^2. Объект исследований просо, сорт Квартет, предшественник люпин на зерно. За исключением изучаемых агроприемов технология возделывания проса соответствовала общепринятой для региона.

Минеральные удобрения: аммиачную селитру (34,4% N), суперфосфат двойной гранулированный (48% P_2O_5), калий хлористый (56% K_2O) вносили под предпосевную обработку почвы. Посев осуществляли сеялкой СЗ-3,6 на глубину 4-6 см в первой декаде мая с нормой высева 2,5 млн. шт/га. Система защиты растений включала применение протравителя Оплот ВСК + Табу (1,6+1,5 л/т), против сорняков посевы в фазе кущения обрабатывали гербицидом Балерина (0,3 л/га), против болезней применяли фунгицид Колосаль Про КМЭ (0,4 л/га). Некорневую обработку посевов препаратом Альбит проводили в начале фазы выхода в трубку из расчета 50 мл/га, расход рабочей жидкости – 300 л/га. Уборку урожая проводили сплошным методом, поделяночно, комбайном «Сампо-500». Урожайность зерна приводили к стандартной влажности (14%). Лабораторно-аналитические исследования выполняли в соответствии с общепринятыми методиками в Центре коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО Брянский ГАУ. Удельную активность ^{137}Cs в зерне и почве определяли используя измерительный комплекс УСК «Гамма +» с программным обеспечением «Прогресс-2000» в геометрии «Маринелли». Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли по Б.А. Доспехову (1985). Метеорологические условия в годы исследований различались. Более благоприятными по увлажнению и температурному режиму были 2020-2021 годы, 2019 год характеризовался как менее влагообеспеченный.

Результаты исследований

Уровень урожайности растений является важнейшим и наиболее объективным интегрирующим показателем благоприятности условий внешней среды для произрастания растений. Наименьшая урожайность зерна проса формировалась в погодно-климатических условиях вегетационного периода 2019 года изменяясь по вариантам опыта в пределах от 2,32 до 4,44 т/га при средней урожайности 3,28 т/га (табл. 1). Наиболее высокая урожайность была получена в более благоприятном 2020 году, варьируя по вариантам опыта от 2,47 на контроле до 4,72 т/га. В среднем за годы исследований на контроле урожайность зерна проса составила 2,41 т/га, обработка растений биопрепаратом Альбит позволила её повысить на 0,17 т/га, применение фосфорно-калийного удобрения $P_{60}K_{60}$ – до 2,56 т/га, где прибавка урожайности составила 0,16 т/га.

Таблица 1

Урожайность зерна проса в зависимости от применяемых средств химизации, т/га

Год / Вариант	Прибавка						Окупаемость удобр. прибавк. урожая, кг/кг
	2019	2020	2021	Среднее	К контролю	От Альбита	
Контроль	2,35	2,47	2,42	2,41	-	-	-
Альбит	2,32	2,64	2,58	2,58	0,17	0,17	-
$P_{60}K_{60}$	2,48	2,62	2,61	2,57	0,16	-	1,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,18	3,48	3,39	3,35	0,94	-	5,2
$N_{90}P_{60}K_{90}$	3,53	3,67	3,61	3,60	1,19	-	5,0
$N_{120}P_{60}K_{120}$	3,96	4,12	4,10	4,06	1,65	-	5,5
$N_{60}P_{60}$ + Альбит	2,80	2,86	2,72	2,79	0,38	0,22	3,2
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Альбит	3,59	3,93	3,85	3,79	1,38	0,44	7,7
$N_{90}P_{60}K_{90}$ + Альбит	3,93	4,15	4,20	4,09	1,68	0,49	7,0
$N_{120}P_{60}K_{120}$ + Альбит	4,44	4,72	4,67	4,61	2,20	0,55	7,9
В среднем по опыту	3,28	3,47	3,41	3,38	-	-	-
$НСР_{05}$	0,16	0,12	0,11	-	-	-	-

Внесение дополнительно азотного удобрения в дозе N_{60} к $P_{60}K_{60}$ увеличило урожайность зерна до 3,35 т/га при величине прибавки 0,94 т/га. При увеличении дозы азотного удобрения до 90 кг/га д.в. в составе NPK, урожайность зерна проса увеличилась до 3,60 т/га, при величине прибавки относительно контроля 1,19 т/га. При дальнейшем увеличении дозы азота до 120 кг/га ($N_{120}P_{60}K_{120}$) урожайность зерна проса повысилась в сравнении с контролем, на 1,65 т/га составляя 4,06 т/га.

Обработка вегетирующих растений проса регулятором роста Альбит на фоне применения $N_{60}P_{60}$ позволила увеличить урожайность зерна проса до 2,79 т/га при величине прибавки в сравнении с контролем на 0,38 т/га (11,6%), а относительно варианта $P_{60}K_{60}$ на 0,21 т/га (10,6%). При обработке посевов проса препаратом Альбит в комплексе с полным минеральным удобрением $N_{60}P_{60}K_{60}$ урожайность зерна проса увеличилась до 3,79 т/га, прибавка достигла уровня 1,38 т/га. Последовательно возрастающие дозы полного минерального удобрения $N_{90}P_{60}K_{90}$ и $N_{120}P_{60}K_{120}$ позволили повысить урожайность зерна проса до 4,09 и 4,61 т/га соответственно при величине прибавок 1,68 и 2,20 т/га. Таким образом, максимальная урожайность зерна проса 4,61 т/га достигнута при применении полного минерального удобрения $N_{120}P_{60}K_{120}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит и окупаемости 1кг NPK прибавкой урожая зерна равной 7,9 кг/кг.

В среднем за годы исследований содержание сырого белка в зависимости от применяемых систем удобрения изменялось от 11,0 до 13,5% при максимуме в варианте $N_{120}P_{60}K_{120}$ + Альбит и величине его сбора с единицы площади 0,622 т/га (табл. 2).

Таблица 2

Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на содержание и сбор белка с урожаем проса, %

Год / Вариант	2019	2020	2021	Среднее	Сбор сырого белка, т/га
Контроль	11,2	10,8	11,0	11,0	0,265
Альбит	11,6	11,4	11,3	11,4	0,294
$P_{60}K_{60}$	11,6	11,2	11,5	11,4	0,293
$N_{60}P_{60}K_{60}$	12,4	11,8	12,1	12,1	0,405
$N_{90}P_{60}K_{90}$	12,6	12,2	12,4	12,4	0,446
$N_{120}P_{60}K_{120}$	12,9	12,3	12,6	12,5	0,507
$N_{60}P_{60}$ + Альбит	12,8	11,8	12,4	12,3	0,343
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Альбит	13,2	12,6	12,9	12,9	0,489
$N_{90}P_{60}K_{90}$ + Альбит	13,6	12,8	13,3	13,2	0,540
$N_{120}P_{60}K_{120}$ + Альбит	13,8	13,2	13,6	13,5	0,622
$НСР_{05}$	0,4	0,3	0,3	-	-

Известно, что аминокислотный состав зерна зерновых культур определяется условиями минерального питания. Улучшение условий минерального питания способствовало изменению аминокислотного состава зерна проса (табл. 3).

Под влиянием систем удобрения отмечено увеличение содержания отдельных аминокислот в зерне проса, а также общей суммы аминокислот. Следует отметить более высокое содержание аланина (11,31-12,82 г/кг), аргинина (8,41-10,18 г/кг), пролина (7,16-9,81 г/кг) и серина (6,18-8,13 г/кг).

Среди незаменимых аминокислот более высоким содержанием выделялось содержание лейцина и изолейцина (14,71-17,88 г/кг). Применение минеральной системы N120P60K120 в комплексе с биопрепаратом Альбит оказало наибольшее влияние на аминокислотный состав зерна проса, при этом отмечено увеличение суммы как незаменимых, так и свободных аминокислот в зерне проса.

Таблица 3

Аминокислотный состав зерна проса в зависимости от применяемых средств химизации, г/кг (2019-2021 гг.)

Аминокислоты / Вариант	Контроль	Альбит	$P_{60}K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{120}$	$N_{120}P_{60}K_{120}$ +Альбит
Незаменимые					
Валин	3,48	4,16	5,17	5,26	5,83
Лизин	2,25	1,92	1,73	1,46	1,35
Лейцин + Изолейцин	14,71	15,18	16,37	16,84	17,88
Метионин	2,18	2,45	2,82	3,13	3,38
Треонин	3,62	4,07	5,09	5,16	5,33
Триптофан	0,53	0,55	0,86	0,88	0,91
Фенилаланин	5,92	4,08	4,61	4,35	3,46
Сумма незаменимых аминокислот	32,69	32,41	36,71	37,08	38,14
Свободные					
Аланин	11,31	10,72	11,26	12,07	12,82
Аргинин	8,41	9,66	9,82	9,94	10,18
Гистидин	2,52	1,86	1,73	2,16	1,52
Глицин	2,54	2,59	4,03	4,42	7,09
Пролин	7,16	8,06	8,72	9,28	9,81
Серин	6,18	7,63	7,46	8,08	8,13
Тирозин	2,73	1,99	1,77	1,46	1,35
Сумма свободных аминокислот	40,85	42,51	44,79	47,41	50,90
Общая сумма аминокислот	73,54	74,92	81,50	84,49	89,04

К важнейшим технологическим показателям качества зерна хлебных злаков, определяющим их пищевую ценность принято относить: натурную массу зерна, массу 1000 зерен, содержание белка, крахмала, жиров, сахаров и др. Натуру зерна относят к наиболее важным показателям, определяющим его добротность. Обычно зерно, обладающее большой натурной массой характеризуется, как правило, повышенным выходом продукции лучшего качества. В наших исследованиях натура зерна проса была достаточно высокой и отвечала уровню базисных кондиций (табл. 4).

Таблица 4

Влияние средств химизации на технологические показатели качества зерна проса (2019-2021 гг.)

Вариант / Показатель	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Выход крупы, %	Пленчатость, %
Контроль	746	6,4	81	14,2
Альбит	751	6,6	82	13,5
$P_{60}K_{60}$	767	6,8	83	12,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	769	7,2	84	11,7
$N_{90}P_{60}K_{90}$	772	7,4	84	13,5
$N_{120}P_{60}K_{120}$	779	7,6	85	13,1
$N_{60}P_{60}$ + Альбит	767	6,9	83	12,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Альбит	772	7,5	84	12,4
$N_{90}P_{60}K_{90}$ + Альбит	776	7,7	85	11,5
$N_{120}P_{60}K_{120}$ + Альбит	781	7,9	86	11,2
$НСР_{05}$	4,5	0,27	2,6	0,48

В среднем за годы исследований натурная масса зерна проса варьировала по изучаемым системам удобрения в пределах 746-781 г/л. Наибольшего значения натурная масса зерна проса в среднем за годы исследований достигла в вариантах с комплексным применением средств химизации (варианты 7-10).

Масса 1000 зерен – наименее изменчивый элемент в структуре продуктивности зерновых, но и она в определенной степени подвержена регулированию. Повысить этот показатель можно поздними (колосовыми) подкормками, но еще более важно обеспечить продление жизнедеятельности верхних листьев, предотвратив поражение их грибковыми болезнями обработкой вегетирующих растений фунгицидами.

Масса 1000 зерен на контрольном варианте формировалась на уровне 6,4 г. Под влиянием биопрепарата Альбит она увеличилась до 6,6 г. Применение минерального удобрения позволило повысить массу 1000 зерен до 6,8-7,6 г. При комплексном применении удобрений и биопрепарата Альбит отмечено повышение массы 1000 зерен проса до 6,9-7,9 г, максимальную массу 7,9 г обеспечило применение полного минерального удобрения в дозе $N_{120}P_{60}K_{120}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит.

Важная роль среди физических показателей зерна принадлежит выходу крупы и пленчатости, поскольку значимость этих показателей возрастает в процессе переработки зерна на крупу. Выход крупы по изучаемым системам удобрения изменялся в пределах 81-86 %. Наибольший выход крупы проса, в наших исследованиях, формировался при применении полного минерального удобрения, при этом повышение доз калия в его составе повышало выход крупы, как без обработки растений биопрепаратом Альбит, так и на фоне обработки вегетирующих растений проса. Максимальный выход крупы проса 86% в среднем был отмечен в варианте $N_{120}P_{60}K_{120}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит.

К числу весьма значимых показателей качества зерна, особенно при производстве крупы проса, относят пленчатость, которая представлена массой мякинной оболочки выраженной через отношение веса пленок к весу зерна. Изучаемые системы удобрения способствовали снижению пленчатости зерна проса в среднем с 14,7 до 11,2%, то есть на 0,7 – 3,0% при наибольшем снижении пленчатости в вариантах со средней и повышенной дозой калия в составе NPK на фоне применения биопрепарата Альбит.

Являясь одним из основных источников азотного питания растений нитраты при избыточном их накоплении в растениях – один из основных факторов ухудшения качества растениеводческой продукции.

Содержание остаточных нитратов в зерне проса изменялось от 41 до 64 мг/кг (ПДК – 93 мг/кг) при наиболее высокой их концентрации на варианте $N_{120}P_{60}K_{120}$ с применением биопрепарата Альбит (табл. 5).

Таблица 5

Влияние средств химизации на концентрацию остаточных нитратов в зерне проса, мг/кг

Год / Вариант	2019	2020	2021	Среднее
Контроль (без удобрений)	40	42	41	41
Альбит	36	38	37	37
$P_{60}K_{60}$	46	48	52	49
$N_{60}P_{60}K_{60}$	54	56	53	54
$N_{90}P_{60}K_{90}$	56	58	61	55
$N_{120}P_{60}K_{120}$	63	65	69	66
$P_{60}K_{60}$+Альбит	33	31	37	34
$N_{60}P_{60}K_{60}$+Альбит	52	56	53	54
$N_{90}P_{60}K_{90}$+Альбит	54	55	58	56
$N_{120}P_{60}K_{120}$+Альбит	61	65	66	64
$НСР_{05}$	3,1	2,9	2,5	

Применяемые системы удобрения с возрастающими дозами калия в целом способствовали нормализации метаболических процессов в растениях проса с более полным вовлечением нитратного азота в реакции синтеза, действие биопрепарата Альбит проявилось в слабой степени.

Применяемые системы удобрения уменьшали удельную активность ^{137}Cs в урожае зерна проса (табл. 6).

Таблица 6

Влияние средств химизации на удельную активность ^{137}Cs в зерне проса, Бк/кг

Год / Вариант	2019	2020	2021	Среднее	Кратность снижения, раз	Кн
Контроль (без удобрений)	14	12	14	13	-	0,0093
Альбит	12	10	11	11	1,2	0,0088
$P_{60}K_{60}$	10	8	10	9	1,4	0,0070
$N_{60}P_{60}K_{60}$	16	14	13	14	-	0,0104
$N_{90}P_{60}K_{90}$	13	11	12	12	1,1	0,0087
$N_{120}P_{60}K_{120}$	12	10	11	11	1,2	0,0080
$P_{60}K_{60}$+Альбит	9	8	10	8	1,6	0,0056
$N_{60}P_{60}K_{60}$+Альбит	10	6	9	8	1,6	0,0054
$N_{90}P_{60}K_{90}$+Альбит	8	6	8	7	1,9	0,0047
$N_{120}P_{60}K_{120}$+Альбит	5	3	4	4	3,3	0,0026
$НСР_{05}$	4	3	4	-	-	-

Применение биопрепарата Альбит уменьшало удельную активность ^{137}Cs в зерне овса в 1,2 раза, при этом сокращался и коэффициент накопления (Кн). Под влиянием фосфорно-калийного удобрения отмечено снижение удельной активности ^{137}Cs в зерне проса в сравнении с контролем в 1,4 раза. Применение азота в дозе N_{60} в составе $N_{60}P_{60}K_{60}$ способствовало увеличению удельной активности ^{137}Cs в зерне проса. Увеличение дозы полного минерального удобрения до $N_{90}P_{60}K_{90}$ снизило удельную активность ^{137}Cs в 1,1 раза, при увеличении дозы полного минерального удобрения до $N_{120}P_{60}K_{120}$ удельная активность уменьшилась в 1,2 раза. При комплексном применении минерального удобрения и препарата Альбит удельная активность ^{137}Cs уменьшилась в 1,6-3,3 раза, что связано с повышением урожайности зерна проса и эффектом биологического разбавления. Полученное в исследованиях зерно проса по удельной активности ^{137}Cs в нём не превышало допустимый уровень 60 БК/кг (ВП 13.5.13/06-01) и может быть использовано на продовольственные цели без ограничений.

Заключение

Наиболее эффективной является минеральная система удобрения $N_{120}P_{60}K_{120}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит. Прибавка урожайности от применения биопрепарата Альбит достигла 0,55 т/га при ее окупаемости 7,9 кг/кг. Содержание сырого белка в зерне проса от действия полного минерального удобрения изменялось от 11,0 до 13,5% как при отдельном применении, так и в комплексе с биопрепаратом Альбит. Максимальный сбор сырого белка 0,622 т/га с единицы площади обеспечило применение полного минерального удобрения в дозе $N_{120}P_{60}K_{120}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит.

Наибольшую общую сумму аминокислот в зерне проса обеспечила система удобрения $N_{120}P_{60}K_{120}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит.

Применяемые системы удобрения как отдельно, так и в комплексе с биопрепаратом Альбит улучшали физические показатели качества зерна проса, при этом натура зерна изменялась по изучаемым вариантам опыта в пределах от 746 до 781 г/л, масса 1000 зёрен - от 6,4 до 7,9 г, выход крупы - от 81 до 86%, плёнчатость снижалась на 3,0%.

Концентрация остаточных нитратов в зерне проса по изучаемым системам удобрения изменялась в пределах от 41 до 64 мг/кг, что не превышало ПДК для зерна 93 мг/кг.

Под влиянием изучаемых систем удобрения переход ^{137}Cs в растения проса снижался в 3,6 раза. Наибольшее уменьшение удельной активности ^{137}Cs в урожае зерна проса в 3,3 раза относительно контрольного варианта получено в варианте $N_{120}P_{60}K_{120}$+Альбит. Полученная товарная продукция может быть использована на продовольственные цели без ограничений.

Литература

1. Сычев В. Г., Милащенко И. З., Шафран. С. А. Агрохимические аспекты получения высококачественного зерна в России. // Плодородие. – 2018. – № 1 (100). – С. 18-19.
2. Вакуленко В. В. Применение регуляторов роста на зерновых культурах. // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 3 (27). – С. 36.
3. Садовой А.С., Барановский А.В. Биоэнергетическая оценка применения регуляторов роста растений на посевах проса в условиях Донбасса // Зерновое хозяйство России. – 2021. – № 1 (73). – С. 63-67.
4. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Хмызова Н.Г. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 5-17. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11198.
5. Лозина Н.А., Зотиков В.И. Изменчивость элементов продуктивности проса в результате применения микроудобрений // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 4.– С. 46-52. DOI: 10.24411/2309-348X-2021-4-46-52
6. Скороходов В.Ю. Продуктивность проса в монокультуре и севооборотах на двух агрофонах при долголетнем исследовании в регионе с неустойчивым увлажнением // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1 (57). – С. 70-76.
7. Панов А.В., Переволоцкая Т.В. Методология оценки рисков для агроэкосистем в условиях техногенного загрязнения // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 55, – № 3. – С. 468-480.
8. Сычев В.Г., Лунёв В.И., Орлов П.М., Белоус Н.М. Чернобыль: радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрохимические аспекты снижения последствий радиоактивного загрязнения почв (к 30-летию техногенной аварии на Чернобыльской АЭС): монография – М.: ВНИИА, – 2016. – 184 с.
9. Белоус И.Н., Шаповалов В.Ф., Малявко Г.П. Применение систем удобрения при возделывании озимой ржи в условиях юго-запада Нечерноземья // Агрохимия. – 2017. – № 9. – С. 49-57.
10. Полухин А.А., Зотиков В.И., Сидоренко В.С., В.И. Панарина, Бобков С.В., Бударина Г.А., Грядунова Н.В., Хмызова Н.Г. и другие. Селекционные достижения Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур. Каталог. Орёл: ООО ПФ «Картуш». – 2022. – 204 с.

References

1. Sychev V. G., Milashchenko I. Z., Saffron S.A. Agrochemical aspects of obtaining high-quality grain in Russia. *Fertility*. 2018. no. 1 (100), pp. 18-19. (In Russian)
2. Vakulenko V. V. The use of growth regulators on grain crops. *Grain farming in Russia*. 2013, no. 3 (27), p. 36. (In Russian)
3. Sadovoy A.S., Baranovsky A.V. Bioenergetic assessment of the use of plant growth regulators on millet crops in the conditions of Donbass. *Grain farming of Russia*, 2021, 1 (73), pp. 63-67. (In Russian)
4. Zotikov V.I., Polukhin A.A., Grydunova N.V., Sidorenko V.S., Khmyzova N.G. Development of the production of legumes and cereals in Russia based on the use of breeding achievements. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2020, no. 4 (36), pp. 5-17. (In Russian)

5. Lozina N.A., Zotikov V.I. Variability of millet productivity elements as a result of the use of micronutrients . *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2021, no. 4 pp. 46-52. (In Russian)
6. Skorokhodov V.Yu. Millet productivity in monoculture and crop rotations on two agrophones during a long-term study in a region with unstable moisture . Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2022, no. 1 (57), pp. 70-76. (In Russian)
7. Panov A.V., Perevolotskaya T. V. Methodology of risk assessment for agroecosystems in conditions of technogenic pollution. *Agricultural biology*, 2020, Vol. 55, no. 3. pp. 468-480. (In Russian)
8. Sychev V.G., Lunev V.I., Orlov P.M., Belous N.M. Chernobyl: radiation monitoring of agricultural lands and agrochemical aspects of reducing the effects of radioactive contamination of soils (to the 30th anniversary of the technogenic accident at the Chernobyl NPP):monograph Moscow, VNIIA, 2016, 184 p. (In Russian)
9. Belous I.N., Shapovalov V.F., Malyavko G.P. The use of fertilizer systems in the cultivation of winter rye in the conditions of the south-west of the Non-Chernozem region . *Agrochemistry*, 2017, no. 9, pp. 49-57. (In Russian)
10. Polukhin A.A., Zotikov V.I., Sidorenko V.S., V.I. Panarina, Bobkov S.V., Budarina G.A., Gryadunova N.V., Khmyzova N.G. et al. Selektsionnye dostizheniya Federal'nogo nauchnogo tsentra zernobobovykh i krupyanykh kul'tur [Breedings achievements of the Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops]. Catalogue. Orel: Kartush Publ. 2022, 204 p. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-116-124

УДК 633.11.631.527

ЗНАЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ПРОСА ПОСЕВНОГО ДЛЯ УСЛОВИЙ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Л.Х. СОКУРОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: 0000-0002-2352-8057

ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА - ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН»
E-mail: kbniish2007@yandex.ru

Существенное усиление засушливости климата за последние годы требует выведения новых сортов с повышенным адаптивным потенциалом к стрессовым условиям.

Целью исследований является изучение коллекционных образцов проса, создание признаковых и генетических коллекций новых доноров и источников для использования их в практической селекции, выделение ценного исходного материала для селекции. Получение новых генотипов проса с повышенными продуктивностью и качеством зерна, жаро- и засухоустойчивостью, неполегающие, неосыпающиеся формы для дальнейшей передачи новых сортов на Государственное сортоиспытание.

Представлен результат создания исходного материала проса посевного в степной зоне Кабардино-Балкарии. Произведен скрининг генофонда проса из мировой коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова. Выявлены наиболее ценные сортообразцы для дальнейшей селекции. Проведен поэтапный анализ использования исходного материала в скрещиваниях. Определена важная роль некоторых образцов проса для получения форм, используемых в дальнейшей работе, расширены их генетические основы. Выявлены доноры и генетические источники, которые рекомендованы в качестве исходного материала на высокую продуктивность, устойчивость к полеганию растения, осыпанию зерна и т.д. Определена основополагающая роль ступенчатой гибридизации для объединения в одном генотипе желаемых признаков и свойств с использованием сортов и промежуточных форм собственной селекции, полученных на всех предшествующих этапах при выведении сортов Кавказские зори, Шхельда, Чегет, Эльбрус 10. Потенциальная их продуктивность – 4,5 т/га. В результате проведенных научных исследований в период с 2019 по 2021 годы питомник исходного материала пополнен на 20 наиболее высокопродуктивных стрессоустойчивых образцов проса. На Государственное сортоиспытание передан новый сорт проса посевного Шхельда.

***Ключевые слова*:** просо, исходный материал, доноры, генетические источники.

Для цитирования: Сокурова Л.Х. Значение и изучение исходного материала проса посевного для условий Кабардино-Балкарской республики. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):116-124. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-116-124

CREATION AND EVALUATION OF THE SOURCE MATERIAL OF MILLET FOR THE CONDITIONS OF THE KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC

L.H. Sokurova

INSTITUTE OF AGRICULTURE – BRANCH «FSC «KABARDINO-BALKARIAN SCIENTIFIC CENTER OF RAS»

Abstract: *A significant increase in climate aridity in recent years requires the development of new varieties with increased adaptive potential to stressful conditions.*

The purpose of the research is to study collection accessions of millet, to create trait and genetic collections of new donors and sources for their use in practical breeding, to identify valuable source material for breeding. Obtaining new millet genotypes with increased productivity and grain quality, heat and drought resistance, non-lodging, non-shattering forms for further transfer of new varieties to the State Variety Test, etc.

The result of the creation of the initial material of millet in the steppe zone of Kabardino-Balkaria is presented. The gene pool of pearl millet from the world collection of the Vavilov VNIIR was screened. The most valuable variety samples for further breeding have been identified. A step-by-step analysis of the use of the initial material in crosses was carried out. The important role of some accessions of millet for obtaining forms used in further work is determined, their genetic bases are expanded. Donors and genetic sources have been identified, which are recommended as starting material for high productivity, resistance to plant lodging, grain shedding, etc. The fundamental role of stepwise hybridization for combining the desired traits and properties in one genotype using varieties and intermediate forms of our own breeding obtained at all previous stages when breeding varieties Kavkazskiye Zori, Shkhelda, Cheget, Elbrus 10, etc. was determined. Their potential productivity is 4.5 t/ha. As a result of scientific research carried out in the period from 2019 to 2021, the source material nursery was replenished with 20 most highly productive stress-resistant millet accessions.

A new variety of millet «Shkhelda» was submitted for the State variety testing.

Keywords: millet, source material, donors, genetic sources.

Просо посевное в Северо-Кавказском регионе является ценной крупяной и кормовой культурой. Просо принадлежит к культурным растениям, возделываемым с глубокой древности. Зерно проса и продукты его переработки используются в животноводстве и птицеводстве, а также в ряде технических производств. Большую ценность представляет и просяная солома, которая приравнивается к сену однолетних трав [1]. Просо используется в отдельные неблагоприятные годы как страховая культура и в связи с его засухоустойчивостью и скороспелостью - в качестве пожнивной и поукосной культуры [2].

Мобилизация генетических ресурсов растений и их сохранение является стратегически важной задачей в обеспечении государственной и глобальной продовольственной, биоресурсной и экологической безопасности России. На ее основе создаются новые высокоурожайные сорта и гибриды сельскохозяйственных растений [3, 4, 5, 6].

Возможности сорта в реализации потенциала урожайности зависят от условий вегетации растений, уровня устойчивости к стрессовым факторам, технологии возделывания. Важную роль в определении показателей урожайности и биологической продуктивности играет экологическая устойчивость растений, характеризующая эволюционно и генетически обусловленную способность сортов и гибридов противостоять действию абиотических и биотических стрессоров (засухе, жаре, суховеям и т.д.). Между потенциальной продуктивностью и экологической устойчивостью растений нередко существует отрицательная коррекция, обусловленная конкуренцией соответствующих органов и структур за ограниченные ресурсы ассимилянтов. Однако в неблагоприятных условиях внешней среды именно благодаря экологической устойчивости растений могут поддерживаться процессы накопления, сохранения и трансформации первичных продуктов ассимиляции на всех стадиях формирования урожая. При этом основными механизмами, обуславливающими экологическую устойчивость растений, является избежание или уход от действия стрессового фактора и толерантность.

Природно-экологические условия произрастания видов проса значительно различаются по количеству осадков, температурному, световому режиму, высоте над уровнем моря, типом почв и т.д. Такая пространственно-территориальная адаптивная пластичность проса от пустынь до полярных районов земледелия привела к формированию огромного разнообразия форм, отличающихся по комплексу морфологических и биологических признаков [7].

Имеющиеся в мировой коллекции источники недостающих признаков часто малопригодны для непосредственного использования в селекции из-за низкой экологической приспособленности. Селекционный процесс растягивается на много лет для создания с использованием инорайонного материала промежуточных форм, приспособленных к местным условиям и постепенно накапливающих максимум ценных хозяйственно-биологических признаков. В связи с этим изучение исходного материала в конкретных экологических условиях имеет большое значение для выявления и включения в селекционный процесс наиболее перспективного материала, который соответствует поставленным целям.

Материалы и методика исследований

В качестве исходных родительских форм используются приспособленные к местным условиям сорта и линии собственной селекции или сорта близких к ним агроэкологических зон. Также практикуется метод скрещивания отдаленных эколого-географических форм, который был предложен Н.И. Вавиловым. В селекционные программы коллекционный материал включается нами только после его всестороннего изучения. Наша рабочая коллекция представлена образцами проса отечественной и зарубежной селекции. Подбор и изучение исходного материала, отвечающего требованиям к донорам и источникам лимитирующих для условий Северного Кавказа признаков, проводится по методике ВИР.

Исследования проводили в 2019-2021 гг. в группе селекции и семеноводства проса Института сельского хозяйства КБНЦ РАН. Агрометеорологические условия 2019-2021 гг. существенно различались по погодным условиям вегетационных периодов проса посевного. За вегетационный период в 2019 году выпало 204,9 мм осадков (83,3% от нормы), в 2020 году – 216,8 мм (88,1% от нормы), в 2021 году – 305,7 мм (на 24,2% выше средних многолетних). (табл.1).

Материалом для исследований послужили 106 образцов проса посевного различных эколого-географических групп, полученные из ВНИИР им. Н.И. Вавилова. Опыт закладывался на делянках с учетной площадью 2 $м^2$ в трехкратной повторности. Метод размещения опытных делянок - систематический. Посев проса в опыте осуществлялся по мере готовности почвы в оптимальные для культуры сроки. Технология возделывания общепринятая для проса.

Для лабораторного анализа по количественным признакам перед уборкой отбирали сноповой материал в количестве 25 растений каждого образца. Наблюдения, учеты и анализы проводили согласно Методическим указаниям ВИР и Методике полевого опыта.

Таблица 1

Среднедекадные данные выпадения осадков и температуры воздуха в годы проведения исследований

Месяцы	Декады	Выпало осадков, мм					Температура воздуха, градусы				
		2019	2020	2021	Среднее за три года	Среднемногол	2019	2020	2021	среднее за три года	Среднее многолетнее
Май	1	39,1	86,2	17,8			21,0	30,0	16,7	22,5	
	2	17,2	7,1	7,8			23,56	33,0	20,5	25,6	
	3	16,0	12,2	88,9			27,0	31,0	19,4	25,8	
	Сумма месячная	72,3	105,5	114,5	97,4	65,3	23,8	31,3	18,8	24,6	16,2
Июнь	1	1,2	11,0	92,1			36,0	37,0	19,5	30,8	
	2	7,7	-	5,3			36,0	39,5	22,7	32,7	
	3	20,0	44,6	21,9			38,0	38,0	27,3	34,4	
	Сумма месячная	18,9	55,6	119,3	64,6	84,2	36,6	38,1	23,2	32,6	20,6
Июль	1	6,1	20,1	6,7			37,0	42,0	26,0	35,0	
	2	34,4	-	6,0			33,0	40,0	27,5	33,5	
	3	16,2	11,9	59,2			39,5	39,5	25,7	34,9	
	Сумма месячная	56,7	32,0	71,9	53,5	59,4	36,5	40,5	26,4	34,4	23,0
Август	1	32,2	36,7	11,7			36,0	40,0	29,4	35,1	
	2	3,3	4,7	12,8			40,0	35,5	27,6	34,3	
	3	4,2	32,5	-			39,5	35,5	28,0	34,3	
	Сумма месячная	39,8	73,9	24,5	46,0	44,5	38,5	37,0	28,3	34,6	30,2
Итого:		197,7	267,0	330,2		253,4	33,8	36,7	24,2	31,5	22,5

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе исследований коллекционного материала нами было выявлено большое количество корреляционных связей между анализируемыми признаками и выделены образцы, максимально сочетающие продуктивность метелки с другими ценными признаками (табл. 2). Изученные образцы отличаются между собой варьированием признаков, определяющих урожайность и составляющих ее структуру.

Высота растения является одним из наиболее важных морфологических признаков и находится в большой зависимости от условий вегетации. Высота растений изучаемых образцов по нашим данным варьировала в пределах 57,5-130,0 см. Изученные образцы распределялись следующим образом: очень низкорослых образцов, с высотой <60 см было 6% к общему количеству материала. Вторая группа растений - низкие по высоте от 61 до 80 см, включала 19,0%. Третья группа – среднерослые, от 80 до 100 см – 35,5%. Четвертая группа от 100 до 130 занимала 39,5%. При этом подтверждается отрицательная корреляция между высотой растения и устойчивостью к полеганию: r= 0,50-0,75, т.е. этот признак определяется высотой от 25 до 55% в разные годы.

Анализ, проведенный по различным группам образцов проса (по спелости, крупнозёрности, урожайности и т.д.), позволил определить, что зона оптимума по высоте растений, при которой устойчивость к полеганию сохраняется в пределах 7-9 баллов (в 90% случаев) составляет от 80 до 120 см.

Также были определены корреляции устойчивости к полеганию и урожайности (r=0,23-0,53). Степень влияния этого признака на урожайность составляет от 10 до 30% в зависимости от условий, складывающихся в период выметывание-созревание.

Более скороспелые образцы проса образуют метелку на 25-30 день после всходов. Среднеспелые формы выбрасывают метелку на 30-45 день после всходов. Вегетационный период проса продолжительнее во влажное лето с пониженной температурой, чем в более засушливые годы с высокой температурой. На длительность вегетационного периода в значительной степени влияет весенняя погода. При сухой весне (2019-2020 гг.) просо от всходов до выхода в трубку развивается медленнее, затягивается его созревание и, таким образом удлиняется вегетация.

Важным адаптационным признаком является продолжительность вегетационного периода проса. У различных образцов проса в зависимости от их особенностей и условий выращивания вегетационный период колеблется от 60 до 90 дней и более. Так, в 2019-2020 гг. весна и лето были жаркими и засушливыми. Высокую жаровыносливость и приспособленность к резким колебаниям температуры показали образцы степной поволжской, лесостепной, саяно-алтайской и среднеазиатской горной групп, которые представляют практический интерес в целях создания более скороспелых форм. Вегетационный период у этих образцов 70-90 дней, от всходов до выметывания метелки-30-45 дней.

Средняя высота растений образцов этих групп составляет 80-90 см, метелка длинная – 20-25 см. Образцы степной поволжской группы в целом отличаются высокой засухоустойчивостью, устойчивостью к осыпанию зерна и полеганию, а также высокой продуктивностью зерна.

По результатам наших данных, во все годы исследований самой многочисленной, независимо от увлажнения, была группа среднеспелых образцов – от 67% в 2019 году, до 45, 53% образцов в 2020 и 2021гг.

Таблица 2

Лучшие номера проса питомника исходного материала

№ п/п	№ по каталогу ВИР	Образец происхождения	Урожайность, т/га	Отклонение от стандарта, т/га	Масса 1000 зерен, г	Вес зерна с метелки, г	Число зерен в метелке, шт.	Высота растения, см	Длина метёлки, см	Полегаемость, балл	Осыпаемость, балл
1		Чегет ст	2,0	-	7,3	3,0	410	90,0	20,0	9	9
2	10311	Вельсовское, Орл. обл.	3,0	1,0	9,9	4,3	434	75,5	253,0	8	9
3	10312	Славянское, Орл. обл.	2,9	0,9	8,2	3,8	463	90,0	26,0	9	9
4	10321	Княжеское, Орл. обл.	3,0	1,0	8,6	5,2	604	83,0	20,0	9	8
5	10323	Спутник, Орл. обл.	2,9	0,9	8,0	4,7	578	80,0	20,0	9	9
6	10343	Золотистое, Сар. обл.	2,8	0,8	8,6	5,1	593	90,0	23,5	8	9
7	10344	Саратовское 10, Сар. обл.	3,0	1,0	8,6	5,3	616	110,0	28,0	8	
8	10347	Корибейчер, Австрия	2,9	0,9	8,3	5,5	652	91,0	25,0	8	8
9	10370	Wol 2511, Орл. обл.	2,6	0,6	9,4	5,6	595	90,0	27,0	9	9
10	10380	Wol 2596, Орл. обл.	2,7	0,7	8,8	4,4	500	87,5	25,0	9	9
11	10030	Воронежское 886	2,9	0,9	8,2	4,2	512	85,0	25,0	9	9
12	144	Алма-Атинская обл.	2,8	0,8	7,5	4,6	602	100,0	27,0	9	8
13	5456	Кабардино-Балкария	3,0	1,0	6,4	4,0	625	108,0	45,0	9	8
14	6793	Саратовская обл.	2,9	0,9	8,6	5,0	570	107,0	30,0	9	9
15	6285	Кабардино-Балкария	2,8	0,8	7,5	4,8	626	120,0	40,0	9	9
16	7766	Чечено-Ингушетия	2,7	0,7	7,5	4,5	616	120,0	30,0	9	9
17	8471	Прохладненское местное КБР	2,6	0,6	7,7	5,0	604	122,0	30,0	9	9
18	9023	Гибрид уст. к головне	2,9	0,9	8,0	4,2	625	108,6	35,0	9	9
19	10275	Квартет	2,9	0,9	8,2	5,1	521	101,0	37,0	9	9
20	10404	СН 160-40-43, Орл.обл.	2,8	0,8	8,6	4,8	550	100,0	28,0	8	9
21	10408	ам Бл /33 №5, Орл.обл.	2,8	0,8	7,5	4,3	523	86,0	27,0	9	9
		$НСР_{05}$	0,33								

Репродуктивная способность растения, определяемая числом семян с одного растения – это основной признак, обеспечивающий селективное преимущество генотипа. За годы изучения больше всего семян (515-900 штук в метелке) сформировали растения образца К-1876 (Чечено-Ингушетия), К-6054 (Ростовская область), К-458 (Воронежская обл.), К-1272 (Крым), К-10211 (Ильиновское), К-6223 (Ростовская область), К-6269 (Кабардино-Балкария), К-6283(Кабардино-Балкария), К-6282 (Кабардино-Балкария), К-10275 (Квартет), К-10221 (Колоритное) и др., превышение над стандартным сортом составило 130-516 штук в метелке. Масса 1000 зерен – это важнейший количественный признак. В наших исследованиях этот признак определяется генотипом сорта на 47%, средой на 23%, их взаимодействием на 29%.

Образцы по этому признаку характеризовались в пределах 5,5-9,4 г.По сравнению со стандартом Чегет (7,6 г) выделились следующие образцы: К-10311 (Вельсовское), К-10312 (Славянское), К-10321 (Союз), К-10323 (Спутник), К-10344 (Саратовское 10), К-10347 (Корибейгер, Австрия), К-10370 (Ld 2514, Орловская обл.), К-10380 (Ld 2596, Орловская обл.), К-10030 (Воронежское 886), К-6793 (Саратовская обл.), К-9023 (Гибрид устойчивый к головне), К-10275 (Квартет), К-10404 (СН 160-40-43 Орловская обл.). Превышение над стандартным сортом Чегет составляет 0,4-1,4 г.

Как показали наши исследования, число колосков в метелке изучаемых образцов варьирует от 12,0 до 28,6 шт/мет. Выделились образцы значительно превысившие стандарт Чегет (16,8 шт/мет.): К-10312 (Славянское, К-10311 (Вельсовское), К-10321 (Княжеское), К-10344 (Саратовское 10), К-5456 (Кабардино-Балкария), К-9023 (Гибрид устойчивый к головне), К-10196 (Крупноскорое), К-6283 (Кабардино-Балкария), К-6284 (Кабардино-Балкария), К-6285 (Кабардино-Балкария), К-5464 (Кабардино-Балкария), К—1522 (Краснодарский край), К-10034 (Харьковская обл.), К-10104 (Воронежская обл.), К-6382 (Курская обл.), К-10211 (Ильиновское) и др. По этому признаку влияние среды и генотипа составило 17 и 45 соответственно, их взаимодействия – 29%.

Осыпаемость может обусловливаться как особенностями образца, так и факторами среды. При резких переходах от дождливой к жаркой и сухой погоде происходит осыпание зерна. При разбивке изучаемых образцов на группы со слабой, средней и сильной осыпаемостью оказалось, что со слабой осыпаемостью 86 образцов, со средней – 11, сильной осыпаемости не наблюдалось. Поникаемость метелки оценивалась в период созревания зерна по девятибалльной шкале. Сильного поникания не наблюдалось, слабое поникание, при котором метелка наклонена на 30-40° от вертикали наблюдалось на 20 образцах.

Пленчатость – один из важнейших хозяйственных признаков – чем ниже пленчатость, тем выше пищевые и кормовые достоинства зерна. Пленчатость в наших исследованиях повышалась в засушливых 2019-2020 гг., а в 2021 году показатели были существенно ниже и крупа в этом году была лучших вкусовых качеств.

По результатам наших исследований, варьирование признака в зависимости от образца и погодных условий составило от 13 до 19%. Самая низкая пленчатость отмечена в 2021 году. Самая высокая пленчатость наблюдалась в 2020 году, когда развитие проса проходило в засушливых условиях. Источником низкой пленчатости можно считать образцы: К-10312 (Славянское), К-10129 (Чегет, КБР), К-185 (Афганистан), К-9970 (Универсальное 830), К-6439 (Курская обл.), К-6675 (Белгородская обл.), К-541 (Гемельская обл.), К-852 (Оренбургская обл.), К-1459 (Саратовская обл.), К-8380 (Долинское 9) и другие.

Высокую продуктивность растений и экологическую пластичность во все годы исследований стабильно демонстрировали образцы проса: К-10311 (Вельсовское), К-10312 (Славянское), К-10321 (Княжеское), К-10323 (Спутник), К-10343 (Золотистое), К-10344 (Саратовское 10), К-10347 (Корибейгер, Австрия), К-10370 (Wol 2511, Орловская обл.), К-10380 (Wol 2596, Орловская обл.), К-10030 (Воронежское 886), К-144 (Алма-Атинская обл.), К-5456 (Кабардино-Балкария), К-6793 (Саратовская обл.), К-6285 (Кабардино-Балкария), К-7766 (Чечено-Ингушетия), К-8471 (Прохладненское местное, КБР), К-9023 (Гибрид устойчивый к головне), К-10275 (Квартет), К-10404 (СН 160-40-43, Орловская обл.), К-10408 (ам Бл/33 №5, Орловская обл.) и другие, превышение урожайности зерна над стандартным

сортом Чегет составляет 6-10 ц/га. Таким образом, в ходе изучения коллекции проса выделился ряд образцов, как по отдельным хозяйственно ценным признакам, так и по их комплексу. Они могут быть использованы в дальнейшем как ценный исходный материал для селекционной работы с культурой

Заключение

Таким образом в результате изучения коллекции ВИР и местных образцов проса выявлено наличие большого разнообразия форм по морфологическим и хозяйственно ценным признакам и свойствам. Из коллекции ВИР выделены 20 наиболее перспективных высокоурожайных образцов проса, которые по ряду показателей представляют ценный исходный материал для селекции. Создан новый сорт проса посевного Шхельда, который проходит Государственное испытание.

Результатом практической селекции являются генотипы проса, дающие существенную прибавку к стандарту Чегет в контрольном питомнике и конкурсном сортоиспытании.

Литература

1. Сокурова Л.Х. Создание и оценка исходного материала для селекции проса в Кабардино-Балкарии // Научная жизнь. – 2019. – Т. 14. Вып. 10. – С. 1522-1529. DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-10-1522-1529

2. Сокурова Л.Х. Поиск источников ценных признаков в генофонде проса из коллекции ВИР // Международные научные исследования. – 2017. – № 2. – С. 108-110.

3. Курцева А.Ф. Генетические ресурсы проса (Panicum Miliaceum L.) ВНИИР им. Н.И. Вавилова: Сто лет на службе аграрной науке // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 4 (4). – С. 57-61.

4. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Хмызова Н.Г. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 5-17. DOI: 10.24411/2309-348x-2020-11198

5. Полухин А.А., Зотиков В.И., Сидоренко В.С., В.И. Панарина, Бобков С.В., Бударина Г.А., Грядунова Н.В., Хмызова Н.Г. и другие. Селекционные достижения Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур. Каталог сортов. Орёл: ООО ПФ «Картуш». – 2022. – 204 с.

6. Зотиков В.И., Задорин А.М., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Хмызова Н.Г. Стратегия производства зернобобовых и крупяных культур на основе селекции, семеноводства и ресурсосберегающих технологий. (Результаты выполнения Межведомственного координационного плана фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению АПК РФ на 2016- 2017 гг.) Орёл. ФГБНУ ВНИИЗБК. – 2018. – 90 с.

7. Сокурова Л.Х. Лимитирующие факторы продукционного процесса проса посевного в Кабардино-Балкарии // Известия КБНЦ РАН. – 2020. – № 1 (93). С. 81-87. DOI: 10.35330/1991-6639-2020-1-93-81-87

References

1. Sokurova L.H. Sozdanie i ocenka ishodnogo materiala dlya selekcii prosa v Kabardino-Balkarii [Creation and evaluation of source material for millet breeding in Kabardino-Balkaria] *Scientific life – Nauchnaya zhizn.,* 2019. vol. 14. Issue. 10. pp. 1522-1529. DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-10-1522-1529/ (in Russian)

2. Sokurova L.H. Poisk istochnikov cennih priznakov v genofonde prosa iz kollekcii VIR [Search for sources of valuable traits in the millet gene pool from the VIR collection] *International Scientific Research - Mezhdunarodnie nauchnie issledovaniya.* 2017, no. 2, pp. 108-110. (in Russian)

3. Kurceva A.F. Geneticheskie resursi prosa (Panicum Miliaceum L.) VNIIR im. N.I. Vavilova: Sto let na sluzhbe agrarnoi nauke [Genetic resources of millet (Panikum Miliachem L.) VNIIR im. N.I. Vavilova: A hundred years in the service of agricultural science] *Leguminous and cereal crops - Zernobobovie i krupyanie kulturi,* 2012, no 4 (4), pp. 57-61. (in Russian)

4. Zotikov V.I., Polukhin A.A., Gryadunova N.V., Sidorenko V.S., Khmyzova N.G. Razvitie proizvodstva zernobobovykh i krupyanykh kul'tur v Rossii na osnove ispol'zovaniya selektsionnykh dostizhenii [Development of the production of leguminous and cereal crops in Russia based on the use of breeding achievements]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2020, no.4(36), pp. 5-17. DOI: 10.24411/2309-348kh-2020-11198 (in Russian)
5. Polukhin A.A., Zotikov V.I., Sidorenko V.S., V.I. Panarina, Bobkov S.V., Budarina G.A., Gryadunova N.V., Khmyzova N.G. et al. Selektsionnye 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: Kartush Publ., 2022, 204 p. (in Russian)
6. Zotikov V.I., Zadorin A.M., Gryadunova N.V., Sidorenko V.S., Khmyzova N.G. Strategiya proizvodstva zernobobovykh i krupyanykh kul'tur na osnove selektsii, semenovodstva i resursosberegayushchikh tekhnologii [Strategy for the production of leguminous and cereal crops based on breeding, seed production and resource-saving technologies].(Rezul'taty vypolneniya Mezhvedomstvennogo koordinatsionnogo plana fundamental'nykh i prioritetnykh prikladnykh issledovanii po nauchnomu obespecheniyu APK RF na 2016- 2017 gg. [The results of the implementation of the Interdepartmental Coordination Plan for Fundamental and Priority Applied Research on the Scientific Support of the AIC of the Russian Federation for 2016-2017]) Orel. FGBNU VNIIZBK - FSBSI FSC LGC, 2018, 90 p. (in Russian)
7. Sokurova L.H. Limitiruyush'ie faktori produkcionnogo processa prosa posevnogo v Kabardino-Balkarii [Limiting factors of the production process of millet sowing in Kabardino-Balkaria] *Izvestia KBNTS RAS - Izvestiya KBNC RAN*, 2020, no. 1 (93). pp. 81-87. DOI: 10.35330/1991-6639-2020-1-93-81-87/ (in Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-125-130

УДК: 633.2:631.524.84(476)

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЗЕЛЕНОЙ МАССЫ АФРИКАНСКОГО ПРОСА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Н.Н. ЗЕНЬКОВА, О.Ф. ГАНУЩЕНКО, кандидаты сельскохозяйственных наук
Е.В. СЕРГЕЕВА, магистрант
С.О. ГУРИНОВИЧ*, старший научный сотрудник

УО «ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ», ВИТЕБСК, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ
* ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В статье предоставлены результаты научных исследований, проводимых в условиях северного региона республики Беларусь по изучению формирования продуктивности и качественного состава зеленой массы африканского проса в зависимости от сроков посева и способов использования травостоя. Установлено, что африканское просо в почвенно-климатических условиях северного региона Беларуси при посеве во вторую декаду мая, при одноукосном использовании сформировало 132,6 ц/га сухого вещества, что указывает на реальную возможность его возделывания в данной зоне и использование в качестве сырья для заготовки силоса. Выявлено, что африканское просо способно отрастать и формировать два укоса за год, обеспечивая формирование за два укоса 442,9-457,0 ц/га сухого вещества для использования ее в качестве зеленого корма. Поздние сроки посева (2 декада мая) делают ее потенциальной культурой для посева весной после уборки озимых промежуточных культур.

Ключевые слова: африканское просо, интродукция, срок посева, зеленая масса, химический состав, урожайность.

Для цитирования: Зенькова Н.Н., Ганущенко О.Ф., Сергеева Е.В., Гуринович С.О. Формирование продуктивности и качественный состав зеленой массы африканского проса в условиях северного региона республики Беларусь. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):125-130. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-125-130

FORMATION OF PRODUCTIVITY AND QUALITATIVE COMPOSITION OF GREEN MASS OF AFRICAN MILLET IN THE CONDITIONS OF THE NORTHERN REGION OF THE REPUBLIC OF BELARUS

N.N. Zenkova, O.F. Ganushchenko, E.V. Sergeeva, S.O. Gurinovich*

EE «VITEBSK ORDER «BADGE OF HONOR» STATE ACADEMY OF VETERINARY MEDICINE»
* FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The article presents the results of scientific research carried out in the conditions of the northern region of the Republic of Belarus to study the formation of productivity and the qualitative composition of the green mass of African millet, depending on the timing of sowing and methods of using the herbage. It has been established that African millet in the soil and climatic conditions of the northern region of Belarus, when sown in the second decade of May, with a single cut, formed 132.6 c/ha of dry matter, which indicates a real possibility of its cultivation in this zone and use as a raw material for harvesting silage. It was found that African millet is able to grow and*

form two cuts per year, providing the formation of 442.9-457.0 centners/ha of dry matter for two cuts to use it as green fodder. The late sowing date (2nd decade of May) makes it a potential crop for spring sowing after winter catch crops have been harvested.

Keywords: African millet, introduction, sowing time, green mass, chemical composition, productivity.

Повышение эффективности животноводства, увеличение производства продукции возможно только при создании прочной кормовой базы. Производство и заготовка травяных кормов в настоящее время осуществляется с использованием традиционного ассортимента кормовых культур. Однако в условиях, характеризующихся недостатком влаги и высоким температурным режимом, большое значение для стабилизации и увеличения производства кормов имеет возделывание культур, обеспечивающих высокую урожайность в экстремальных условиях [1, 2].

В этой связи появилась необходимость поиска культур, являющихся альтернативой традиционным однолетним кормовым культурам. Большие перспективы в укреплении кормовой базы региона открываются при внедрении в производство засухоустойчивых культур: сорго-суданковый гибрид, сахарное сорго, суданская трава, чумиза и др. Обладая высокой экологической пластичностью, урожайностью, широким спектром использования (зеленый корм и консервированные корма), хорошей поедаемостью, они являются ценным компонентом для создания зеленого и сырьевого конвейеров [3, 4].

Особое место в кормопроизводстве в условиях участившейся засухи может занять такая мало изученная культура, как африканское просо с уникальными хозяйственно-биологическими свойствами и большим потенциалом продуктивности. Эта культура привлекает все большее внимание работников сельского хозяйства своей засухоустойчивостью; по засухоустойчивости оно занимает одно из первых мест среди сельскохозяйственных культур. При этом африканское просо формирует высокую урожайность зеленой массы и обладает хорошей отавностью – 2-3 укоса за вегетацию. Африканское просо формирует зеленую массу с высокими кормовыми достоинствами и с успехом может использоваться в качестве зеленого корма и в виде консервированных кормов, которые охотно поедаются всеми видами сельскохозяйственных животных [5, 6].

Причиной, которая препятствуют успешному внедрению этой культуры в условиях северного региона республики Беларусь, является недостаточность информации о её кормовых достоинствах и об элементах технологии ее возделывания в конкретных почвенно-климатических условиях региона. Поэтому изучение указанных характеристик африканского проса актуально и для Витебской области.

Цель исследований – изучение формирования продуктивности и качественного состава зеленой массы африканского проса в почвенно-климатических условиях северного региона республики Беларусь для возможной её интродукции в данном регионе.

Условия, материал и методы исследования

Исследования проводились на раннеспелом сорте проса африканского Согур селекции Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур. Патент № 9282РФ, 13. 10.2017 г. [7]. Полевые опыты выполнены на дерново-подзолистой, среднесуглинистой, подстилаемой с глубины 1 м моренным суглинком почве , имеющей следующую агрохимическую характеристику пахотного горизонта: pH (в KCL) – 6,4, содержание подвижного фосфора – 190 мг на 1 кг почвы, обменного калия – 240 мг на 1 кг почвы, гумуса – 1,91%. Подготовка почвы для посева африканского проса проводилась по традиционной технологии, рекомендованной для условий региона. Минеральные удобрения (карбамид, суперфосфат, хлористый калий) вносились под предпосевную культивацию из расчета $N_{100}P_{80}K_{120}$. В фазу начала выхода в трубку дополнительно проводили подкормку карбамидом из расчета 52 кг/га действующего вещества при одноукосном использовании и в такой же дозе - сразу после скашивания при двуукосном использовании.

Посев провели в 2 срока: 1-й – в первой декаде мая, 2-й – во второй декаде мая. Способ посева – рядовой (30 см), норма высева 2 млн. всхожих семян на 1 га, глубина заделки семян – 4-5 см. Уборка на зеленую массу при одноукосном использовании проводилась в фазу молочно-восковой спелости зерна, а при двуукосном – в фазу выметывания. Исследования химического состава зеленой массы проведены в НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО ВГАВМ по общепринятым методикам зоотехнического анализа.

Результаты исследований и их обсуждение

Отличительной особенностью африканского проса является высокая требовательность к температурному режиму почвы в период от посева до всходов. Учитывая биологические особенности изучаемой культуры и почвенно-климатические условия нашей зоны, закладку полевого опыта провели 8 мая, когда среднесуточная температура почвы на глубине 10 см устойчиво достигала 10-12°С, а также 25 мая, когда температура почвы была оптимальной. Как показали результаты фенологических учетов (табл. 1), при первом сроке посева всходы появились на 14 день (22 мая), а при втором – на 11 день (5 июня). Таким образом, при втором сроке посева всходы появились на 3 дня быстрее, что объясняется более высоким температурным фоном при достаточной влагообеспеченности.

Таблица 1

Фенологические наблюдения за ростом и развитием африканского проса в зависимости от способов использования и сроков посева (среднее 2019-2020 гг.)

Скок посева	Формирование 1-го укоса			Формирование 2-го укоса		
	Всходы	Выметывание	Молочно-восковая спелось зерна	Отрастание	Выход в трубку	Выметывание
Одноукосное использование						
1	22.05	х	05.09	-	-	-
2	05.06	х	12.09	-	-	-
Двуукосное использование						
1	22.05	12.07	-	19.07(7)	-	15.09
2	05.06	20.07	-	29.07(9)	15.09	

После появления всходов в одноукосном использовании африканского проса фаза молочно-восковой спелости зерна наступила 5 сентября при первом сроке посева и 12 сентября – при втором сроке посева. При этом следует отметить, что в почвенно-климатических условиях северного региона Беларуси африканское просо при одноукосном использовании достигло уборочной спелости (фаза молочно-восковой спелости зерна) при первом сроке посева за 105 дней, при втором сроке посева – за 98 дней после появления всходов.

При двуукосном использовании уборочная спелость для первого укоса (фаза выметывания) при первом сроке посева достигла за 50 дней, при втором сроке уборки – за 45 дней после появления всходов. Отрастание зеленой массы после первого укоса началось через 6 дней после скашивания при первом сроке посева и через 9 дней – при втором сроке посева. Уборочная спелость (фаза выметывания) для второго укоса при первом сроке посева наступила через 57 дней после отрастания, а при втором сроке посева ко времени уборки травостоя (15.09) растения находились в фазу выхода в трубку.

Важными биологическими особенностями африканского проса являются способность быстро отрастать, формируя два полноценных укоса, вегетировать до поздней осени, что особенно актуально в системе зеленого конвейера. Второго укоса эта культура достигает в то время, когда другие однолетние культуры и многолетние травы практически уже убраны, что весьма значимо для восполнения недостатка зеленого корма в осенний период.

Результаты исследований показали, что африканское просо имеет достаточно продолжительный вегетационный период и обладает высокой кустистостью (3,4 стебля), от которой зависит количество и качество корма. После укоса просо образует новые побеги. При высоте скашивания на уровне первого стеблевого узла (6-8 см от узла кущения) в основном новые побеги (около 77-80%) образуются из почек от узла кущения, 17-20% – от

первого стеблевого узла и незначительное количество (1,5-2%) на побегах, отросших из срезанных стеблей.

Рост растений африканского проса связан в первую очередь с фазами развития и их биологическими особенностями. Скорость и уровень формирования урожая зеленой массы на протяжении периода вегетации характеризуются динамикой линейного роста растений.

В ходе исследований установлено, что в начале вегетации африканское просо в связи с интенсивным формированием корневой системы, растет медленно, а в фазу выхода в трубку дает интенсивный прирост. Кроме того, оно может находиться в анабиотическом состоянии в период недостатка влаги, что было отмечено при длительной засухе (июль) 2021 года.

В среднем за годы проведения исследования наибольшую высоту к уборке просо обеспечило второго срока посева при одноукосном использовании. В среднем за два года высота растения составила 126,5 см, что больше, чем при первом сроке посева на 10,5 см (116,0 см). При двухукосном использовании максимальной высоты (114,0 см) африканское просо достигло при первом сроке посева, а при втором сроке посева она составила только 85,4 см и она не достигла уборочной спелости (табл. 2).

Таблица 2

Высота растений африканского проса перед уборкой в зависимости от способов использования и сроков посева (среднее 2020-2021 гг.)

Вариант	Высота растений 1-го укоса, см			Высота растений 2-го укоса, см		
	2020	2021	среднее	2020	2021	среднее
Одноукосное использование						
1	121,4	110,6	116,0	-	-	-
2	137,5	115,6	126,5	-	-	-
Двуукосное использование						
1	116,7	100,4	108,1	111,6	116,4	114,0
2	121,5	104,5	113,0	98,5	72,3	85,4

В результате исследований так же установлено, что наибольшую урожайность зеленой массы просо сформировало при одноукосном использовании, убранное в фазу молочно-восковой спелости зерна (530,4 ц/га) при втором сроке посева. При первом сроке посева по урожайность его составила 450,0 ц/га, что на 15, 1% меньше, чем при втором сроке посева (табл. 3).

Таблица 3

Сравнительная продуктивность африканского проса, ц/га

Вариант	Укос	Урожайность зеленой массы	Сбор сухого вещества	Выход к.ед.	Сбор сырого протеина	Сбор переваримого протеина	Обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином, г
Одноукосное использование							
1	1	450,3	115,2	98,6	11,6	7,8	79
2	1	530,4	132,6	112,8	13,3	8,9	79
Двуукосное использование							
1	1	310,0	34,1	27,9	3,34	2,3	82
	2	147,0	13,2	11,8	1,27	0,9	76
	Всего	457,0	47,3	39,7	4,61	3,2	81
2	1	274,6	32,0	26,2	3,14	2,1	80
	2	168,3	14,2	11,8	1,56	1,1	93
	Всего	442,9	46,2	38,0	4,30	3,3	87

В двухукосном использовании африканское просо в сумме за два укоса обеспечило получение 457,0 ц/га зеленой массы при первом сроке посева. При втором сроке посева урожайность зеленой массы была несколько ниже (на 4%). При этом следует отметить, что в

первом укосе формировалась максимальная урожайность (67,8 и 62,0%) от суммарной урожайности в обоих вариантах.

Питательная ценность кормов во многом зависит от содержания в них сухого вещества. Максимальные показатели сухого вещества отмечены в зеленой массе проса в обоих вариантах при одноукосном использовании – 25,0 и 25,6%, соответственно. При двуукосном использовании содержание сухого вещества было очень низким и находилось на уровне 10,4%. Следует отметить, что высокое содержание сухого вещества в зеленой массе дает возможность использовать ее в качестве сырья для заготовки силоса, а зеленая масса при двуукосном использовании (фаза выметывания) наиболее подходит для использования в качестве зеленого корма.

В одноукосном использовании максимальный сбор сухого вещества получен при втором сроке посева, который составил 132,6 ц/га зеленой массы. Он превзошел по данному показателю вариант первого срока посева на 15,1%. Эту разницу можно обосновать лучшими условиями формирования биомассы при втором сроке посева, что существенно отразилось в начальный период роста и развития проса. При двуукосном использовании суммарный сбор сухого вещества у африканского проса оказался значительно ниже по сравнению с одноукосным.

Обобщающим показателем продуктивности и кормового достоинства является выход кормовых единиц и сбор сырого протеина с единицы площади. При этом в системе комплексной оценки питательности кормов особая роль принадлежит протеину.

Наибольшим выходом кормовых единиц с единицы площади характеризовались посевы проса при одноукосном использовании при втором сроке посева (112,8 ц/га). Первый срок посева по этому показателю уступил второму на 12,6%. По сбору кормовых единиц при двуукосном использовании в двух вариантах опыта данные показатели незначительно различались и составили в первом варианте – 39,7, во втором – 38,0 ц/га.

Зеленая масса африканского проса характеризуется сравнительно невысокой концентрацией сырого протеина: в фазу молочно-восковой спелости зерна его уровень составил 10,0-10,1% в сухом веществе, а в фазу выметывания – 9,2-9,6%.

Сбор переваримого протеина зависел в первую очередь от урожайности кормовых культур и его содержания в зеленой массе. Одноукосное использование африканского проса обеспечило сбор переваримого протеина при втором сроке посева 8,9 ц/га, что на 1,1 ц/га больше, чем при первом сроке посева. При двуукосном использовании, как при первом, так и при втором сроках посева сбор переваримого протеина находился в пределах 3,2-3,3 ц/га.

Обеспеченность кормовой единицы зеленой массы переваримым протеином африканского проса, используемого одноукосно, была ниже, по сравнению с посевами, используемыми двуукосно и составила 79 г на 1 корм.ед.. При двуукосном использовании этот показатель составил в первом варианте 81 г, во втором 87 г, максимальным (93 г) он отмечен во втором варианте второго срока посева.

Заключение

Возделывание африканского проса сорта Согур в почвенно-климатических условиях северного региона республики Беларусь вполне оправдано. Лучше высевать просо во вторую декаду мая при одноукосном использовании в качестве сырья для заготовки силоса. Способность африканского проса отрастать и формировать два укоса за год в поздние сроки посева делают африканское просо ценной кормовой культурой для посева весной после уборки озимых промежуточных культур.

Литература

1. Ганущенко О.Ф., Зенькова Н.Н., Шлома Т.М., Ковалёва И.В. Современные подходы к приготовлению кормов: учебное пособие. – Москва: РУСАЙНС, – 2021. – 416 с.

2. Зенькова Н.Н. [и др.]. Практическое руководство по использованию кормовых ресурсов в кормопроизводстве. Практическое руководство / под общ. ред. Н.Н. Зеньковой, О. Ф. Ганущенко. – Витебск: ВГАВМ, – 2021. – 176 с.

3. Зенькова Н.Н., Шлома Т.Н. Продуктивность и кормовые достоинства просо-сорговых культур. // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2010. – Т. 46. № 1-2. – С. 127-133.
4. Зенькова Н.Н., Ганущенко О.Ф., Шлома Т.М., Ковалева И.В. Сырьевая база кормопроизводства и оптимизация приемов заготовки кормов. – Витебск: ВГАВМ [Электронный ресурс], – 2021. – 356 с. Режим доступа: https://https://www.vsavm.by/kafedra-kormoproizvodstva-i-proizvo/literatura
5. 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
6. Муханов Н.К. [и др.]. Урожайность африканского проса в зависимости от агротехнических мероприятий в сухостепной зоне северного Казахстана // Зернобобовые и крупяные культуры. – Орел. – 2018. – №1 (25). – С.98-102.
7. Полухин А.А., Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Бударина Г.А., Грядунова Н.В., Задорин А.М., Зайцева А.И., Хмызова Н.Г. и др. Каталог сортов сельскохозяйственных культур селекции Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур. – Орёл: Изд-во ООО ПФ «Картуш». – 2021. – 200 с.

References

1. Ganushchenko O.F., Zen'kova N.N., Shloma T.M., Kovaleva I.V. Sovremennye podkhody k prigotovleniyu kormov: uchebnoe posobie [Modern Approaches to Feed Preparation: A Study Guide]. Moscow: RUSAINS, 2021, 416 p.
2. Zen'kova N. N. [et al.]. Prakticheskoe rukovodstvo po ispol'zovaniyu kormovykh resursov v kormoproizvodstve [Practical guidance on the use of feed resources in feed production]. Prakticheskoe rukovodstvo pod obshchei red. N. N. Zen'kovoi, O. F. Ganushchenko [A practical guide under the general editorship. N. N. Zenkova, O. F. Ganushchenko], Vitebsk: VGAVM, 2021, 176 p.
3. Zen'kova N. N., Shloma T. N. Produktivnost' i kormovye dostoinstva proso-sorgovykh kul'tur [Productivity and fodder advantages of millet-sorghum crops]. Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoi meditsiny [Scientific Notes of the Educational Institution Vitebsk Order Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine]. 2010, 46, no. 1-2, pp. 127-133.
4. Zen'kova N.N., Ganushchenko O.F., Shloma T.M., Kovaleva I.V. Syr'evaya baza kormoproizvodstva i optimizatsiya priemov zagotovki kormov [Raw material base of fodder production and optimization of fodder harvesting methods]. Vitebsk: VGAVM [Electronic resource], 2021, 356 p. Access: https://https://www.vsavm.by/kafedra-kormoproizvodstva-i-proizvo/literatura
5. 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.
6. Mukhanov N.K. [et al.]. Urozhainost' afrikanskogo prosa v zavisimosti ot agrotekhnicheskikh meropriyatii v sukhostepnoi zone severnogo Kazakhstana [The yield of African millet depending on agrotechnical measures in the dry steppe zone of northern Kazakhstan]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, Orel, 2018, no. 1 (25), pp.98-102.
7. Polukhin A.A., Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Budarina G.A. Gryadunova N.V., Zadorin A.M., Zaitseva A.I., Zelenov A.A., Miroshnikova M.P., Suvorova G.N., Fesenko A.N., Khmyzova N.G. et al. Katalog sortov sel'skokhozyaistvennykh kul'tur selektsii Federal'nogo nauchnogo tsentra zernobobovykh i krupyanykh kul'tur [Catalog of varieties of crops bred by the Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops]. Orel, OOO PF «Kartush» Publ., 2021, 200 p. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-131-136

УДК 581.1:633.11

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ СУХОГО ВЕЩЕСТВА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ФАЗЫ КУЩЕНИЕ – ПОЛНАЯ СПЕЛОСТЬ

А.В. ПОПОВА, научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0001-5186-6320
Н.И. ЮРЬЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-4874-1233
Е.И. МАЛОКОСТОВА, кандидат сельскохозяйственных наук

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

Проведен анализ содержания азота, фосфора и калия в яровой пшенице в фазы кущение – полная спелость. Выявлено, что максимальное содержание данных макроэлементов наблюдается в начальные фазы развития культуры и с наступлением последующих фаз уменьшается в несколько раз относительно фазы кущения. Это происходит благодаря интенсивному оттоку в репродуктивные органы, что очень важно при формировании полноценного высокобелкового зерна яровой пшеницы. В среднем за вегетацию накопление азота, фосфора и калия в растительных образцах мягкой пшеницы выше, чем в твердой. Наибольшую урожайность мягкой пшеницы показали линии 1799(14) и 2905(14), превзошедшие стандарт по накоплению азота. В твердой пшенице лучшим по урожайности выделился сортообразец 926(15), который был лучшим по накоплению азота и калия в среднем за всю вегетацию.

Ключевые слова: яровая пшеница, мягкая пшеница, твердая пшеница, азот, фосфор, калий, абсолютно сухое вещество.

Для цитирования: Попова А.В., Юрьева Н.И., Малокостова Е.И. Динамика накопления сухого вещества яровой пшеницы в фазы кущение – полная спелость. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):131-136. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-131-136

DYNAMICS OF ACCUMULATION OF DRY MATTER OF SPRING WHEAT IN THE TILLERING – FULL RIPENESS PHASES

A.V. Popova, **N.I. Yurieva**, **E.I. Malokostova**

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

Abstract: *The analysis of the study of nitrogen, phosphorus and potassium content in spring wheat in the tillering – full ripeness phases was carried out. It is revealed that the maximum content of these macronutrients is observed in the initial phases of culture development and with the onset of subsequent phases decreases several times relative to the tillering phase. This is due to the intensive outflow into the reproductive organs, which is very important in the formation of a full-fledged high-protein grain of spring wheat. On average, during the growing season, the accumulation of nitrogen, phosphorus and potassium in plant samples of soft wheat is higher than in hard wheat. The highest yield of soft wheat was shown by the lines 1799(14) and 2905(14), which exceeded the standard for nitrogen accumulation. In durum wheat, cultivar 926(15) was the best in terms of yield, which was the best in terms of nitrogen and potassium accumulation on average over the entire growing season.*

Keywords: spring wheat, soft wheat, durum wheat, nitrogen, phosphorus, potassium, absolutely dry matter.

Введение

Повышение урожайности сельскохозяйственных растений является целью оптимизации их питания. Для достижения этой цели необходимо изучение зависимости продуктивности растения от уровня питания, который определяет минеральный статус растения, то есть содержания в его тканях питательных элементов. От содержания элементов питания в тканях растений зависит интенсивность метаболизма. В свою очередь, содержание элементов в тканях определяется их количеством в почве, экзогенными факторами среды и степенью доступности элементов растениям (Федоров А.А., 2002 г.).

Яровая пшеница – одна из наиболее ценных продовольственных культур. Благодаря разностороннему использованию высокопитательного зерна она обеспечивает 20% энергии в рационе человечества. Яровая пшеница требовательна к наличию в почве питательных веществ в доступной форме. Потребность пшеницы в элементах питания сильно меняется в течение вегетации: начиная с фазы выхода в трубку интенсивность роста растений и потребление питательных веществ из почвы существенно увеличивается. В целом потребность в элементах питания яровой пшеницы постепенно повышается от всходов к кущению и значительно возрастает в фазы выхода в трубку и колошения. В этот период яровая пшеница потребляет около 60-70% всего количества элементов питания [1].

Цель исследований состояла в изучении динамики накопления яровой пшеницей сухого вещества в фазы кущение – полная спелость.

Материалы и методы исследований

Исследования были проведены в полевых и лабораторных условиях Воронежского ФАНЦ им. В. В. Докучаева в 2020-2021гг. Опытная культура – яровая пшеница. Все изучаемые сортообразцы сравнивались со стандартами: по мягкой пшенице – Черноземноуральская 2, по твердой – Донская элегия.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднемощный среднегумусный, тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Общий азот – 0,36%, общий фосфор – 0,35%, общий калий – 1,85%, сумма поглощенных оснований – 66,4 мг/кг почвы [2]. Посев опытных делянок был произведен в питомнике конкурсного сортоиспытания сеялкой СУ-10 по предшественнику озимая рожь. Повторность четырехкратная, размещение вариантов в опыте систематическое. Учетная площадь делянки 20 м^2 Норма высева – 5,5 (для мягкой пшеницы) и 5,2 (для твердой) млн. всхожих зерен на 1 га [3]. Агротехника общепринятая для Воронежской области. Закладка питомника КСИ, фенологические наблюдения и все предусмотренные учеты и оценки по этапам селекции выполнены в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019). Отбор образцов осуществлялся в соответствии с Методическими указаниями по географической сети опытов (1985).

В течение вегетации яровой пшеницы в растительных образцах определяли азот – по Кьельдалю (ГОСТ 13496,4 – 93), фосфор – ванадомолибдатным способом (ГОСТ 26657 – 97), калий – на пламенном фотометре (ГОСТ 30504 – 97). Уборка опытного материала была произведена поделяночно комбайном «Сампо – 130» с последующим взвешиванием и определением влажности зерна. Статистическая обработка данных по урожайности выполнена с помощью дисперсионного анализа по Доспехову Б. А. с использованием программы Microsoft Excel [4].

Результаты и их обсуждение

Азот – один из важнейших макроэлементов. Растениям он необходим постоянно, так как отвечает за все процессы питания. Роль азота в жизни растения заключается еще в том, что он больше других элементов влияет на качество и количество урожая (Ягодин и др.,2002).

Проведенные исследования показали, что максимальное содержание азота в листьях и стеблях яровой пшеницы наблюдается в фазу кущения, так как в этот период растения нуждаются в большом количестве белка на построение тканей. Наибольшее содержание азота в данную фазу наблюдалось в мягкой пшенице у сорта местной селекции Воронежская

18 и линии 2905 (15) (3,63% и 3,91% абсолютно сухого вещества). У стандарта мягкой пшеницы этот показатель равнялся 3,58%. В среднем по накоплению азота за вегетацию все сортообразцы мягкой пшеницы превзошли стандарт Черноземноуральская 2.

В твердой пшенице максимальное накопление азота в фазу кущения наблюдалось у стандарта Донская элегия и сортообразца 926(15) – 3,67% и 4,25% абсолютно сухого вещества соответственно. Эти же сортообразцы выделились и в среднем за вегетацию (1,53% и 1,6%).

В опытах 2020 – 2021 гг. было установлено, что среднее содержание азота в период кущения для сортообразцов мягкой пшеницы составило 3,57% абсолютно сухого вещества, для твердой – 3,77%. Это не повлияло на конечный результат, и в среднем за вегетацию этот показатель отличался на 0,01% в пользу мягкой пшеницы (табл. 1).

Таблица 1

Динамика содержания азота в растительных образцах яровой пшеницы (среднее за 2020-2021гг.,% абс. сухого вещества)

Название сорта, линии	Срок определения (фазы)						
	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Полная спелость	Среднее за вегетацию
Мягкая пшеница							
Черноземноуральская 2, St	3,58	2,52	1,38	0,57	0,41	0,30	1,46
Воронежская 18	3,63	2,67	1,49	0,55	0,44	0,34	1,52
Линия 32 (13)	3,30	2,60	1,56	0,65	0,51	0,29	1,49
Линия 1799(14)	3,43	2,54	1,55	0,74	0,40	0,26	1,49
Линия 2905(14)	3,91	2,65	1,48	0,76	0,44	0,27	1,59
Среднее	3,57	2,59	1,49	0,65	0,44	0,29	1,51
$НСР_{0,5}$	0,29	0,08	0,09	0,12	0,05	0,04	
Твердая пшеница							
Донская элегия, St	3,71	2,35	1,74	0,62	0,53	0,25	1,53
Воронежская 13	3,67	2,42	1,43	0,57	0,27	0,26	1,44
Линия 1645 (06)	3,67	2,81	1,50	0,50	0,25	0,28	1,50
Линия 844 (15)	3,60	2,41	1,70	0,64	0,22	0,23	1,47
Линия 926(15)	4,25	2,56	1,58	0,62	0,29	0,27	1,60
Линия 930(15)	3,74	2,39	1,41	0,69	0,29	0,21	1,46
Среднее	3,77	2,49	1,56	0,61	0,31	0,25	1,50
$НСР_{0,5}$	0,25	0,18	0,14	0,07	0,12	0,03	

Фосфор по своей важности занимает второе место после азота. Больше всего фосфора накапливается в репродуктивных органах, где интенсивно происходят процессы синтеза органических веществ. Азот и фосфор в растительных организмах характеризуется довольно устойчивым соотношением в урожае (Чуб М.П., 1980 г).

Анализ проведенных наблюдений показал, что наибольшее содержание фосфора в растениях отмечено в начальные фазы развития. Все изучаемые сортообразцы имели незначительное отклонение от стандарта. Наибольшее содержание подвижного фосфора в листьях и стеблях в фазу кущения наблюдалось у сортообразцов мягкой пшеницы, но выделились по данному показателю стандарт Черноземноуральская 2 (0,97%) и линия 1799(4) (0,99% абсолютно сухого вещества). В твердой пшенице все сортообразцы превысили стандарт, но максимальное накопление P_2O_5 наблюдалось у сорта местной селекции Воронежская 13 и линии 844(15) – 0,88%. Опытным путем было установлено, что в среднем за вегетацию накопление P_2O_5 у мягкой пшеницы было выше, чем у твердой (табл. 2).

Таблица 2

Динамика содержания фосфора в растительных образцах яровой пшеницы (средне за 2020 – 2021гг.,% абс. сухого вещества)

Название сорта, линии	Срок определения (фазы)						
	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Полная спелость	Среднее за вегетацию
Мягкая пшеница							
Черноземноуральская 2, St	0,97	0,60	0,39	0,27	0,12	0,07	0,18
Воронежская 18	0,92	0,68	0,47	0,25	0,05	0,04	0,18
Линия 32 (13)	0,89	0,65	0,49	0,28	0,11	0,08	0,18
Линия 1799(14)	0,99	0,65	0,45	0,28	0,12	0,11	0,19
Линия 2905(14)	0,93	0,60	0,35	0,30	0,12	0,09	0,17
Среднее	0,94	0,64	0,43	0,27	0,11	0,07	0,18
$НСР_{0,5}$	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	
Твердая пшеница							
Донская элегия, St	0,81	0,60	0,41	0,19	0,08	0,07	0,16
Воронежская 13	0,88	0,63	0,38	0,20	0,06	0,04	0,16
Линия 1645 (06)	0,86	0,64	0,34	0,21	0,11	0,10	0,16
Линия 844(15)	0,88	0,64	0,38	0,26	0,07	0,06	0,17
Линия 926(15)	0,86	0,62	0,38	0,21	0,09	0,08	0,16
Линия 930(15)	0,86	0,60	0,44	0,27	0,17	0,11	0,18
Среднее	0,85	0,62	0,39	0,23	0,09	0,07	0,16
$НСР_{0,5}$	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	

Калий занимает важное место в балансе питания яровой пшеницы. Он ускоряет передвижение углеводов из стеблей и листьев в зерно, вследствие чего оно получается крупнее и более выполненное. К концу вегетации до 60% калия выводится из растений с корневыми выделениями, вследствие чего судить о потребности растений в калии по его выносу с урожаем трудно (Кумаков В.А., 1988 г).

Во время проведения исследований было установлено, что концентрация калия как в начальные фазы, так и в среднем по вегетации у твердых сортообразцов ниже, чем у мягких. Самый высокий показатель в фазу кущения был отмечен у сортообразца мягкой пшеницы 2905 (14) – 2,48% абсолютно сухого вещества, но в среднем за вегетацию с максимальным содержанием калия лучшим был сортообразец мягкой пшеницы 32 (13) – 1,53% абсолютно сухого вещества. В твердой пшенице с высоким содержанием калия в фазу кущения выделились сорт местной селекции Воронежская 13 и линия 844 (15) – 1,9% абсолютно сухого вещества, но лучшими за всю вегетацию были отмечены сортообразцы 926 (15) и 930 (15) – 1,12% и 1,16% соответственно. У стандарта Донская элегия этот показатель равнялся 1,1% (табл. 3).

Урожайность – сложный количественный признак, суммарный итог результатов развития растений в течение вегетационного периода [5]. В опытах 2020 года было замечено, что все изучаемые сортообразцы яровой мягкой пшеницы имели незначительное отклонение от стандарта по урожайности. Лучшими были выделены сорт местной селекции Воронежская 18 и линия 1799(14) с результатом 2,9 и 2,95 т/га соответственно. В твердой пшенице по этому показателю стандарт Донская элегия с результатом 2,79 т/га не превзошел ни один сортообразец.

Таблица 3

Динамика содержания калия в растительных образцах яровой пшеницы (среднее за 2020-2021гг.,% абс. сухого вещества)

Название сорта, линии	Срок определения (фазы)						
	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Полная спелость	Среднее за вегетацию
Мягкая пшеница							
Черноземноуральская 2, St	2,25	1,75	1,16	0,98	0,91	0,69	1,29
Воронежская 18	2,03	2,02	1,19	0,96	0,94	0,66	1,30
Линия 32 (13)	2,44	2,11	1,58	1,10	1,08	0,90	1,53
Линия 1799(14)	2,41	1,93	1,46	0,92	0,90	0,79	1,40
Линия 2905(14)	2,48	1,74	1,18	1,04	1,01	0,74	1,37
Среднее	2,32	1,91	1,31	1,00	0,97	0,76	1,38
$НСР_{0,5}$	0,23	0,20	0,24	0,09	0,09	0,12	
Твердая пшеница							
Донская элегия, St	1,83	1,57	1,13	0,91	0,70	0,44	1,10
Воронежская 13	1,90	1,52	1,00	0,75	0,69	0,42	1,05
Линия 1645 (06)	1,79	1,55	1,11	0,87	0,82	0,45	1,10
Линия 844(15)	1,90	1,63	0,98	0,62	0,56	0,49	1,03
Линия 926(15)	1,79	1,68	1,21	0,94	0,71	0,41	1,12
Линия 930(15)	1,72	1,68	1,22	0,88	0,78	0,65	1,16
Среднее	1,82	1,61	1,11	0,83	0,71	0,48	1,09
$НСР_{0,5}$	0,09	0,08	0,11	0,13	0,09	0,09	

Анализом проведенных исследований 2021 года было установлено, что лучшими по урожайности в мягкой пшенице выделились сортообразцы 32 (13) и 2905 (14) с результатом 3,24 и 3,34 т/га соответственно. В твердой пшенице все изучаемые сортообразцы значительно уступали по этому показателю мягкой пшенице и самая высокая урожайность была у линий 844 (15) и 926 (15). Их результат составил 2,79 и 2,99 т/га соответственно (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность сортообразцов яровой пшеницы

Название сорта, линии	Урожайность, т/га			Отклонение от стандарта,%
	2020 г.	2021 г.	Средняя за 2 года	
Мягкая пшеница				
Черноземноуральская 2, St	2,89	3,21	3,05	100
Воронежская 18	2,9	2,78	2,84	93,1
Линия 32(13)	2,8	3,24	3,02	99,0
Линия 1799(14)	2,95	3,15	3,05	100
Линия 2905(14)	2,84	3,34	3,09	101,3
$НСР_{05}$	0,13	0,12	-	-
Твердая пшеница				
Донская элегия,St	2,79	2,77	2,78	100
Воронежская 13	2,52	2,39	2,46	88,5
Линия 1645(06)	2,63	2,50	2,57	92,5
Линия 844(15)	2,51	2,79	2,65	95,3
Линия 926(15)	2,59	2,99	2,79	100,4
Линия 930(15)	2,54	2,76	2,65	95,3
$НСР_{05}$	0,11	0,17	-	-

В среднем за два года исследований все изучаемые образцы мягкой пшеницы имели незначительное отклонение от стандарта, но наибольшую урожайность показали линии 1799

(14) и 2905 (14) – 3,05 и 3,09 т/га соответственно. Эти сортообразцы в среднем за вегетацию превзошли стандарт по накоплению азота. В твердой пшенице лучшим по урожайности выделился сортообразец 926 (15) с результатом 2,79 т/га. Эта же линия была лучшей по накоплению азота, фосфора и калия в среднем за всю вегетацию.

Выводы

1. Максимальное содержание азота, фосфора и калия в растительных образцах яровой пшеницы наблюдается в фазу кущения, так как в этот период растения нуждаются в большом количестве белка на построение тканей.

2. Содержание азота, фосфора и калия в листьях и стеблях опытной культуры снижается с наступлением последующих фаз: к моменту полной спелости их количество уменьшается в несколько раз относительно фазы кущения. Это происходит благодаря интенсивному оттоку в репродуктивные органы, что очень важно при формировании полноценного высокобелкового зерна яровой пшеницы.

3. Концентрация фосфора в фазу кущения у мягкой пшеницы выше, чем у твердой.

4. Концентрация калия как в начальные фазы, так и в среднем по вегетации у твердых сортообразцов ниже, чем у мягких.

5. Наибольшую урожайность показали линии мягкой пшеницы 1799(14) и 2905(14), которые превзошли стандарт по накоплению азота.

6. В твердой пшенице лучшим по урожайности выделился сортообразец 926(15). Эта же линия была лучшей по накоплению азота и калия в среднем за всю вегетацию.

Литература

1. Особенности питания и удобрения яровой пшеницы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.activestudy.info/osobennosti-pitaniya-i-udobreniya-yarovoj-pshenicy/ (дата обращения: 27.09.2022 г).

2. Турусов В.И., Гармашов В.М., Новичихин А.М., Дорохов Б.А., Нужная Н.А., Бочарникова Е.Г., Абанина О.А., Харьковский А.А., Горбачева А.В. Рекомендации по выращиванию озимой пшеницы в хозяйствах Воронежской области // Каменная Степь. – 2019 – 37 с.

3. Турусов В.И., Новичихин А.М., Малокостова Е.И., Нужная Н.А., Черных А.В. Технология возделывания яровой пшеницы в ЦЧЗ // Каменная Степь. – 2019. – 30 с.

4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований), 5 – е изд., перераб. и доп.. – М.: Альянс, – 2014. – 351 с.

5. Романова О.В., Злотникова О.В. Влияние средств химической защиты и применения удобрений на урожайность яровой пщеницы // Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения. Материалы международной научно–практической конференции. – 2017. – С. 115-118.

References

1. Features of nutrition and fertilization of spring wheat [Electronic resource].–Access mode: https://www.activestudy.info/osobennosti-pitaniya-i-udobreniya-yarovoj-pshenicy / (accessed: 27.09.2022).

2. Turusov V.I., Garmashov V.M., Novichikhin A.M., Dorokhov B.A., Nuzhnaya N.A., Bocharnikova E.G., Abanina O.A., Kharkov A.A., Gorbacheva A.V. Recommendations for growing winter wheat in farms of the Voronezh region. Kamennaya Steppe, 2019, 37 p. (In Russian)

3. Turusov V.I., Novichikhin A.M., Malokostova E.I., Nuzhnaya N.A., Chernykh A.V. Technology of cultivation of spring wheat in the Central Processing Plant. Kamennaya Steppe, 2019, 30 p. (In Russian)

4. Dospekhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results), 5 th ed., reprint. and add., Moscow: Alliance, 2014, 351 p. (In Russian)

5. Romanova O.V., Zlotnikova O.V. The influence of chemical protection agents and the use of fertilizers on the yield of spring wheat. Agrochemicals in the XXI century: theory and practice of application. Materials of the international scientific and practical conference. 2017, pp. 115-118. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-137-143

УДК 633.111.1:631.526.322

НОВЫЙ СОРТ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ХАЗИНЭ

Н.З. ВАСИЛОВА, Д.Ф. АСХАДУЛЛИН, Д.Ф. АСХАДУЛЛИН, кандидаты сельскохозяйственных наук; **М.Р. ТАЗУТДИНОВА, И.И. ХУСАИНОВА, Г.Р. ГАЙФУЛЛИНА, Э.З. БАГАВИЕВА**
E-mail: nurania59@mail.ru; E-mail: tatnii-rape@mail.ru

ТАТАРСКИЙ НИИСХ – ОСП ФИЦ «КАЗАНСКИЙ НЦ РАН»

Для формирования высокого качества заготавливаемого зерна и производства из него высококачественного хлеба большую роль играют сорта, имеющие высокий потенциал продуктивности и отвечающие классификационным требованиям «ценных и сильных» пшениц. В Татарском НИИСХ ОСП- ФИЦ КазНЦ РАН создан сорт яровой мягкой пшеницы Хазинэ, удовлетворяющий этим требованиям. Сорт получен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации F_3 Геракл /Симбирцит. Испытание в питомнике конкурсного сортоиспытанияв 2016-2021 годах, различающихся по гидротермическим условиям в период вегетации, показало, что продуктивность сорта Хазинэ достоверно не отличается от высокопродуктивного стандартного сорта Йолдыз, а по качеству значительно превосходит его.

В производственных условиях ряда хозяйств республики Татарстан, республики Башкортостан и Оренбургской области в 2020-2021 годах, новый сорт не уступил основным сортам, возделываемым в хозяйствах не только по урожайности, но и по качеству зерна. Оценка технологических показателей зерна и физических свойств теста показала высокое качество зерна у сорта Хазинэ, удовлетворяющее требованиям ценной и сильной пшеницы. Такие важные показатели физических свойств теста как сила муки и валориметрическая оценка у сорта Хазинэ превышают классификационные требования, предъявляемые к «сильным» сортам. Яровая пшеница Хазинэ характеризуется как высокостекловидный, высоконатурный сорт. По данным показателям новый сорт имеет превышение над стандартом. Содержание белка в зерне колеблется от 14,2 до 15,7%.

Ключевые слова: пшеница, сорт, качество, урожайность, белок, клейковина, сила муки, валориметрическая оценка.

Для цитирования: Василова Н.З., Асхадуллин Д.Ф., Асхадуллин Д.Ф., Тазутдинова М.Р., Хусаинова И.И., Гайфуллина Г.Р., Багавиева Э.З. Новый сорт яровой мягкой пшеницы Хазине. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):137-143. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-137-143

A NEW VARIETY OF SPRING SOFT WHEAT KHAZINE

N.Z. Vasilova, D.F. Askhadullin, D.F. Askhadullin, M.R. Tazetdinova, I.I. Khusainova, G.R.Gayfullina, E.Z. Bagavieva

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

Abstract: *For the formation of high-quality harvested grain and the production of high-quality bread from it, varieties with high productivity potential and meeting the classification requirements of "valuable and strong" wheat play an important role. In the Tatar Research Institute of SSU FRC KazNC RAS, a variety of spring soft wheat Khazine has been created that meets these*

requirements. The variety was obtained by individual selection from the hybrid combination F3 Hercules /Simbircite. The testing in the nursery of the competitive variety testing in the Tatar Research Institute of this variety in 2016-2021, which differ in hydrothermal conditions during the growing season, showed that the productivity of the Khazine variety does not significantly differ from the highly productive standard variety Yoldyz, but significantly exceeds it in quality. In the production conditions of a number of farms of the Republic of Tatarstan, the Republic of Bashkortostan and the Orenburg region in 2020-2021, the new variety was not inferior to the main varieties cultivated in farms not only in yield, but also in grain quality. The evaluation of the technological parameters of the grain and the physical properties of the dough showed the high quality of the grain of the Khazine variety, meeting the requirements of valuable and strong wheat. Such important indicators of the physical properties of the dough as the strength of flour and valorimetric evaluation of the Khazine variety exceed the classification requirements for "strong" varieties. Khazine spring wheat is characterized as a high-glass, high-texture variety. According to these indicators, the new variety has an excess over the standard. The protein content in the grain ranges from 14.2 to 15.7%.

Keywords: spring soft wheat, variety, quality, productivity, protein, gluten, flour strength, valorimetric assessment, degree of dough dilution.

Последние двадцать лет в России отмечается устойчивый рост объема производства зерна. Россия является одним из мировых лидеров по производству и экспорту зерна [1]. Самообеспеченность страны зерном более чем наполовину достигается за счет производства пшеницы [2].

По данным Росстат в 2021 году площадь посева яровой пшеницы в РФ составила 13,1 млн. га, а в 2022 году – 12,774 млн. га. Однако, в последние десятилетия качество зерна пшеницы имеет тенденцию к снижению [3]. По данным Алтухова А.И. за последний период страна производит пшеницы первого и второго классов около 2% от ее общего объема, а третьего класса – 19-22%. Являясь одним из мировых лидеров в экспорте пшеницы, Российская Федерация импортирует мукомольную пшеницу высокого уровня класса (95% от общего объема импорта пшеницы) в основном из Казахстана, Белоруссии (2016), Украины [4]. Стабилизация производства хлебопекарной пшеницы и закупок ценного по качеству продовольственного зерна во многом зависит от наличия сортов, способных в местных условиях реализовать свой генетический потенциал продуктивности и качества. Поэтому включение в Госреестр селекционных достижений сортов с высокими показателями качества зерна будет способствовать стабилизации рынка продовольственной пшеницы. На государственном сортоиспытании по Уральскому региону (9) с 2021 года находится сорт мягкой яровой пшеницы Хазинэ с хорошими показателями качества зерна и хлеба. Ранее, с 2019 по 2020 годы сорт испытывался по Средневолжскому региону. Сорт предлагается для возделывания в регионах с более засушливым климатом.

Цель исследований – оценить новый сорт мягкой яровой пшеницы Хазинэ по уровню урожайности, показателям качества зерна и хлебопекарным свойствам муки, в сравнении со стандартным сортом Йолдыз.

Условия, материалы и методы

Работу проводили в 2016 -2021 гг. на полях селекционного севооборота Татарского НИИСХ, расположенного в Предкамской зоне Татарстана. Почва серая лесная, тяжелосуглинистая, слабо- и среднегумусированная, обеспеченность фосфором и калием среднее – высокое. Объект исследования – новый сорт яровой мягкой пшеницы Хазинэ, стандарт - сорт Йолдыз.

Анализ климатических условий за 1981-2021 гг. показал, что осадки вегетационного периода на территории РТ имеют достоверную тенденцию к уменьшению [5]. Погодные условия в годы исследований были контрастными: благоприятные условия для роста и развития растений создались в 2017 году: вегетационный период характеризовался ГТК более 1,42-1,61; весенняя засуха наблюдалась в 2019 году, а на период налива зерна выпали

осадки – ГТК 1,32. Весенне- летней засухой характеризовались 2016, 2018, 2021 года: ГТК составила 0,6-0,2; 0,4-0,55 и 0,27-0,46 соответственно. Первая половина 2020 года характеризуется как слабо засушливый период (ГТК-1,11), а вторая – как сухой (ГТК -0,48).

Посев проводили селекционной сеялкой ССФК-7 в четырехкратной повторности, площадь делянки 25 м^2. Опыт был заложен систематическим методом с шахматным размещением по повторениям. Основная и предпосевная обработки почвы – традиционные для зоны. Под предпосевную культивацию осуществляли фоновое внесение минеральных удобрений. Против сорняков проводилась обработка гербицидами. Агротехнология соответствовала рекомендациям для зоны возделывания культуры.

Мукомольно-хлебопекарные качества зерна оценивали в лаборатории технологии зерна института по общепринятым методикам и ГОСТам: содержание белка по Кельдалю – ГОСТ 10846-91; стекловидность – ГОСТ 10987-76, натура – ГОСТ 10840-64, масса 1000 зерен – ГОСТ 10842-89; количество сырой клейковины в зерне определяли ручным методом – ГОСТ 13586.1-68, ГОСТ Р 54478-2011, качество клейковины – по индексу деформации клейковины на ИДК – 1; реологические свойства теста – на приборах альвеограф ГОСТ Р 51415-99 и фаринограф – ГОСТ Р 51404-99. Хлебопекарную оценку проводили по лабораторным выпечкам – ГОСТ 27669-88, методом интенсивного замеса без добавления улучшителей. Статистическую обработку результатов исследований проводили по методическому руководству Б.А. Доспехова (1985).

Результаты и обсуждение

Разновидность сорта мягкой яровой пшеницы Хазинэ (селекционный номер К-305/08-9) aureum (albidum). Авторы сорта: Василова Н.З., Асхадуллин Д-р Ф., Асхадуллин Д-л Ф., Багавиева Э.З., Тазутдинова М.Р. Патент №10952 от 03.03.2020 г.

Сорт получен методом индивидуального отбора из гибридной популяции третьего поколения Геракл/Симбирцит. Материнская форма (Геракл) создана в ФГБНУ «Омский АНЦ» и имеет в своей родословной разновидность альбидум и твердую пшеницу Саратовская золотистая. Сорт Саратовская золотистая начиная с 90-х годов XX века широко используется как донор высокого содержания каротиноидных пигментов. Содержание каротиноидов в зерне этого сорта в 1,5-2,0 раза выше, чем у большинства других сортов применявшихся в качестве исходного материала [7]. Желтый цвет муки сорт Хазинэ унаследовал от материнской формы. Отцовская форма – сорт Симбирцит, создан в Ульяновском НИИСХ. Имеет высокий потенциал урожайности.

Сорт Хазинэ среднеспелый. Длина вегетационного периода составляет в среднем 82, у стандарта Йолдыз 79 дней. Растения средней длины, колос белый, пирамидальной формы, средней длины и плотности. Остевидные отростки на конце колоса очень короткие.

Испытание в Татарском НИИСХ сорта Хазинэ в 2016-2021 годы, различающиеся по гидротермическим условиям в период вегетации, показало, что продуктивность сорта Хазинэ достоверно не отличается от высокопродуктивного стандартного сорта Йолдыз, а по качеству значительно превосходит его (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность нового сорта мягкой яровой пшеницы Хазинэ

Сорт	Урожайность за годы испытания, т/га						Средняя урожайность по годам, т/га
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Йолдыз, ст.	5,14	5,42	4,09	5,04	2,81	1,85	4,05
Хазинэ	4,98	4,82	4,31	4,66	3,02	1,88	3,95
$НСР_{05}$	0,38	0,4	0,42	0,64	0,4	0,25	

В среднем за 2016-2021 гг. по данным конкурсного сортоиспытания сорт Хазинэ сформировал урожай зерна – 3,95 т/га, что соответствует урожайности стандартного сорта Йолдыз – 4,05.

Сорт Хазинэ более устойчив к листовым инфекциям, чем стандартный сорт Йолдыз, что является одним из преимуществ сорта. По отношению к мучнистой росе сорт является устойчивым (R), в среднем за 2017-2021 годы поражение составило 3 балла. Высокая полевая устойчивость у сорта Хазинэ к бурой ржавчине; процент поражения стеблевой ржавчиной составил в 2020 году 5% (табл.2).

Таблица 2

Оценка реакции сорта Хазинэ к местным популяциям листовых инфекций

Сорт	Мучнистая роса, балл*	Puccinia graminis, %		Puccinia triticina, % (тип иммунности)		
		2019	2020	2017	2018	2019
Йолдыз	6	30	30	2/5	0	2/3
Хазинэ	3	0	5	0	0	0

Оценка интенсивности развития болезни по шкале E.E. Saari, J.M. Prescott (0 баллов – растения свободны от инфекции, 9 баллов – растения высоко восприимчивые, сильное развитие болезни на всех листьях, имеется поражение колоса).

Сорт Хазинэ был передан на государственное испытание за высокие мукомольные и хлебопекарные качества зерна. Средние значения показателей качества за шесть лет у нового сорта выше, чем у стандарта, за исключением упругости клейковины (табл. 3).

Таблица 3

Технологические качества зерна сорта Хазинэ (КСИ, среднее за 2016-2021 гг.).

Сорт	Масса 1000 зерен, г	Натурная масса зерна,г/л	Стекло видность. %	Содержание сырого протеина, %	Содержание клейковины в муке, %	Показатель качества по ИДК-1,ед.
	X/lim	X/lim	X/lim	X/lim	X/lim	X/lim
Йолдыз	38,2 31,4-43,3	783 748-810	51,1 43-62	11,9 11,0-13,2	21,9 20,6-24,6	75 68-80
Хазинэ	39,1 34,6-43,0	796 762-819	65,8 51-87	14,9 14,2-15,7	30,8 28,4-33,9	85 78-100

Сорт Хазинэ по натурной массе зерна, стекловидности, содержанию белка и клейковины в зерне соответствует требованиям на «сильные сорта». Причем, минимальные значения этих показателей выше, чем у стандарта.

Такие важные показатели физических свойств теста как сила муки и валориметрическая оценка у сорта Хазинэ превышают классификационные требования, предъявляемые к «ценным» пшеницам: сила муки в среднем за шесть лет 284 е.а., с крайними значениями 127-497 е.а., а валориметрическая оценка 61е.ф., при этом лучшее значение– 67 е.ф. (табл. 4).

Таблица 4

Реологические свойства теста и хлебопекарная оценка сорта Хазинэ за 2016-2021 гг.

Сорт	Сила муки, е.а.	Валориметрическая оценка, е.ф.	Пористость, балл	Объем хлеба, $см^3$	Общая хлебопекарная оценка
	X/lim	X/lim	X/lim	X/lim	X/lim
Йолдыз	204 124-264	53,6 46-59	4,2 4,0-4,5	494 398-551	4,3 3,9-4,5
Хазинэ	284 127-497	61 53-67	4,9 4,5-5,0	579 555-579	4,7 4,6-4,9

Оценка наиболее значимых показателей хлеба как пористость, объем позволяют отнести новый сорт Хазинэ к ценным сортам, а общая хлебопекарная оценка – к сильным.

В производственных условиях ряда хозяйств Оренбургской области в 2020-2021 гг. сорт Хазинэ не уступил основным возделываемым сортам по урожайности. В 2021 году в ООО «Рубин» (Гайский р-н) и КФХ Дибаев М.Т. (Александровский р-н) сорт превысил по урожайности базовые сорта, при урожайности 13,0 18,0 ц/га соответственно.

Технологические качества зерна сорта Хазинэ во всех пунктах испытания остались высокими и соответствовали требованиям на сильные сорта (табл. 5)

Таблица 5.

Технологические качества зерна сорта Хазинэ в производственных условиях

Хозяйства	Год	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Стекловидность общ., %
ООО «Рубин», Гайский район Оренбургская обл.	2020	36,3	787,0	72
	2021	34,42	787,8	99
Дибаев М. Александровский район Оренбургская обл.	2020	44,13	773,2	64
	2021	36,45	793,5	99

Более жесткие условия 2021 года отразились, прежде, всего, на значении массы 1000 семян - снижение в ООО «Рубин» оно составило 1,9 г, а в КФХ Дибаев М.Т. – 7,6. Значения натурной массы зерна, как и общей стекловидности, наоборот, улучшились.

На содержание белка и клейковины большое влияние оказывают район произрастания, погодные условия, применяющаяся агротехника и сортовые различия. Качество клейковины в большей степени связано с сортом, но условия выращивания могут ослабить или полностью нарушить эту зависимость [9]. Для выявления диапазона проявления хлебопекарных свойств зерна, также, как и выше, приведен анализ результатов их оценки. Содержание белка и клейковины в зерне, определяющие пищевую ценность пшеницы, имеют высокие значения во всех вариантах и колеблются от 13,9 до 18,7 и от 29,4 до 43,9% соответственно. Лучшие показатели по содержанию белка и клейковины в зерне у сорта Хазинэ в условиях ООО «Рубин». Упругость клейковины во всех случаях соответствует второй группе качества с показателями прибора ИДК-1: 81-100 единиц прибора (табл. 6)

Таблица 6

Содержание белка и клейковины в образцах яровой пшеницы Хазинэ с производственного испытания

Вариант	Год	Содержание сырого протеина, %	Содержание клейковины, %	Качество клейковины	
				Ед. пр. ИДК-1	Группа качества
ООО «Рубин», Гайский район Оренбургской обл.	2020	17,9	43,9	89	2
	2021	18,7	33,28	100	2
КФХ Дибаев М. Т. Александровский р-н Оренбургской обл.	2020	15,6	33,5	88	2
	2021	14,6	30,7	90	2

В условиях Оренбургской области реологические свойства теста сорта Хазинэ достигли значений, соответствующих требованиям на сильные сорта (табл. 7).

Таблица 7

Реологические свойства теста сорта Хазинэ

Вариант	Год	Энергия дефор мации теста, е.а.	Степень разжижения теста, е.ф.	Валориме трическая оценка, е.в.
ООО «Рубин», Гайский р-н Оренбургской обл.	2020	310	10	88
	2021	450	30	97
КФХ Дибаев М.Т., Александровский р-н Оренбургской обл.	2020	448	40	68
	2021	490	10	71

Хлебопекарная оценка приводится по образцам двух хозяйств Оренбургской области (табл. 8).

Таблица 8

Хлебопекарная оценка образцов сорта Хазинэ с производственного испытания

Вариант	Годы	Пористость, балл	Эластичность, балл	Объем хлеба из 100 г муки, мл	Общая хлебопекарная оценка, балл
ООО «Рубин» Гайский р-н Оренбургской обл.	2021	5	5	543	4,8
КФХ Дибаев М.Т. Александровский р-н Оренбургской обл	2020	4,5	5	648	4,8
	2021	4,5	5	604	4,9

Следует отметить, что мякиш хлеба из муки сорта Хазинэ желтого цвета, что говорит о повышенном содержании каротиноидов, важнейшей биологической функцией которых в организме человека является провитаминная (А) активность.

Заключение

Новый сорт яровой мягкой пшеницы Хазинэ при урожайности идентичной урожайности сорта Йолдыз, имеет ряд преимуществ над стандартом: более устойчив к листовым болезням, стабильно высокие показатели мукомольных и хлебопекарных качеств. Высокая и стабильная стекловидность по годам, высокое содержание белка, повышенное содержание каротиноидов в муке при принадлежности сорта к разновидности альбидум, делает возможным (при дальнейшей оценке глютен индекса, макаронных свойств, цветовой оценки макарон) использование сорта при изготовлении макарон группы Б.

Статья подготовлена в рамках государственного задания ФИЦ КазНЦ РАН «Эколого-генетические подходы к созданию и сохранению ресурсов растений и животных, расширению их адаптивного потенциала и биоразнообразия, разработка сберегающих агротехнологий с целью повышения устойчивости производства высококачественной продукции, достижения безопасности для здоровья человека и окружающей среды».

Литература

1. Агапкин А.М., Махотина И.А. К вопросу о состоянии российского зернового рынка. Международная торговля и торговая политика. – 2021; – 7 (3): – С.133-148.
2. Алтухов А.И. Производству высококачественной пшеницы необходима государственная поддержка //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 3 (23). – С.15-23.

3. Хлесткина Е.К., Пшеничникова Т.А., Усенко Н.И., Отмахова Ю.С. Перспективные возможности использования молекулярно-генетических подходов для управления технологическими свойствами зерна пшеницы в контексте цепочки «зерно – мука – хлеб». Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016; – 20(4):511-527. DOI 10.18699/VJ15.140
4. Смоленцева Е.В. Россия на мировом рынке пшеницы: тенденции и перспективы //Московский экономический журнал. – 2019. – № 6. – С. 77-86.
5. Шайтанов О.Л., Низамов Р.М., Захарова Е.И. Оценка влияния глобального потепления на климат Татарстана. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – №4 (40). – С. 102-112.
6. Мальчиков П. Н. Селекция яровой твердой пшеницы в Среднем Поволжье. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Кинель - 2009.
7. Асхадуллин Данил Ф., Асхадуллин Дамир Ф., Василова Н. З., Тазутдинова М. Р., Хусаинова И. И., Багавиева Э.З., Баранова О. А. Результаты оценки сортов яровой мягкой пшеницы на устойчивость к болезням в Казанском НЦ // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 3. С. 89–94.DOI: 10.31367/2079-8725-2022-81-3-89-94.
8. Фёдорова Р.А**.** Биохимические особенности свойств зерна: Учеб.-метод. пособие. СПб.: Университет ИТМО, – 2016. – 41с.
9. Saari E. E., Prescott J. M. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases // Plant disease reporter. 1975. No. 59. P. 377–380.

References

1. Agapkin A.M., Makhotina I.A. K voprosu o sostoyanii rossiiskogo zernovogo rynka. Mezhdunarodnaya torgovlya i torgovaya politika. [On the state of the Russian grain market]. *Mezhdunarodnaya torgovlya i torgovaya politika - International trade and trade policy*. 2021; 7 (3): pp. 133-148. (*In Russian*)
2. Altukhov A.I. Proizvodstvu vysokokachestvennoi pshenitsy neobkhodima gosudarstvennaya podderzhka. [The production of high-quality wheat needs state support], *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2017, No.3 (23), pp.15-23 (*In Russian*)
3. Khlestkina E.K., Pshenichnikova T.A., Usenko N.I., Otmakhova YU.S. Perspektivnye vozmozhnosti ispol'zovaniya molekulyarno-geneticheskikh podkhodov dlya upravleniya tekhnologicheskimi svoistvami zerna pshenitsy v kontekste tsepochki «zerno - muka - khleb». [Promising possibilities of using molecular genetic approaches to control the technological properties of wheat grain in the context of the grain-flour-bread chain]. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2016;20(4):511-527. DOI 10.18699/VJ15.140 (*In Russian*)
4. Smolentseva E.V. Rossiya na mirovom rynke pshenitsy: tendentsii i perspektivy. [Russia on the world wheat market: trends and prospects]. Text: direct. *Moscow Economic Journal*. 2019, No. 6, pp. 77-86 (*In Russian*)
5. Shaitanov O.L., Nizamov R.M., Zakharova E.I. Otsenka vliyaniya global'nogo potepleniya na klimat Tatarstana. [Assessment of the impact of global warming on the climate of Tatarstan]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2021, No. 4 (40), pp.102-112. (*In Russian*)
6. Mal'chikov P. N. Selektsiya yarovoi tverdoi pshenitsy v Srednem Povolzh'e. [Breeding of spring durum wheat in the Middle Volga region. Abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences]. Kinel - 2009. (*In Russian*)
7. Askhadullin Danil F., Askhadullin Damir F., Vasilova N.Z., Tazutdinova M. R., Khusainova I. I., Bagavieva EH.Z., Baranova O. A. Rezul'taty otsenki sortov yarovoi myagkoi pshenitsy na ustoichivost' k boleznyam v Kazanskom NTS. [Results of evaluation of spring soft wheat varieties for disease resistance in Kazan Research Center]. *Grain farming of Russia*, 2022, Vol. 14, No. 3, pp. 89-94.DOI: 10.31367/2079-8725-2022-81-3-89-94. (*In Russian*)
8. Fedorova R.A. Biokhimicheskie osobennosti svoistv zerna [Biochemical features of grain properties], teaching aid, St. Petersburg: ITMO University, 2016, 41 p. (*In Russian*)
9. Saari E. E., Prescott J. M. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. *Plant disease reporter*. 1975, No. 59, pp. 377–380.

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-144-150

УДК 633.14: 631.559 (470.32)

СПОСОБЫ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ РЖИ, ПОЗВОЛЯЮЩИЕ СОЧЕТАТЬ В ОДНОМ СОРТЕ ВЫСОКУЮ УРОЖАЙНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ УСЛОВИЯМ СРЕДЫ

В.В. ЧАЙКИН, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0003-2447-9944
А.А. ТОРОП, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-9428-4926
***Е.А. ТОРОП,** доктор биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-2526-1480,

ФГБНУ «ВОРОНЕЖСКИЙ ФАНЦ ИМЕНИ В.В ДОКУЧАЕВА». E-mail: niich1c@mail.ru

*ФГБОУ ВО «ВОРОНЕЖСКИЙ ГАУ ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА 1»,
E-mail: helenatorop@yandex.ru

Высокая урожайность и устойчивость к неблагоприятным условиям среды трудно соединить в одном сорте. Из-за недостаточной устойчивости к неблагоприятным факторам заложенные в сорте потенциальные возможности реализуются лишь частично. В данной работе приведены разработанные и апробированные авторами способы, позволяющие объединить в одном сорте эти ценные свойства. Такое сочетание возможно, если они контролируются разными генетическими системами.

Ключевые слова: селекция растений, озимая рожь, способы селекции, урожайность, устойчивость к неблагоприятным условиям.

Для цитирования: Чайкин В.В., Тороп А.А., Тороп Е.А. Способы селекции озимой ржи, позволяющие сочетать в одном сорте высокую урожайность и устойчивость к неблагоприятным условиям среды. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):144-150. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-144-150

WINTER RYE BREEDING METHODS TO COMBINE HIGH YIELD AND RESISTANCE TO ADVERSE ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN ONE VARIETY

V.V. Chaikin, A.A. Torop, E.A. Torop*

FSBSI «V.V. DOKUCHAEV FEDERAL AGRARIAN RESEARCH CENTER, VORONEZH»
*FSBEI HE «VORONEZH STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER EMPEROR PETER 1»

Abstract: *High yield and tolerance to unfavorable environmental conditions are difficult to combine in one variety. Due to insufficient resistance to adverse factors, potential possibilities inherent in the variety are realized only partially. The authors have developed and tested methods that make it possible to combine these valuable properties in one variety. Such a combination is possible if they are controlled by different genetic systems.*

Keywords: plant breeding, winter rye, breeding methods, yield, tolerance to adverse conditions.

Введение

Создание сортов, сочетающих высокий уровень урожайности и устойчивость к неблагоприятным факторам среды, по-прежнему весьма актуально [1]. Характерной особенностью озимой ржи, в сравнении с другими зерновыми культурами, является более высокий уровень устойчивости к неблагоприятным факторам среды и связанная с этим большая стабильность достигнутого уровня урожайности [2]. Слабым местом сортов этой

культуры в течение длительного периода был недостаточно высокий уровень их урожайности, что было одной из причин сокращения ее посевных площадей. В определенной степени это характерно и для современных сортов. Потенциал урожайности современных сортов и гибридов ржи достигает 12-13 т/га [3, 4]. У сортов озимой пшеницы он гораздо выше и вполне обоснована возможность создания сортов с урожайностью 15 и даже 20 т/га [5]. Поэтому повышение урожайности (потенциальной и реальной) является основным направлением селекции этой культуры на ближайший период. Но одностороннее увлечение уровнем урожайности, как правило, приводит к созданию сортов с высоким уровнем урожайности, который обычно не достигается из-за недостаточной устойчивости к неблагоприятным условиям.

Достичь более высокого уровня реализации заложенного в создаваемых сортах потенциала возможно при их устойчивости к комплексу неблагоприятных факторов, характерных для среды их возделывания. Поэтому селекция на повышение уровня урожайности должна сопровождаться повышением (в крайнем случае, сохранением) достигнутого уровня устойчивости к действию неблагоприятных факторов среды. Но одновременное повышение продуктивности и устойчивости проблематично, так как эти свойства часто трудно сочетаются в одном организме. Поэтому в селекции часто возникает вопрос: «адаптация или максимальный урожай?».

Для условий Центрально-Чернозёмного региона России, где рожь является страховой озимой культурой, сочетание этих двух свойств в одном сорте обязательно, если учитывать еще и имеющую место тенденцию к изменению климата. Поэтому при селекции этой культуры крайне важно совершенствовать существующие и разрабатывать новые способы, позволяющие в полной мере сочетать в создаваемых сортах высокие урожайность и адаптивность.

Цель работы – показать эффективность разработанных способов селекции, предназначающихся для сочетания в одном сорте высокой урожайности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды.

Материал и методы исследования

На начальном этапе исследований исходным материалом служили сорта селекции лаборатории и модельные популяции, сформированные отбором уникальных, редко встречающихся в природе форм ржи. В дальнейшем из них путем гибридизации и отборов были созданы ценные в селекционном плане популяции и сорта. При их создании была проверена эффективность предлагаемых способов селекции. Опытные делянки размещались по черному пару. Площадь делянок в конкурсном сортоиспытании (КСИ) – 25 м^2, повторность – 6-кратная. В экологическом (ЭСИ) и предварительном (ПСИ) сортоиспытаниях площадь делянки – 5 м^2, повторность 4-кратная. Полученные первичные экспериментальные данные обрабатывали общепринятыми статистическими методами. Адаптивность и стабильность определяли по А.В. Кильчевскому и Л.В. Хотылёвой [6]. Степень несогласованности процессов органогенеза определяли по способу З.А. Морозовой в нашей модификации [7].

Результаты и обсуждение

Исследования, проведенные нами на модельных растениях, показали, что их продуктивность связана с ростом ассимиляционной поверхности листьев. Но такие формы отличаются большей транспирацией и могут реализовать свой потенциал только в условиях с достаточной обеспеченностью влагой и при отсутствии засухи.

Чтобы устранить этот недостаток крупнолистых форм нами были использованы формы с эректоидной ориентацией листьев. В результате объединения в одном генотипе таких признаков, как «крупные листья» и «эректоидная ориентация листьев», их продуктивность, как показали наши специальные исследования, была резко увеличена. Так, у форм с обычной величиной листа, обозначенных нами как «мелколистные платофиллы», масса зерна с колоса равнялась в среднем за два года 2,275 г, а у крупнолистных эректоидов – 3,230 г. Разница составила 42,0%. Каждый фактор в отдельности оказывал значительно меньшее влияние:

эректоидная ориентация листьев обусловила повышение продуктивности колоса на 9,2%, а увеличение крупности листьев – на 29,3%.

Увеличение продуктивности колоса было обусловлено как за счет числа зерен в колосе, так и массы зерновки. Количество зерен в колосе при сочетании крупного листа с его эректоидной ориентацией увеличилось на 35,2%, а масса зерновки – на 6,2%.

Созданная таким способом популяция эректоидных карликов (ПЭК) послужила исходным материалом для создания сортов Таловская 41 и Таловская 45. Первый из них по результатам государственного испытания был рекомендован для возделывания в 5 регионах и в рейтинге сортов, проходящих государственное испытание, занял первое место по потенциалу урожайности. Он признан лучшим сортом для степных районов страны [8]. Второй сорт (Таловская 45) с 2022 года включен в Госреестр и рекомендован для возделывания в трех регионах. Максимум его урожайности во время госиспытаний равнялся 8,92 т/га.

Высокая урожайность и засухоустойчивость полученного таким способом материала была подтверждена в условиях засухи 2007, 2010 и 2011 годов (табл. 1). В эти годы засушливыми были, как осенний, так и весенне-летний периоды вегетации. При этом сорт Таловская 41 и ее исходная популяция ПЭК существенно превысили стандарты. Превышение составило 14,2 и 17,2 процентов соответственно.

Таблица 1

Урожайность сорта Таловская 41 и ее исходной популяции в условиях засухи, т/га

Сорт	Каменная Степь		ОП «Митрофановский»			Средняя	Отклонение от стандарта	
	2007	2011	2007	2010	2011		т/га	%
Стандарт	5,82	3,35	5,05	2,90	3,28	4,08		
ПЭК	7,27	3,60	5,40	3,43	3,62	4,66	0,58	14,2
Таловская 41	7,13	4,08	5,40	3,26	4,03	4,78	0,70	17,2
$НСР_{05}$	0,42	0,38	0,45	0,32	0,23			

Предложенный нами способ основан на совместном действии двух эффективных путей повышения продуктивности растения – увеличении площади ассимилирующей поверхности и предохранении растений от излишнего испарения влаги во время засухи благодаря эректоидной ориентации листьев. Эректоидная ориентация листьев защищает растения от перегрева в полуденное время, чем исключает так называемую полуденную депрессию процесса фотосинтеза и увеличивает время работы листьев по обеспечению растения ассимилянтами. Последнее достигается не только за счет исключения полуденной депрессии, но и благодаря более продолжительной работе листьев нижнего яруса, который при эректоидной ориентации листьев практически не затеняется.

Учитывая важность для селекции ржи такого свойства как устойчивость к полеганию, мы стремились разработать способ, позволяющий упростить процесс и сократить затраты при оценке устойчивости растений к этому неблагоприятному фактору, а также использовать полученные результаты для отбора не только устойчивых, но и высокопродуктивных форм. В ходе исследований нами было установлено, что формы с высокой удельной массой междоузлий отличаются высокопродуктивным колосом (рис.). Это связано, вероятно, не только с образованием у них более развитых анатомических структур, но и с накоплением в их тканях запасных углеводов – сахаров и крахмала, используемых в период созревания на налив зерновок. Обнаруженную закономерность мы использовали для разработки простого и поэтому общедоступного способа оценки не только устойчивости к полеганию, но и продуктивности озимой ржи.

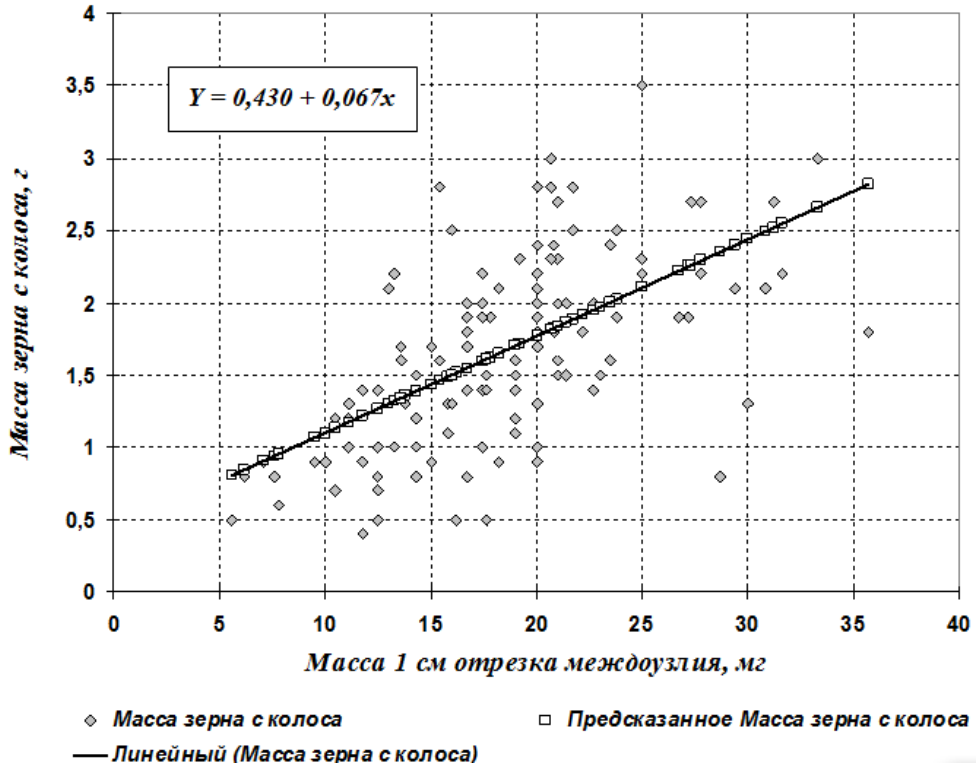


Рис. Связь между продуктивностью колоса и удельной массой стебля

Предлагаемый способ, в сравнении с известными, обладает целым рядом важных преимуществ: простотой и дешевизной, удобством, надежностью, позволяет контролировать два важных для селекции свойства. Выделенный по получаемому показателю материал ценный не только по устойчивости к полеганию, но и по продуктивности, в частности по продуктивности колоса: коэффициент корреляции между удельной массой отрезка и массой зерна с колоса равен 0,899±0,253 ($t_{факт.}$ при P_{05} =3,560 против $t_{табл.}$=3,182). Коэффициент корреляции между удельной массой отрезка и устойчивостью растений к полеганию равен 0,968±0,145 ($t_{факт.}$ при P_{05} =5,678 против $t_{табл.}$=3,182).

С использованием этого способа создан исходный материал, отличающийся высокой устойчивостью к полеганию (табл. 2).

Средняя за три года оценка его устойчивости к полеганию составила 4,12 балла по 5-балльной шкале, при 2,12 балла у стародавнего сорта МУП. Последнее свидетельствует о том, что условия для полегания во все годы изучения были провокационными.

На основе нового селекционного материала были сформированы сорта, представляющие практическую ценность. Один из них, под названием Таловская 44, отличающийся высоким потенциалом урожайности и высокой устойчивостью к полеганию, по результатам государственного испытания рекомендован для возделывания в Средневолжском регионе, а второй – Таловская 45 успешно прошел государственное испытание.

Стараясь повысить продуктивность, селекционер часто стремится максимально увеличить значение того или иного элемента урожайности. Но абсолютизация отдельных признаков, тесно коррелирующих с урожайностью, и использование их в качестве критериев для отбора может привести к нарушению баланса между продуктивностью и факторами, ее обеспечивающими, и потере растениями устойчивости к неблагоприятным условиям среды, снижению иммунитета и качества.

Необходимо добиваться оптимального соотношения компонентов урожая. А этого можно достичь при оптимальном отношении между рабочими и потребляющими органами. Но для определения уровня оптимальности, сбалансированности происходящих в организме

растений процессов используемыми в селекционной практике методами, необходимы данные специальных исследований или изучения селекционного материала в различных условиях. К тому же, этими методами не всегда можно получить конкретные показатели степени оптимальности, сбалансированности, что необходимо селекционеру, работающему, как правило, с большим объемом селекционного материала и не всегда достаточно разнообразного.

Таблица 2

Устойчивость нового селекционного материала озимой ржи к полеганию (балл)

Название	Год			Средняя
	2014	2015	2016	
Стандарт (Таловская 41)	3,78	4,35	4,24	4,13
Короткостебельные крупнолистые платофиллы	3,75	4,38	4,15	4,09
Короткостебельные крупнолистые эректоиды	4,08	4,58	4,39	4,35
Короткостебельные платофиллы	4,17	4,67	4,11	4,31
Короткостебельные эректоиды	4,00	4,71	4,49	4,40
Крупнолистые эректоиды	3,75	4,38	4,38	4,17
Эректоиды	4,17	4,54	4,40	4,37
Эректоиды с широкими гофрированными листьями	4,08	4,79	4,54	4,47
Платофиллы с широкими гофрированными листьями	4,33	4,38	4,57	4,43
Крупнолистые платофиллы	4,42	3,79	4,40	4,20
Очень крупнолистые платофиллы	3,83	3,96	4,26	4,02
Крупно- и широколистые платофиллы	1,83	3,79	3,54	3,06
Полукарлики с эректоидной ориентацией листьев	3,75	4,42	4,31	4,16
Эректоиды очень крупнолистые	3,83	3,83	4,22	3,96
Эректоиды крупно- и широколистые.	3,25	3,96	3,90	3,70
МУП	2,21	2,45	1,70	2,12
Средняя	3,70	4,19	4,10	4,12

В этом плане определенные преимущества имеет способ, предложенный З.А. Морозовой. К сожалению, этот способ не нашел должного применения в селекционной практике. Причиной этого, по нашему мнению, является то, что он также не давал конкретного показателя степени согласованности происходящих в организме процессов органогенеза. Мы попытались лишить его этого недостатка, введя конкретный показатель [7]**.** При сопоставлении этого показателя с уровнем урожайности была обнаружена достоверная корреляция средней и сильной степени. Эффективность этого способа была проверена на материалах питомника конкурсного сортоиспытания 1992-1998 гг. (табл. 3). Данные таблицы 3 показывают, что этот способ можно успешно использовать для браковки бесперспективного материала и выделения наиболее ценных сортов.

Описанные выше способы позволяют оценить и выделить высокопродуктивные, устойчивые к отдельным, очень значимым для ЦЧР неблагоприятным факторам формы. Но в течение вегетации часто создаются самые разные сочетания неблагоприятных факторов. Поэтому для отбора устойчивых к ним был предложен новый способ, где в качестве критериев для отбора предложено использовать, кроме урожайности, семенные качества сформировавшихся зерновок (выполненность и силу начального роста). На этих показателях сказываются действия всех неблагоприятных факторов**.**

При использовании указанных признаков значительно расширяются возможности и надежность способа. Последнее связано с тем, что изучаемые образцы выращивают в естественных условиях, представляющих собою открытую систему, где действуют известные и неизвестные исследователю неблагоприятные факторы при всевозможных их сочетаниях. Сравнение изучаемого материала производится с возделываемым в регионе

сортом и в определенной степени уже приспособленным к разного рода неблагоприятным факторам, действующим в регионе.

Таблица 3

Эффективность браковки селекционного материала с использованием предлагаемого способа

Год	Показатель	Лучшие сорта		Худшие сорта		$НСР_{05}$
		лучшая половина набора	два лучших сорта	худшая половина набора	два худших сорта	
1992	$К_I$	0,94	0,40	1,47	1,45	–
	$К_{II}$	0,48	0,25	0,76	0,50	–
	Урожайность, т/га	5,39	5,65	4,80	4,32	0,58
1993	$К_I$	1,74	1,20	1,92	2,10	–
	$К_{II}$	0,76	0,90	1,12	1,10	–
	урожайность, т/га	6,30	6,57	5,57	5,22	0,55
1994	$К_I$	0,73	0,57	0,60	1,53	–
	$К_{II}$	0,30	0,17	0,33	1,08	–
	Урожайность, т/га	2,99	3,59	1,77	1,16	0,98
1995	$К_I$	1,30	1,55	2,05	2,10	–
	$К_{II}$	0,70	1,45	1,12	1,25	–
	Урожайность, т/га	3,58	3,67	3,19	2,84	0,31
1996	$К_I$	0,76	1,30	1,22	1,95	–
	$К_{II}$	0,50	0,95	0,82	1,40	–
	Урожайность, т/га	5,83	5,98	5,48	5,43	0,27
1997	$К_I$	1,25	0,81	1,56	2,08	–
	$К_{II}$	0,75	0,32	0,65	0,98	–
	Урожайность, т/га	6,55	6,68	5,95	5,82	0,60
1998	$К_I$	1,15	1,56	2,30	1,88	–
	$К_{II}$	0,65	0,72	1,70	1,00	–
	Урожайность, т/га	5,93	6,06	5,10	4,97	0,47

Систематическое использование в своей практике указанного способа позволило нам создать ценный исходный материал для селекции и высокопродуктивные, адаптированные к неблагоприятным условиям сорта (табл. 4).

Таблица 4

Адаптивность и селекционная ценность сортов озимой ржи разных сроков селекции

Сорт	$u + v_i$	v_i (ОАС)	$\alpha^2(G \times E)_{gi}$	α^2 $САС_i$	α $САС_i$	l_{gi}	s_{gi}	$СЦГ_i$	K_{gi}
Харьковская 55	4,28	-0,37	0,17	1,84	1,36	0,09	31,7	1,78	1,25
Таловская 15	4,66	0,02	0,12	1,07	1,04	0,11	22,2	2,75	0,73
Таловская 33	4,72	0,08	0,08	1,94	1,39	0,04	29,5	2,16	1,32
Таловская 41	4,84	0,19	0,07	1,49	1,22	0,05	25,2	2,59	1,01
Таловская 44	4,72	0,08	0,10	1,65	1,28	0,06	27,2	2,36	1,12

Все сорта селекции института превзошли ранее возделывавшийся в регионе сорт Харьковская 55 как по урожайности ($u + v_i$), так и по общей адаптивной способности [v_i(ОАС)] и селекционной ценности ($СЦГ_i$).

Заключение

Селекционная работа в Центре по озимой ржи была направлена на повышение урожайности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды. Для достижения указанной цели использовали известные и разрабатывали новые способы селекции, позволяющие сочетать в одном сорте эти ценные признаки. Это наиболее вероятно, если

указанные свойства контролируются разными генетическими системами.

Литература

1. Бочарникова Н.И., Чесноков Ю.В. Приоритеты и критерии развития селекции в XXI веке // Сб. научных трудов ВНИИ овощеводства и бахчеводства. – 2014. – С. 9-13.
2. Гончаренко А.А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 3. – С. 31-36.
3. Политыко П.М., Мерзликин А.С., Киселёв Е.Ф. и др. Технологии возделывания озимой ржи и экономическая эффективность производства зерна. // Проблемы агрохимии и экологии. – 2016. – № 2. – С 10-15.
4. Wilde P. Genetic gain hybrid rye breeding: achievements and challenges / P. Wilde, P. Bajgain, P. Dopierala et al. // International conference on rye breeding and genetics. Conference abstracts. – Wrocław (Poland), Wrocław university of environmental and life sciences. – 2015. – P. 20-21.
5. Mitchell P.L. Potential yield of wheat in the United Kingdom: How to reach 20 t ha^{-1} / P.L. Mitchell, Sheehy J.E. // Field crops research. – 2018. – V. 224. – P. 115-125.
6. Кильчевский А.В., Хотылёва Л. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение 2. Числовой пример и обсуждение // Генетика. – 1985. – Т.21, – № 9. – С. 1491-1498.
7. Тороп Е.А., Тороп А.А. Метод анализа структуры урожая по З.А. Морозовой и его значение для селекционной практики // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 1. – С. 118-124.
8. Савченко И.В. Современные научные достижения в области растениеводства // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2011. – № 3. – С. 14-15.

References

1. Bocharnikova N.I., Chesnokov Yu.V. Prioritety i kriterii razvitiya selektsii v XXI veke [Priorities and criteria for the development of breeding in the XXI century] Sbornik nauchnykh trudov. VNII ovoshchevodstva i bakhchevodstva [Collection of scientific papers. All-Russian Research Institute of Vegetable and Melon Growing], 2014, pp. 9-13. (in Russian)
2. Goncharenko A.A. Ekologicheskaya ustoichivost' sortov zernovykh kul'tur i zadachi selektsii [Ecological sustainability of grain crop varieties and breeding problems]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2016, no. 3, pp. 31-36. (in Russian)
3. Polityko P.M., Merzlikin A.S., Kiselev E.F. i dr. Tekhnologii vozdelyvaniya ozimoi rzhi i ekonomicheskaya effektivnost' proizvodstva zerna [Winter rye cultivation technologies and economic efficiency of grain production]. *Problemy agrokhimii i ekologii*, 2016, no. 2, pp. 10-15. (in Russian)
4. Wilde P., Bajgain P., Dopierala P. et al. Genetic gain hybrid rye breeding: achievements and challenges. International conference on rye breeding and genetics. Conference abstracts, Wrocław (Poland), Wrocław university of environmental and life sciences, 2015, pp. 20-21.
5. Mitchell P.L., Sheehy J.E. Potential yield of wheat in the United Kingdom: How to reach 20 t ha^{-1}. Field crops research, 2018, V. 224, pp. 115-125.
6. Kil'chevskii A.V., Khotyleva L. V. Metod otsenki adaptivnoi sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differentsiruyushchei sposobnosti sredy. Soobshchenie 2. Chislovoi primer i obsuzhdenie [Method for assessing the adaptive ability and stability of genotypes, differentiating ability of the environment. Report 2. Numerical example and discussion]. *Genetika*, 1985, 21, no. 9, 1491-1498. (in Russian)
7. Torop E.A., Torop A.A. Metod analiza struktury urozhaya po Z.A. Morozovoi i ego znachenie dlya selektsionnoi praktiki [Method of analyzing the structure of the crop according to Z. A. Morozova and its significance for breeding practice]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2009, no. 1, pp. 118-124. (in Russian)
8. Savchenko I.V. Sovremennye nauchnye dostizheniya v oblasti rastenievodstva [Modern scientific achievements in the field of plant growing]. *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2011, no. 3, pp. 14-15. (in Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-151-162

УДК: 633.14:631:527:631.671.3

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ РЖИ В КОНТРАСТНЫХ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРА СРЕДНЕВОЛЖЬЯ

С.Н. ПОНОМАРЕВ, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID 0000-0001-8898-4435, E-mail: s.ponomarev2020@yandex.ru
М.Л. ПОНОМАРЕВА, доктор биологических наук, ORCID 0000-0002-1648-3938
Г.С. МАННАПОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID 0000-0002-9097-783X
С.И. ФОМИН, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID 0000-0002-9295-4770

ТАТАРСКИЙ НИИСХ – ОСП ФИЦ «КАЗАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН»

Цель исследования − выявить реакцию урожайности сортов озимой ржи на дефицит увлажнения и корреляции с компонентами урожая в благоприятных условиях весенне-летней вегетации и в условиях засухи. Исследование было выполнено в ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН (Республика Татарстан, север Средневолжского региона) в контрастные по гидротермическому режиму 2020-2021 гг. Объектом исследования являлись 11 сортов и популяций озимой ржи конкурсного сортоиспытания. Для анализа результатов использован метод главных компонент с биплот визуализацией. Выявлено, что урожайность в большей степени зависела от количества продуктивных стеблей на единице площади, числа зерен с 1 м^2, массы зерна с главного колоса, массы 1000 зерен, натуры зерна и высоты растений. Факторные нагрузки перечисленных показателей определяли 94,4% изменчивости урожайности в благоприятный год и 87% − при лимите влаги. Показан разный вклад и неодинаковые факторные нагрузки урожайобразующих признаков в изменчивость урожайности в контрастные годы. В результате негативного влияния погодных факторов в 2021 году наиболее существенную депрессию, по сравнению с благоприятным годом, проявили урожайность зерна (на 40.7%), масса 1000 зерен (28,5%) и масса зерна с главного колоса (27,6%). Выявлена неодинаковая реакция на дефицит влаги и благоприятное увлажнение при формировании урожайности сортов Подарок, Огонек, Татарская 1, Популяция 18, Популяция Дымчатая. Наибольшую урожайность по результатам контрастных лет проявили перспективные популяции Популяция 19, Популяция 20, Популяция 18 и сорт Татарская 1. Рассмотрены корреляционные связи между хозяйственными признаками сортов озимой ржи в благоприятных условиях весенне-летней вегетации и в условиях засухи.

***Ключевые слова*:** озимая рожь, сорт, засухоустойчивость, метод главных компонент, урожайность, густота продуктивного стеблестоя, высота растений, масса 1000 зерен.

Для цитирования: Пономарев С.Н., Пономарева М.Л., Маннапова Г.С., Фомин С.И. Особенности формирования урожайности озимой ржи в контрастных гидротермических условиях севера Средневолжья. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):151-162. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-151-162

FEATURES OF WINTER RYE YIELD FORMATION IN CONTRASTING HYDROTHERMAL CONDITIONS OF THE NORTHERN MIDDLE VOLGA REGION

S.N. Ponomarev, M.L. Ponomareva, G.S. Mannapova, S.I. Fomin

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

Abstract: *The goal of the study was to determine the response of winter rye varieties to humidity deficit and correlations with yield components under favorable conditions of spring-summer vegetation and under drought conditions. The study was carried out in Tatar Scientific Research Institute of Agriculture, FRC Kazan Scientific Center of RAS (Republic of Tatarstan, the north of the Middle Volga region) in contrasting hydrothermal conditions in 2020-2021. The object of the study was 11 varieties and populations of winter rye of the competitive variety trials. Principal components method with biplot visualization was used to analyze the results. It was found that the yield depended to a larger extent on the number of productive stems per unit area, grains per 1 m^2, grain weight from the main spike, 1000 grains weight, hectoliter weight and plant height. These factors contributed 94,4% to the variability of the yield in the favorable year and 87% in the case of limiting the moisture content. The different contribution and unequal factor loadings of yield-forming traits to the variability of the yield in the contrasting years are shown. As a result of negative influence of weather factors in 2021, the most significant depression as compared with a favorable year showed grain yield (40.7%), 1000 grains weight (28.5%) and grain weight from the main spike (27.6%). It was revealed unequal response to moisture deficit and favorable moisture in the formation of the yield of varieties Podarok, Ogonek, Tatarskaya 1, Population 18, Population Dymchataya. Promising populations Population 19, Population 20, Population 18, and variety Tatarskaya 1 showed the highest yield according to the results of contrasting years. The correlations between economic traits of winter rye varieties under favorable conditions of spring-summer vegetation and under drought conditions were considered.*

Keywords: winter rye, varieties, drought tolerance, principal components analysis, yield, number of productive stems, plant height, 1000-grain weigh.

Введение

Засуха является одним из наиболее распространенных и серьезных абиотических стрессовых факторов, воздействующих на сельскохозяйственные растения. Поэтому селекционные программы, направленные на повышение урожайности, параллельно сконцентрированы и на улучшение засухоустойчивости, природа которой сложна и зависит от множества морфологических, биохимических и физиологических признаков.

Озимая рожь (*Secale cereale L.*) считается довольно засухоустойчивой культурой среди других злаков [1, 2]. Рожь обычно выращивается на песчаных или малоплодородных почвах с низкой водоудерживающей способностью, поэтому для получения высоких и стабильных урожаев зерна необходимы засухоустойчивые сорта озимой ржи. Устойчивость этой зерновой культуры к засухе имеет огромное значение, так как каждый центнер урожая в годы с сильной и продолжительной засухой имеет большую ценность, чем в благоприятные годы. В связи с этим, увеличение доли посевов озимой ржи в зерновом клине и использование в производстве наиболее засухоустойчивых сортов озимой ржи приведет к стабилизации валовых сборов зерна [3].

Изменения климата, наблюдаемые в последние годы, многообразны и проявляются не только в колебаниях температурного и водного режимов, но и в изменении частоты и интенсивности климатических аномалий и экстремальных погодных явлений. Посевы озимой ржи ценны для республики Татарстан из-за того, что особенностью климата этого региона является неравномерное чередование повторяющихся засух с благоприятными для роста и развития годами. Наибольшая частота засух очень сильной интенсивности наблюдалась в период с 1940 по 1975 гг., а наименьшая −в период 1976-2009 гг. Наибольший ущерб урожайности и валовым сборам ржи нанесли продолжительные летние засухи 1998, 2010, 2012 и 2021 гг., причем наиболее губительной стала засуха 2010 г. Производство зерна ржи в 2010 г. составило 113,76 тыс. т и урожайность 1,17 т/га в сравнении с 584,5 тыс. т и 3,31 т/га, соответственно, в благоприятном 2009 году [4]. В последние годы наблюдается последовательный рост засух, различных по интенсивности, продолжительности и времени наступления. В связи с вышесказанным, представляется очень важным провести оценку сортов озимой ржи по засухоустойчивости в критических условиях естественного

проявления недостатка влаги и высоких температур в сравнении с благоприятным годом для корректировки селекционной программы.

Цель исследования − выявить реакцию урожайности сортов озимой ржи на дефицит увлажнения и корреляции с компонентами урожая в благоприятных условиях весенне-летней вегетации и в условиях засухи.

Материал м методы исследований

В экспериментах были использованы семь сортов озимой ржи, включенные в Госреестр РФ и четыре перспективные популяции в сравнении со стандартом Тантана (все собственной селекции). Полевые опыты размещались по черному пару на серой лесной, среднесуглинистой почве селекционного стационара Татарского НИИСХ. Территория землепользования расположена в с. Большие Кабаны Лаишевского района республики Татарстан (координаты 55.647559, 49.308059).

Закладка опыта и анализ урожайности сортов проводились по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5]. Сорта озимой ржи высевались рендомизированными блоками в четырехкратной повторности, с нормой высева 5 млн. всхожих семян на гектар, учетная площадь делянок составляла 12,5 м^2.

Для характеристики влажностного и температурного режима вегетационного периода озимой ржи в период весенне-летней вегетации анализировали соответствующие показатели, зарегистрированные на агрометеостанции института: среднесуточная и среднемесячная температура воздуха и сумма осадков, а также гидротермический коэффициент (ГТК), рассчитанный по формуле Г.Т. Селянинова. Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием программ XL STAT 2019.2.2.59614 и GraphPad Prism методами дисперсионного, корреляционного анализа и главных компонент.

Для определения степени влияния засухи на продуктивность сортов озимой ржи были изучены урожайность зерна (т/га), густота продуктивного стеблестоя (шт./м^2), число зерен с 1 м^2 (шт./ м^2), высота растений (см), масса 1000 зерен (г), масса зерна с главного колоса (г).

Агрометеорологические условия весенне-летнего периода вегетации растений за 2020 и 2021 годы были сильно контрастными (табл. 1). Среднесуточная температура воздуха за май и июнь в 2021 году была значительно выше, чем в 2020 году, и существенно отличалась от нормы. Сумма осадков за этот период в 2020 году составила 209 мм (уборка проведена во второй декаде августа), что близко к среднемноголетним данным, а в 2021 – всего 60 мм (уборка проведена в третьей декаде июля), т.е. на 71% меньше в сравнении с 2020 годом.

Таблица 1

Агрометеорологические условия вегетации озимой ржи (май − август 2020-2021 гг.)

Месяцы	2020 год				2021 год			
	Среднесуточная температура воздуха, °С		Сумма осадков, мм		Среднесуточная температура воздуха, °С		Сумма осадков, мм	
	факт.	норма	факт.	норма	факт.	норма	факт.	норма
Май	13,4	12,9	60	34	18,0	12,9	17	34
Июнь	16,6	17,1	35	62	22,2	17,1	11	62
Июль	22,1	19,5	32	59	22,0	19,5	32	59
Август	17,0	17,3	82	55	22,2	17,3	18	55

Условия весенне-летнего периода вегетации растений в 2020 году протекали при очень благоприятных условиях по увлажненности (рис.1). Май, июнь и август были избыточно влажными (ГТК= 5,1, 1,8 и 3,8, соответственно), а июль − недостаточно влажным (ГТК= 0,9). В 2021 году период вегетации с мая по август характеризовался крайним дефицитом влаги (ГТК= 0,45), особенно экстремально сухим был июнь (ГТК= 0,14). Период активного роста в мае также сопровождался остро засушливыми условиями (ГТК= 0,32). Такая контрастная картина естественно сложившихся гидротермических условий позволила нам провести

сравнение урожайности и других хозяйственно ценных показателей для повышения прогресса селекции в отношении устойчивости к засухе.

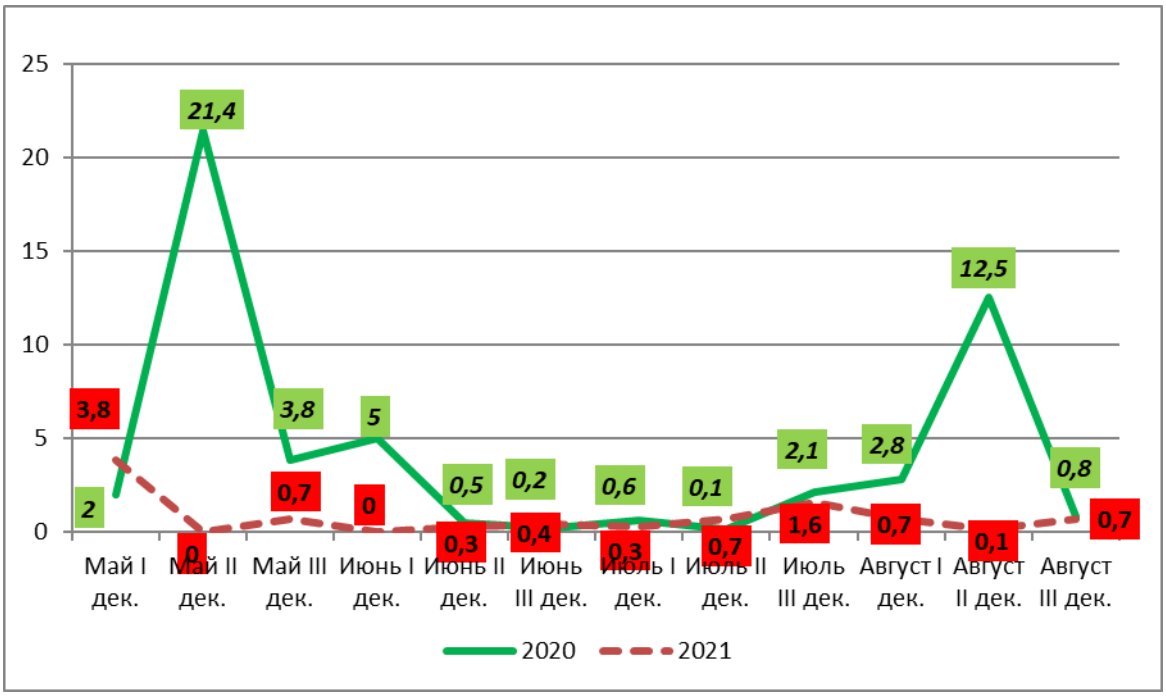


Рис. 1. Подекадная динамика гидротермического коэффициента весенне-летней вегетации растений озимой ржи, 2020-2021 гг.

Результаты и их обсуждение

Селекционные программы по созданию засухоустойчивых сортов озимой ржи, реализуемые в РФ и в ТатНИИСХ, в основном базируются на отборе перспективного материала в экстремальные по гидротермическим характеристикам годы.

Урожайность сортов конкурсного испытания в 2020 г. варьировала от 4,69 до 6,17 т/га. Лидерами по урожайности были районированные сорта Эстафета Татарстана и Огонек (+0,40 и +0,65 т/га к стандарту, соответственно) (рис. 2). Из новых перспективных сортообразцов выделились Популяция Дымчатая и Популяция 20, урожайность которых была достоверно выше стандарта и равнялась 6,17 и 5,75 т/га, соответственно (НСР05=0,38 т/га). Амплитуда изменчивости урожайности в засушливом году (2021 г.) составила 2,87-3,56 т/га. По урожайности достоверно превысили стандарт перспективные Популяции 18, 19 и 20. Прибавка урожая к стандарту у данных популяций составила 0,38, 0,42 и 0,30 т/га, соответственно. В 2021 г. сорта Татарская 1, Эстафета Татарстана, Зилант по урожайности превысили стандарт Тантану на 0,02…0,28 т/га, но прибавка статистически не доказана.

Средняя урожайность всех изучаемых сортов озимой ржи в 2020 г. составила 5,44 т/га, а в 2021 г. − 3,23 т/га, снижение значений признака на фоне засухи равнялось на 40,7% (рис. 3). Продуктивный стеблестой в среднем по сортам и перспективным популяциям озимой ржи в 2021 году составил 471 шт./м2, в 2020 – 515 шт./м2. Вредоносность засухи по данному признаку проявилась на 8,5% (или на 44 шт./м2). Формирование довольно хорошей густоты продуктивного стеблестоя и небольшое снижение данного показателя у сортов озимой ржи произошло за счет благоприятных условий, сложившихся в осенний период, и хорошей сохранности посевов в период перезимовки. Влияние неблагоприятных гидротермических условий на высоту растений сортов озимой ржи конкурсного сортоиспытания проявилось на 17%, уменьшение данного показателя с 159 см (2020 г) до 132 см (2021 г.) положительно отразилось на устойчивости к полеганию.

Число зерен с 1м^2 в неблагоприятном 2021 г. составило 15305 шт./м^2, что на 16,2% меньше, чем в предыдущем году (рис.3). По массе 1000 зерен разница средних значений

равнялась 28,5% (26,5 г в 2020 г и 18,9 г в 2021 г.). Другим значительно сниженным признаком, который уменьшился в результате засухи, была масса зерна с главного колоса. Разница средних показателей в контрастные годы составила 27,6%.

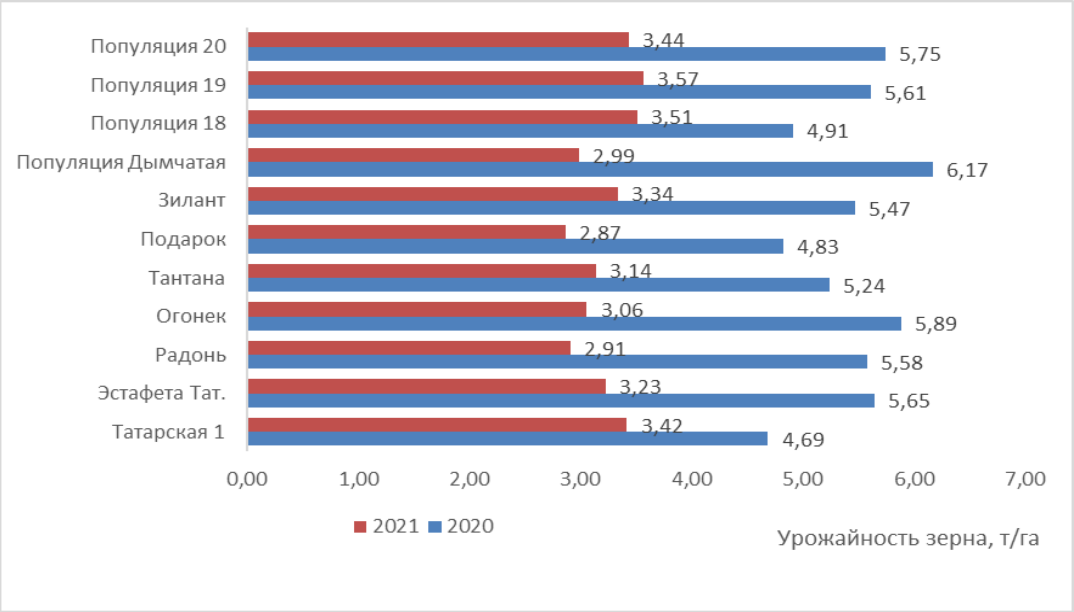


Рис. 2. Урожайность зерна сортов озимой ржи конкурсного сортоиспытания, т/га, 2020-2021 гг.

Единственным показателем, который несколько увеличился (на 1,7%) в результате воздействия напряженных гидротермических условий, оказалась натура зерна.

В.А. Крупнов утверждал, что засуха – это не просто дефицит воды, а сложная комбинация недостатка влаги, температурного стресса, сухости воздуха («суховей»), и других абиотических и биотических факторов [6]. И от того, какова напряженность этого стресса и на какой стадии возник дефицит воды зависит ответная реакция растений, выражаемая засухоустойчивостью. Поэтому при оценках в полевых условиях сортов озимой ржи на этот показатель, следует учитывать фенологическую фазу развития растений, попавшую под воздействие засухи.

На создание 1 ц зерна рожь расходует 6-8 мм запасов почвенной влаги, причем до 60% ассимилятов, поставляемых в колос, образуется в тканях стебля [7]. Выявлено, что засуха в фазу трубкования в основном снижает количество колосьев и зерен с колоса, тогда как ее наступление в фазу колошения способно усилить уменьшение количества предварительно сформированных побегов и снизить урожай зерна, уменьшая число завязавшихся зерен в колосе. Дефицит воды, низкая влажность воздуха и высокие температуры в период цветения и оплодотворения уменьшают озерненность колосьев [8]. Засуха в фазу формирования и налива зерна лимитирует урожайность за счет снижения массы 1000 зерен и продуктивности главного колоса [9]. При этом ряд авторов подчеркивает, что максимальная засухоустойчивость отдельных сортов может проявляться на разных стадиях развития растений [10].

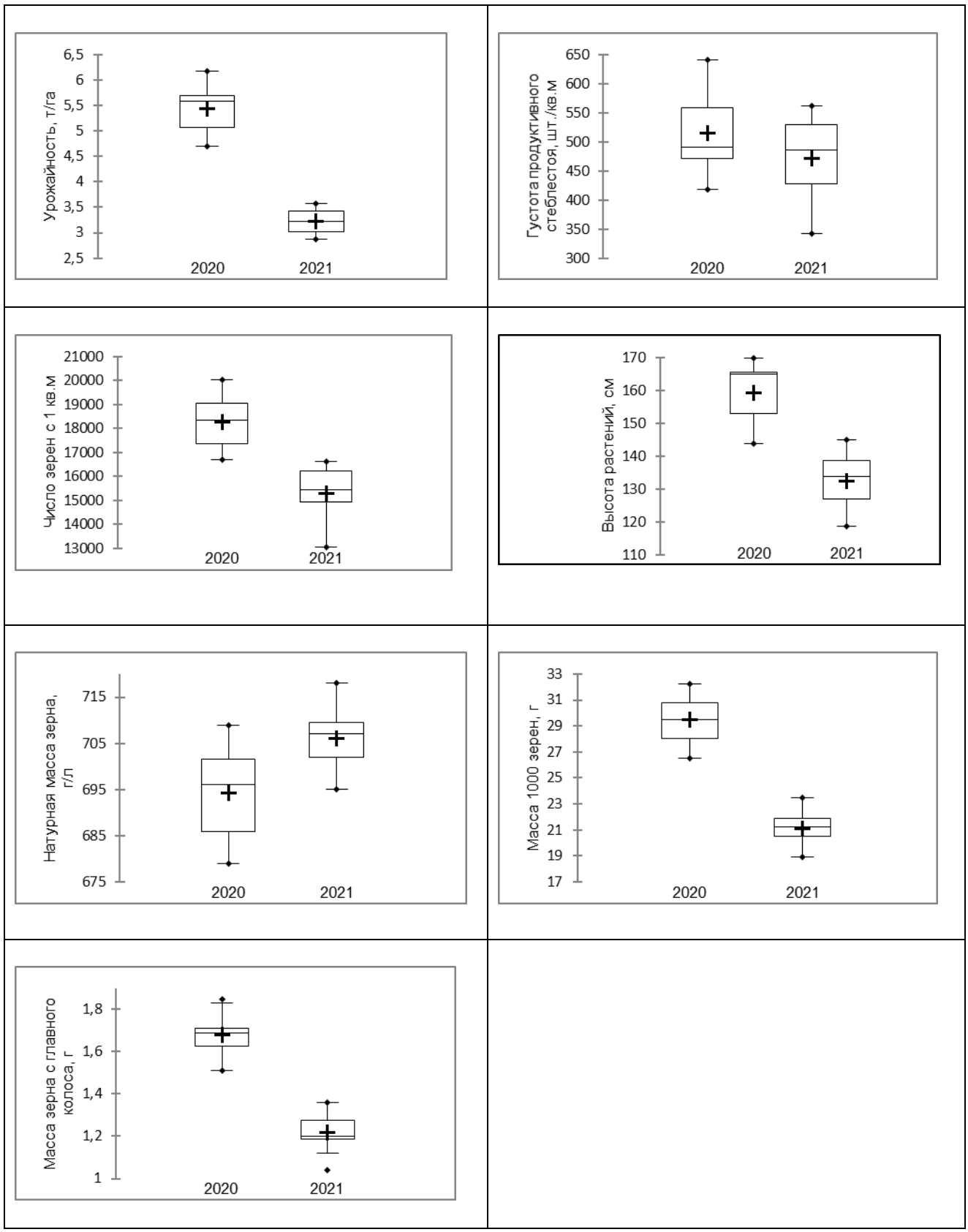


Рис. 3. Диаграмма размаха (боксплот), показывающая изменчивость показателей у 11 сортов в 2020 (благоприятном) и 2021 (засушливом) годах. Величина ящика представляет интерквартильный размах, крестик− среднее значение, усы − минимальные и максимальные значения, горизонтальная линия− медиана.

Весенне-летний период 2021 года характеризовался крайне засушливыми условиями, особенно в критические периоды водопотребления, начиная от фазы трубкования – до формирования зерна. Неблагоприятные условия в этот период приостановили увеличение вегетативной массы, привели к замедлению процессов морфогенеза, негативно отразились на наливе зерна, а также вызвали его щуплость и невыполненность. Наши исследования показали, что в результате негативного влияния погодных факторов в 2021 году наиболее существенную депрессию, по сравнению с благоприятным годом, проявили урожайность зерна, масса зерна с главного колоса и масса 1000 зерен.

В селекционном плане важно установить влияние отдельных урожайобразующих признаков на формирование конечной урожайности при разных гидротермических условиях. При этом урожайность рассматривается как целевой признак, а другие признаки рассматриваются как объясняющие признаки или коварианты целевого признака. На основе анализа результатов исследования с использованием метода главных компонент (PCA) рассчитаны вклады, с которыми изучаемые признаки включены в главные компоненты (табл. 2). Значения, выделенные жирным шрифтом, соответствуют для каждой переменной фактору, для которого квадратный косинус является наибольшим.

Главные компоненты отражают несколько причин изменчивости урожайности, а их значимость оценивается по доле дисперсии в общей дисперсии признака. Было выявлено семь главных компонент, влияющих на урожайность, причем первая имеет наибольший вклад в вариацию урожайности сортов озимой ржи, а каждая последующая меньший. Учитывая относительно невысокий вклад с четвертой по седьмую компоненту, ими можно пренебречь.

Густота продуктивного стеблестоя и число зерен с единицы площади могут, таким образом, объяснить 41,8% наблюдаемых вариаций урожайности анализируемых генотипов во взаимосвязи с комфортными условиями роста в 2020 году. Вторую компоненту составили масса 1000 зерен и натура зерна, которые в случае достаточного увлажнения в период налива способны увеличить заложенный урожай (изменчивость 29,86%). Масса зерна с главного колоса преобладала в 3-ей компоненте, объясняя 12,6% вариации урожайности сортов ржи. Четвертая варианта, включающая высоту растений, способна изменить урожайность на 11,3%. Обычно это обусловлено тем, что высокорослые сорта при избытке влаги в период активного роста способны полегать, что приводит к потере урожайности. На эти урожайобразующие показатели суммарно приходится 94,4% всей изменчивости результирующего признака.

В неблагоприятный по гидротермическим условиям год выявлены другие особенности, приводящие к изменчивости урожайности, которые были распределены на 3 главные компоненты (табл. 2). Наибольшую долю объясненной изменчивости (43,05%) в урожайность вносят густота продуктивного стеблестоя, число зерен с 1 м^2 и масса зерна с главного колоса. Почти 27% вариации обусловлены признаками масса 1000 зерен и натура зерна, и 17% - высотой растений. Суммарное значение накопленной изменчивости факторных нагрузок на эти три главные компоненты равнялось 87%, оставшиеся 13% объяснялись иными признаками, которые не фиксировались в данном эксперименте.

Интерпретация метода главных компонент дополнена анализом биплота и его графическим представлением в системе двух первых компонент с наибольшей долей в дисперсии. Построение биплот графика, представленного на рисунке 4, позволило облегчить понимание фенотипических корреляций между признаками и сгруппировать отдельные сорта, имеющие схожие морфогенетические реакции на контрастные гидротермические условия вегетации. Благоприятные условия (2020 г.) продемонстрировали 41,84% изменчивости урожайности, наблюдаемой для F1, и 28,64% изменчивости для F2; общая изменчивость по всем признакам составила 70,48%. В условиях засухи эти значения составили 43,05 и 26,97% для F1 и F2, соответственно, и 70,02% от общей изменчивости.

При анализе биплотов расположение векторов признака вблизи генотипа указывает на то, что данный признак является подходящим по отношению к нему. В 2020 г. селекционно-

ценные признаки, расположенные далеко от центра и близко друг к другу (урожайность, продуктивный стеблестой, масса зерна с колоса, число зерен с единицы площади и высота растений) коррелировали положительно.

Результаты анализа биплота свидетельствуют о различной реакции созданных сортов и перспективных популяций озимой ржи к засушливым и благоприятным условиям, поэтому на графике они распределены по всем четвертям.

Таблица 2

Значения факторных нагрузок урожайобразующих показателей сортов и популяций озимой ржи

	Главные компоненты			
	F1	F2	F3	F4
Благоприятный год (2020)				
Урожайность	**0,869**	0,101	0,005	0,002
Густота продуктивного стеблестоя	**0,574**	0,016	0,292	0,100
Число зерен с 1 м^2	**0,808**	0,102	0,009	0,000
Высота растений	0,264	0,121	0,020	**0,560**
Масса зерна с главного колоса	0,391	0,016	**0,532**	0,026
Масса 1000 зерен	0,021	**0,877**	0,001	0,000
Натурная масса зерна	0,000	**0,774**	0,025	0,100
Изменчивость (%)	41,835	28,642	12,609	11,274
Накопленная изменчивость %	41,835	70,477	83,086	94,359
Засушливый год (2021)				
Урожайность	**0,763**	0,129	0,059	0,030
Густота продуктивного стеблестоя	**0,870**	0,000	0,010	0,054
Число зерен с 1 м^2	**0,750**	0,118	0,090	0,010
Высота растений	0,030	0,036	**0,854**	0,037
Масса зерна с главного колоса	**0,378**	0,242	0,002	0,356
Масса 1000 зерен	0,003	**0,919**	0,004	0,004
Натурная масса зерна	0,220	**0,444**	0,173	0,063
Изменчивость (%)	43,048	26,971	17,032	7,892
Накопленная изменчивость %	43,048	70,020	87,052	94,944

Особое внимание следует уделить сортам на вершинах биплота (отмечены красным свечением), которые характеризуются своеобразными путями формирования урожайности в контрастные по гидротермическому режиму годы (Подарок, Огонек, Татарская 1, Популяция 18, Популяция Дымчатая).

В 2020 г. сорта Радонь, Эстафета Татарстана и Популяция 20 формировали урожайность за счет сохранения к уборке продуктивного стеблестоя и высокой массы зерна с колоса, Популяция Дымчатая за счет увеличения числа зерен с единицы площади, а Зилант − еще за счет более короткой соломины, которая позволяет противостоять полеганию. Для сортов Огонек и Популяция 19 характерны более высокие масса 1000 зерен и натура зерна.

При дефиците влаги перспективные Популяции 18, 19, 20 и сорт Эстафета Татарстана формировали высокую урожайность за счет повышения массы зерна с главного колоса, а Татарская 1 и Зилант – высокого числа зерен с 1м^2. В 2021 г. признаки масса 1000 зерен и натура зерна не внесли существенный вклад в формирование урожайности озимой ржи, поскольку погодные условия привели к крайней мелкозерности и щуплости зерна практически всех сортов. Вектора последних признаков находятся под прямым углом (отсутствие корреляции) или тупым углом (отрицательные корреляции) к вектору урожайности. Из рис. 4 также следует, что сорт Подарок генетически отличается от сортов, локализованных в правой половине биплота, другими корреляционными связями, поэтому он локализовался отдельно, причем в разные годы в разных четвертях. Сорт Тантана,

наоборот, в различные по увлажнению годы стабильно занимал одинаковое местоположение на графике, что подтверждает его относительно устойчивую продуктивность независимо от режима увлажнения и выбор в качестве стандарта в сортоиспытании.

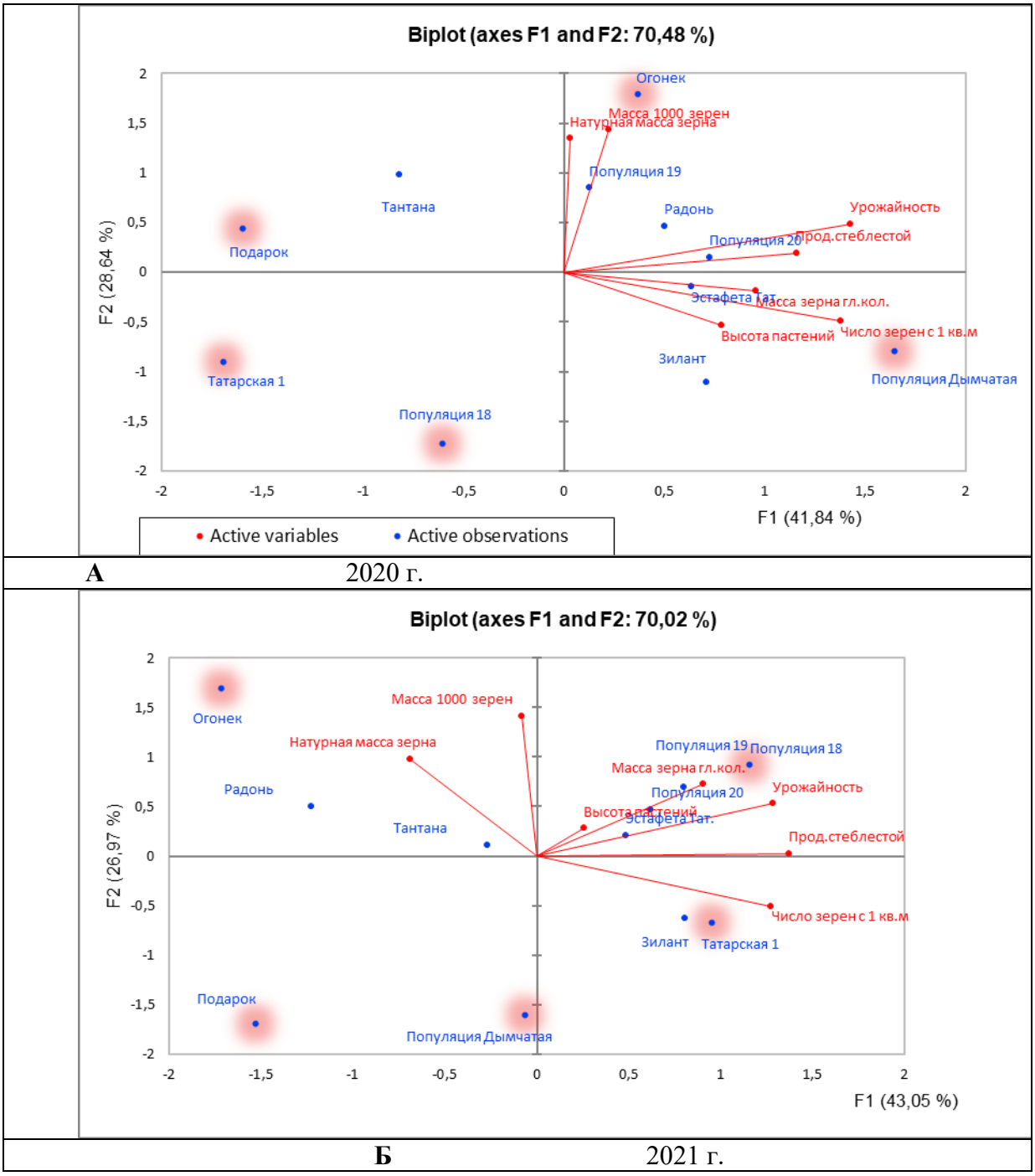


Рис. 4. Биплот (PCA) корреляций урожайности, продуктивного стеблестоя, высоты растений, числа зерен с 1 м2, массы зерна с главного колоса, массы 1000 зерен, натурной массы зерна в благоприятный год (2020, А) и засушливый год (2021, Б) для 11 сортов озимой ржи конкурсного сортоиспытания. График показывает эффекты первой и второй главных компонент (F1 и F2, соответственно).

Отмечено, что новые сортообразцы (Популяция 19 и 20) более адаптированы к условиям региона, менее зависят от неблагоприятных температурных факторов, а Популяции 18 и Дымчатая в большей степени отзывчивы на осадки в период летней вегетации растений.

Сравнение матрицы парных коэффициентов корреляции в контрастные по увлажнению годы показало, что урожайность зерна стабильно в сильной степени зависела от плотности продуктивного стеблестоя и числа зерен с 1 м^2 как в 2020 (r=0,78 и r=0,74), так и в 2021 году (r=0,81 и r=0,73), соответственно (рис. 5).

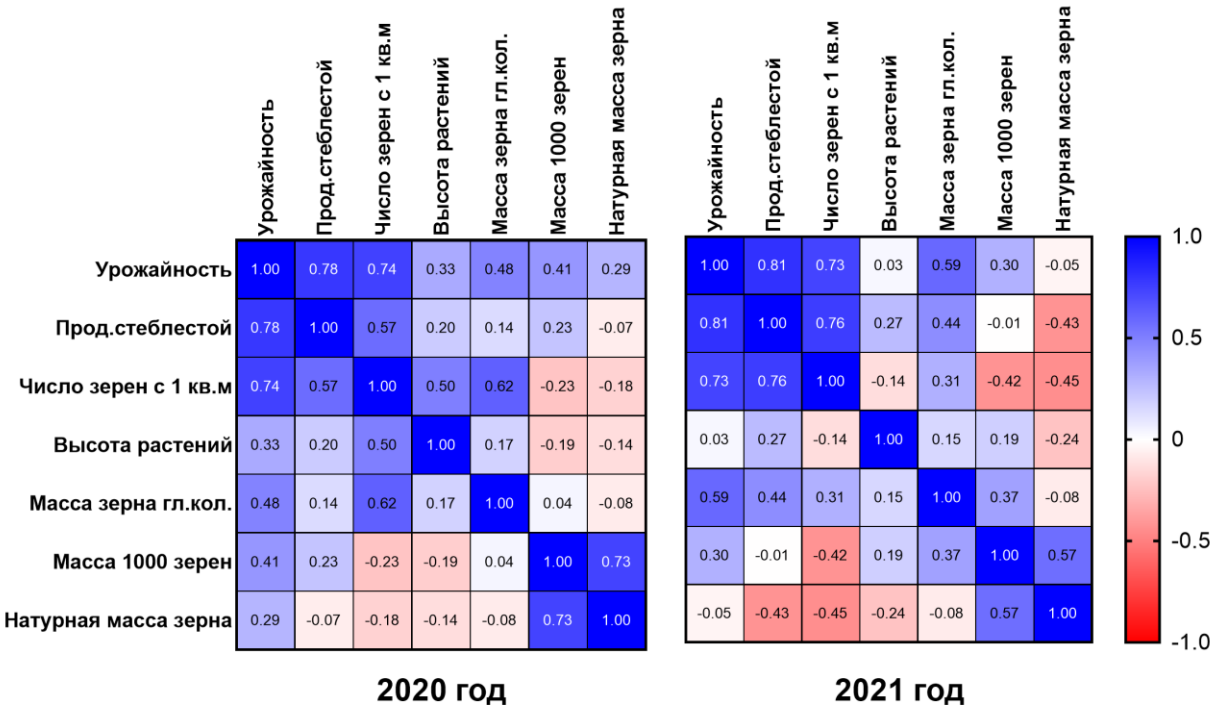


Рис. 5. Матрицы парных коэффициентов корреляции в благоприятном по увлажнению 2020 г. и неблагоприятном (засушливом) 2021 г.

В засушливых условиях 2021 г. отмечается усиление зависимости урожайности от массы зерна с главного колоса (r=0,59) и ослабление от массы 1000 зерен (r=0,30) по сравнению с благоприятным по увлажнению 2020 г. (r=0,48 и r=0,30, соответственно). Густота продуктивного стеблестоя на фоне дефицита влаги более тесно коррелирует с числом зерен с 1 м^2, массой зерна с главного колоса и натурой зерна. Высота растений в благоприятных условиях имела умеренную корреляцию с числом зерен с 1 м^2, которая отсутствовала в условиях дефицита влаги. Таким образом, отмечены изменения в силе связей между важнейшими хозяйственными признаками озимой ржи на фоне разных по гидротермическим условиям лет изучения, что является результатом приспособительных реакций растений на количество ресурсов тепла и влаги.

Заключение

В условиях севера Среднего Поволжья засушливые годы непредсказуемо чередуются с сезонами, относительно благоприятными по водному режиму, поэтому круг селекционных задач расширяется. Необходимо улучшать не только толерантность к высоким температурам и дефициту воды, но одновременно и отзывчивость на благоприятные условия увлажнения, когда урожайность зерна озимой ржи может быть значительно выше, чем в острозасушливые сезоны.

Величина урожайности в большей степени зависела от количества продуктивных стеблей на единице площади, числа зерен с 1 м^2, массы зерна с главного колоса, массы 1000 зерен, натуры зерна и высоты растений. Факторные нагрузки перечисленных показателей определяли 94,4% изменчивости урожайности в благоприятный год и 87% − при лимите влаги, объединенные в 4 и 3 главные компоненты, соответственно. В результате негативного влияния погодных факторов в 2021 году, когда недостаток влаги наблюдался от выхода в трубку до налива зерна, наиболее существенную депрессию по сравнению с благоприятным

годом проявили урожайность зерна (на 40,7%), масса 1000 зерен (28,5%) и масса зерна с главного колоса (27,6%). Указанные показатели могут быть предметом косвенного отбора на урожайность, когда прямой отбор на устойчивость к дефициту увлажнения невозможен. Выявлена различная реакция в формировании урожайности сортов Подарок, Огонек, Татарская 1, Популяция 18, Популяция Дымчатая в контрастные по гидротермическому режиму годы. Наибольшую урожайность по результатам контрастных лет проявили перспективные популяции Популяция 19, Популяция 20, Популяция 18 и сорт Татарская 1. Выявлены сходные по направлению, но неодинаковые по силе, корреляционные связи между хозяйственными признаками сортов озимой ржи в благоприятных условиях весенне-летней вегетации и в условиях засухи.

Статья подготовлена по теме НИР № 122011800138-7 в рамках Государственного задания ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН.

Литература

1. Шабаев А.И., Бамбышев У.С. Особенности технологии возделывания новых сортов озимой ржи в Поволжье. //Сборник трудов конференции: Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии, переработка. Саратов: НИИСХ Юго-Востока. – 2008 – С. 178-185.
2. Баталова Г.А. Состояние и перспективы селекции и возделывания зернофуражных культур в России. // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 3. – С. 15-22.
3. Чайкин В.В., Тороп А.А., Рыльков А.И. Зимо- и засухоустойчивость озимой ржи в условиях Центрально-Чернозёмного региона. // Земледелие. – 2017. – № 2. – С. 32-35.
4. Пономарева М.Л., Пономарев С.Н., Тагиров М.Ш. Динамика факторов производства и использования зерна ржи в Российской Федерации и республике Татарстан // Земледелие. – 2014. – №. 8. – С. 6-9.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть. – М. – 2019. – 329 с. https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica_1.pdf
6. Крупнов В.А. Генетическая сложность и контекст-специфичность признаков урожая пшеницы в засушливых условиях // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 17. – №. 3. – С. 524-534.
7. Пономарева М.Л., Пономарев С.Н., Маннапова Г.С., Гильмуллина Л.Ф., Фомин С.И., Илалова Л.В., Гараева Н.Ш., Хамитова Г.М., Сайфутдинова Д.Д. Рожь и тритикале: биология, технология, использование / Научно-технологический справочник. Казань: Изд-во Академия наук РТ. – 2020. – 80 с.
8. Kottmann L., Wilde P., Schittenhelm S. How do timing, duration, and intensity of drought stress affect the agronomic performance of winter rye? // European Journal of Agronomy. - 2016. - V. 75. - pp. 25-32. DOI 10.1016/j.eja.2015.12.010
9. Graß R., Böttcher, U., Lilienthal, H., Wilde, P., Kage H. Is canopy temperature suitable for high throughput field phenotyping of drought resistance of winter rye in temperate climate? //European Journal of Agronomy. – 2020. – Т. 120. – С. 126104. https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126104
10. Сухоруков А.Ф., Сухоруков А.А. Селекция озимой пшеницы на засухоустойчивость в Среднем Поволжье // Аграрная наука. – 2017. – № 5. – С. 15-18.

References

1. Shabaev A.I., Bambyshev U.S. Osobennosti tehnologii vozdelyvanija novyh sortov ozimoj rzhi v Povolzh'e [Characteristics of the growing technology of new varieties of winter rye in the Volga region]. *Sbornik trudov konferencii: Ozimaja rozh': Selekcija, semenovodstvo, tehnologii, pererabotka.* Saratov: NIISH Jugo-Vostoka, 2008, pp. 178-185. (In Russian)
2. Batalova G.A. Sostojanie i perspektivy selekcii i vozdelyvanija zernofurazhnyh kul'tur v Rossii [Current state and prospects of breeding and cultivation of forage crops in Russia]. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*, 2011, no.3, pp. 15-22. (In Russian)

3. Chajkin V.V., Torop A.A., Ryl'kov A.I. Zimo- i zasuhoustojchivost' ozimoj rzhi v uslovijah Central'no-Chernozjomnogo regiona [Winter and drought resistance of winter rye under conditions of the Central Chernozem Region]. *Zemledelie*, 2017, no.2, pp. 32-35. (In Russian)
4. Ponomareva M.L., Ponomarev S.N., Tagirov M.Sh. Dinamika faktorov proizvodstva i ispol'zovanija zerna rzhi v Rossijskoj Federacii i Respublike Tatarstan [Dynamic factors of production and use of grain rye in the Russian Federation and Tatarstan Republic]. *Zemledelie*, 2014, no.8, pp. 6-9. (In Russian)
5. Metodika gosudarstvennogo sortoispytanija sel'skohozjajstvennyh kul'tur [Methodology of state variety testing of agricultural crops]. Vypusk pervyj. Obshhaja chast'. Moscow, 2019, 329 p. (In Russian)
6. Krupnov V.A. Geneticheskaja slozhnost' i kontekst-specifichnost' priznakov urozhaja pshenicy v zasushlivyh uslovijah [Genetic complexity and context specificity of traits improving wheat yield under drought conditions]. *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*. 2013, 17, no.3, pp. 524-534. (In Russian)
7. Ponomareva M.L., Ponomarev S.N., Mannapova G.S., Gil'mullina L.F., Fomin S.I., Ilalova L.V., Garaeva N.Sh., Hamitova G.M., Sajfutdinova D.D. Rozh' i tritikale: biologija, tehnologija, ispol'zovanie [Rye and triticale: biology, technology, using]. Nauchno-tehnologicheskij spravochnik. Kazan': Izdatel'stvo Akademija nauk RT Publ., 2020, 80 p. (In Russian)
8. Kottmann L., Wilde P., Schittenhelm S. How do timing, duration, and intensity of drought stress affect the agronomic performance of winter rye? *European Journal of Agronomy*. 2016; 75: 25-32. DOI 10.1016/j.eja.2015.12.010
9. Graß R., Böttcher, U., Lilienthal, H., Wilde, P., Kage H. Is canopy temperature suitable for high throughput field phenotyping of drought resistance of winter rye in temperate climate? *European Journal of Agronomy*, 2020, v.120, p.126104. https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126104
10. Cuhorukov A.F., Suhorukov A.A. Selekciya ozimoj pshenicy na zasuhoustojchivost' v Srednem Povolzh'e [Winter wheat breeding for drought tolerance in the Middle Volga region]. *Agrarnaya nauka*. 2017, no.5, pp. 15-18. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-163-172

УДК 633.162:631.527

АНАЛИЗ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА СОРТОВ И ЛИНИЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО ПРИЗНАКУ «МАССА 1000 ЗЕРЕН»

В.И. БЛОХИН, кандидат сельскохозяйственных наук, E-mail: bvikazan@bk.ru
И.Ю. НИКИФОРОВА, И.С. ГАНИЕВА, кандидаты сельскохозяйственных наук
М.А. ЛАНОЧКИНА, Ю.В. МАЛАФЕЕВА

ТАТАРСКИЙ НИИСХ – ОСП ФИЦ КАЗАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН

В условиях Предкамской зоны республики Татарстан (РТ) 2019-2021 гг. проведена оценка адаптивного потенциала сортов и перспективных линий ярового ячменя по статистическим параметрам, рассчитанным по признаку «масса 1000 зерен». Методом двухфакторного дисперсионного анализа, нами установлены значимые эффекты условий года, генотипов и их взаимодействия на показатель «масса 1000 зерен». Определение доли влияния факторов и их взаимодействия в общем фенотипическом варьировании признака «масса 1000 зерен» показало, что в условиях Предкамской зоны РТ основной вклад в такое варьирование вносит фактор «годы» (82,7%). Вклад генотипов в общем варьировании признака составил 10,5%, на специфическое взаимодействие «генотип х год» приходится 6,8%. Высокий показатель общей адаптивной способности ($ОАС_i$), характеризующей генотип по способности обеспечивать максимальный уровень проявления признака во всей совокупности сред, отмечен у сортов Орлан, Поволжский 22 и Эндан (2,07;4,68 и 3,45г, соответственно). Высокие значения вариансы специфической адаптивной способности ($\sigma^2САС_i$) отмечены у сортов Нур, Эндан, линии К-20-17 (141,85;130,19; 128,59, соответственно). Наиболее приспособленными генотипами к ряду сред в условиях Предкамской зоны РТ были сорта Поволжский 22 и Фандага, характеризующиеся высокими значениями относительной стабильности (Sgi=19,3 и 19,5%, соответственно). Лучшими генотипами, сочетающими высокий показатель "массы 1000 зерен" со стабильностью оказались сорта Поволжский 22 и Фандага ($СЦГ_i$=28,12 и 25,64, соответственно). Судя по величине коэффициента линейной регрессии (b_i), наибольшей отзывчивостью на изменение условий среды обладали сорта Нур (1,17), Эндан (1,11) и линия К-20-17 (1,13). Самый низкий показатель вариансы взаимодействия генотипа и среды (σ^2(G x E)gi=2,31) у сорта Эндан, который свидетельствует об его узкой адаптации к определенному типу условий.

***Ключевые слова*:** яровой ячмень, масса 1000 зерен, параметры адаптивной способности и стабильности, прибавка урожайности, засухоустойчивость.

Для цитирования: Блохин В.И., Никифорова И.Ю., Ганиева И.С. Ланочкина М.А., Малафеева Ю.В. Анализ адаптивного потенциала сортов и линий ярового ячменя по признаку «масса 1000 зерен». *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44): 163-172. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-163-172

ANALYSIS OF ADAPTIVE POTENTIAL OF SPRING BARLEY VARIETIES AND LINES BY CHARACTERISTIC «WEIGHT OF 1000 GRAINS»

V.I. Blokhin, I.Y.Nikiforova, I.S. Ganieva, M.A.Lanochkina, Yu.V.Malafeeva

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

***Abstract**: The adaptive potential of varieties and promising lines of spring barley under the conditions of Predkamskaya zone of the Republic of Tatarstan (RT) 2019-2021 was estimated by statistical parameters calculated by the indicator "mass of 1000 grains". By the method of two-*

factor analysis of variance we established the significant effects of year conditions, genotypes and their interaction on the indicator "mass of 1000 grains". Determination of the influence of factors and their interaction in the total phenotypic variation of the trait "mass of 1000 grains" showed that in the conditions of Predkamskaya zone of RT the main contribution to such variation is made by the factor "years" (82,7%). The contribution of genotypes in the total variation of the trait was 10.5%, the specific interaction "genotype x year" accounts for 6.8%. The high indicator of the general adaptive capacity (OACi), which characterizes the genotype by the ability to provide the maximum level of manifestation of the trait in the whole set of environments, was noted in the varieties Orlan, Volga 22 and Endan (2,07; 4,68 and 3,45g, respectively). High values of variants of specific adaptive ability (σ2CACi) were noted in varieties Nur, Endan, line K-20-17 (141,85;130,19; 128,59, respectively). The most adapted genotypes to a number of environments in the conditions of Predkamsky zone of the RT were varieties Povolzhsky 22 and Fandaga, characterized by high values of relative stability (Sgi=19.3 and 19.5%, respectively). The best genotypes, combining high index of 1000 grains weight with stability were varieties Povolzhskiy 22 and Fandaga (Sgi=28,12 and 25,64, respectively). Judging by the value of the linear regression coefficient (bi), the varieties Nur (1,17), Endan (1,11) and line K-20-17 (1,13) had the greatest responsiveness to changes in environmental conditions. The lowest index of genotype-environment interaction (σ2(G x E)gi=2,31) was in the variety Endan, which indicates its narrow adaptation to a certain type of conditions.

Keywords: spring barley, 1000-grain weight, adaptability and stability parameters, yield increase, drought tolerance.

Введение

Крупность зерна, кроме линейных размеров и объёма, может быть выражена его массой. Масса 1000 зёрен – один из значимых компонентов структуры урожая**,** который участвует в формировании урожая зерна. Многие исследователи отмечают, что вариабельность показателя «масса 1000 зерен» зависит на 35,4…74,4…82,2% от влияния условий года, на 7,45…12,9…16,6% доли генотипа и на взаимодействие «генотип и условия года» приходится – 1,2…1,5…44,1% [1, 2, 3]. В республике Тыва в избыточно (ГТК=1,65-1,90) и умеренно влажных условиях периода вегетации (ГТК=1,36). Р.Р. Ламажап и А.Г. Липшин [4] выявили достоверную на 5% уровне значимости связь урожайности зерна с показателем «масса 1000 зерен» (r=0, 64). М.Н. Фоминой [5] в зоне Северного Зауралья достаточно обеспеченного влагой в период формирования и налива зерна ярового ячменя, также установлена достоверная на 5% уровне значимости связь урожайности зерна с показателем «масса 1000 зерен» (r=0,83-0,95). О.Б. Батаков и В.А. Корелина [6], используя корреляционный анализ, выявили приоритетные признаки структуры урожая для селекции ярового ячменя в условиях Крайнего Севера Российской Федерации. По данным авторов к ним относятся длина колоса, продуктивная кустистость и масса 1000 зерен.

Н.Н. Анисимова и Е.В. Ионова [7] выявили, что в условиях модельной засухи вегетационного опыта («засушник)» корреляционная связь урожайности зерна ярового ячменя с массой 1000 зерен практически отсутствует (r = 0,07). При изучении корреляционных плеяд элементов структуры урожая ярового ячменя в контрастных условиях периода вегетации Д.О. Долженко и С.Н Шевченко [8] установили, что масса 1000 зерен становится одним из ведущих в формировании продуктивности в засушливых условиях периода вегетации. Последний, на территории РТ по оценкам О.Л. Шайтанова [9**]** и А.Б. Мустафиной [10**]** претерпевает существенные изменения под влиянием глобального потепления климата. По данным авторов осадки периода вегетации на территории РТ имеют достоверную тенденцию к снижению. За последние 20 лет в период вегетации яровых зерновых культур, выявлена тенденция увеличения количества дней с максимальной температурой воздуха выше 25°С, за последние 40 лет линия тренда ГТК сместилась из области слабо засушливых и вошла в область засушливых лет, доля засушливых лет по сравнению с прошлым веком повысилась на 10 процентов. Показатель массы 1000 зерен

является надежным индикатором, отражающим реакцию генотипа на изменение условий среды, отмечает А.И. Кинчаров и др. [11].

Цель исследований – охарактеризовать адаптивный потенциал сортов и перспективных линий ярового ячменя по статистическим параметрам, рассчитанным по признаку «масса 1000 зерен» в условиях возделывания Предкамской зоны РТ.

Материал и методы исследований

Исследования проводились в 2019-2021 гг. на опытных полях Татарского НИИСХ, расположенного в Предкамской зоне РТ. Исходным материалом послужили 13 двурядных пленчатых сортообразцов ярового ячменя различных оригинаторов: Раушан (стандарт) – Татарский НИИСХ, ФИЦ «Немчиновка»; Нур - ФИЦ «Немчиновка»; Белгородский 100 – ОАО НПФ «БЕЛСЕЛЕКТ» ООО СП АГРОЭКОЛОГИЯ, ООО «АГРОКОМПАНИЯ ЛИЗ»; Орлан – Самарский ФИЦ РАН, ООО «Волжские семена»; Поволжский 22 – Поволжский НИИ селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова, Пензенский НИИСХ; Памяти Чепелева – Уральский Федеральный Аграрный научно-исследовательский Центр Уральского отделения РАН, ООО «Красноуфимский селекционный центр»; Фандага – NORDSAAT SAATZUCHT GMBH (Германия); Тимерхан, Камашевский, Эндан, перспективные линии К-20-17; К-41-17; К-97-17 – Татарский НИИСХ. Посев сплошной, рядовой. Норма высева 5,5 млн. всхожих семян на 1 га. Учетная площадь делянок 10 м. Повторность 4-х кратная. Предшественник – горох.

Почва опытных участков серая лесная, среднесуглинистая. Пахотный слой (0…22 см) характеризовался следующими агрохимическими показателями: гумус – 3,35…3,52 % (по ГОСТ 26213-91); азот щёлочно-гидролизуемый – 85,0…94,0 мг/кг (по А.Х. Корнфилду); подвижный фосфор и калий – соответственно 251…287 мг/кг и 149…167 мг/кг (по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО; ГОСТ 26207-91); гидролитическая кислотность 3,7…5,9 ммоль/100 г (по методу Каппена в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26212-91); $pH_{сол}$ – 5,7…6,0. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ 10842-89.

Параметры адаптивной способности и стабильности: $u+v_i$ – среднее значение показателя «масса 1000 зерен» за период 2019-2021 гг.; $ОАС_i$ – общая адаптивная способность; $\sigma^2САС_i$ – варианса специфической адаптивной способности; S_{gi} – относительная стабильность генотипа, %; $СЦГ_i$ – селекционная ценность генотипа; $\sigma^2(GxE)_{gi}$ – варианса взаимодействия генотипа и среды; l_{gi} – коэффициент нелинейности; $К_{gi}$ – коэффициент компенсации, рассчитывали по методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой (1985). Селекционную ценность сортообразцов (Sc_i) рассчитывали по формуле В.В. Хангильдина с соавторами (1975). Коэффициент линейной регрессии (bi) рассчитывали на основе математической модели S.A. Eberhart и W.A.Russel (1966). Уровень депрессии (%) рассчитывали по формуле: (1– масса 1000 зерен $_{2021}$: масса 1000 зерен $_{2019}$)) х 100. Анализ прибавки урожайности, позволяющий разграничить фактическую прибавку урожайности испытуемого сорта по отношению к стандарту на компоненты, обусловленные озерненностью 1 м^2 и массой 1000 зерен, рассчитывали по методике В.И. Ильина (1994).

Обработку экспериментальных данных проводили методами дисперсионного, корреляционного анализов с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.08, РАСХН, 1999).

Метеорологические данные предоставлены метеостанцией ТатНИИСХ, с. Большие Кабаны Лаишевского муниципального района, расположенной на расстоянии 3 км от места проведения исследований. Индексы гидротермического коэффициента (ГТК) рассчитывали по Г.Т. Селянинову (1937). Классификация типов увлажнения периодов вегетации, приведена на основе индексов ГТК, разработанная О.Л. Шайтановым для условий РТ (0,5 и менее– сухой; 0,6…0,7 – сильно засушливый; 0,8…0,9 – засушливый; 1,0…1,2 – слабо засушливый; 1,3…1,5 – влажный; 1,6 и более – избыточно влажный [12]. Годы исследований характеризовались контрастностью гидротермических показателей межфазных периодов

(табл.1). Период вегетации 2019 г. характеризовался как влажный (ГТК=1,52), 2020 г. – засушливый (ГТК=0,89) и 2021 г. – экстремально-засушливый (ГТК=0,21).

Таблица 1

Характер увлажнения межфазных периодов вегетации стандартного сорта на основе индексов ГТК

Год	Всходы–кущение	Кущение–выход в трубку	Выход в трубку–колошение	Колошение–полная спелость	Всходы–колошение	Всходы–полная спелость
2019	1,41	1,03	0,07	2,27	0,68	1,52
2020	2,34	1,99	0,95	0,57	1,44	0,89
2021	0,00	0,24	0,10	0,28	0,13	0,21

Результаты и их обсуждение

Методом двухфакторного дисперсионного анализа нами установлены значимые эффекты условий года, генотипов и их взаимодействия на показатель «масса 1000 зерен». Определение доли влияния факторов и их взаимодействия в общем фенотипическом варьировании признака «масса 1000 зерен» показало, что в условиях Предкамской зоны РТ, основной вклад в такое варьирование вносит фактор «годы» (82,7%). Вклад генотипов в общем варьировании признака составил 10,5%, на специфическое взаимодействие «генотип х год» приходится 6,8% (табл. 2). Факт превалирования среднего квадрата генотипа (mS=53,172) над средним квадратом взаимодействия «генотип х года» (mS=17,238) свидетельствовал о том, что в исследуемой группе имелись формы стабильные по показателю «масса 1000 зерен».

Таблица 2

Доля влияния факторов в общем фенотипическом варьировании признака «масса 1000 зерен» сортов и линий ярового ячменя по результатам двухфакторного дисперсионного анализа, 2019-2021 гг.

Источники вариации	SS	dF	mS	$F_{факт.}$	$F_{теор.}$ для P=0,05	Доля влияния, %
Общая	6102,810	77				
Варианты	6101,640	925	160,569	5350,439		
Фактор А (генотип)	638,069	12	53,172	1771,793	1,9	10,5
Фактор В (год)	5049,838	2	2524,919	84134,477	3,1	82,7
Взаимодействие А х В	413,732	24	17,238	574,427	1,7	6,8
Ошибка	1,170	39	0,030			

Нами проведена оценка адаптивного потенциала сортов и перспективных линий ярового ячменя по признаку «масса 1000 зерен» с использованием различных статистических методов.

В таблице 3 представлены параметры адаптивной способности и стабильности сортов и линий ярового ячменя, рассчитанные по признаку «масса 1000 зерен». Высокий показатель общей адаптивной способности (OAC_i), характеризующей генотип по способности обеспечивать максимальный уровень проявления признака во всей совокупности сред, отмечен у сортов Орлан, Поволжский 22 и Эндан (2,07;4,68 и 3,45, соответственно). Высокие значения вариансы специфической адаптивной способности (σ^2CAC_i) отмечены у сортов Нур, Эндан и линии К-20-17 (141,85;130,19 и 128,5, соответственно).

Таблица 3

Параметры адаптивной способности и стабильности сортов и перспективных линий ярового ячменя, рассчитанные по признаку «масса 1000 зерен»

Сортообразец	Масса 1000 зерен, г				OAC_i	σ^2(G x E)gi	σ^2CAC_i	lgi	Kgi	Sgi, %	СЦГi	bi	Sci	Уровень депрессии, %
	2019г	2020г	2021г	$u+v_i$.										
Раушан	47,29	29,50	29,11	35,30	-6,12	12,27	107,74	0,11	1,11	29,4	14,33	1,00	20,79.	40,6
К- 41-17	49,71	32,94	30,04	37,56	-3,86	5,76	112,57	0,05	1,16	28,2	16,13	1,05	22,69	39,6
К-97-17	53,28	35,49	33,15	40,64	-0,78	8,28	121,00	0,07	1,24	27,1	18,42	1,08	25,28	37,8
Камашевский	53,85	37,71	33,28	41,61	0,19	3,41	117,07	0,03	1,21	26,0	19,75	1,09	25,72	38,2
Тимерхан	51,56	43,31	32,07	42,31	0,89	5,08	95,45	0,05	0,98	23,1	22,57	0,97	26,35	37,7
Белгородский 100	50,66	46,80	31,96	43,14	1,72	22,52	97,22	0,23	1,01	22,9	23,22	0,89	27,22	36,9
Орлан	54,53	38,83	37,11	43,49	**2,07**	7,24	91,97	0,08	0,95	22,1	24,12	0,94	28,95	31,9
Памяти Чепелева	48,01	34,35	32,20	38,19	-3,23	6,23	73,44	0,08	0,75	22,4	20,88	0,85	25,13	32,9
Нур	52,65	43,16	28,97	41,59	0,17	12,91	**141,85**	0,09	**1,46**	28,6	17,53	**1,17**	22,88	**45,0**
Эндан	57,26	42,59	34,77	44,87	**3,45**	**2,31**	**130,19**	0,02	**1,34**	25,4	21,82	**1,11**	27,25	39,3
К-20-17	52,28	41,86	29,61	41,25	-0,17	6,86	**128,59**	0,05	**1,32**	27,5	18,34	**1,13**	23,36	**43,4**
Поволжский 22	54,63	46,84	36,85	46,10	**4,68**	5,45	**79,21**	0,07	0,81	**19,3**	**28,12**	0,88	**31,10**	32,5
Фандага	51,02	41,47	34,68	42,39	0,97	2,89	**68,72**	0,04	0,71	**19,5**	**25,64**	0,83	**28,81**	32,1
среднее	52,06	39,60	32,60											
НСР $_{0,05}$	0,81	0,18	0,03											

Примечание: $u+v_i$ – среднее значение показателя «масса 1000 зерен» за период 2019-2021 гг.; OAC_i – общая адаптивная способность; σ^2CAC_i – варианса специфической адаптивной способности; S_{gi} – относительная стабильность генотипа, %; $СЦГ_i$ – селекционная ценность генотипа; $\sigma^2(GxE)_{gi}$ – варианса взаимодействия генотипа и среды; l_{gi} – коэффициент нелинейности; K_{gi} – коэффициент компенсации; (Sc) – **с**елекционную ценность сортообразцов; (bi) – коэффициент линейной регрессии

Среди всех показателей стабильности А.В. Кильчевский и Л.В. Хотылева (1997) отдают предпочтение относительной стабильности генотипа (Sgi, %), поскольку она не связана с общей адаптивной способностью (ОАСi) и носит относительный характер. Параметр относительной стабильности генотипа (Sgi, %) имеет под собой реальную биологическую основу и может служить мерой приспособленности генотипов к ряду сред, он наследуется и может быть использован в селекции для отбора стабильных форм. Таким образом, наиболее приспособленными генотипами к ряду сред в условиях Предкамской зоны РТ являются сорта Поволжский 22 и Фандага, характеризующиеся высокими значениями относительной стабильности (Sgi =19,3 и 19,5%, соответственно).

Для одновременного отбора образцов на общую адаптивную способность и стабильность определена селекционная ценность генотипа (СЦГ$_i$). Лучшими генотипами, сочетающими высокий показатель массы 1000 зерен со стабильностью оказались также сорта Поволжский 22 и Фандага (СЦГ$_i$=28,12 и 25,64, соответственно). Данные сорта характеризовались и высокими показателями селекционной ценности сорта (Sci=31,10 и 28,81, соответственно).

Коэффициент нелинейности (lgi) варьировал от 0,02 до 0,23, что указывало на то, что у всех сортов и селекционных линий ярового ячменя реакция на среду носила линейный характер (0,02-0,23). Коэффициент компенсации (Kgi) колебался от 0,71 у сорта Фанда, до 1,46 у сорта Нур. Сорта Раушан, Камашевский, Нур, Эндан и линии К-20-17, К-41-17, К-97-17 обладали коэффициентом компенсации выше единицы, что свидетельствовало о преобладании эффекта дестабилизации. Таким дестабилизирующим эффектом, на наш взгляд, являлась экстремальная засуха всего периода вегетации 2021 года.

В 2019 г. в благоприятных по тепло и влагообеспеченности условиях периода вегетации масса 1000 зерен сортов и линий ярового ячменя составила в среднем 52,06 г. Достоверно высокие значения данного признака отмечены у сорта Эндан (57,26 г). Выше было отмечено, что данный сорт попал в группу генотипов с высокими показателями общей адаптивной способности (ОАС$_i$=3,45). В то же время, сорт Эндан характеризовался низкими показателями стабильности (σ^2САС$_i$= 130,19 и Sgi=25,4%). Такой генотип не обеспечит гарантированного высокого проявления признака «масса 1000 зерен» в любой год испытания. Самый низкий показатель вариансы взаимодействия генотипа и среды (σ^2(G x E)gi=2,31) сорта Эндан свидетельствовал об его узкой адаптации к определенному типу условий.

Судя по величине коэффициента линейной регрессии (b_i), наибольшей отзывчивостью на изменение условий среды обладают сорта Нур (1,17), Эндан (1,11) и линия К-20-17 (1,13). Сорта Поволжский 22 и Фандага, характеризующиеся низкими значениями коэффициента линейной регрессии ($b_{i=}$0,88 и 0,83, соответственно) наименее отзывчивы на изменение условий среды.

Наиболее четкие результаты сопряженности с засухоустойчивостью по данным Т.Л. Тожибаевой с соавторами [13] установлены по показателю «масса 1000 зерен». В экстремально засушливых условиях периода вегетации 2021 г. масса 1000 зерен сортов и линий составила в среднем 34,68 г. Максимальные значения депрессии по массе 1000 зерен отмечены у сорта Нур и линии К-20-17 (45,0 и 43,3%, соответственно). Минимальными значениями характеризовались сорта Орлан, Памяти Чепелева, Поволжский 22 и Фандага (31,9; 32,9; 32,5 и 32,1%, соответственно). Низкий уровень показателя депрессии массы 1000 зерен является объективным показателем устойчивости сорта к засухе.

В таблице 4 представлены результаты прибавки урожайности зерна испытуемых сортов и линий по отношению к стандарту.

Таблица 4

Анализ прибавки урожайности зерна сортов и линий ярового ячменя

Сортообразец	Урожайность зерна, т/га	Масса 1000 зерен, г	Озерненность. тыс. шт./м^2	Прибавка урожайности зерна (т/га) за счет:		
				озерненности	массы 1000 зерен	общая
2019 г.						
Раушан	3,97	47,29	8.395	стандарт		
Нур	4,21	52,65*	7.996	-0,18	0,42	0,24
Тимерхан	3,89	51,56*	7.545.	-0,40	0,32	-0,08
Белгородский 100	3,64	50,66*	7.185	-0,57	0,24	-0,33
Орлан	4,47*	54,53*	8.197	-0,09	**0,59**	**0,50**
Поволжский 22	4,40*	54,63*	8.054	-0,16	**0,59**	**0,43**
Камашевский	4,67*	53,85*	8.672	0,15	**0,55**	**0,70**
Памяти Чепелева	5,04*	48,01*	10.498	1,01	0,06	1,07
Фандага	4,71*	51,02*	9.232	0,43	0,31	0,74
Эндан	4,45*	57,26*	7.772	-0,29	**0,77**	**0,48**
К-20-17	4,54*	52,28*	8.684	0,15	**0,42**	**0,57**
К-41-17	4,59*	49,71*	9.234	0,42	0,20	0,62
К-97-17	4,66*	53,28*	8.746	0,19	**0,50**	**0,69**
НСР $_{0,05}$	0,35	0,46				
2020 г.						
Раушан	3,29	29,50	11.153	стандарт		
Нур	3,30	43,16*	7.646	-1,03	1,04	0,01
Тимерхан	3,56	43,31*	8.220	-0,87	1,14	0,27
Белгородский 100	4,15*	46,80*	8.868	-0,67	**1,53**	**0,86**
Орлан	3,49	38,83*	8.988	-0,64	0,84	0,20
Поволжский 22	3,58*	46,84*	7.643	-1,04	**1,33**	**0,29**
Камашевский	3,59*	37,71*	9.520	-0,48	**0,78**	**0,30**
Памяти Чепелева	2,81	34,35*	8.180	-0,87	0,39	-0,48
Фандага	3,13	41,47*	7.548	-1,06	0,90	-0,16
Эндан	3,04	42,59*	7.138	-1,18	0,93	-0,25
К-20-17	4,37*	41,86*	10.440	-0,21	**1,29**	**1,08**
К-41-17	4,27*	32,94*	12.963	0,60	0,38	0,98
К-97-17	4,37*	35,49*	12.313	0,41	**0,67**	**1,08**
НСР $_{0,05}$	0,28	0,45				
2021 г.						
Раушан	1,15	29,11	4.091	стандарт		
Нур	1,21	28,97	4.177.	0,02	0,04	0,06
Тимерхан	0,95	32,10*	2.960	-0,32	0,12	-0,20
Белгородский 100	1,12	31,96*	3.504	-0,16	0,13	-0,03
Орлан	1,37*	37,11*	3.692	-0,11	**0,33**	**0,22**

Продолжение табл. 4

Поволжский 22	1,50*	36,85*	4.071	-0,01	**0,36**	**0,35**
Камашевский	1,31*	33,28*	3.936	-0,04	**0,20**	**0,16**
Памяти Чепелева	1,18	32,20*	3.665	-0,12	0,15	0,03
Фандага	0,91	34,68*	2.624	-0,41	0,17	-0,24
Эндан	1,14	34,77*	3.279	-0,23	0,22	-0,01
К-20-17	1,40*	29,61*	4.728	0,19	0,06	0,25
К-41-17	1,33*	30,04*	4.427	0,10	0,08	0,18
К-97-17	1,49*	33,15*	4.495	0,13	**0,21**	**0,34**
НСР $_{0,05}$	0,09	0,08				

Примечание: символом «*****» выделены достоверно высокие на 5% уровне значимости значения признаков

В 2019 г. обеспечили достоверную прибавку урожайности зерна по отношению к стандарту за счет высокой массы 1000 зерен сорта Орлан, Поволжский 22, Камашевский, Эндан и линии К-20-17, К-97-17; в 2020 г. – сорта Белгородский 100, Поволжский 22, Камашевский и линии К-20-17, К-97-17; в 2021 г. – сорта Орлан, Поволжский 22, Камашевский и линия К-97-17.

Обеспечили достоверную прибавку урожайности зерна к стандарту за счет высокой массы 1000 зерен в любой год испытания линия К-97-17, сорта Камашевский и Поволжский 22, последний характеризовался как наиболее приспособленный для условий Предкамской зоны РТ.

Таблица 5

Анализ прибавки урожайности зерна сортов и линий ярового ячменя

Сортообразец	Год	Прибавка урожайности зерна (т/га) за счет:		
		озерненности	массы 1000 зерен	общая
Камашевский	2019	0,15	0,55	0,70
	2020	-0,48	0,78	0,30
	2021	-0,04	0,20	0,16
К-97-17	2019	0,41	0,67	1,08
	2020	0,32	0,68	1,00
	2021	0,13	0,21	0,34
Поволжский 22	2019	-0,16	0,59	0,43
	2020	-1,04	1,33	0,29
	2021	-0,01	0,36	0,35

Заключение

Определение доли влияния факторов и их взаимодействия в общем фенотипическом варьировании признака «масса 1000 зерен» показало, что в условиях Предкамской зоны РТ основной вклад в такое варьирование вносил фактор «годы» (82,7%). Вклад генотипов в общем варьировании признака составил 10,5%, а на специфическое взаимодействие «генотип х год» приходилось 6,8%. Лучшими генотипами, сочетающими высокий показатель массы 1000 зерен со стабильностью оказались сорта Поволжский 22 и Фандага (СЦГi=28,12 и 25,64, соответственно). Судя по величине коэффициента линейной регрессии (b_i) наибольшей отзывчивостью на изменение условий среды обладали сорта Нур (1,17), Эндан (1,11) и линия К-20-17 (1,13). Самый низкий показатель вариансы взаимодействия генотипа и среды (σ^2(G x E)$_g$i=2,31) у сорта Эндан свидетельствовал об его узкой адаптации к определенному типу условий возделывания. Таким образом, опираясь на 3-х летние исследования, можно утверждать, что контрастные гидротермические условия периодов вегетации ярового ячменя Предкамской зоны РТ позволили дифференцировать генотипы по параметрам адаптивной способности и стабильности. Обеспечили достоверную прибавку урожайности зерна к

стандарту за счет высокой массы 1000 зерен в любой год испытания линия К-97-17, сорта Камашевский и Поволжский 22, последний характеризовался как наиболее приспособленный к условиям Предкамской зоны РТ.

Статья подготовлено в рамках Государственного задания: «Эколого-генетические подходы к созданию и сохранению ресурсов растений и животных, расширению их адаптивного потенциала и биоразнообразия, разработка сберегающих агротехнологий с целью повышения устойчивости производства высококачественной продукции, достижения безопасности для здоровья человека и окружающей среды». Номер государственной регистрации темы: 122011800138-7

Литература

1.Завалин А.А., Пасынкова Е.Н., Пасынков А.В. Вклад факторов в формирование урожая и основных показателей качества яровых зерновых культур. //Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 8-10

2. Юсова О.А., Николаев П.Н, Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Адаптивность сортов ячменя по признаку «масса 1000 зерен в условиях Лесостепи Омской области. // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т.34. – № 2. – С. 24-28. doi:10.24411/0235-2451-2020-10205

3. Киян Н.Г., Жарков С.В. Изменчивость показателей признаков ячменя ярового в зависимости от сорта и условий выращивания. // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 8-1. – С.152-154. doi:10.24411/2500-1000-2019-114777

4. Ламажап Р.Р., Липшин А.Г. Изменчивость селекционно-ценных признаков ярового ячменя. // Сибирский Вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 2. – Т. 49. – С. 17-23. doi:10.268.98/0370-8799-2019-4-2

5. Фомина М.Н. Особенности формирования зерновой продуктивности перспективных сортов ячменя в зоне Северного Зауралья. // Сибирский Вестник сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 2 (249). – С. 28-34

6. Батакова О.Б., Корелина В.А. Влияние элементов структуры урожая на продуктивность ячменя ярового (Hordeum vulgare L.) в условиях Крайнего Севера РФ. //Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2017. – Т. 178. – № 3. – С. 50-58. doi:10.30901/2227-8834-2017-3-50-58

7. Анисимова Н.Н., Ионова Е.В. Элементы структуры урожая сортов ярового ячменя и их вклад в формирование высокой продуктивности растений. // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5. – С.40-43

8. Долженко Д.О., Шевченко С.Н. Поиск критериев отбора в селекционном процессе ярового ячменя в различные по влагообеспеченности годы. // Нива Поволжья. – 2020. – № 4 (57). – С. 16-24. doi: 10.36461/NP.2020.57.4.008

9. Шайтанов О.Л, Низамов Р.М., Захарова Е.И. Оценка влияния глобального потепления на климат Татарстана. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 4 (40). – С. 102-112. doi: 10.24412/2309-348X-2021-4-102-1122

10. Мустафина А.Б. Основные особенности влияния погодных условий на урожайность зерновых культур в республике Татарстан. //Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2019. – № 2 (372). – С. 144-153.

11. Кинчаров А.И. и др. Селекционная оценка признака массы 1000 зерен в засушливых условиях. // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 5. – С. 7-12. doi:10.17513/use.37384

12. Шайтанов О.Л., Тагиров М.Ш. Основные тенденции изменения климата в Татарстане в XXI веке. Казань: «Фолиант». – 2018. – 35 с.

13. Тожибаева Т.Л., Абугалиева А.И. и др. Засухоустойчивость диких, культурных и интрогрессивных форм озимой пшеницы. // Вестник КазНУ. – 2016. – Т. 67. – № 2. – С. 51-61.

References

1. Zavalin A.A., Pasynkova Ye.N., Pasynkov A.V. Vklad faktorov v formirovaniye urozhaya i osnovnykh rezul'tatov kachestva yarovykh zernovykh kul'tur [The contribution of factors to the formation of the crop and the main indicators of the quality of spring grain crops]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2011, no. 1, pp. 8-10 (In Russian)
2. Yusova O.A., Nikolayev P.N,, Anis'kov N.I., Safonova I.V. Adaptivnost' sortov yachmenya po priznaku «massa 1000 zeren v usloviyakh Lesostepi Omskoy oblasti [Adaptability of barley varieties on the basis of "weight of 1000 grains in the conditions of the forest-steppe of the Omsk region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2020, 34, no.2, pp. 24-28. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10205 (In Russian)
3. Kiyan N.G., Zharkov S.V. Izmenchivost' pokazateley yachmenya yarovogo v zavisimosti ot sorta i usloviy vyrashchivaniya [Variability of indicators of spring barley traits depending on the variety and growing conditions]. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i spetsial'nykh nauk*. 2019, no. 8-.1, pp.152-154. doi: 10.24411/2500-1000-2019-114777 (In Russian)
4. Lamazhap R.R., Lipshin A.G. Izmenchivost' selektsionno-tsennykh priznakov yarovogo yachmenya [Variability of breeding-valuable traits of spring barley]. *Sibirskiy Vestnik Sel'skokhozyaystvennoy Nauki*. 2016, no. 2, 49, pp.17-23. doi: 10.268.98/0370-8799-2019-4-2 (In Russian)
5. Fomina M.N. Osobennosti formirovaniya zernovoy produktivnosti perspektivnykh sortov yachmenya nablyudayetsya v Severnom Zaural'ye [Features of the formation of grain productivity of promising varieties of barley in the zone of the Northern Trans-Urals]. *Sibirskiy Vestnik Sel'skokhozyaystvennoy Nauki*. 2019, no. 2 (249), pp.28-34 (In Russian)
6. Batakova O.B., Korelina V.A. Vliyaniye elementov struktury urozhaya na produktivnost' yachmenya yarovogo (Hordeum vulgare L.) v usloviyakh Kraynego Severa RF [Influence of crop structure elements on the productivity of spring barley (Hordeum vulgare L.) in the conditions of the Far North of the Russian Federation]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii*. 2017. v. 178, no.3, pp.50-58. doi: 10.30901/2227-8834-2017-3-50-58 (In Russian)
7. Anisimova N.N., Ionova Ye.V. Elementy struktury urozhaya kul'tur yarovogo yachmenya i ikh vklad v formirovaniye vysokoy produktivnosti rasteniy [Elements of the yield structure of spring barley varieties and their contribution to the formation of high plant productivity]. *Zernovoye khozyaystvo Rossii*. 2016, no.5, pp.40-43 (In Russian)
8. Dolzhenko D.O., Shevchenko S.N. Poisk otbora v selektsionnom protsesse yarovogo yachmenya v razlichnykh po vlagoobespechennosti godakh [Search for selection in the breeding process of spring barley in different moisture years]. *Niva Povolzh'ya*. 2020, no.4 (57), pp. 16-24. doi: 10.36461/NP.2020.57.4.008 (In Russian)
9. Shaytanov O.L., Nizamov R.M., Zakharova Ye.I. Otsenka global'nogo potepleniya klimata Tatarstana [Assessment of global climate warming in Tatarstan]. *Zernobobovyye i krupyanyye kul'tury*. 2021, no. 4 (40), pp. 102-112. doi: 10.24412/2309-348X-2021-4-102-1122 (In Russian)
10. Mustafina A.B. Osnovnyye osobennosti nablyudeniya za sostoyaniyem urozhaya zernovykh kul'tur v Respublike Tatarstan [The main features of monitoring the state of grain crops in the Republic of Tatarstan]. *Gidrometeorologicheskiye issledovaniya i prognozy*. 2019, no.2 (372), pp.144-153. (In Russian)
11. Kincharov A.I. et al. Selektsionnaya otsenka priznaka massy 1000 zeren v zasushlivykh usloviyakh [Breeding evaluation of the trait of mass of 1000 grains in arid conditions]. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya*. 2020, no. 5, pp. 7-12. doi: 10.17513/use.37384 (In Russian)
12. Shaytanov O.L., Tagirov M.Sh. Osnovnyye teorii izmeneniya klimata v Tatarstane v XXI veke [The main trends in climate change in Tatarstan in the 21st century]. Kazan': «Foliant», 2018, 35 p. (In Russian)
13. Tozhibayeva T.L., Abugaliyeva A.I. et al. Zasukhoustoychivost' dikikh, kul'turnykh i introgressivnykh form ozimoy pshenitsy [Drought resistance of wild, cultivated and introgressive forms of winter wheat]. *Vestnik KazNU*. 2016, 67, no. 2, pp.51-61. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-173-179

УДК: 631.52: 633.16

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПЛОТНОСТИ ЭНДОСПЕРМА ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ

Т.Г. ГОЛОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORGID ID: 0000-0003-3296-1984
Л.А. ЕРШОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORGID ID: 0000-0001-8568-2837

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

*Воронежская область расположена на юго-востоке Центрально-Черноземной зоны, характеризующейся резко континентальным климатом и крайне неустойчивым увлажнением по годам и в течение вегетационного периода. Вариабельность метеоусловий по годам создает определенные трудности при отборах исходного материала в направлениях использования зерна: пивоваренном и кормовом. Исследования показателей эндосперма зерна ячменя проведены в Воронежском ФАНЦ (Каменная Степь) на сортах различного происхождения: степного и западноевропейского, по 10 образцов в каждой группе. Плотность эндосперма в средней степени положительно коррелировала с урожайностью, содержанием стекловидных зерен и белка в зерне (**r**=0,41*-0,46*). Показатель поглощения воды эндоспермом в целом за период изучения положительно коррелировал с массой 1000 зерен (**r**=0,44*), крупностью (**r**=0,48*), и отрицательно с урожайностью и содержанием белка (**r**=-0,50**, -0,46*), более значимо – с величиной стекловидности (**r**=-0,68**). Лучшие засухоустойчивые сорта степной группы Нутанс 553, Таловский 9 и Хопер формируют высокую продуктивность (3,27-3,60 т/га), повышенные показатели содержания белка в зерне (12,0-13,1%) и его стекловидности (30,8-35,1%), высокие значения плотности эндосперма (1,11-1,19 г/см$^{3)}$ и наиболее низкие показатели интенсивности транспирации, что соответствует критериям степного экотипа. Полуинтенсивные пивоваренные сорта местного происхождения Янтарь и Икорец формируют зерно с пониженным содержанием белка (11,8%) и стекловидных зерен (16,5-20,9%), у них снижена плотность эндосперма до 1,07-1,09 г/см^3 и повышена интенсивность транспирации. У сорта Ейфель из западно-европейской группы при максимально высоких значениях урожайности: 3,20 т/га, показатели качества зерна формируются стабильно на высоком уровне, что может говорить о его хорошей способности к адаптации. Изученные показатели плотности эндосперма и поглощенной воды дают основание сделать вывод о перспективности применения их в селекционной практике, с учетом генотипа сортов.*

Ключевые слова: *ячмень, сорта, урожайность, качество, свойства эндосперма.*

Для цитирования: Голова Т.Г., Ершова Л.А. Использование показателя плотности эндосперма для характеристики качества зерна ячменя. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):173-179. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-173-179

THE USE OF THE ENDOSPERM DENSITY INDEX FOR THE CHARACTERIZATION OF THE QUALITY OF BARLEY GRAIN

T.G.Golova, L.A. Ershova

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

Abstract: *The Voronezh Region is located in the south-east of the Central Chernozem zone, characterized by a sharply continental climate and extremely unstable humidification over the years*

and during the growing season. The variability of weather conditions over the years creates certain difficulties in selecting the source material in the areas of grain use: brewing and fodder. Studies of the indicators of the endosperm of barley grain were carried out in the Voronezh FARC (Stone Steppe) on varieties of different origin: steppe and Western European, 10 samples in each group. The density of the endosperm was positively correlated to an average degree with the yield, the content of vitreous grains and protein in the grain: r=0.41-0.46*. The indicator of water absorption by the endosperm as a whole during the study period positively correlated with the mass of 1000 grains: r=0.44*, size: r=0.48*, and negatively with yield and protein content: r=-0.50**, -0.46*, more significantly with the value of vitreous: r=-0.68**. In the steppe group, the best drought-resistant varieties: Nutans 553, Talovsky 9 and Hopper, form high productivity: 3.27-3.60 t/ha, increased protein content in grain: 12.0-13.1% and its vitreousness: 30.8-35.1%, high endosperm density: 1.11-1.19 g/cm3 and the lowest indicators of transpiration intensity, which corresponds to the criteria of the steppe ecotype. Semi-intensive brewing varieties of local origin Amber and Ikorets form grains with a reduced protein content: 11.8% and vitreous grains: 16.5-20.9%, they have reduced endosperm density to 1.07-1.09 g / cm3 and increased transpiration intensity. In the Yeifel variety from the Western European group, with the highest yield values: 3.20 t/ha, grain quality indicators are formed consistently at a high level, which may indicate its good ability to adapt. The studied indicators of endosperm density and absorbed water give grounds to conclude that their application in breeding practice is promising, taking into account the genotype of varieties.*

Keywords: barley, varieties, yield, quality, properties of the endosperm.

Введение

Современное агропромышленное производство предъявляет определенные требования к качеству зерна сельскохозяйственных культур, в т. ч. ячменя. Причем зерно ячменя пивоваренного или кормового использования характеризуется противоположными требованиями по содержанию белка. Как известно, Госстандарт предписывает, что содержание белка в зерне пивоваренного ячменя не должно превышать 12%, лучшие кормовые сорта имеют повышенное содержание белка. Воронежская область расположена на юго-востоке Центрально-Черноземной зоны, характеризующейся резко континентальным климатом и крайне неустойчивым увлажнением по годам и в течение вегетационного периода. Континентальность климата зоны в значительной степени осложняет создание сортов пивоваренного ячменя, в связи с разнообразными погодными аномалиями особенно остро стоит вопрос определения качественных показателей зерна. Вариабельность метеоусловий по годам создает определенные трудности при отборах исходного материала в направлениях использования зерна: пивоваренном и кормовом. Классический метод определения белка по Кьельдалю весьма трудоемок, ускоренное определение его на аппарате «Спектран», по нашим исследованиям, мало достоверно. Показатель стекловидности, как основной фактор твердости зерна, также имеет важное значение при промышленной переработке, однако на проявление всех качественных показателей зерна ячменя влияют условия выращивания [1].

Известны способы определения пивоваренных свойств ячменя не сопряженные с временными и экономическими затратами. Изучению насколько они эффективны и пригодны для селекции в Центрально-Черноземном регионе и посвящено наше исследование. Общеизвестно, что, чем больше воды поглотил образец ячменя при замачивании, тем выше его пивоваренные качества. Образцы с меньшей плотностью зерна при замачивании поглощают относительно больше воды, что важно для пивоваренного производства (Лепайыэ Я.К., 1980). Следовательно, на основании измерения показателя плотности зерна конкретного генотипа, можно оценить его пивоваренные свойства.

С повышением содержания белка в зерне ячменя увеличивается относительное содержание мелких хондриозомных крахмальных зерен, что увеличивает плотность эндосперма, зерно пивоваренных сортов выделяется крупнозернистым пластидным крахмалом, что увеличивает его водочувствительность. Пивовары считают, что стекловидное

зерно при замочке впитывает воду медленно, поэтому ферментативные процессы происходят не качественно, солод из стекловидного зерна обычно имеет низкую экстрактивность. Мучнистое зерно легче подвергается солодованию и дает больше экстракта, что объясняется наличием воздуха в трещинках и канальцах оболочек крахмальных зерен, что ускоряет разрыхление клеточных оболочек ферментами (Трофимовская А.Я., 1972).

По данным исследований Полонского В.И. и Суминой А.В. между показателем плотности зерен и их способностью к поглощению воды существует высокая отрицательная корреляция (-0,956±0,035) [2]. С целью упрощения способа определения твердости зерна и снижения материальных затрат в предлагаемом способе необходимо получение навески, измерение ее объема и вычисление показателя плотности зерна.

Материал и методы исследований

Исследования проведены в 2018-2021 гг. на сортах различного происхождения – степного и западноевропейского, по 10 образцов в каждой группе в питомнике экологического сортоиспытания на делянках площадью 10 м^2 в трехкратной повторности. Метеоусловия 2018-2019 гг. можно охарактеризовать как засушливые или благоприятные, но с высокими температурами в период налива в 2020-2021 гг. Наряду с урожайностью и содержанием в зерне белка в анализ включены важные технологические показатели качества: масса 1000 зерен, содержание в зерне белка и крахмала, стекловидность зерна, а также показатель интенсивности транспирации, в сравнении с полученными значениями плотности эндосперма и величиной поглощенной воды, рассчитанной по предлагаемому способу [2, 3] . Показатель интенсивности транспирации листового аппарата, определенный в период цветения, был вычислен по методике Ляшко А.К. и Наволоцкого В.Д. (1987). Содержание стекловидных зерен определялось на диафоноскопе, выборка 100 зерен. Методы биохимических анализов по определению содержания белка и крахмала – классические: по Кьельдалю и поляриметрический. Статистическая обработка данных проведена по Б.А. Доспехову.

Результаты исследований

Отмечено, что в целом по годам сорта степного происхождения в условиях Воронежской области формируют урожайность на более высоком уровне, чем сорта западноевропейского происхождения с более высоким потенциалом продуктивности, на 0,27-0,88 т/га (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика групп сортов ячменя в ЭСИ

Название группы сортов	Годы изучения	Урожайность, т/га	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Содержание в зерне, %		Эндосперм зерновки		Интенсивность транспирации	
					крахмала	белка	плотность, г/см^3	поглощение воды, %	мг/г сырого вещества	мг/см^2 листа
Степные	2021	3,63	35,7	29,0	53,8	12,9	1,07	48,9	274,0	34,7
	2020	3,55	46,1	23,8	54,5	11,4	1,07	41,7	212,1	28,3
	2019	3,00	45,4	26,6	56,4	12,0	1,18	44,7	240,6	33,5
	2018	1,99	37,8	36,8	55,6	13,0	1,13	47,2	166,4	22,8
	средн.	***3,04***	***41,2***	***26,6***	***55,1***	***12,3***	***1,11***	***45,6***	***223,3***	***29,8***
Западно-европейские	2021	3,70	35,1	24,3	54,1	12,3	1,02	51,1	288,0	37,8
	2020	2,71	43,6	13,8	54,4	11,4	1,08	46,6	164,6	24,5
	2019	2,67	43,8	13,8	56,2	11,6	1,14	48,5	236,7	30,3
	2018	1,72	35,2	19,0	55,3	12,4	1,04	52,1	191,1	25,6
	средн.	***2,70***	***39,4***	***17,7***	***55,0***	***11,9***	***1,07***	***49,6***	***220,1***	***29,6***
	$НСР_{05}$	0,24	1,15	5,1	0,54	0,30	0,03	1,48	18,6	2,5

Исключение составил наиболее обеспеченный влагой 2021 год, когда преимущество было у сортов с высокой кустистостью и устойчивых к полеганию. Масса 1000 зерен и их стекловидность у группы степных сортов достоверно выше. Показатель содержания крахмала в условиях Каменной Степи определяется у изученных сортов на среднем и низком уровне независимо от места происхождения, зависит только от условий формирования эндосперма. Содержание белка в зерне достоверно выше у степных сортов, однако необходимо этот показатель рассматривать в разрезе сортов, т.к. в обеих группах присутствует различия по сортам.

Проведенный анализ плотности эндосперма зерен также показывает более высокие значения у степных сортов на 0,04-0,09 г/см^3 (исключение 2020 г.). Относительно величины поглощенной воды неоспоримое преимущество имеют в основном пивоваренные сорта западноевропейского происхождения: на 2,2-4,9% выше, по сравнению с сортами степного происхождения.

Показатель интенсивности транспирации листового аппарата может служить критерием жаростойкости растений по способности их к охлаждению. Данный показатель включен в анализ для определения возможной взаимосвязи его с формированием типа эндосперма: плотного или более рыхлого. Как было показано ранее в наших исследованиях [4], показатель интенсивности транспирации в слабой степени положительно взаимосвязан с накоплением крахмала (r = 0,40*-0,50*), высоко отрицательно – с содержанием белка в зерне (r = -0,92***). Показатели интенсивности транспирации в благоприятных условиях увлажнения значительно выше у западных сортов, что может говорить о высокой способности к обводнению тканей. В засушливых условиях показатели интенсивности транспирации степных и западноевропейских сортов максимально приближены.

В таблице 2 представлены парные коэффициенты корреляции изученных показателей по средним значениям за период 2018-2021 годов.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции технологических показателей по группам сортов

Название групп	Сопряженные показатели	Урожайность	Масса 1000 зерен	Крупность (>2,5мм)	Стекло-видность	Содержание крахмала	Содержание белка	Интенсивность транспирации
Общая	Плотность эндосперма	0,41*	0,04	-0,01	0,46*	-0,21	0,41*	-0,13
	Поглоще-ние воды	-0,50**	0,44*	0,48*	-0,68**	0,18	-0,46*	0,12
Степная	Плотность эндосперма	0,36*	-0,28	0,17	0,31*	-0,15	0,41*	-0,56**
	Поглоще-ние воды	-0,22	-0,25	0,51**	-0,13	-0,13	-0,16	0,42*
Запад-ная	Плотность эндосперма	-0,23	-0,32*	-0,50**	0,02	-0,38*	-0,11	0,17
	Поглоще-ние воды	0,11	0,02	0,49**	-0,75**	0,51**	-0,20	-0,56**

Примечание: здесь и в тексте *,**, ***– достоверно на 5, 1 и 0,1% уровне значимости по таблице Стъюдента

В целом за годы изучения в засушливых условиях Каменной Степи, плотность эндосперма в средней степени положительно коррелировала с урожайностью, содержанием стекловидных зерен и белка в зерне (r=0,41*-0,46*). У группы степных сортов отмечена

также отрицательная взаимосвязь этого показателя с интенсивностью транспирации (r= -0,56**), т.е. при низкой отдаче влаги и слабом охлаждении плотность эндосперма увеличивается. У сортов западноевропейского происхождения повышенную плотность имели значительно более мелкие зерна (r= -0,50**), с пониженным содержанием крахмала (r= -0,38*).

Таким образом, взаимосвязь плотности эндосперма с повышенной стекловидностью и содержанием белка в зерне в наших условиях определяется на среднем уровне, с содержанием крахмала – отрицательная, на низком уровне.

Показатель поглощения воды эндоспермом в целом за период изучения положительно коррелировал с массой 1000 зерен: r=0,44*, крупностью: r=0,48*, и отрицательно с урожайностью и содержанием белка: r= -0,50**, -0,46*, более значимо с величиной стекловидности: r= -0,68**. У степных образцов взаимосвязь с крупностью зерна более значимая, что также связано с повышенной интенсивностью транспирации. У западноевропейских сортов поглощение воды эндоспермом более значимо взаимосвязано с повышенным содержанием крахмала (r=0,51**). Отмечается высоко отрицательная зависимость поглощения воды с высокой интенсивностью транспирации в период цветения и сформированной в вегетацию стекловидностью: r= -0,56**, -0,75**. Таким образом, у степных пивоваренных сортов повышенная интенсивность транспирации ведет к повышению поглощения воды эндоспермом (r=0,42*), у западных сортов очень высокий коэффициент транспирации снижает величину поглощения воды эндоспермом (r= -0,56**). В цифровом измерении получаемые значения поглощения воды сортами западно-европейской группы выше, чем у пивоваренных сортов степного происхождения.

Выше названное противоречие, возможно, объясняется тем, что в группе степных образцов пивоваренные сорта Янтарь и Икорец проявляют свойства полуинтенсивных форм и имеют хороший генетический потенциал для полноценного развития эндосперма в засушливых условиях, чему способствует также несколько повышенная интенсивность транспирации (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика продуктивных сортов ячменя в ЭСИ (2018-2021 гг.)

Название сорта	Урожайность, т/га	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Содержание в зерне, %		Эндосперм зерновки		Интенсивность транспирации	
				крахмала	белка	плотность, г/см3	поглощение воды, %	мг/г сырого вещества	мг/см^2 листа
Медикум 157	3,08	43,3	28,2	55,4	11,9	1,06	45,7	225,8	29,4
Нутанс 553	3,60	40,4	30,8	55,1	13,1	1,14	42,6	175,8	23,4
Таловский 9	3,30	42,2	34,3	55,2	12,1	1,11	46,7	205,2	27,7
Хопер	3,27	42,1	35,1	55,2	12,0	1,19	46,8	206,2	27,7
Янтарь	3,37	42,4	16,5	55,0	11,8	1,07	46,2	245,0	31,2
Икорец	3,14	44,2	20,9	55,7	11,8	1,09	44,8	226,0	32,6
Посада	2,83	41,8	17,1	55,7	12,7	1,06	50,1	246,8	28,3
Саншайн	2,94	40,4	25,6	55,5	12,4	1,04	48,1	235,8	31,5
Ейфель	3,20	41,9	17,9	55,3	11,5	1,06	49,2	264,3	34,4
Зу Заза	2,67	39,8	11,9	56,1	11,4	1,01	53,0	197,0	28,5
$НСР_{05}$	0,24	1,15	5,1	0,54	0,30	0,03	1,48	18,6	2,5

В таблице представлены наиболее продуктивные сорта, превышающие по урожайности средние значения по группам. В группе западно-европейских образцов более адаптированные к местным условиям сорта Посада и Саншайн в целом при высокой интенсивности транспирации у группы, проявляли повышенное накопление белка в зерне. У сорта Зу Заза при высоких пивовароенных показателях стекловидности (11,9%), белка (11,4%) и крахмала (56,1%), что соответствует наивысшим показателям рыхлого эндосперма, наблюдается низкая интенсивность транспирации, т.е. адаптация к засушливым условиям физиологически идет по пути снижения испарения влаги.

Таким образом, в степной группе лучшие засухоустойчивые сорта: Нутанс 553, Таловский 9 и Хопер, формируют высокую продуктивность: 3,27-3,60 т/га, повышенные показатели содержания белка в зерне: 12,0-13,1% и его стекловидности: 30,8-35,1%, высокие значения плотности эндосперма: 1,11-1,19 г/см^3 и наиболее низкие показатели интенсивности транспирации, что соответствует критериям степного экотипа. Полуинтенсивные пивоваренные сорта местного происхождения Янтарь и Икорец формируют зерно с пониженным содержанием белка: 11,8% и стекловидных зерен: 16,5-20,9%, у них снижена плотность эндосперма до 1,07-1,09 г/см^3 и повышена интенсивность транспирации.

Адаптация к местным условиям у продуктивных образцов западного происхождения происходит по-разному. Сорта Посада и Саншайн, обладающие рыхлым эндоспермом и повышенной интенсивностью транспирации, накапливают в засушливых условиях Каменной Степи повышенное содержание белка: 12,4-12,7%. Сорт Зу Заза максимально стабильно по годам формирует высокие пивоваренные свойства зерна, но по интенсивности транспирации приближается к сортам степного экотипа. При максимально высоких значениях урожайности у сорта из западной группы Ейфель: 3,20 т/га, показатели качества зерна формируются стабильно на высоком уровне, что может говорить о его хороших адаптационных свойствах.

Изученные показатели плотности эндосперма и поглощенной воды дают основание сделать выводы о перспективности применения их в селекционной практике с учетом генотипа сортов. Однако их эффективность в засушливых условиях Каменной Степи снижается из-за воздействия высокого температурного фактора в периоды роста и налива зерна. Взаимосвязь плотности эндосперма с содержанием белка и стекловидных зерен в средней степени положительна и более характерна для степных образцов. Показатель поглощения воды эндоспермом высоко отрицательно взаимосвязан с содержанием стекловидных зерен и в средней степени положительно с крупностью зерна (> 2,5 мм), что более характерно для западноевропейских образцов.

Заключение

Обращает на себя внимание, что в целом по годам сорта степного происхождения в условиях Воронежской области формируют урожайность на более высоком уровне, чем сорта западноевропейского происхождения на 0,27-0,88 т/га. Также у них достоверно выше масса 1000 зерен, стекловидность и содержание белка в зерне. Проведенный анализ плотности эндосперма зерен также показывает более высокие значения у степных сортов на 0,04-0,09 г/см^3. Пивоваренные сорта западноевропейского происхождения имеют неоспоримое преимущество относительно величины поглощенной воды: на 2,2-4,9% выше, по сравнению с сортами степного происхождения.

Таким образом, в степной группе лучшие засухоустойчивые сорта: Нутанс 553, Таловский 9 и Хопер, формируют высокую продуктивность: 3,27-3,60 т/га, повышенные показатели содержания белка в зерне: 12,0-13,1% и его стекловидности: 30,8-35,1%, высокие значения плотности эндосперма: 1,11-1,19 г/см^3 и наиболее низкие показатели интенсивности транспирации, что соответствует критериям степного экотипа. Полуинтенсивные пивоваренные сорта местного происхождения Янтарь и Икорец формируют зерно с пониженным содержанием белка: 11,8% и стекловидных зерен: 16,5-20,9%, у них снижена плотность эндосперма до 1,07-1,09 г/см^3 и повышена интенсивность транспирации. При максимально высоких значениях урожайности из западной группы у

сорта Ейфель: 3,20 т/га, показатели качества зерна формируются адекватно изменяющимся условиям, что может говорить о его высокой способности к адаптации.

Изученные показатели плотности эндосперма и поглощенной воды дают основание сделать выводы о перспективности применения их в селекционной практике, с учетом генотипа сортов. Однако их эффективность в засушливых условиях Каменной Степи снижается посредством воздействия высокого температурного фактора в периоды роста и налива зерна.

Литература

1. Васько Н.И., Козаченко М.Р., Солонечный П.Н. и др. Стекловидность эндосперма и содержание белка в зерне сортов пленчатого и голозерного ячменя // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 4 (28). – С. 94-102.

2. Полонский В.И., Сумина А.В. Способ оценки качества зерна генотипов ячменя пивоваренного направления // A01H 1/00 № 2468568/ описание изобретения. – 9 с.

3. Сумина А.В., Полонский В.И. Содержание ценных веществ в зерне ячменя, выращенного в контрастных климатических условиях// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – Т. – 50. – № 1. – С. 23-31.

4. Голова Т.Г., Ершова Л.А. Морфофизиологические особенности сортов ячменя разных биотипов. Суздаль, Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса. Иваново, – 2019. – С. 209-2013.

References

1. Vas`ko N.I., Kozachenko M.R., Solonechny`j P.N. et al. Steklovidnost` e`ndosperma i soderzhanie belka v zerne sortov plenchatogo i golozernogo yachmenya.[Vitreous endosperm and protein content in grain varieties of filmy and naked barley]. *Zernobobovy`e i krupyany`e kul`tury`*. 2018, no. 4(28), pp. 94-102. (In Russian)

2. Polonskij V.I., Sumina A.V. Sposob otsenki kachestva zerna genotipov yachmenya pivovarennogo napravleniya [A method for assessing the quality of grain genotypes of barley brewing direction] (A01N 1/00 № 2468568)], description of the invention, 9p.

3. Sumina A.V., Polonskij V.I. Soderzhanie cenny`x veshhestv v zerne yachmenya, vy`rashhennogo v kontrastny`x klimaticheskix usloviyax. [The content of valuable substances in barley grain grown in contrasting climatic conditions] *Sibirskij vestnik sel`skoxozyajstvennoj nauki*, 2020, 50, no. 1, pp. 23-31. (In Russian)

4. Golova T.G., Ershova L.A. Morfofiziologicheskie osobennosti sortov yachmenya razny`x biotipov. Suzdal`. Sovremenny`e tendencii v nauchnom obespechenii agropromy`shlennogo kompleksa». [Morphophysiological features of barley varieties of different biotypes. Suzdal, "Modern trends in scientific support of the agro-industrial complex"]. Ivanovo, 2019, pp. 209-213 (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-180-186

УДК 338.43.02:631.8.022.3

ВЫЗОВЫ АГРАРНОГО БИЗНЕСА: ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ И АГРОХИМИКАТОВ

М.А. ДОГАДИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0001-6637-6287
E-mail: marinadogadina@yandex.ru
А.В. ТАРАКИН, кандидат сельскохозяйственных наук
С.В. РЕЗВЯКОВА, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-7681-4516
А.И. ПРАВДЮК *, Е.И. КРИВОРОТОВА *, студенты

ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГАУ ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»
*ФГБОУ ВО «ОГУ ИМЕНИ И.С. ТУРГЕНЕВА»

В статье представлены результаты статистического анализа импортозамещения в отраслях, обеспечивающих развитие и работоспособность агропромышленного комплекса: химические средства защиты растений, агрохимикаты. Текущее состояние рынка химических средств защиты в Российской Федерации оценивается неоднозначно: 80% пестицидов выпускается отечественными производителями, 67,8% фунгицидов и протравителей, 84,9% – инсектицидов. В Орловской области в 2021 году лидерами по объемам и масштабам применения являлись гербициды – 55,3% от общего объема пестицидов. Широкое применение находили препараты на основе 2,4-Д (2,4-дихлороксифеноксиуксусная кислота) и ее производные, 2-метил-4-хлор-феноксиуксусная кислота и ее производные, производные сульфонилмочевины. 20% от общего объема пестицидов занимали фунгициды, применяемые для обработки вегетирующих растений из группы триазолов, дитиокарбаматов; 12% – протравителей семян. Относительно низкий уровень – 4,5% к другим группам пестицидов был отмечен у инсектицидов (препараты из группы ФОС, неоникотиноиды, синтетические пиретроиды). В последние годы возрастают объемы применения регуляторов роста и протравителей семян, характеризующихся инсекто-фунгицидным действием. Российская Федерация на протяжении последнего десятка лет занимает лидирующие позиции по производству и экспорту минеральных удобрений, входит в пятерку крупнейших производителей и поставщиков. Спрос на агрохимикаты неуклонно растет на внутреннем и внешнем рынках, причем на внешнем рынке прогнозируется перераспределение поставок отечественных удобрений из стран Европы и США, в Азию и Латинскую Америку.

Ключевые слова: импортозамещение, химические средства защиты, агрохимикаты, аграрный бизнес, производство пестицидов и агрохимикатов.

Для цитирования: Догадина М.А., Таракин А.В., Резвякова С.В., Правдюк А.И., Криворотова Е.И. Вызовы аграрного бизнеса: импортозамещение пестицидов и агрохимикатов. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):180-186. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-180-186

CHALLENGES TO AGRICULTURAL BUSINESS: IMPORT SUBSTITUTION OF PESTICIDES AND AGROCHEMICALS

M.A. Dogadina, A.V. Tarakin, S.V. Rezvyakova, A.I. Pravdyuk*, E.I. Krivorotova*

FSBEE HE «N.V. PARAKHIN STATE AGRARIAN UNIVERSITY, OREL»
*FSBEE HE «I.S. TURGENEV STATE UNIVERSITY, OREL»

Abstract: *The article presents the results of a statistical analysis of import substitution in industries that ensure the development and efficiency of the agro-industrial complex: chemical plant protection products, agrochemicals. The current state of the chemical protection products market in the Russian Federation is assessed ambiguously: 80% of pesticides are produced by domestic manufacturers, 67.8% of fungicides and protectants, 84.9% of insecticides. In the Orel region in 2021, herbicides were the leaders in terms of volume and scale of application – 55.3% of the total volume of pesticides. Preparations based on 2,4-D (2,4-dichloroxyphenoxyacetic acid) and its derivatives, 2-methyl-4-chloro-phenoxyacetic acid and its derivatives, sulfonylurea derivatives were widely used. 20% of the total volume of pesticides was occupied by fungicides used for the treatment of vegetative plants from the group of triazoles, dithiocarbamates; 12% - seed protectants. A relatively low level – 4.5% to other groups of pesticides was observed in insecticides (drugs from the FOS group, neonicotinoids, synthetic pyrethroids). In recent years, the use of growth regulators and seed protectants characterized by an insecto-fungicidal effect has been increasing. The Russian Federation has been a leader in the production and export of mineral fertilizers for the last ten years, is one of the five largest producers and suppliers. Demand for agrochemicals is steadily growing in the domestic and foreign markets, and the foreign market is projected to redistribute the supply of domestic fertilizers from Europe and the United States to Asia and Latin America*.

Keywords: import substitution, chemical protection products, agrochemicals, agricultural business, production of pesticides and agrochemicals.

Произошедшие за последние годы в нашей стране серьезные изменения, по меньшей мере, по двум направлениям: в эпидемиологической и социально-политической ситуации, в очередной раз показывают актуальность, необходимость и стремительность импортозамещения. Это касается всех отраслей народного хозяйства, и в частности, агропромышленного комплекса. В Постановлении Правительства Орловской области «Об утверждении перечня продукции, необходимой для обеспечения импортозамещения в Орловской области в условиях введенных ограничительных мер со стороны иностранных государств и международных организаций» от 1 сентября 2022 г. № 497 утвержден перечень продукции необходимой для обеспечения импортозамещения в регионе, включающий 73 наименования, в том числе, 18 позиций, касающихся отрасли растениеводства. В приоритете производство овощных, бахчевых, зеленых, бобовых культур, грибов и трюфелей, а также семян сахарной свеклы, овощных, плодово-ягодных культур [1].

Для обеспечения внутреннего рынка отечественной растениеводческой продукцией необходим комплексный подход, аккумулирующий условия для развития аграрного бизнеса, правильную расстановку приоритетов в направлении производства дефицитного сырья. Успешное функционирование сельскохозяйственного производства возможно при достаточном развитии отраслей, обеспечивающих развитие и работоспособность агропромышленного комплекса: средства защиты растений, агрохимикаты, семена, посадочный материал, сельскохозяйственная техника, и т.д. [2, 3, 4, 5].

Цель исследований – анализ текущего состояния импортозамещения пестицидов и агрохимикатов в сельском хозяйстве.

Материалы и методы исследований

В Орловской области сельское хозяйство является средообразующей сферой экономики региона. По данным Росстата (2021 г.), регион занимает 6 место из 18 субъектов Центрального Федерального округа, 10 – из субъектов Российской Федерации по объему производства сельскохозяйственной продукции. Индекс производства продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий в 2022 году по отношению к 2021 году составил 112,4% [6].

Для анализа текущего состояния импортозамещения в сельском хозяйстве использованы такие методы исследования, как: информационный метод, аналитический метод, методы сравнения и обобщения, статистического анализа.

Источники данных: Федеральная служба государственной статистики РФ, Федеральная таможенная служба РФ, BusinesStat.

Результаты и их обсуждение

За текущие 20 лет отмечается возрождение сельскохозяйственного сектора Российской экономики, пришедшего в упадок после прекращения существования Советского Союза. Указом Президента Российской Федерации утверждена Доктрина продовольственной безопасности РФ, являющаяся стратегическим документом, направленным на обеспечение национальной безопасности страны, «а также необходимым условием реализации стратегического национального приоритета – повышение качества жизни российских граждан путем гарантирования высоких стандартов жизнеобеспечения» [7]. Доктрина устанавливает уровни самообеспечения сельскохозяйственной продукцией (в процентах не менее) (рис. 1) [8].

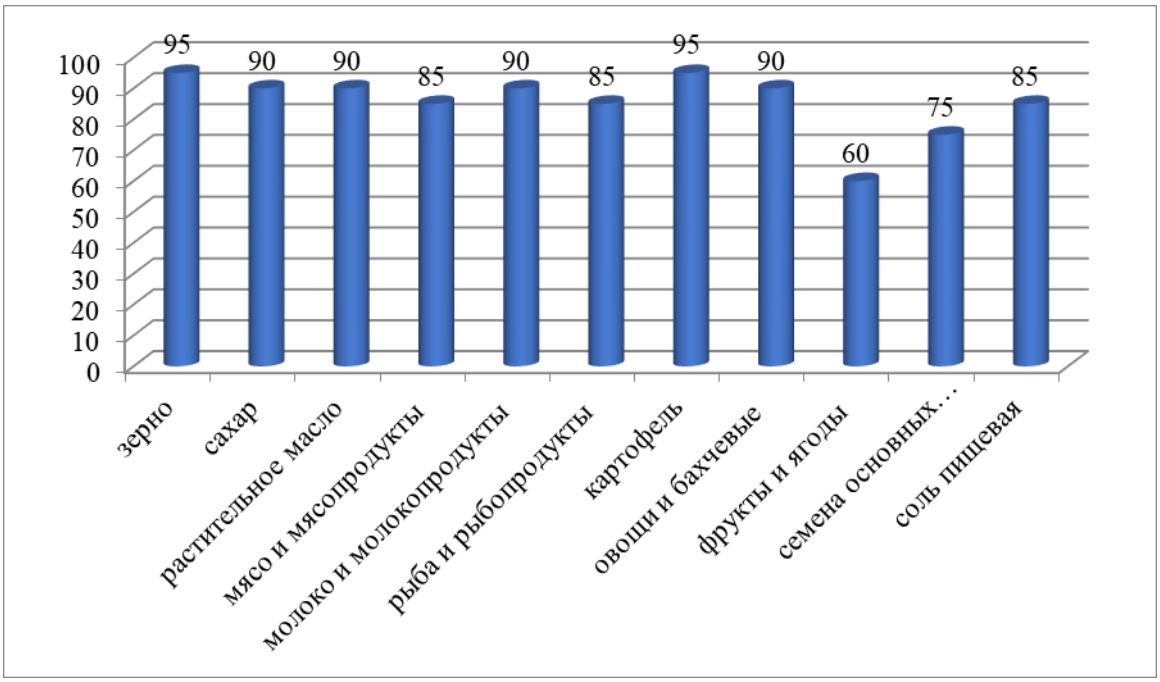


Рис. 1. Уровни самообеспечения сельскохозяйственной продукцией, %

По многим из перечисленных на рисунке 1 показателей имеется достойный задел, который позволит России в ближайшие годы достичь высокого уровня самообеспечения сельскохозяйственной продукцией.

Одним из основных локомотивов сельскохозяйственного производства является химическая промышленность, поставляющая на аграрный рынок средства защиты растений и минеральные удобрения.

Применение пестицидов позволяет сохранить урожай сельскохозяйственных растений и качество продукции. По данным мониторинговой компании BusinesStat текущее состояние рынка химических средств защиты в Российской Федерации оценивается неоднозначно: 80% пестицидов выпускается отечественными производителями, 67,8% фунгицидов и протравителей, 84,9% – инсектицидов. Полный список российских производителей насчитывает около 200 компаний. Но следует отметить полную зависимость отечественного производителя от действующих веществ иностранного производства, поступающих в основном, из Китая.

Российский рынок химических средств защиты представлен российскими производителями и транснациональными компаниями. Лидирующие компании-производители представлены в таблице 1.

Таблица 1

Лидирующие компании-производители пестицидов

Российские производители	ЗАО «Фирма «Август» АО «Щелково Агрохим» ООО «Алсико-Агропром» ООО «АгроЭксперт Груп» ООО «Агрорус» ЗАО «ФМРус»
Транснациональные компании	Syngenta Bayer CropScience Monsanto DuPont BASF Dow AgroSciences

В производстве российскими компаниями инсектицидов и фунгицидов отмечается небольшой спад за первые семь месяцев года в сравнении с производством в 2021 году. Выпуск инсектицидов сократился на 23,6%, фунгицидов – на 15,7%. Производство гербицидов увеличилось на 14,1% (табл. 2).

Таблица 2

Производство видов пестицидов в РФ

Вид пестицида	Произведено в 2021 году (млн.тонн)	Произведено в 2022 году (I-VII) (млн.тонн)	± к предыдущему году (%)
Инсектициды	23,6	18,1	-23,6
Фунгициды	24,7	20,9	-15,7
Гербициды	71,3	81,4	+14,1

В Орловской области в 2021 году лидерами по объемам и масштабам применения являлись гербициды – 55,3% от общего объема пестицидов. Широкое применение находили препараты на основе 2,4-Д (2,4-дихлороксифеноксиуксусная кислота) и ее производные, 2-метил-4-хлор-феноксиуксусная кислота и ее производные, производные сульфонилмочевины. 20% от общего объема пестицидов занимали фунгициды, применяемые для обработки вегетирующих растений из группы триазолов, дитиокарбаматов; 12% – протравителей семян. Относительно низкий уровень – 4,5% к другим группам пестицидов был отмечен у инсектицидов (препараты из группы ФОС, неоникотиноиды, синтетические пиретроиды). В последние годы возрастают объемы применения регуляторов роста и протравителей семян, характеризующихся инсекто-фунгицидным действием.

Таким образом, опираясь на статистические данные, можно сделать вывод о возможном перераспределении рынка пестицидов в сторону российских компаний при условии ускорения темпов производства пестицидов, коллаборации с научными сообществами для реализации потенциала производства действующих веществ.

Российская Федерация на протяжении последнего десятка лет занимает лидирующие позиции по производству и экспорту минеральных удобрений, входит в пятерку крупнейших производителей и поставщиков. Если в 2000 году было произведено 12,5 млн.тонн минеральных удобрений по действующего веществу, то к 2020 году этот показатель увеличился вдвое и составил 25 млн.тонн. Увеличилась и доля экспорта минеральных удобрений с 6,5% (2000 г.) до 13% (2020 г.) (рис. 2, 3). Такая тенденция сохранилась на начало 2022 года.

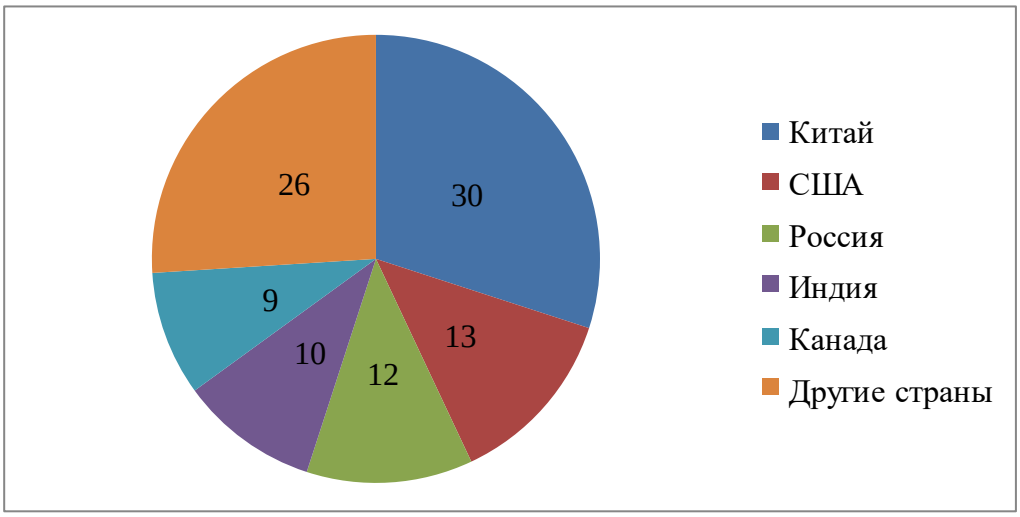


Рис. 2. Производители минеральных удобрений в мире (2022 г.) (по данным Росстата)

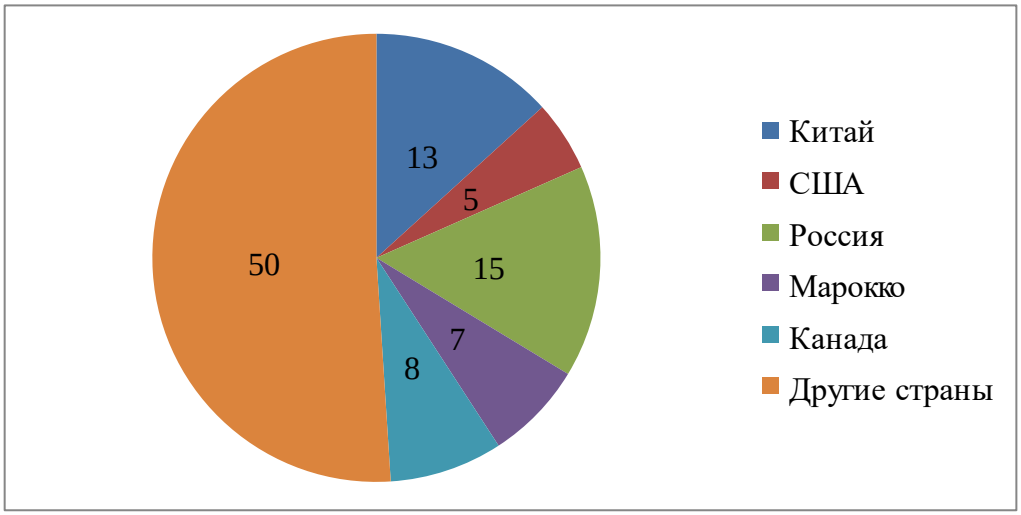


Рис. 3. Экспортеры минеральных удобрений (2022 г.) (по данным Росстата)

Такие крупнейшие производители минеральных удобрений, как, Китай, США, Канада, ориентированы, в основном, на внутренний рынок, в противовес им – Россия – на внешний.

В условиях санкций в отношении Российской Федерации, отмечался незначительный спад в экспорте минеральных удобрений в начале 2022 года, связанный, в первую очередь, с логистикой, трудностями финансовых переводов и расчетов за продукцию. Следует отметить, что агрохимикаты изначально не попали в санкционные списки. Ситуация, начиная с мая 2022 г., выравнивается и стабилизируется; Россия вновь начинает занимать лидирующие позиции в экспорте минеральных удобрений.

Производство минеральных удобрений в России представлено 35 компаниями, крупнейшими из них являются: «Фосагро», «Еврохим», «Уралкалий», «Уралхим», «Акрон», «Куйбышевазот», «Минудобрения». Большую часть выручки от экспорта некоторых компаний (Фосагро, Акрон) дают азотные удобрения, что связано с газовым кризисом в Европе на фоне роста цен, т.к. львиную долю себестоимости при производстве азотных удобрений занимает природный газ. Постановлением Правительства РФ от 30 мая 2022 г. № 990 "О введении временного количественного ограничения на вывоз отдельных видов удобрений и внесении изменения в категории товаров, в отношении которых не применяются предусмотренные Таможенным кодексом Евразийского экономического союза неполное таможенное декларирование и периодическое таможенное декларирование" установлены квоты на вывоз минеральных удобрений, что позволит предупредить их

дефицит на внутреннем рынке [1]. На внутренний рынок компания «Фосагро» поставляет 26% продукции, «Еврохим» – 21%, «Акрон» – 20%, «Уралхим» – 15%.

В разрезе трех основных видов удобрений: азотных, фосфорных и калийных отмечается неравномерность в востребованности на каждый из них и объемах производства (табл. 3).

Таблица 3

Производство видов минеральных удобрений в РФ

Вид удобрения	Произведено в 2021 году (млн.тонн)	Произведено в 2022 году (I-VII) (млн.тонн)	± к предыдущему году (%)
Азотные	6,67	6,91	+3,5
Фосфорные	2,61	2,63	+0,4
Калийные	5,99	4,71	-25,8

Таким образом, проведенный аналитический обзор позволяет сделать благоприятный рыночный прогноз отрасли минеральных удобрений. Согласно данным Минсельхоза, спрос на агрохимикаты неуклонно растет на внутреннем и внешнем рынках, причем на внешнем рынке прогнозируется перераспределение поставок отечественных удобрений из стран Европы и США, в Азию и Латинскую Америку.

В Орловской области в 2021 году было внесено 175,8 тыс. тонн минеральных удобрений, что больше в сравнении с предыдущим годом на 10,8 тыс. тонн. Потребности в минеральных удобрениях для проведения сезонных полевых работ при возделывании сельскохозяйственных культур полностью удовлетворены.

Россия богатейшая страна, которая обладает не только огромными природными ресурсами, но и мощным человеческим и научным потенциалом. Реализация грамотных своевременных и систематизированных управленческих решений в аграрном производстве позволит в кратчайшие сроки динамично приступить к выполнению важных стратегических современных задач.

Заключение

Основная задача отрасли пестицидов и агрохимикатов, заключающаяся в обеспечении успешного функционирования сельскохозяйственного производства, вне зависимости от импортных поставок, может быть выполнена при условии модернизации технологии и темпов производства веществ, коллаборации с научными сообществами для совершенствования их ассортимента.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 30 мая 2022 г. № 990 "О введении временного количественного ограничения на вывоз отдельных видов удобрений и внесении изменения в категории товаров, в отношении которых не применяются предусмотренные Таможенным кодексом Евразийского экономического союза неполное таможенное декларирование и периодическое таможенное декларирование"

2. Масалов В.Н., Березина Н.А., Догадина М.А. Импортозависимость и импортозамещение в аграрной сфере экономики России // Вестник ОрелГАУ. 2022. №3 (96). - С.70-76.

3. Княжева О.В. Импортозамещение в аграрном секторе экономики как важнейший национальный приоритет // Контентус. 2016. №3 (44). – С.173-181.

4. Шагайда Н., Узун В. Импортозамещение в сельском хозяйстве // Экономическое развитие России. 2016. №3. - С.63-67.

5. Правовые акты. https://orel-region.ru/index.php?head=17&part=19&docid=21603.

6. Липкович Э. И. Некоторые стратегические перспективы АПК России // Вестник аграрной науки Дона. 2017. №37.1. – С.5-17.

7.ФГБУ Российский сельскохозяйственный центр https://rosselhoscenter.ru/index.php/otdel-zashchity-rastenij-29

8. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, Москва, 2020 г.

References

1. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 30 maya 2022 g. № 990 "O vvedenii vremennogo kolichestvennogo ogranicheniya na vyvoz otdel'nykh vidov udobrenii i vnesenii izmeneniya v kategorii tovarov, v otnoshenii kotorykh ne primenyayutsya predusmotrennye Tamozhennym kodeksom Evraziiskogo ekonomicheskogo soyuza nepolnoe tamozhennoe deklarirovanie i periodicheskoe tamozhennoe deklarirovanie" [Decree of the Government of the Russian Federation of May 30, 2022 №. 990 "On the introduction of a temporary quantitative restriction on the export of certain types of fertilizers and amendments to the categories of goods for which the incomplete customs declaration and periodic customs declaration provided for by the Customs Code of the Eurasian Economic Union are not applied"] (In Russian)

2. Masalov V.N., Berezina N.A., Dogadina M.A. Importozavisimost' i importozameshchenie v agrarnoi sfere ekonomiki Rossii [Import dependence and import substitution in the agricultural sector of the Russian economy]. *Vestnik OrelGAU*, 2022, no. 3 (96), pp.70-76. (In Russian)

3. Knyazheva O.V. Importozameshchenie v agrarnom sektore ekonomiki kak vazhneishii natsional'nyi prioritet [Import substitution in the agricultural sector of the economy as the most important national priority]. *Contentus*, 2016, no. 3 (44), pp. 173-181 (In Russian)

4. Shagaida N., Uzun V. Importozameshchenie v sel'skom khozyaistve [Import substitution in agriculture]. *Economic development of Russia*, 2016, no.3, pp.63-67. (In Russian)

5. Legal acts. https://orel-region.ru/index.php?head=17&part=19&docid=21603. (In Russian)

6. Lipkovich E. I. Nekotorye strategicheskie perspektivy APK Rossii [Some strategic prospects of the agro-industrial complex of Russia] *Herald of agrarian science of the Don - Vestnik agrarnoi nauki Dona*. 2017, no. 37.1, pp.5-17 (In Russian)

7. FGBU Rossiiskii sel'skokhozyaistvennyi tsentr [FGBU Russian Agricultural Center], https://rosselhoscenter.ru/index.php/otdel-zashchity-rastenij-29 (In Russian)

8. Doktrina prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii [Doctrine of food security of the Russian Federation], Moscow, 2020 (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-187-195

УДК 631.8:631.582:631.438

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ И ПЕСТИЦИДОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЛОДОСМЕННОГО СЕВООБОРОТА И АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

И.Н. БЕЛОУС, доктор с.-х наук, e-mail: belous-nm@mail.ru
Г.П. МАЛЯВКО, доктор с.-х наук, e-mail: gpmalyavko@yandex.ru
В.Ф ШАПОВАЛОВ, доктор с.-х наук, e-mail: bishutina@rambler.ru
Е.В. ПРОСЯННИКОВ, доктор с.-х наук, e-mail: gpmalyavko@yandex.ru
С.М. СЫЧЕВ, доктор с.-х наук, e-mail: sichev_65@mail.ru
Л.П. ХАРКЕВИЧ, доктор с.-х наук, e-mail: malyavkogp@bgsha.com

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В полевом опыте дана оценка влияния систем удобрения различной степени насыщенности в сочетании с пестицидами на продуктивность плодосменного севооборота (пять ротаций 1993-2012 гг.) и агрохимические свойства дерново-подзолистой песчаной почвы Новозыбковской ГСОС ВНИИА. Установлено, что применение 40 т/га навоза + $N_{200}P_{100}K_{240}$ в комплексе с пестицидами способствует повышению продуктивности плодосменного севооборота в среднем за ротацию на 2,05 т/га з.е. относительно контроля (без удобрений).

Применение минеральной системы удобрения в комплексе с пестицидами обеспечило увеличение продуктивности севооборота на 1,34-2,21 т/га з.е., при максимальном показателе 3,66 т/га з.е. на фоне $N_{600}P_{300}K_{720}$ + пестициды. На контрольном варианте за 20 лет зафиксировано снижение содержания в пахотном слое почвы органического вещества на 0,23%, подвижных фосфатов на 32,9%, обменного калия на 42,3%, суммы обменных оснований на 37,0%, возросла гидролитическая кислотность почвы на 12,9%. Внесение подстилочного навоза 400 т/га обеспечило увеличение содержания органического вещества с 2,09 до 2,13%, 200 т/га навоза+$N_{1000}P_{500}K_{1200}$ с 2,06 до 2,11% или на 0,05%, $N_{2000}P_{1500}K_{3600}$ с 2,23 до 2,30 или 0,07%.

В результате вертикальной миграции за пять ротаций плодосменного севооборота содержание ^{137}Cs на контрольном варианте в пахотном слое (0-20 см) уменьшилось на 1,5%, в варианте навоз 200 т/га + $N_{1000}P_{500}K_{1200}$ – на 5,5% и возросло в слое почвы 20-60 см на 0,7%, в варианте $N_{2000}P_{1000}K_{2400}$ его содержание в пахотном слое уменьшилось на 2,5% и увеличилось в слое почвы 20-60 см на 0,7%, в варианте $N_{3000}P_{1500}K_{3600}$ в пахотном слое снизилось на 14,8% и возросло в слое 20-60 см на 9,8%.

Ключевые слова: удобрения, севооборот, продуктивность, плодородие, почва.

Для цитирования: Белоус И.Н., Малявко Г.П., Шаповалов В.Ф., Просянников Е.В., Сычев С.М., Харкевич Л.П. Влияние систем удобрений и пестицидов на продуктивность плодосменного севооборота и агрохимические свойства дерново-подзолистой песчаной почвы. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):187-195. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-187-195

INFLUENCE OF FERTILIZER AND PESTICIDE SYSTEMS ON THE PRODUCTIVITY OF GRAIN-GRASS-TILLED CROP ROTATION AND AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SODDY-PODZOLIC SANDY SOIL

I.N. Belous, G.P. Malyavko, V.F. Shapovalov, E.V. Prosyannikov, S.M. Sichev, L.P.Kharkevich

FSBEI HE «BRYANSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY»

Abstract: *In the field experiment, the influence of fertilizer systems of various degrees of saturation in combination with pesticides on the productivity of the fruit-shifting crop rotation (five rotations 1993-2012) and agrochemical properties of the sod-podzolic sandy soil of the Novozybkovskaya GSOS VNIIA was assessed. It was found that the use of 40 t/ha of manure + $N_{200}P_{100}K_{240}$ in combination with pesticides contributes to an increase in the productivity of the crop rotation on average per rotation by 2.05 t/ha of grain relative to control (without fertilizers). The use of a mineral fertilizer system in combination with pesticides provided an increase in crop rotation productivity by 1.34-2.21 t/ha of grain, with a maximum value of 3.66 t/ha of grain against the background of $N_{600}P_{400}K_{720}$ + pesticides. In the control variant, over 20 years, a decrease in the content of organic matter in the arable soil layer was recorded by 0.23%, mobile phosphates by 32.9%, exchangeable potassium by 42.3%, the amount of exchangeable bases by 37.0%, the hydrolytic acidity of the soil increased by 12.3%. The introduction of litter manure of 400 t/ha provided an increase in the organic matter content from 2.09 to 2.13%, 200 t/ha of manure+$N_{1000}P_{500}K_{1200}$ from 2.06 to 2.11% or by 0.05%, $N_{2000}P_{1500}K_{3600}$ from 2.23 to 2.30 or 0.07%. As a result of vertical migration over five rotations of the fruit-shifting crop rotation, the content of 137Cs per the control variant in the arable layer (0-20 cm) decreased by 1.5%, in the variant manure 200 t/ ha + $N_{1000}P_{500}K_{1200}$ by 5.5% and increased in the soil layer 20-60 cm by 0.7%, in the variant $N_{2000}P_{1000}K_{2400}$ its content in the arable layer decreased by 2.5% and increased in the soil layer 20-60 cm by 0.7%, in the $N_{3000}P_{1500}K_{3600}$ variant, it decreased by 14.8% in the surface layer and increased by 9.8% in the 20-60 cm layer.*

Keywords: fertilizers, crop rotation, productivity, fertility, soil.

Решение важнейшей проблемы современного земледелия – повышение продуктивности агрофитоценозов, напрямую связано с дилеммой сохранения и воспроизводства уровня плодородия почв, на основе снижения расходов материальных средств и затрат энергии на производство растениеводческой продукции [1,2]. Сокращение в последние два десятилетия объемов применения органических, минеральных удобрений, химических мелиорантов привело к резкому снижению уровня содержания органического вещества, других элементов питания, ухудшению физико-химических свойств почвы и уменьшению продуктивности возделываемых культур [3].

Ряд исследователей связывает положительное влияние минеральных удобрений на продуктивность культур с их влиянием на изменение уровня плодородия почвы [4]. Систематическое 35-летнее применение минеральных удобрений в пятипольном севообороте способствовало повышению содержания гумуса в пахотном горизонте на 0,48-0,56%. С повышением ежегодных доз органических и минеральных удобрений отмечено увеличение накопления углерода органического вещества, а также улучшения других агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы легкого гранулометрического состава [5, 6].

Почва служит объектом, в котором активно проявляются все процессы, связанные с трансформацией радионуклидов, именно в почве начинается основное их движение в имеющем место круговороте веществ [7-9]. Эти процессы требуют долговременного изучения миграций основного радионуклида – ^{137}Cs и его встраивание в общий биогеохимический цикл с последующим влиянием на качество растениеводческой продукции.

В связи с этим проведение полевых исследований на дерново-подзолистой песчаной почве, в условиях умеренного климата с периодическими засухами даёт возможность получить в достаточной степени исчерпывающую информацию о влиянии совместного применения удобрений и химических средств защиты растений на изменение основных показателей почвенного плодородия и продуктивность культур севооборота.

Цель исследований – оценка комплексного влияния удобрений и средств защиты растений на продуктивность плодосменного севооборота и агрохимические показатели почвы в условиях радиоактивного загрязнения.

Методика

Полевые исследования проведены на опытном поле Новозыбковской государственной сельскохозяйственной опытной станции Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии. Почва – дерново-подзолистая, песчаная. Содержание органического вещества (по Тюрину) 1,9-2,3%, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) 350-372 и 71-106 мг/кг соответственно, pH_{KCL} – 6,9-7,0; Hг – 0,51-0,56 мг-экв/100 г почвы; сумма поглощённых оснований 10,0-16,4 мг-экв/100 г почвы. Плотность загрязнения ^{137}Cs 526-666 кБк/м^2. Делянки в опыте размещены в 4-х кратной повторности, общая площадь делянки – 90 м^2, учетная – 70 м^2. Учет урожая сплошной, поделяночно.

Подстилочный навоз крупного рогатого скота с влажностью в среднем 77,2%, содержанием азота – 0,53%, фосфора – 0,25%, калия – 0,57% вносили под картофель (80 т/га). Минеральное удобрение в форме аммиачной селитры (34,4%N), двойного гранулированного суперфосфата (48% P_2O_5) и калия хлористого (56% K_2O) вносили в предпосевную подготовку почвы под картофель, овес и люпин на зеленый корм. Под озимую рожь всю дозу фосфорного удобрения вносили в предпосевную обработку почвы осенью. Азотные и калийные удобрения применяли дробно: $N_{70}K_{60}$ ($N_{30}K_{30}$ до посева + $N_{40}K_{30}$ в весеннее возобновление вегетации); $N_{140}K_{120}$ ($N_{30}K_{30}$ до посева + $N_{90}K_{90}$ в весеннее возобновление вегетации + N_{40} в фазу выхода в трубку); $N_{210}K_{180}$ ($N_{30}K_{30}$ до посева + $N_{70}K_{150}$ в весеннее возобновление вегетации + N_{90} в фазу выхода в трубку).

При возделывании сельскохозяйственных культур севооборота применяли следующие пестициды: на картофеле – зенкор 50% с.п. – 0,7 кг/га, ридомил 75% с.п. – 2,5 кг/га, карате 50% к.э. – 0,15 л/га; на овсе – диален 50% в.р. – 1,6 л/га, байлетон 25% с.п. – 0,6 кг/га, вофатокс 18% с.п. – 1,0 кг/га; на люпине – прометрин – 3,5 кг/га, вофатокс 18% с.п. – 1,0 кг/га; на озимой ржи фундазол 50% с.п., бейноран - 0,6 кг/га; кампозан М 4,0 л/га; байлетон 25% с.п. – 0,6 кг/га; вофатокс – 18% с.п. – 1,0 кг/га.

Лабораторно-аналитические исследования проводили в Центре коллективного пользования научным оборудованием Брянского ГАУ по общепринятым методикам. Содержание ^{137}Cs определяли на измерительном комплексе УСК «Гамма +» с программным обеспечением «Прогресс – 2000» в геометрии Маринелли.

Объект исследований – агроценоз в плодосменном севообороте (картофель – овес – люпин на зеленую массу – озимая рожь): агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность растений.

Результаты исследований

Анализ погодных условий за годы проведения исследований свидетельствует, что по сравнению со среднемноголетней (+6,5^{o}C), среднегодовая температура воздуха повысилась в 2003 до +7,5^{o}C, в 2008 – до +8,9^{o}C. Максимальная среднемесячная температура воздуха отмечена в 2010 году в июне + 22,3^{o}C, июле +28,4^{o}C и августе +25,3^{o}C, что значительно превышало среднемноголетнее значение. В период вегетации в среднем выпало осадков – 377,9 мм с колебаниями по годам от 299,4 мм в 2008 году до 462,3 мм – в 2005 году. Дефицит проявился в мае 2003, 2008, 2012, июне 2003, 2008, июле 2012, августе 2004, 2007, 2013 годов. Избыточно увлажненными были – 2005, 2006, 2007, умеренными – 1996, 2011, 2012, оптимальными – 1993, 1994, 1998, 2001, 2004, 2006, засушливыми – 1995, 1999, 2002, 2003, 2005, 2008, 2010 годы. Нами установлено, что изучаемые системы удобрения оказали положительное влияние на продуктивность культур плодосменного севооборота (табл. 1).

Таблица 1

Среднегодовая продуктивность севооборота, т/га (зерновые единицы)

Вариант / Ротация	Контроль	Навоз 80 т/га	Навоз 40 т/га + $N_{200}P_{100}K_{240}$	$N_{200}P_{100}K_{240}$	$N_{400}P_{200}K_{480}$	$N_{600}P_{300}K_{720}$	Навоз 40 т/га + $N_{200}P_{100}K_{240}$ + пестициды	$N_{200}P_{100}K_{240}$ + пестициды	$N_{400}P_{200}K_{480}$ + пестициды	$N_{600}P_{300}K_{720}$ + пестициды
I, 1993-1996	1,83	2,18	3,01	2,68	3,37	3,22	3,66	3,16	3,98	3,87
II, 1997-2000	1,50	2,13	2,78	2,36	2,89	2,96	3,34	2,55	3,40	3,48
III, 2001-2004	1,35	2,00	2,43	2,30	2,68	2,45	3,22	2,31	3,04	3,10
IV, 2005-2008	1,31	1,80	2,71	2,36	2,87	3,09	3,33	2,64	3,23	3,69
V, 2009-2012	1,28	2,42	3,25	2,92	3,44	3,81	3,93	3,27	2,35	4,15
Среднее	1,45	2,11	2,84	2,52	3,05	3,11	3,50	2,79	3,20	3,66

Под действием удобрений продуктивность 1 га севооборотной площади в среднем за пять ротаций (1993-2012 гг.) в зависимости от применяемой системы удобрения изменялась от 1,45 до 3,66 т/га (зерновых единиц) или в 2,52 раза относительно контроля. Необходимо отметить, что в севообороте на контрольном варианте (без удобрений) отмечено снижение продуктивности, что является следствием уменьшения уровня плодородия почвы с течением времени. Применение 80 т/га подстилочного навоза повышало продуктивность плодосменного севооборота на 0,66 т/га зерновых единиц относительно контроля или на 145,5%. Органоминеральная система удобрений (навоз 40 т/га + $N_{200}P_{100}K_{240}$) увеличивала продуктивность севооборота относительно контроля на 1,39 т/га з.е. (195,9%), а к органической системе удобрения рост продуктивности в среднем достиг уровня 134,6%. Увеличение продуктивности севооборота отмечено за счет сочетания взаимодействия органического и минерального удобрения. Применение минеральной системы с последовательно возрастающими дозами NPK обеспечило повышение продуктивности севооборота относительно контроля на 173,8-214,5%. Применение органоминеральной системы в сочетании с пестицидами способствовало повышению продуктивности севооборота по отношению к контролю на 2,05 т/га зерновых единиц, при величине прибавки от средств защиты растений – 0,66 т/га зерновых единиц.

Последовательно возрастающие дозы минерального удобрения в комплексе с пестицидами повышали продуктивность севооборота по сравнению с контролем в среднем на 1,34-2,21 т/га зерновых единиц. Максимальная продуктивность севооборота 3,66 т/га зерновых единиц отмечена по минеральной системе удобрения с повышенной дозой $N_{600}P_{300}K_{720}$ в комплексе с пестицидами.

За пять ротаций плодосменного севооборота продуктивность практически одного уровня обеспечило применение органоминеральной (навоз 40 т/га + $N_{200}P_{100}K_{240}$) и минеральной с повышенными дозами системы удобрения $N_{600}P_{300}K_{720}$ в комплексе со средствами защиты растений 3,50 и 3,66 т/га зерновых единиц соответственно.

Систематическое применение органических, минеральных удобрений и пестицидов оказало влияние на изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой песчаной почвы (табл. 2), что соответствует современным данным о поддержании плодородия почв [10, 11].

На контрольном варианте (без удобрения) за 5 ротаций плодосменного севооборота наблюдалось уменьшение содержания органического вещества от 1,91 до 1,68 или на 0,23% (табл. 2). Результаты проведённых опытов подтверждаются данными длительных исследований П. А. Солдатова и Л. П. Обручниковой [12], где на супесчаной почве за двадцатилетний период содержание органического вещества уменьшилось на 0,19%.

Таблица 2

Динамика агрохимических показателей дерново-подзолистой песчаной почвы под влиянием применяемых средств химизации (слой 0-20 см)

Система удобрения за пять ротаций севооборота	С орг., %			$pH_{ксl}$			Hr			S			P_2O_5			K_2O		
							ммоль-экв. на 100 г. почвы						мг/кг почвы					
	1993 г	2008 г.	2012 г.	1993 г.	2008 г.	2012 г.	1993 г	2008 г.	2012 г.	1993 г	2008 г.	2012 г.	1993 г	2008 г.	2012 г.	1993 г	2008 г.	2012 г.
Контроль (без удобрений)	1,91	1,72	1,68	6,90	6,84	6,50	0,54	0,59	0,61	10,0	7,2	6,3	370	285	248	71	47	41
Навоз 400 т/га	2,09	2,11	2,13	6,95	6,57	6,55	0,56	0,53	0,60	12,2	8,2	8,0	369	372	376	78	90	94
Навоз 200 т/га + $N_{1000}P_{500}K_{1200}$	2,06	2,08	2,11	6,95	6,57	6,53	0,51	0,53	0,55	10,8	6,3	5,5	359	393	398	76	101	108
$N_{1000}P_{500}K_{1200}$	2,20	1,95	1,98	7,01	6,47	6,43	0,54	0,59	0,60	16,4	6,3	5,6	350	363	371	80	98	102
$N_{2000}P_{1000}K_{2400}$	2,20	2,17	2,19	7,05	6,77	6,55	0,54	0,63	0,65	15,8	9,9	9,4	358	370	388	93	113	117
$N_{3000}P_{1500}K_{3600}$	2,23	2,28	2,30	7,00	6,76	6,70	0,54	0,76	0,78	15,0	9,2	8,8	365	373	391	106	166	171
Навоз 200 т/га + $N_{1000}P5_{00}K_{1200}$ + пестициды	2,09	2,11	2,13	6,92	6,52	6,54	0,52	0,53	0,56	10,6	7,4	6,6	372	380	396	76	106	110
$N_{1000}P_{500}K_{1200}$+ пестициды	2,21	2,23	2,26	6,95	6,58	6,53	0,55	0,59	0,62	12,4	8,2	8,0	372	382	396	79	102	106
$N_{2000}P_{1000}K_{2400}$+ пестициды	2,38	2,37	2,39	7,05	6,78	6,53	0,55	0,58	0,61	16,2	10,8	9,6	370	380	386	86	116	119
$N_{3000}P_{1500}K_{3600}$+ пестициды	2,28	2,32	2,36	7,00	6,80	6,70	0,54	0,56	0,60	16,0	8,2	8,0	366	382	386	88	168	172

Отмечено уменьшение содержания подвижного фосфора с 370 до 248 мг/кг почвы или на 32,9% и обменного калия с 71 до 41 мг/кг или на 42,3%, суммы поглощенных оснований от 10,0 до 6,3 ммоль-экв на 100 г почвы или на 37%, возросла гидролитическая кислотность с 0,54 до 0,61 ммоль-экв на 100 г. почвы (12,9%). Следовательно, ведение сельскохозяйственного производства на дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава без систематического внесения удобрений (органических и минеральных) приводит к деградации почвенного плодородия в относительно короткий временной период.

Внесение 400 т/га подстилочного навоза и 200 т/га подстилочного навоза в сочетании с минеральными удобрениями $N_{1000}P_{500}K_{1200}$ и пестицидами за пять ротаций севооборота не только обеспечило сохранение содержания органического вещества на исходном уровне, но и имело тенденцию к его повышению с 2,09 до 2,13%. Применение подстилочного навоза КРС 200 т/га и минерального удобрения $N_{1000}P_{500}K_{1200}$ за пять ротаций плодосменного севооборота способствовало повышению содержания органического вещества в почве с 2,06 до 2,11%, минерального удобрения $N_{3000}P_{1500}K_{3600}$ с 2,23 до 2,30% или на 0,07%. Повышение содержания органического вещества в почве, по-видимому, связано с высокой урожайностью культур плодосменного севооборота по варианту тройных доз NPK и поступлением значительного количества органического вещества с корневыми и пожнивными остатками в почву.

Применение минеральных удобрений в дозе $N_{1000}P_{500}K_{1200}$ и $N_{2000}P_{1000}K_{2400}$ не способствует поддержанию органического вещества в почве на исходном уровне, на этих вариантах отмечалось его снижение с 2,20 до 1,98, с 2,20 до 2,19 соответственно (-0,22; -0,01%).

Под влиянием органического удобрения (подстилочного навоза КРС) снижалась сумма поглощённых оснований с 12,2 до 8,0 ммоль – экв. на 100 г. почвы, а по органо-минеральной системе удобрения – от 10,8 до 5,5 ммоль – эвк на 100 г. почвы. Аналогичная тенденция наблюдается и по минеральной системе удобрения.

Величина обменной кислотности pH_{KCL} на контроле за 5 ротаций севооборота увеличилась с 6,90 до 6,50. Органические, органоминеральные и минеральные удобрения способствовали увеличению обменной кислотности почвы.

Внесение подстилочного навоза КРС в дозе 400 т/га за пять ротаций севооборота привело к повышению содержания подвижного фосфора с 369 до 376 мг/кг почвы и обменного калия с 78 до 94 мг/кг почвы.

Органоминеральная система удобрения способствовала повышению содержания подвижного фосфора с 359 до 398 мг/кг и обменного калия с 76 до 108 мг/кг в почве. По минеральной системе удобрения с применением низких, средних и повышенных доз NPK отмечалось повышение содержания в почве подвижного фосфора соответственно с 350 до 371, с 358 до 388 и 365 до 391 мг/кг почвы.

Изучаемые системы минеральных удобрений различной степени насыщенности в сравнении с исходным содержанием повышали содержание обменного калия в почве при внесении низких доз от 80 до 102 мг/кг, средних от 93 до 117, повышенных от 106 до 171 мг/кг, при оптимальном содержании обменного калия в почве от применения полного минерального удобрения за ротацию севооборота в дозе $N_{600}P_{300}K_{720}$.

По истечению пятой ротации плодосменного севооборота в результате протекающего процесса миграции ^{137}Cs по почвенному профилю 0-60 см установлено, что на контрольном варианте в слое почвы (0-20 см) содержание ^{137}Cs относительно первой ротации севооборота понизилось на 1,5%, при этом отмечено увеличение его концентрации в нижележащих слоях почвенного профиля. Так, под пахотным слоем почвы 20-30 см содержание ^{137}Cs возросло на 1,3%, в слое почвы 30-40 см на 0,12%, в слое почвы 40-50 на 0,05, а в слое почвы 50-60 см его содержание возросло на 0,03% (рис.).

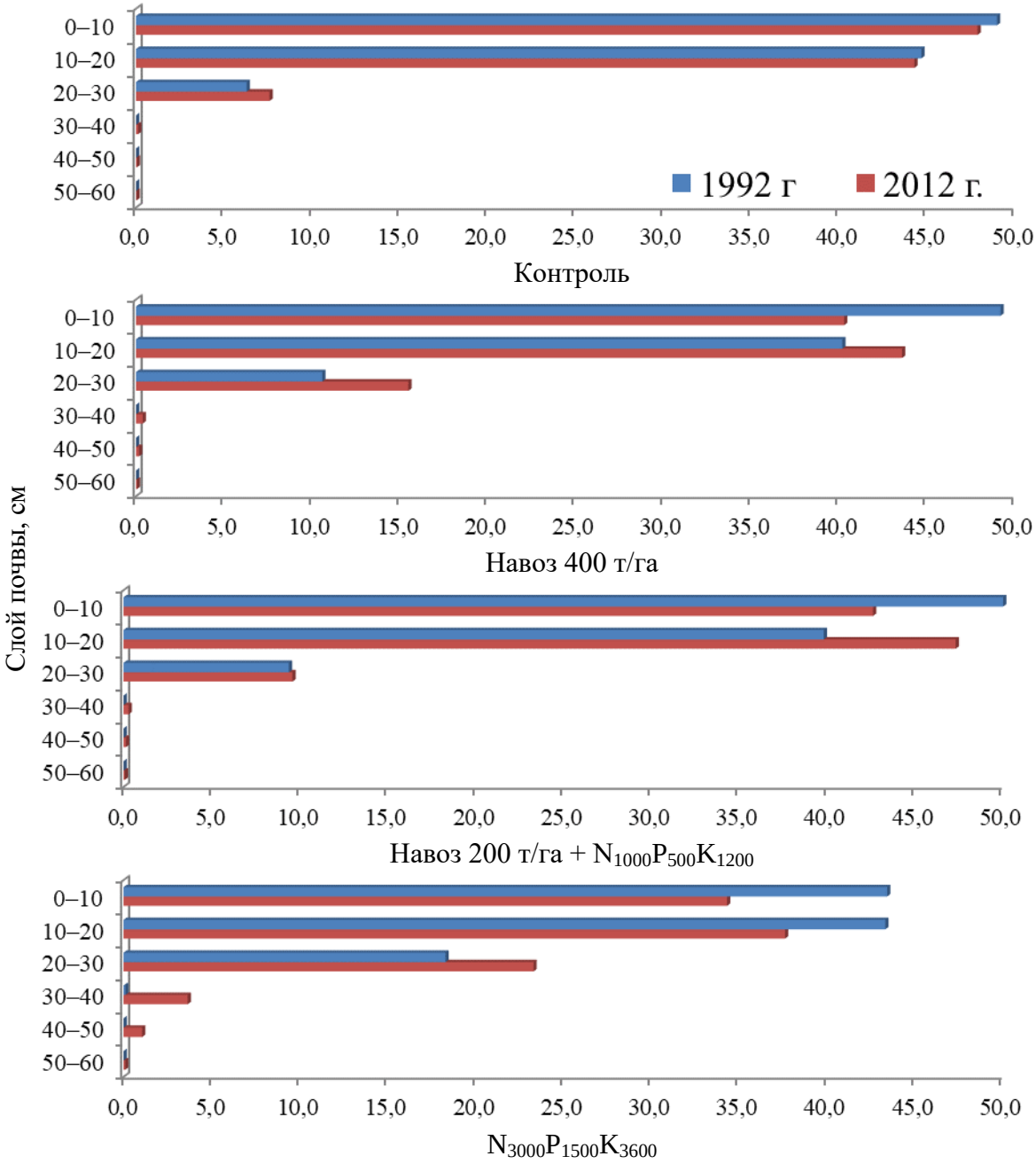


Рис. Распределение ^{137}Cs по слоям почвы под влиянием удобрений, %, * – внесено удобрения за пять ротаций севооборота*

Применение органоминерального и минерального удобрения в средних и повышенных дозах также способствовало перемещению ^{137}Cs по почвенному профилю. По органоминеральной системе удобрения к концу пятой ротации севооборота содержание ^{137}Cs в слое 0-20 см уменьшилось на 1,2%. Отмечена миграция ^{137}Cs вниз по почвенному профилю, где его содержание в слое 20-30 см возросло на 0,9%, в слое 30-40 см на 0,2%, в слоях 40-50 и 50-60 см на 0,08 и 0,02% соответственно.

На варианте с применением средних доз минеральных удобрений миграция ^{137}Cs по почвенному профилю осуществлялась более активно. Так, в слое почвы 0-10 см содержание ^{137}Cs в сравнении с четвертой ротацией севооборота уменьшилось на 4,6%, в слое 10-20 см его концентрация повысилась с 45,2 до 47,3% (+2,1%). Отмечено увеличение концентрации ^{137}Cs в слое почвы 20-30 см на 2,3%, в слое 30-40 см на 0,12%, в слоях 40-50 и 50-60 см на 0,06 и 0,02% соответственно. Процесс миграции ^{137}Cs на варианте с применением высоких

доз минеральных удобрений за ротацию севооборота протекал более интенсивно. Концентрация ^{137}Cs на этом варианте в пахотном горизонте почвы 0-10 см уменьшилась относительно предыдущей ротации севооборота от 39,0 до 34,3% (-4,7%), а в слое 10-20 см его содержание увеличилось на 1,1%, повысилась концентрация ^{137}Cs также в слое почвы 20-30 см на 0,9%. Отмечена миграционная активность ^{137}Cs в слое 30-60 см. Установлено увеличение содержания ^{137}Cs в слое 30-40 см на 0,68%, в слое 40-50 см – на 0,97%, при этом в слое почвы 50-60 см его содержание возросло на 0,05%.

Заключение

Наибольшую продуктивность плодосменного севооборота 3,66 т/га з.е. в среднем за 20 лет обеспечила минеральная система удобрения ($N_{600}P_{400}K_{720}$) в комплексе с пестицидами. Возрастающая урожайность культур плодосменного севооборота по варианту тройных доз NPK способствует поступлению значительного количества органического вещества с корневыми и пожнивными остатками в почву, что косвенно поддерживает микробиотический компонент и стабильность почвенного плодородия.

Внесение навоза 40 т/га + $N_{200}P_{100}K_{240}$ или минеральной системы удобрения $N_{400}P_{200}K_{480}$ в комплексе со средствами защиты растений на дерново-подзолистой песчаной почве приводит к увеличению содержания органического вещества, подвижных форм калия и фосфора, которые обеспечивают сбалансированность почвенного поглощающего комплекса и устойчивость гомеостатического равновесия.

Применение удобрения увеличивает подвижность ^{137}Cs и способствует более интенсивной миграции в глубокие слои почв, а также его «консервации».

Литература

1. Просянников Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрохимический вестник. – 2021. – № 6. – С. 45-49.
2. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Хмызова Н.Г. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 5-17. 10.24411/2309-348X-2020-11198
3. Волынкина О.В., Копылов, А.Н., Кириллова Е.В. Влияние агрохимических свойств почвы и удобрений на урожайность культур в зернопропашном севообороте // Агрохимический вестник. – 2020. – № 5. – С. 17-22.
4. Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д., Назарова Т.О. Влияние систем удобрений и способов основной обработки почвы на урожайность культур, продуктивность севооборотов с разным насыщением бобовыми и плодородие дерново-подзолистой почвы в Центральном Нечерноземье // Агрохимический вестник. – 2021. – № 2. – С. 15-23.
5. Турусов В.И., Богатых О.А., Дронова Н.В., Балюнова Е.А. Роль пожнивно-корневых остатков в восстановлении плодородия почв // Плодородие. – 2020. – № 4. – С. 10-12.
6. Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Влияние основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на продуктивность озимой пшеницы // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 4 (40). – С. 53-58.
7. Никитишен В.И. Плодородие почвы и устойчивость функционирования агросистем. – М.: Наука, – 2021. – 237 с.
8. Сычев В.Г., Налиухин А.Н., Шевцова Л.К. и др. Влияние систем удобрения на содержание почвенного органического углерода и урожайность сельскохозяйственных культур: результаты длительных полевых опытов географической сети России // Почвоведение. – 2020. – № 12. – С. 1521-1536.
9. Белоус Н.М., Воробьева Л.А., Белоус И.Н. Оптимальные параметры плодородия почвы для производства нормативно чистой сельскохозяйственной продукции на территории, загрязненной радионуклидами: Монография. Брянск, – 2012. – 92 с.

10. Шаповалов В.Ф., Белоус Н.М., Малявко Г.П. и др Эффективность применения средств химизации при возделывании овса на радиоактивно загрязненной почве в отдаленный период после аварии на ЧАЭС / Вестник Брянской ГСХА. – 2020. – № 6 (82). – С. 16-25.
11. Шаповалов В.Ф., Малявко Г.П., Силаев А.Л., Дзудзило А.Н. Агрономическая и экономическая эффективность защитных мероприятий при реабилитации естественных кормовых угодий // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 5. – С. 25-38.
12. Солдатов П.А., Обручникова Л.П. Влияние систем удобрений на показатели плодородия дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы и продуктивность севооборота // Бюллетень ВИУА. – 2001. – № 114. – С. 161-162.

References

1. Prosyannikov E.V., Malyavko G.P., Mameev V.V. The current state of natural resources of plant growing in the Bryansk region. *Agrochemical Bulletin,* 2021, no.6, pp. 45-49. (In Russian)
2. Zotikov V.I., Polukhin A.A., Grydunova N.V., Sidorenko V.S., Khmyzova N.G. Development of the production of legumes and cereals in Russia based on the use of breeding achievements. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury,* 2020, no. 4 (36), pp. 5-17. (In Russian)
3. Volynkina O.V., Kopylov, A.N., Kirillova E.V. Influence of agrochemical properties of soil and fertilizers on crop yield in grain-tillage crop rotation. *Agrochemical Bulletin*, 2020, no. 5, pp. 17-22. (In Russian)
4. Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Shtyrkhunov V.D., Nazarova T.O. Influence of fertilizer systems and methods of basic tillage on crop yields, productivity of crop rotations with different saturation of legumes and fertility of sod-podzolic soil in the Central Non-Chernozem region. *Agrochemical Bulletin*, 2021, no. 2, pp. 15-23. (In Russian)
5. Turusov V.I., Rich O.A., Dronova N.V., Balyunova E.A. The role of crop-root residues in restoring soil fertility. *Plodorodie*, 2020, no. 4, pp. 10-12. (In Russian)
6. Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P. The influence of basic tillage, fertilizers and plant protection products on the productivity of winter wheat. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, no. 4 (40), pp. 53-58. (In Russian)
7. Nikitishen V.I. Soil fertility and stability of functioning of agricultural systems. Moscow, Nauka Publ., 2021, 237 p. (In Russian)
8. Sychev V.G., Naliukhin A.N., Shevtsova L.K., etc. The influence of fertilizer systems on the content of soil organic carbon and crop yields: the results of long-term field experiments of the geographical network of Russia. *Soil management*. 2020, no. 12, pp. 1521-1536. (In Russian)
9. Belous N.M., Vorobyova L.A., Belous I.N. Optimal parameters of soil fertility for the production of normatively clean agricultural products in the territory contaminated with radionuclides: Monograph. Bryansk, 2012, 92 p. (In Russian)
10. Shapovalov V.F., Belous N.M., Malyavko G.P. etc. The effectiveness of the use of chemicals in the cultivation of oats on radioactively contaminated soil in the long-term period after the Chernobyl accident *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2020, no. 6 (82), pp. 16-25. (In Russian)
11. Shapovalov V.F., Malyavko G.P., Silaev A.L., Dzudzilo A.N. Agronomic and economic efficiency of protective measures in the rehabilitation of natural forage lands. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2014, no. 5, pp. 25-38.
12. Soldatov P.A., Obrozhnikova L.P. The influence of fertilizer systems on the fertility of sod-podzolic light loamy soil and crop rotation productivity. *Bull. VIUA.* 2001, no. 114, pp. 161-162. (In Russian)

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛ «ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ»

Структура статьи

УДК xxx.xxx:(xxx.xxx+xxx.xxx)

Название статьи (по центру, 12 пт)

Инициалы и фамилии авторов (по центру, заглавные буквы 12 пт)

ORCID ID, E-mail:

Официальное название организации, город, страна (по левому краю, 12 пт).

Реферат (200-250 слов, по ширине страницы, 12 пт). Реферат должен быть четким и информативным (не содержать общих фраз, второстепенной информации), оригинальным, содержательным (отражать основное содержание статьи), структурированным (написанным как один абзац текста, но следовать последовательности описания результатов в статье). Реферат должен содержать цель, краткое описание методов проведения исследований, описание основных результатов и лаконичные выводы.

Ключевые слова (4-6 слов, по ширине страницы, 12 пт).

Введение. Введение может содержать характеристику изученности проблемы в мировой научной литературе. Историей вопроса. Постановкой проблемы. Завершается введение характеристикой цели работы: «выявить…», «охарактеризовать…», «выяснить…», «описать…»; целью работы не может быть «изучить…» или «исследовать…».

Материал и методы исследований. Раздел должен давать возможность повторить весь объем проведенных исследований для проверки полученных автором статьи данных. Он по необходимости может делиться на подразделы. Раздел должен создавать целостное представление о том, что автору работы известны все возможные источники ошибок, которые могут повлиять на результаты исследований.

Результаты и их обсуждение

Раздел при необходимости может делиться на подразделы.

1. Латинские названия и связанная с ними информация (например, фамилии авторов или год описания) должны иметь одинаковые элементы форматирования.

2. Нельзя приводить ссылки на таблицу или рисунок в виде отдельного предложения.

3. Единицы измерения системы СИ приводятся без точки (м, г, а, моль), а нестандартизированные единицы – с сокращениями (экз./м^2 и т. д.).

4. В статье нельзя использовать сокращение научных терминов.

5. Названия таблиц и рисунков (а также примечания к ним) должны быть «исчерпывающими». Читатель не должен дополнительно перечитывать «Материал и методы исследований» или название работы, чтобы разобраться в содержании таблицы или рисунка, определить повторность исследований.

Выводы. Выводы – 5–10 предложений. Можно в виде списка, можно сплошным текстом.

Благодарности (если необходимы). Благодарности подаются после выводов перед библиографическими ссылками.

Библиографические ссылки. Список литературы должен включать в себя ссылки на современные исследования, опубликованные за последние 10-15 лет. Приветствуются ссылки на статьи из высокоцитируемых зарубежных и российских журналов. Проверку цитируемости автора или журнала необходимо осуществлять по базам: WoS (http://apps.webofknowledge.com/), SCOPUS (http://apps.webofknowledge.com/), РИНЦ (https://elibrary.ru/authors.asp).

Ссылки на статьи из журнала, в котором публикуется данная статья, не должны превышать 10% от общего количества всех источников из списка литературы статьи.

Примеры оформления библиографических ссылок. ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Вариант References (для зарубежных баз данных) приводится полностью отдельным блоком, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются ли в нем иностранные источники. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в списке.

Для получения транслитерированного списка литературы необходимо воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу **в системе BSI (British Standard Institute)** на сайте http://translit.ru, http://transliteration.pro/bsi, или на других сайтах, где есть онлайн транслитерация в системе BSI.

Транслитерируются: фамилия (и) И.О. автора(ов), название статьи и русскоязычные названия источников. Название источника выделяется курсивом.

Переводятся на английский язык: названия статей, монографий, сборников статей, конференций. После выходных данных указывается язык (in Russian).

• Перевод названия статьи, книги, сборника и журнала на английский язык дается в квадратных скобках, после транслитерированного названия.

• Из транслитерированного варианта ссылки нужно убрать знак «//», заменив его точкой.

• Место издания необходимо раскрыть. Например, вместо М. указать Moscow.

• Количество страниц в виде «s» (123 s.) из транслитерированного варианта ссылки нужно заменить на «p» (123 p. – в случае указания общего количества страниц в источнике) или pp. (pp. 23-35 – при указании диапазона страниц статьи в журнале или сборнике статей).

• Значок номера № в References заменяется на no.

Примерная схема представления статей из русскоязычных источников для References:

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Author D.D. (Перечисляются все авторы в транслитерации) Title of article. (Транслитерация + перевод). Title of Journal (Транслитерация курсивом или транслитерация курсивом + перевод курсивом), 2019, vol. 5, no. 2, pp. 49-53. (In Russian)

Debelyi G.A. Zernobobovye kul'tury v mire i Rossiiskoi Federatsii [Legumes in the World and in Russian Federation]. Zernobobovye i krupyanye kul'tury – Legumes and Groat Crops, 2012, no 2, pp. 31-35. (In Russian)

Подробное описание обработки различных видов ссылок для References находится по адресу https://bibliotekovedenie.rsl.ru/jour/pages/view/References

Авторы полностью несут ответственность за точность библиографических источников, в том числе в переводе на английский язык.

Все библиографические ссылки необходимо проверить на наличие DOI, обязательно его указать. Ответственность за проверку наличия DOI в библиографических ссылках несут авторы статьи.

Критерии авторства. Авторы статьи должны в письменном виде подтвердить, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат).

Конфликт интересов. Авторы должны заявить об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах. Имя Отчество Фамилия, организация, степень, звание, должность, E-mail, ORCID (для индивидуальных исследователей доступ к реестру ORCID предоставляется бесплатно: https://orcid.org/signin. Вы можете получить ORCID ID, управлять записью результатов своей деятельности и искать в реестре других научных работников. Очень важно предоставлять код ORCID каждый раз, когда вы отправляете рукопись в журнал).

Все авторы должны прочитать и одобрить окончательный вариант рукописи.

Рекомендации по набору и оформлению текста.

Рукописи печатаются на одной стороне листа А4 с 1,0 междустрочным интервалом. Шрифт Times New Roman, размер – 12 пт. Абзацный отступ – 1,0 см.

Объем экспериментальных статей – от 5 до 10 страниц; объем обзорных статей – не более 15 страниц. Количество рисунков не должно превышать 5.

Таблицы и рисунки должны быть пронумерованы в соответствии с содержанием статьи. Статистическая и другие виды детализации приводятся под таблицей в примечаниях. Табличные материалы размещаются в тексте статьи непосредственно после первого упоминания о них.

Рисунки нумеруются в порядке их обсуждения в тексте. Все элементы текста в изображениях (графиках, диаграммах, схемах), если это возможно, должны иметь гарнитуру Times New Roman. Изображение после сканирования при печати должно быть четким, под стать четкости основного текста. Все названия рисунков и таблиц должны быть представлены на русском и английском языках.

Ссылки в тексте приводятся по образцу (фамилия, год), например: 1 автор – (Vinson, 1997); 2 автора – (Vargo and Laurel, 1994; Vargo and Hulsey, 2000); 3 и более авторов – (Jones et al., 1978; Davis et al., 1989).

Рукопись должна быть подписана авторами и иметь заверенное печатью направление от учреждения, подтверждающее, где проводилось исследование и что материалы публикуются впервые.

Все статьи, поступающие в редакцию, проверяются на наличие заимствований в системе АНТИПЛАГИАТ.

Правила опубликования

1. В одном номере журнала может быть напечатана только одна статья автора.

2. За точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

3. Присланные рукописи обратно не возвращаются.

4. Не допускается направление в редакцию работ, которые направлены в другие издания или напечатаны в них.

Редакция оставляет за собой право сокращать и исправлять рукопись по согласованию с автором.

Авторские права. Авторы, публикующие в данном журнале, соглашаются со следующим:

1. Авторы сохраняют за собой авторские права на работу и предоставляют журналу право первой публикации работы на условиях лицензии Creative Commons Attribution License, которая позволяет другим распространять данную работу с обязательным сохранением ссылок на авторов оригинальной работы и оригинальную публикацию в этом журнале.

2. Авторы сохраняют право заключать отдельные контрактные договорённости, касающиеся неэксклюзивного распространения версии работы в опубликованном здесь виде (например, размещение ее в институтском хранилище, публикацию в книге), со ссылкой на ее оригинальную публикацию в этом журнале.

3. Авторы имеют право размещать их работу в сети Интернет (например, в институтском хранилище или персональном сайте) до и во время процесса рассмотрения ее данным журналом, так как это может привести к продуктивному обсуждению и большему количеству ссылок на данную работу (См. The Effect of Open Access).

Приватность. Имена и адреса электронной почты, введенные на сайте этого журнала, будут использованы исключительно для целей, обозначенных этим журналом, и не будут использованы для каких-либо других целей или предоставлены другим лицам и организациям.

ИНФОРМАЦИОННОЕ СООБЩЕНИЕ

УДК 63:001

О ПРОВЕДЕНИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ «ОСОБЕННОСТИ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ»

М.А. КАТАЛЬНИКОВА, председатель СМУиС

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

25 ноября 2022 года на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур» (ФГБНУ ФНЦ ЗБК, г. Орёл) состоялась международная научно-практическая онлайн-конференция молодых учёных и специалистов «Особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в условиях импортозамещения».

Конференция предусматривала как очное участие, так и в формате онлайн на платформе Webinar, где участники смогли представить материалы по исследуемым темам. Рабочие языки конференции русский и английский.

Главная цель конференции – обмен опытом между молодыми учеными и исследователями, в том числе и международным.

Участникам была представлена уникальная возможность для общения, дискуссий и поиска единомышленников. Молодые ученые смогли представить результаты своей работы, получить опыт выступления перед профессиональной аудиторией и публичного обсуждения научных результатов по следующим направлениям: селекция и семеноводство, защита растений, агротехнологии, генетика, биотехнология, биохимия, физиология, экология, инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, маркетинг и экономика производства, цифровизация в сфере АПК, экономические науки в сфере АПК.

Открытие конференции началось с приветственного слова директора ФНЦ зернобобовых и крупяных культур доктора экономических наук, профессора РАН Полухина А.А. В своем обращении к участникам Андрей Александрович отметил важность проведения мероприятий по обмену научным опытом, особенно среди молодых специалистов. Актуальность научных исследований молодых ученых – важный аспект, где особую значимость приобретает новый, креативный взгляд на вопросы селекции и семеноводства зерновых, зернобобовых и крупяных культур в условиях импортозамещения на ресурсных рынках сельского хозяйства.

В работе конференции приняли участие уже состоявшиеся кандидаты и доктора наук, что дало молодым ученым возможность по-новому взглянуть на освещаемые вопросы, получить полезные практические рекомендации не только к представленным материалам, но и для проведения будущих исследований.

Первым с докладом выступил к.б.н., и.о. директора ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» – Щукин Иван Михайлович. Как руководитель научного центра он поделился с молодыми учеными основными и стратегическими направлениями развития учреждения, а затем представил вниманию участников конференции научные данные, полученные при проведении полевых опытов.

Следующим выступающим стал Садыков Есбосын Полатович – к.с.-х.н., заместитель директора по науке и инновации, КК НПО зерна и риса (Узбекистан), который осветил главные направления работы научных лабораторий организации, а затем представил свой доклад. Выступление заинтересовало участников конференции и вызвало бурные обсуждения.

Также в конференции участие приняли сотрудники ФГБНУ «Курский ФАНЦ», который, как крупнейший аграрный центр, имеет огромный потенциал. Стоит отметить доклад Наумова Н.М., к.б.н., старшего научного сотрудника, который продемонстрировал данные о практических приемах адаптации микроводорослей на примере chlorella vulgaris для использования в сельском хозяйстве. Представленные материалы не только привлекли внимание присутствующих, но и стали предпосылками к активной дискуссии.

Окунева А.А. и Тарасов С.А. также являющиеся научными сотрудниками ФГБНУ «Курский ФАНЦ» представили не менее интересные материалы и получили одобрение от коллег участвующих в конференции.

Участниками конференции стали крупные вузы г. Орла: ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, опорный университет ФГБОУ ВО ОГУ им. И.С.Тургенева, а также ФГБНУ ФНЦ ВНИЭЭСХ г. Москва.

Основной вклад в работу конференции внесли молодые ученые ФГБНУ ФНЦ ЗБК. В рамках проведения конференции были представлены доклады на различные тематики, например, научные сотрудники ССЦ сои Расулова В.А., Леухина О.В., Леухина Т.В., Мартынов М.А., старший научный сотрудник лаборатории семеноведения и первичного семеноводства Гусева А.Н., научный сотрудник лаборатории агротехнологий и защиты растений Фролова С.А. подготовили материалы и представили доклады по актуальной, в настоящее время, культуре – сое.

Также с не менее актуальным вопросом выступил Ахмадбеков А.К. – научный сотрудник лаборатории семеноведения и первичного семеноводства, который докладывал об эффективности применения препаратов на горохе.

Стоит выделить выступление старшего научного сотрудника лаборатории агротехнологий и защиты растений Сорокиной С. Ю., которая представила принципиально новые исследования по урожайности новых сортов фасоли в зависимости от основных элементов технологии возделывания, чем заслужила невероятно высокую оценку среди присутствующего научного сообщества.

Молодые ученые ФГБНУ ФНЦ ЗБК с большим интересом обменивались полученным опытом с коллегами, проявляли инициативу и уверенно демонстрировали свои знания.

В заключение конференции с завершающим словом выступила кандидат сельскохозяйственных наук Панарина Вероника Игоревна – заместитель директора по научной работе ФГБНУ ФНЦ ЗБК, которая говорила о том, что в современной науке особую роль играют молодые научные кадры, что подобные мероприятия позволяют молодым ученым не только обмениваться научными знаниями между собой, но и получать их от своих наставников, опытных, успешных в своих областях знаний соратников.

Итоговую черту в проведении мероприятия подвел директор Полухин А.А., который пожелал молодым ученым успехов в их научной деятельности, карьерного и профессионального роста.

По результатам конференции публикации научных трудов молодых ученых будут представлены в электронном журнале «Особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в условиях импортозамещения» (РИНЦ) опубликованном на сайте учреждения.

Импортозамещение – главный вопрос обеспечения продовольственной безопасности страны, и именно молодые кадры, с их современным взглядом, которые, несомненно, являются будущим науки, при поддержке соратников, наставников, смогут не только сохранить уже имеющийся потенциал, но и в дальнейшем его приумножить.