

ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 3(23), 2017 г.

Научно – производственный журнал основан в 2012 году.

Периодичность издания – 4 номера в год.

ISBN 9 785905 402036

Учредитель и издатель – Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур

Главный редактор

Зотиков Владимир Иванович – член-корр. РАН

Заместитель главного редактора

Наумкина Татьяна Сергеевна – доктор с. -х наук

Ответственный секретарь

Грядунова Надежда Владимировна – к. биол. наук

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Артюхов А.И., ВНИИ люпина

Амелин А.В., Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина

Баталова Г.А., НИИСХ С-Востока им. Н.В. Рудницкого

Бобков С.В., ВНИИЗБК

Бударина Г.А., ВНИИЗБК

Васин В.Г., Самарская ГСХА

Вишнякова М.А., ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова

Возиян В.И., НИИПК «Селекция», Молдова

Задорин А.М., ВНИИЗБК

Каскарбаев Ж.А., НПЦЗХ им. А.И. Бараева, Казахстан

Кобызева Л.Н., ИР им. В.Я. Юрьева, Украина

Косолапов В.М., ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса

Макаров В.И., Тульский НИИСХ

Матвейчук П.В., ЗАО «Щелково Агрохим»

Сидоренко В.С., ВНИИЗБК

Суворова Г.Н., ВНИИЗБК

Тихонович И.А., ВНИИСХМ

Фесенко А.Н., ВНИИЗБК

Чекмарев П.А., МСХ РФ

Шевченко С.Н., Самарский НИИСХ им. Н.М. Тулайкова

Редактор, корректор

Грядунова Н.В.

Технический редактор

Хмызова Н.Г.

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

Фотоматериал **Черненький В.А.**

С первого декабря 2015 года журнал включен в Перечень ВАК Минобрнауки России ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук:
<http://perechen.vak2.ed.gov.ru>

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации
ПИ ФС 77-45069, от 17 мая 2011 г.

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

Журнал включен в 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) 40-33-05, 40-30-04
E-mail: office@vniizbk.orel.ru
Сайт: <http://www.vniizbk.ru>

Дата выхода в свет: 20.09.2017 г.

Формат 60x84/8.

Гарнитура Times New Roman.

Тираж 300 экз.

Отпечатано в ФГБНУ ВНИИЗБК

Цена свободная.

СОДЕРЖАНИЕ

Грядунова Н.В. Роль генетических ресурсов в повышении продуктивности и экологической устойчивости растениеводства	4
Лачуга Ю.Ф. Научно-техническая модернизация для качественного производства сельскохозяйственной продукции	10
Алтухов А.И. Производству высококачественной пшеницы необходима государственная поддержка	15
Зотиков В.И. Зернобобовые и крупяные культуры – актуальное направление повышения качества продукции	23
Вишнякова М.А. Коллекция генетических ресурсов зернобобовых ВИР как неотъемлемая составляющая основы продовольственной, экологической и биоресурсной безопасности ...	29
Василенко А.А., Тымчук С.М., Поздняков В. В., Супрун О.Г., Анциферова О.В., Безуглый И.М. Содержание и жирнокислотный состав масла в семенах крахмал-модифицирующих мутантов гороха	33
Пшеничная И.А., Филатова И.А., Беляева Е.П., Истомина О.Н. Оценка качества сортообразцов гороха на заключительном этапе селекционного процесса	39
Баталова Г.А., Лисицын Е.М., Тулякова М.В. Изучение состояния фотосинтетического аппарата овса в селекции на устойчивость к эдафическому стрессу	43
Медведев А.М., Пома Н.Г., Осипов В.В., Жихарев С.Д. О направлениях и методах повышения морфогенетического разнообразия и селекционной ценности тритикале	50
Прянишников А.И., Левицкая Н.Г., Демакина И.И. Изменение экологических условий формирования продуктивности пшеницы в Поволжье	58
Кадушкина В.П., Коваленко С.А. Итоги селекции яровой твёрдой пшеницы в Ростовской области в условиях нарастания континентальности климата	63
Самофалова Л.А., Сафронова О.В. Методологические подходы к проращиванию семян сельскохозяйственных культур, тестирование успеха прорастания	68
Краснопёров А.Г., Буянкин Н.И., Анцифорова О.А. Корректировка агротехнологических приемов возделывания бобово-злаковых посевов с учетом гидроморфизма почвы	75
Наумкин В.Н., Наумкина Л.А., Хлопяников А.М., Крюков А.Н. Эффективные безопасные приемы повышения урожайности кукурузы на зерно	81
Велкова Н.И., Наумкин В.П. Экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания горчицы белой в условиях ЦЧР	87

CONTENT

Gryadunova N.V. The role of genetic resources in increasing productivity and ecological stability of crop production	4
Lachuga Yu.F. Scientific and technical modernization for high-quality production of agricultural products	10
Altukhov A.I. Production of high-quality wheat is necessary state support	15
Zotikov V.I. Leguminous and groats crops is an actual direction of improvement of quality of production	23
Vishnyakova M.A. VIR collection of genetic resources of grain legumes as an incorporative part of food, ecological and bio-resource safety	29
Vasylenko A.A., Tymchuk S.M., Pozdnyakov V.V., Suprun O.G., Antsiferova O.V., Bezuglyi I.M. Content and fatty acid composition of oil in the seeds of pea starch-modifying mutants	33
Pshenichnaya I.A., Philatova I.A., Belyaeva E.P., Istomina O.N. Quality assessment of samples of pea varieties at the final stage of the selection process	39
Batalova G.A., Lisitsyn E.M., Tulyakova M.V. Estimation of oat photosynthetic apparatus state in breeding for resistance to edaphic stress	43
Medvedev A.M., Poma N.G., Osipov V.V., Zhiharev S.D. On the directions and methods of increase of morphogenetic diversity and breeding value of triticale	50
Pryanishnikov A.I., Levitskaya N.G., Demakina I.I. The change in the environmental conditions of formation of productivity of wheat in the Volga region	58
Kadushkina V.P., Kovalenko S.A. The results of breeding spring durum wheat in the Rostov region in the conditions of growing continentality of the climate	63
Samofalova L.A., Safronova O.V. Methodological approaches to the germination of seeds of crops, testing the success of germination	68
Krasnoperov A.G., Buyankin N.I., Ancifirova O.A. Correction of agroprocessing methods of cultivation of bean and cereal crops taking into account the soil hydromorphism	75
Naumkin V.N., Naumkina L.A., Hlopyanikov A.M., Kryukov A.N. Effective security methods of increasing productivity corn	81
Velkova N.I., Naumkin V.P. Economic and bioenergetic efficiency of cultivation of white mustard in conditions of Central Black Earth region	87

ИНФОРМАЦИОННОЕ СООБЩЕНИЕ

РОЛЬ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Н.В. ГРЯДУНОВА, кандидат биологических наук
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В Орловской области 27-29 июня проходил Аграрный форум учёных-аграриев «Шатилово» – 121 год созидания, в рамках которого состоялись мероприятия: Международная научная конференция «Роль генетических ресурсов в повышении продуктивности и экологической устойчивости растениеводства»; День поля, ярмарка сортов и гибридов сельскохозяйственных культур на Шатиловской СХОС; посещение и осмотр экспериментальных полей АО «Щёлково Агрохим» в ООО «Дубовицкое» и посевов



Малоархангельского сортоучастка Орловского филиала Госсорткомиссии.

В мероприятиях Агрофорума приняли участие более 2,5 тыс. человек, в том числе: первый заместитель Министра сельского хозяйства РФ Д.Х. Хатуов, директор Департамента растениеводства, химизации и защиты растений академик РАН П.А. Чекмарёв, директор Департамента научно-

технологической политики и образования В.С. Волощенко, помощник руководителя ФАНО России профессор РАН Е.В. Журавлёва, и.о. академика-секретаря Отделения сельскохозяйственных наук РАН академик Ю.Ф. Лачуга, депутат Государственной Думы РФ Н.Д. Ковалев, первый заместитель Губернатора А.Ю. Бударин, Председатель областного Совета народных депутатов Л.С. Музалевский, зам. Председателя Правительства по агропромышленному комплексу Д.В. Бутусов, генеральный директор национального Союза селекционеров и семеноводов России доктор экономических наук А.В. Михилев, председатель Комитета по аграрной политике, природопользованию и экологии областного Совета С.П. Борзенков, руководители 40 научно-исследовательских учреждений и учебных вузов России и Беларуси, включая Республику Крым, 15 академиков и член-корреспондентов РАН, селекционеры, технологи, аграрии из различных регионов России, представители 35 научно-производственных фирм, акционерных обществ, инвестиционных компаний.

В своём приветственном слове первый заместитель Губернатора А.Ю. Бударин отметил важность и своевременность проведения данной конференции, пожелал плодотворной работы и конструктивного обсуждения поставленных вопросов.

От имени Министра сельского хозяйства РФ Александра Ткачева научную общественность приветствовал Джамбулат Хатуов, который отметил, что Дни поля традиционно являются площадкой для демонстрации достижений, обмена опытом, презентации инноваций, изучения современных тенденций и определения целей на перспективу. Он подчеркнул, что увеличение доли отечественных семян на российском

рынке, обеспечение продовольственной безопасности – приоритет государственной важности.

На пленарном заседании конференции, проходившей в Круглом зале областной администрации, были заслушаны 11 докладов по различным направлениям развития АПК и роли генетических ресурсов в повышении продуктивности и экологической устойчивости растениеводства. Основное внимание уделялось вопросам расширения сортимента сельскохозяйственных культур; увеличению доли зерна 1 и 2 классов за счёт регулирования цены; глубокой переработке зерна; более широкому использованию генетических ресурсов при создании новых сортов и гибридов.

Заместитель Председателя Правительства области по АПК Дмитрий Бутусов, выступивший модератором конференции, подчеркнул, что в 2017 году одной из приоритетных тем конференции является агроэкология, устойчивое развитие сельского хозяйства. «В АПК нам нужен не просто высокий, а стабильный результат. Для этого необходимо эффективно использовать генетические ресурсы. Научно-исследовательские учреждения области вносят большой вклад в эту совместную работу», – отметил Д. Бутусов.

От имени Российской академии наук участников конференции приветствовал и.о. академика-секретаря Отделения сельскохозяйственных наук РАН Юрий Лачуга:



Ю.Ф. Лачуга

Мы собрались сегодня, чтобы обсудить успехи отечественных селекционеров, вспомнить первооткрывателей системы научного земледелия, определить будущее сельского хозяйства страны». Его доклад касался вопросов научно-технической модернизации для качественного производства сельскохозяйственной продукции (опубликован в этом номере журнала).



Е.В. Журавлёва

С докладом на тему «Государственная политика и роль научных организаций в сохранении и использовании генетических ресурсов растений» выступила помощник руководителя ФАНО доктор сельскохозяйственных наук Е.В. Журавлёва.

О роли зернобобовых и крупяных культур в повышении качества продукции растениеводства выступил с докладом директор ВНИИ зернобобовых и крупяных культур член-корр. РАН В.И. Зотиков (опубликован в этом номере журнала).



В.И. Зотиков

О значении работ ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им Н.И. Вавилова» по мобилизации, сохранению и использованию мировых генетических ресурсов выступила зав. отделом доктор биологических наук М.А. Вишнякова.

На конференции выступили: директор Департамента растениеводства, химизации и защиты растений МСХ РФ академик РАН П.А. Чекмарёв, директор Департамента научно-технологической политики и образования МСХ РФ В.С. Волощенко, зав. отделом ВНИИЭСХ академик РАН А.И. Алтухов (опубликован доклад в этом номере журнала), директор ВНИИ селекции плодовых культур доктор сельскохозяйственных наук С.Д. Князев и другие.



М.А. Вишнякова

Во второй половине дня участники конференции посетили научные полевые опыты и демонстрационные посевы ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, ознакомились с научными достижениями по селекции зерновых культур, гороха, фасоли, вики посевной, кормовых бобов, сои, нута, гречихи и проса. Перед гостями выступили ведущие учёные института кандидаты сельскохозяйственных наук: В.С. Сидоренко, А.М. Задорин, М.П. Мирошникова, Г.Н. Суворова, З.Р. Цуканова, С.В. Бобков, доктор биологических наук А.Н. Фесенко и другие.

28 июня Программа Дня поля началась с посещения Музея Шатиловской СХОС, где на экспозициях представлены основные исторические даты и события в создании, становлении, развитии научных идей на станции. Значительная часть выставки посвящена организаторам и создателям станции – роду ШАТИЛОВЫХ, её первым директорам, известным российским учёным, прославившим станцию выдающимися достижениям в

селекции растений, организации государственной системы семеноводства, отечественной агрохимии.

День поля и Ярмарка сортов на Шатиловской СХОС стали традиционной площадкой для обмена передовым сельскохозяйственным опытом. Открыл День поля и приветствовал участников первый заместитель Губернатора и Председателя Правительства области Александр Бударин. «В 21 раз растениеводы, ученые, специалисты сельского хозяйства приезжают на День поля на Шатиловскую СХОС, чтобы продемонстрировать собственные



успехи и оценить достижения коллег, познакомиться с новейшими образцами сельскохозяйственной техники, средствами защиты растений», – подчеркнул он.

Познакомиться с достижениями аграриев впервые приехал заместитель Министра сельского хозяйства РФ Джамбулат Хатуов. «Россия была, есть и будет великой аграрной державой. Это

представленные на Аграрном форуме «Шатилово». Президент Владимир Владимирович Путин в своем Послании Федеральному Собранию РФ подчеркнул, что наша страна должна в полном объеме обеспечивать себя продовольствием, быть готовой к жесткой конкуренции на мировом рынке. На



подтверждают успехи, достижение поставленных целей будет работать вся отечественная наука, технологии, все сельхозотрасли, что и доказывает сегодняшняя встреча», – подчеркнул Хатуов.

В торжественной обстановке ученым и представителям сельхозпредприятий были вручены Почетные грамоты Министерства сельского хозяйства РФ, Губернатора области,

Орловского областного Совета народных депутатов.

Затем участники форума осмотрели выставку отечественной и зарубежной сельскохозяйственной техники, опытные демонстрационные посевы основных полевых культур.

Вопросы сохранения и использования генетических ресурсов растений, биологизации земледелия были обсуждены на Круглом столе под руководством директора ВНИИЗБК член-корреспондента РАН Зотикова Владимира Ивановича.

«Агрофорум «Шатилово» – форум высокого уровня. Нас радует разговор, который состоялся с научной общественностью, заинтересованность селекционеров, предложивших новые продуктивные сорта. Уверен, они значительно повысят потенциал зерновых и кормовых культур» – подвел итоги дня Д. Хатуов.

29 июня ученые и представители сельхозпредприятий осмотрели экспериментальные поля ООО «Дубовицкое» Малоархангельского района АО «Щелково-Агрохим», производственные посевы сортов зерновых, зернобобовых и крупяных культур, в том числе селекции ВНИИЗБК, посевы государственного испытания сортов Малоархангельского сортоучастка Орловского филиала Госсортокмиссии, ознакомились с выставками сельскохозяйственной техники и современными средствами защиты растений.

Гостей тепло приветствовал генеральный директор АО «Щелково Агрохим» академик РАН Салис Каракотов. Он отметил: «...на этой площадке разрабатываются и применяются технологии, направленные на обеспечение положительной экономики сельского хозяйства. Мы стараемся создать все условия для успешной работы АПК, максимально сократив зависимость от погодных условий и рыночной конъюнктуры. Традиции и новаторства ООО «Дубовицкое» – отличный пример для коллег по всей стране. В течение всего года сюда приезжают делегации регионов, чтобы обогатиться опытом. АО «Щелково Агрохим» знакомит аграриев с новейшими средствами защиты растений, которые уже успешно применяются на орловской земле. Мы уверенно идем вперед и знаем, что наши технологии займут первое место в России, выведут аграриев на качественно новый уровень».

Академик РАН Юрий Лачуга пожелал растениеводам хорошего урожая, отметив, что АПК региона продолжает тенденцию «умного земледелия», обеспеченную разработками научных учреждений, приобретением современной техники и эффективной поддержкой власти. Генеральный директор ООО «Дубовицкое» Борис Волков отметил, что в 2017 году предприятие строит позитивные планы на урожай. Николай Котов представил опытные делянки сортоиспытательного участка, организованного в 2015 году. В 2017 году в испытании находятся свыше 400 сортов и гибридов озимой и яровой пшеницы, озимого и ярового ячменя, озимой ржи, тритикале озимой и яровой, гороха, гречихи, кукурузы на силос, подсолнечника. Из сортов селекции ВНИИЗБК испытываются перспективные сорта озимой пшеницы Синева, Леонида, Стрелецкая 12, пшеница яровая твёрдая Безенчук-Орловская 1, горох Спартак, Фараон, гречиха Даша и Темп.

По проведённым мероприятиям была принята РЕЗОЛЮЦИЯ. Ниже приводится постановляющая часть Резолюции.

В резолюции отмечено, что современная селекция наряду с традиционными запросами производства (продуктивность, устойчивость к неблагоприятным факторам, скороспелость, технологичность и т.д.) ориентируется на развивающиеся в мире новые тенденции использования культур и новые технологии их переработки. При этом при создании сорта любого направления использования должен учитываться агроэкологический принцип, так как в условиях нашей страны с ее огромной территорией и разнообразием почвенно-климатических условий значение адаптированных сортов особенно велико. Использование в селекционном процессе генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей способствует поддержанию высокого уровня урожайности культур в условиях изменяющегося климата.

Для обеспечения стабильного производства растениеводство должно ориентироваться не только на использование высококачественных семян сортов нового поколения, сочетающих высокий потенциал продуктивности и экологической устойчивости, но и на комплексный подход в реализации адаптивного потенциала каждого культивируемого вида и сорта, на основе широкомасштабного экологического испытания, оптимального агроэкологического районирования.

Государственное бюджетное научное учреждение «Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция», организованная для разработки передовых приемов земледелия, развития отечественной селекции и семеноводства и расположенная в зоне северных чернозёмов Центральной России, удачно подходит для широкого экологического сортоиспытания. Здесь проходят испытание перспективные сорта и гибриды зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных культур и многолетних трав из селекционных центров России и Беларуси. Результаты полевых опытов на Шатиловской СХОС наглядно отражают современные направления российской селекции и должны использоваться для решения стратегических задач по импортозамещению и обеспечению продовольственной безопасности страны.

Участники форума постановили:

1. Отмечая существенный прогресс фундаментальных исследований в изучении геномов растений на геномном и молекулярном уровнях, селекционным центрам научных учреждений РАН, ФАНО и МСХ РФ уделить особое внимание созданию конкурентоспособных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур для решения продовольственной безопасности страны и обеспечения населения качественными отечественными продуктами питания.

2. Считать приоритетной задачей научно-исследовательских учреждений РАН внедрение новых технологий селекционного процесса с учетом достижений в области молекулярной генетики, биотехнологии, иммунитета, биохимии, физиологии с использованием современных приборов, оборудования и средств механизации.

3. Селекционным центрам НИУ ФАНО России организовать работу по сохранению, расширению и изучению генетических коллекций, провести инвентаризацию и мобилизацию генофондов культурных растений и их диких родичей.

4. Руководству ФИЦ «ВИГРР им. Н.И. Вавилова» обеспечить пополнение мирового генофонда сельскохозяйственных культур, выявление особо ценных доноров высокого качества зерна с последующим обеспечением ими селекционных центров и научных учреждений для эффективного использования их в селекционных программах.

5. Разработать Программу модернизации материально-технической базы селекционных центров на период до 2025 года, предусматривающую целевое государственное финансирование на приобретение приборов, научного оборудования и малогабаритной техники для ускоренной реализации новых технологий селекционного процесса, значительного повышения уровня селекции и семеноводства и, в целом, увеличения валового сбора продукции растениеводства.

6. Включить фундаментальные исследования по созданию сортов и гибридов с повышенной устойчивостью к стрессовым факторам в число приоритетных задач научно-исследовательских учреждений РАН и ФАНО, разработать комплексные программы по их реализации в условиях аномальных природных явлений.

7. Обеспечить развитие новых эффективных наукоемких генетико-селекционных технологий при создании сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, сочетающих стабильно высокую продуктивность, качество продукции с толерантностью и устойчивостью к наиболее опасным патогенам, способствующим снижению антропогенной нагрузки, экологической безопасности, энергосбережению и рентабельности.

8. В целях комплексного подхода при решении проблемы улучшения качества зерна предусмотреть в селекционных программах научно-исследовательских учреждений выявление, создание и вовлечение в селекционный процесс генетических источников с повышенной белковостью, улучшенным аминокислотным составом, высокими потребительскими достоинствами.

9. В связи с возрастающими на внешнем рынке требованиями к качеству семян пшениц разработать Программу по увеличению производства высококлассных отечественных семян, изменить ценовую политику при реализации высококачественного и фуражного зерна, поскольку в настоящее время различия между ними незначительные.

10. Усовершенствовать механизмы постановки на учет объектов интеллектуальной собственности, защиты прав патентообладателей сортов, процедуры сбора роялти на основе доступной информации о сортовых посевах сельскохозяйственных культур, предоставляемых Министерством сельского хозяйства РФ.

11. Выразить благодарность руководству областной Администрации, Департамента сельского хозяйства, дирекции ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, Шатиловской СХОС за организацию и проведение на высоком уровне мероприятий Аграрного Форума «Шатилово – 121 год созидания» и считать целесообразным сохранить традицию проведения Аграрных Форумов в Орловской области на базе ФГБНУ «ВНИИ зернобобовых и крупяных культур» и Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции.

INFORMATION REPORT

THE ROLE OF GENETIC RESOURCES IN INCREASING PRODUCTIVITY AND ECOLOGICAL STABILITY OF CROP PRODUCTION

N.V. Gryadunova

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

**Ю.Ф. ЛАЧУГА, академик РАН
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК**

Уважаемый губернатор Орловской области, уважаемый 1-ый зам. Министра сельского хозяйства РФ, уважаемые товарищи!

По доброй Орловской традиции мы собираемся здесь вместе, чтобы отметить достигнутое в сельскохозяйственной науке и практике аграрного производства, с благодарностью вспомнить первопроходцев – систематизаторов научных знаний в земледелии Орловщины – рода Шатиловых и их сподвижников, отметить нынешние новации в видовом и сортовом разнообразии сельскохозяйственных культур и на Ярмарке сортов предложить их сельхозтоваропроизводителям.

Важное место в этих мероприятиях занимают третьи Жученковские и первые Парахинские чтения, собравшие большую когорту ученых российской науки. Выводы и предложения этих чтений создадут новую научную базу для фундаментальных и ориентированных на конечный результат прикладных исследований.

Дальнейшему поиску, изучению, сохранению и использованию генетических ресурсов растительного и животного мира была посвящена октябрьская 2016 г. научная сессия Российской Академии Наук. На сессии был отмечен существенный прогресс фундаментальных исследований в изучении геномов живых организмов, растений, давших новое понимание организации функций организма на генном и молекулярном уровнях. Результаты фундаментальных исследований составили научную основу создания новых конкурентоспособных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, типов и кроссов животных и птицы, растительно-микробных систем для решения проблемы продовольственной безопасности страны и обеспечения населения качественными отечественными продуктами питания.

Не могу не отметить, что для увеличения производства продукции растениеводства в 2016 году учеными и специалистами Отделения сельскохозяйственных наук РАН создано 266 новых высокоэффективных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, 27 препаратов для защиты растений, получено 710 патентов на изобретения и селекционные достижения и другая научная продукция.

Отмеченные научные достижения в совокупности с самоотверженным трудом селян позволили руководству страны утверждать о сельскохозяйственной отрасли, как о драйвере роста экономики России.

Прирост валовых объемов производства продукции сельского хозяйства в 3 и более процентов в последние годы говорит сам за себя: в 2016 г. собрано порядка 120,0 млн. т зерновых и зернобобовых культур, в том числе пшеницы 73,3 млн. т (в ЦФО – 14,7 млн. т) с урожайностью 2,5 т/га, зерна кукурузы – 13,8 млн. т с урожайностью 5,5 т/га, сои – 3,1 млн. т с урожайностью 1,5 т/га, сахарной свёклы – 51,5 млн. т с урожайностью 46,2 т/га. Естественно, что мы гордимся этими достижениями. Это позволило нарастить экспорт сельскохозяйственной продукции до 17 млрд. долларов, конкурируя на равных с экспортом вооружений.

По итогам 2016 года растениеводческая отрасль продемонстрировала прибавку объемов производства (в сопоставимых ценах) на уровне 140% к уровню 1990 года. В связи с вводом новых посевных площадей их общее количество в стране в нынешнем году составит 80 млн.т. Увеличение количественных объемов производства растениеводческой продукции требует более пристального внимания к качественным её показателям, поскольку выход и закрепление на основных мировых рынках зерна требует высокого качества продукции. Да и отечественные рынки отдадут предпочтение более качественной собственной продукции.

Сегодня философия количества (с сохранением и ростом объемов производства зерновых культур) должна плавно перейти в философию качества. В этом плане весьма показателен пример динамики качества основной продовольственной культуры – пшеницы за последние 30 лет. Значительные посевные площади и объемы её производства привлекают пристальное внимание к качеству зерна этой ценнейшей культуры. Давнишний лозунг «Хлеб – всему голова» и сегодня не теряет своей актуальности.

Для России производство зерновых культур имеет стратегическое значение в обеспечении продовольственной безопасности страны. Их посевы по площади и объемы производства занимают 4-е место в мире после Индии, Китая и США, причем 3/5 площадей зерновых в нашей стране занимает пшеница.

Отечественные селекционеры за последние годы создали оригинальные, урожайные высококачественные сорта озимой пшеницы с потенциалом продуктивности в Центральной России 8-10 и более т/га, яровой – 6-8 т/га. Сорта, созданные за последние 15-20 лет в различных регионах России, в подавляющем большинстве своём, способны формировать высококачественное зерно. Только в 2015 и 2016 гг. создано и передано на государственное сортоиспытание более 60 новых сортов пшеницы, качество зерна которых отвечает требованиям «сильной» и «ценной» пшениц (I и II класса).

Селекционером академиком Б.И. Сандухадзе впервые в истории России созданы сорта озимой пшеницы для получения продовольственной пшеницы в Нечернозёмной зоне страны.

По почвенно-климатическим условиям Россия – одна из наиболее благополучных зон для производства высококачественного зерна сильной пшеницы. Ещё совсем недавно у нас были регионы-производители высококачественного зерна, однако, начиная с 1985 г. заготовки такого зерна в стране катастрофически уменьшились.

Годы	Доля зерна 3-го класса в общем сборе, %
2012	48,
2013	38,5
2014	34,2
2015	36,0
2016	22,3

За 2016 г. в производстве зерна пшеницы 1, 2 классов – 0%, 3 класс – 22,3%, 4 класс – 49,1% и 5 класс – 28,7%. А ведь ещё в 1980-88 гг. в РСФСР около 80% пшеницы было 3

класса, имелись в наличии 1 и 2 классы. И даже в этом случае зерно 3 класса для хлебопечения и на иные цели улучшали пшеницей 1-2 класса.

К сожалению, планку требований к качеству зерна мы опустили ещё ниже, приняв стандарт на зерно пшеницы (вступает в силу с 1 июля 2018 г.), который допускает использование зерна 5 класса для получения хлебопекарной муки. А ведь у зерна 5 класса не регламентируются содержание белка, клейковины и другие важные показатели, определяющие качество муки.

Замечу, что на известной французской бирже MATIF, где торгуют пшеницей для выпекания высококачественного хлеба, зерна с клейковиной ниже 28% (наш 2-й класс) не бывает.

Для производства в стране хорошего хлеба требуется 14-15 млн. т. зерна 3 класса и выше. Такое количество 3 класса есть. Но здесь вступает в силу правило: или – или. Или использовать внутри страны, или отправлять на экспорт, дабы удержать экспортные позиции в близлежащих странах. Не менее остро стоят проблемы по производству и качеству зерна твердой пшеницы, как основного сырья для макаронной промышленности, детского питания.

По оценкам специалистов, для внутреннего потребления необходимо её производить около 2 млн.т., а с учетом экспорта – 4 млн. т. В 2016 г. произведено лишь 600 тыс. т, причем (по данным обследований) 1 и 2 класса – нет, 3 класса – 30,2%; 4 – 52,5% и 5 класса – 17,2%. Вывод вполне определен: надо переламять ситуацию в целом в стране, возрождать былую славу Российской пшеницы (как по показателям белка, клейковины и др., так и специального её назначения).

Для решения этой проблемы, введенной в жизнь антропогенными факторами, нам необходимо пересмотреть ряд позиций.

Во-первых, озаботиться стабилизацией и повышением на перспективу почвенного плодородия. Известна аксиома: «Вынос питательных веществ с урожаем должен возмещаться внесением в почву органических и минеральных удобрений».

Страны Западной Европы, имеющие весьма развитое растениеводство, восстанавливают запас питательных веществ в почве на 47-48% за счет внесения органических удобрений. В России органических удобрений вносится значительно меньше. По использованию минеральных удобрений при производстве зерна Россия существенно отстает от развитых и крупнейших развивающихся стран. В последние годы внесение минеральных удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях составляет 2,3-2,5 млн. т питательных веществ, или в среднем 40-45 кг/га д.в. При том, в Канаде вносится 74 кг/га, США – 131, Германии – 199, в Р. Беларусь в пределах 140-160 кг/га в д.в. Кстати, в Орловской области вносится порядка 100 кг/га в действующем веществе.

Замечу, что ежегодно в стране производится 18-20 млн. т минеральных удобрений. Наша страна находится на втором месте после Китая по экспорту азотных и фосфорных удобрений (13% мирового экспорта) и втором месте после Канады по экспорту калийных удобрений (21,8% мирового экспорта), хорошо подкармливая поля зарубежных сельхозтоваропроизводителей. Приведу данные по уровню использования азотных удобрений в основных регионах-производителях твердой, сильной и ценной пшеницы. Картина весьма пестрая: до 10 кг/га вносят – Самарская область – 7 кг/га, Саратовская – 27 кг/га, Оренбургская – 5 кг/га, Алтайский край – 3 кг/га, Красноярский край – 25-30 кг/га. Для сравнения в Краснодарском крае используют под зерновые культуры до 145 кг/га азота.

По расчетам ВНИИ агрохимии для получения на российских полях 145-150 млн.т зерна надо вносить под зерновые культуры не менее 7.4 млн.т. минеральных удобрений, в т.ч. 3,2 – азотных, 2,1 – фосфорных и 2,1 млн.т – калийных.

Следует отметить, что органических удобрений вносится на российские поля менее 0,9 т/га посевов и эти площади составляют всего 8% от общих, что естественно отрицательно сказывается на воспроизводстве почвенного плодородия. А ведь современные сорта пшеницы, ориентированные на получение сильного и ценного зерна, весьма требовательны к плодородию почв.

Для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почве необходимо на всей площади посевов вносить 7-8 т/га органических удобрений. Продолжающееся снижение качества зерна нередко происходит в результате нарушения или игнорирования научно обоснованных зональных систем земледелия, несоблюдения севооборотов, уменьшения площадей под хорошими предшественниками, в частности, кормовыми травами. К сожалению и весьма нередко, существующая структура посевных площадей в стране обосновывается не научной, а экономической целесообразностью в рыночных условиях. Можно привести крылатое выражение: «Без биологии технология слепа, без механизации – мертва. Но всё решает неумолимая экономика».

В прошлом 2016 году на аналогичном мероприятии в этом зале академик И.Г. Ушачев в своём докладе подробно раскрыл суть экономических отношений на селе. Применительно к теме качества в рыночных отношениях в сельскохозяйственном производстве страны главное внимание уделялось качественной стороне. При приемке зерна у селян цена между высококачественным сырьем и фуражной пшеницей незначительна.

Таким образом, селянам оказывается невыгодным нести дополнительные затраты на получение качественного зерна.

При этом известно, что чаще всего между количеством урожая и качеством обратная зависимость. Чем выше урожай, тем ниже качество и наоборот.

Очевидно нужна иная ценовая политика, которая бы оправдывала затраты на получение высококачественного зерна. Механизмы могут быть различные, но они должны позволять сельхозтоваропроизводителям планировать экономическую эффективность получения зерна высокого качества.

Одним из важных технологических элементов в производстве зерна является уборка урожая. Состояние посевов, в первую очередь, определяет выбор сроков и способов проведения уборочных работ, соотношение площадей, подлежащих однофазной (прямое комбайнирование) и двухфазной (раздельной) уборке. Сочетание этих двух способов уборки зависит от складывающихся условий: погодных, темпа созревания зерна, густоты и высоты стеблестоя, засоренности посевов.

Известно, что прямое комбайнирование является основным на низкорослых, не засоренных полях, а также в ненастную погоду. Раздельный способ уборки применяют при высоком уровне засоренности посевов, на семенных участках и для получения высококачественного зерна, поскольку можно раньше (на 4-5 дней) начинать уборку.

По этому вопросу есть разработанные зональные рекомендации, которыми и следует руководствоваться. На небольших площадях применяют очесывающие жатки. Замечу, что это также способствует повышению качества зерна. Но в любом случае необходимо иметь в достаточном количестве уборочную технику – зерноуборочные комбайны, валковые жатки. Запаздывание с уборкой (более 15 дней), как правило, приводит к существенным потерям урожая (особо в ненастную погоду) и качества зерна.

По данным МСХ РФ ежегодные потери зерна превышают 10 млн.т вследствие нарушения агросроков уборки из-за недостатка уборочной техники. Научно обоснованная технологическая потребность в зерноуборочных комбайнах для страны составляет порядка 260 тыс. ед., а в наличии в 4 раза меньше. Причем на 65% этот парк комбайнов исчерпал свой срок службы (более 10 лет). Несмотря на поступление зерноуборочных комбайнов их парк только в 2016 году сократился на 8 тыс. ед. Самый критический показатель: нагрузка на один зерноуборочный комбайн достигает 750 га, это означает, что уборка длится до 2-х месяцев, со всеми негативными последствиями.

В стране практически прекращено крупносерийное производство валковых жаток, что сужает возможности для раздельной уборки в зависимости от состояния посевов и погодных условий уборки.

Нельзя не отметить и дефицит зернохранилищ промышленного типа на 25-30% от потребности, а также сушильного оборудования – на 30-35%, что также не способствует сохранности качества как товарного, так и семенного зерна.

Значительных затрат требует и система защиты растений для борьбы сорняками, болезнями и вредителями. В последнее десятилетие возросло поражение посевов зерновых культур фузариозом, открывающим путь к заражению vomitоксином. Этот токсин при попадании в организм человека или животного негативно воздействует на желудочно-кишечный тракт и угнетает иммунную систему.

В результате нарушений интенсивных технологий возделывания зерновых культур, последние теряют устойчивость к фитопатогенам. Зерно при этом поражается микотоксинами (грибковыми ядами), также опасными для здоровья человека, животных и птицы.

Качество посевного материала – ещё одна слагаемая объемов и качества получаемого зерна. Озаботясь качеством пшеницы необходимо озаботиться и производством её для соответствующей целевой функции: хлебопечение, кулинарные изделия, кондитерское производство, без дополнительного сырья в виде технологических пищевых добавок.

Поскольку проблема повышения качества российских пшениц является комплексной, то здесь необходим и комплекс мер законодательного, нормативного, экономического, финансового порядка для восстановления авторитета российских пшениц на мировых и внутренних рынках

Я не затронул в своем выступлении огромной значимости для отрасли проблемы обеспечения семенным фондом селян не только по зерновым, (здесь как раз ситуация более благоприятна), но и по всем другим видам культур.

Эта проблема назрела и даже перезрела – это может быть форма селекционно-семеноводческих центров или научно-производственных систем, специальных элитхозов или семхозов. Но это необходимо создавать в интересах обеспечения продовольственной безопасности страны.

Монсанта, Сингента и другие зарубежные фирмы могут быть нашими партнерами, но в адаптивно-ландшафтных региональных системах земледелия и растениеводства следует опираться на отечественный семенной фонд.

И в заключение, позвольте уважаемые коллеги, отметить главное звено, которое может позволить аграрной власти в центре и на местах, ученым и селянам вытащить всю цепь проблем – это экономика и финансы.

На недавней итоговой Коллегии МСХ РФ Министр А.Н. Ткачев прямо поставил вопрос перед Председателем Правительства РФ Д.А. Медведевым: «Бюджетирование сельскохозяйственной отрасли в 1,3% расходной части – крайне недостаточно»!

Изменение парадигмы приоритетов развития сельскохозяйственной отрасли невозможно без изменения её в целом для экономики страны. Качество аграрной экономики, как и качество зерна Российского – вещи обоюдосвязанные.

Благодарю за внимание.

**SCIENTIFIC AND TECHNICAL MODERNIZATION FOR HIGH-QUALITY
PRODUCTION OF AGRICULTURAL PRODUCTS**

Yu.F. Lachuga
THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

ПРОИЗВОДСТВУ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ ПШЕНИЦЫ НЕОБХОДИМА ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА

А.И. АЛТУХОВ, академик РАН

ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЭКОНОМИКИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»

E-mail: prognos@mail.ru

Рассмотрены вопросы дефицита производства высококачественной пшеницы в стране, связанные, прежде всего, с нерациональным размещением ее посевов, почти повсеместным падением уровня интенсивности возделывания пшеницы, практической утратой тесной связи качества пшеницы с ценой ее реализации. Поскольку производство высококачественной пшеницы – это комплексная проблема, то ее решение требует учета взаимодействия природных, технико-технологических, экономических, нормативных правовых, организационных и биологических факторов. Особую роль среди них занимают экономические факторы и, в частности, государственная поддержка производства высококачественной пшеницы. Она включает систему целенаправленных мер государственного воздействия на производство и сбыт высококачественной пшеницы: за счет совершенствования организационно-экономического механизма; постепенного подхода к закупкам пшеницы у сельскохозяйственных товаропроизводителей по гарантированным минимальным фиксированным ценам; целевого кредитования по низким кредитным ставкам; освоения интенсивных технологий возделывания твердых, ценных и сильных сортов пшеницы.

Ключевые слова: производство, пшеница, качество, государственная поддержка, система ценообразования, доходность, субсидии, цена, экономическое стимулирование.

В России ускоренное наращивание производства высококачественной пшеницы имеет для страны такое же стратегически важное значение, как и увеличение валовых сборов озимой и яровой пшеницы – этой главной и широко распространенной национальной продовольственной зерновой культуры. В 2011-2015 гг. ее доля в структуре зернового клина составляла 56,2%, а в общем объеме производства зерна – 57,2%. В группе продовольственных зерновых культур ее удельный вес значительно выше: в структуре их посевов он составляет около 87%, а в производстве зерна – свыше 90%.

Самообеспеченность страны зерном более чем наполовину достигается за счет производства пшеницы. Особенно велика ее роль в снабжении тех многочисленных российских регионов, где в силу ряда объективных причин пшеница не возделывается или возделывается на незначительных площадях и имеет низкое качество зерна и относительно высокую себестоимость его производства.

В структуре внутреннего потребления зерна и в его товарных ресурсах удельный вес пшеницы также является самым высоким. Рынок пшеницы традиционно занимает наиболее крупный сегмент отечественного зернового рынка. Ее доля в общем объеме российского экспорта зерна превышает 70%, а в отдельные годы – 80%. Масштабность, интенсивность и стабильность экспортных поставок пшеницы во многом определяют эффективность всей зерновой торговли страны, поскольку на нее приходится почти две трети прибыли от продажи зерна.

Россия по объему производства пшеницы занимает одну из лидирующих позиций в мире, уступая лишь Китаю, Индии и США. На нее приходится свыше 8% мирового производства зерна этой наиболее распространенной продовольственной культуры. Россия входит в тройку крупнейших мировых стран-экспортеров пшеницы, а в 2016 г. вышла на первое место, опередив США и Канаду. Она поставляет пшеницу в 87 государств, многие из которых предъявляют специфические требования к её качеству. Средняя доля России на рынках десяти ведущих стран – потребителей российской пшеницы достигла почти 38% и

имеет тенденцию к увеличению. Особенно велика её доля в экспортных поставках в Египет, Турцию, Азербайджан, Иран, Бангладеш и Нигерию. В последние годы крупномасштабный экспорт российской пшеницы в определенной степени стал одним из основных экономических инструментов внешней политики страны, несмотря на природные, макроэкономические, технологические, агроэкологические и торгово-экономические риски и зарубежные санкции.

Из-за хронического дефицита качественного зерна пшеницы мукомольно-крупяные предприятия страны вынуждены почти две трети своей продукции производить с отступлениями от государственного стандарта. Однако при такой многолетней ситуации качество пшеницы практически не оказывает существенного положительного влияния на эффективность ее производства (табл. 1).

Таблица 1

**Эффективность производства пшеницы в зависимости от ее качества
в сельскохозяйственных организациях Российской Федерации**

Показатели качества пшеницы	Удельный вес в реализации, %	Полная себестоимость, руб./т	Цена реализации, руб./т	Прибыль, руб./т	Уровень рентабельности, %
2006-2010 гг.					
Пшеница – в среднем	100,0	3179	4038	859	27,1
из нее: 1-2 классов	1,8	3366	4431	1065	31,7
3 класса	18,9	3326	4422	1096	33,0
4 класса и фуражная	79,3	3140	3937	797	25,4
2011-2015 гг.					
Пшеница – в среднем	100,0	5097	6756	1659	32,5
из нее: 1-2 классов	1,8	5318	7171	1853	34,8
3 класса	21,5	5135	6994	1859	36,2
4 класса и фуражная	76,7	5081	6136	1598	31,4

Как видно из данных таблицы 2, незначительно отличается экспортная цена на зерно и пшеницу, что косвенно свидетельствует о недостатках в ценообразовании на экспортируемое российское зерно.

Таблица 2

Экспортная цена на российское зерно и пшеницу, долл./т

Виды зерна	Годы				
	2011	2012	2013	2014	2015
Зерно – в среднем	243	278	250	235	184
Пшеница	242	281	252	245	186
в % к зерну	99,6	101,1	100,8	104,3	101,1

Для производства высококачественной пшеницы характерны такие же стадии воспроизводства, система экономических отношений и зависимость от развития первой и третьей сфер зернопродуктового подкомплекса, паритетности их отношений как и для ведения зернового хозяйства. В этом плане классическим примером диспаритета цен является соотношение цен на пшеницу и дизельное топливо, поскольку её возделывание в стране – это наиболее важный и распространенный вид сельскохозяйственной деятельности, а использование дизельного топлива – значительная статья расхода при производстве пшеницы, поддерживающая его в относительно нормальном экономическом состоянии. Однако, если за период с 2001 по 2015 г. цена на пшеницу увеличилась в 3,9 раза, то на дизельное топливо – в 5,3 раза. Если в 2001 г. количество пшеницы, эквивалентное тонне дизельного топлива, составляло 2,9 т, то в 2015 г. – 3,9 т. В отличие от России такого диспаритета цен на пшеницу и дизельное топливо нет ни в одной стране, до последнего времени постоянно экспортирующей пшеницу в крупных объемах.

В стране эффективность и стабильность производства высококачественной пшеницы во многом зависят от системы ценообразования на зерно этой продовольственной культуры, складывающейся преимущественно в зависимости от спроса на дефицитную пшеницу третьего класса, разница в цене которой по отношению к зерну первого и второго классов минимальна. Этому во многом способствуют не только неуклонный рост материальных затрат на возделывание зерновых культур (табл. 3), но и резкие сезонные и годовые колебания цен на пшеницу, которые значительно перекрывают ценностные параметры её качества и практически не стимулируют производителей к наращиванию высококачественной пшеницы. Сложившаяся многолетняя практика определения и стимулирования качества пшеницы во многом консервирует такое положение.

Таблица 3

Затраты на возделывание зерновых культур по их видам в расчете на 1 га посевной площади в сельскохозяйственных организациях Российской Федерации

Статьи затрат	Зерновые культуры – всего		в том числе:			
			озимые		яровые	
	руб.	%	руб.	%	руб.	%
2001-2005 гг.						
Затраты – всего	2906	100,0	3906	100,0	2419	100,0
из них: оплата труда	310	10,7	382	9,8	275	11,4
материальные затраты	1250	43,0	1446	37,0	1140	47,1
в том числе: семена	461	15,9	419	10,7	462	19,1
Удобрения	317	10,9	504	12,9	231	9,5
Нефтепродукты	472	16,3	523	13,4	447	18,5
содержание основных средств	520	17,9	637	16,3	465	19,2
прочие затраты	826	28,4	1441	36,9	539	22,3
2006-2010 гг.						
Затраты – всего	6336	100,0	8226	100,0	5138	100,0
из них: оплата труда	727	11,5	931	11,3	612	11,9
материальные затраты	2563	40,5	3059	37,2	2204	42,9
в том числе: семена	878	13,9	777	9,4	871	16,9
Удобрения	808	12,8	1282	15,6	526	10,2
Нефтепродукты	877	13,8	1000	12,2	808	15,7
содержание основных средств	1106	17,5	1407	17,1	929	18,1
прочие затраты	1940	30,6	2829	34,4	1393	27,1
2011-2015 гг.						
Затраты – всего	10920	100,0	13764	100,0	8399	100,0
из них: оплата труда	1312	12,0	1623	11,8	1075	12,8
материальные затраты	5220	47,8	6342	46,1	3987	47,5
в том числе: семена	1486	13,6	1271	9,2	1388	16,5
из них: элитные	151	1,4	105	0,8	156	1,9
удобрения – всего	1379	12,6	2207	16,0	775	9,3
из них: минеральные	1322	12,1	2150	15,6	728	8,7
Органические	56	0,5	58	0,4	47	0,6
химические средства защиты растений	774	7,1	1053	7,7	539	6,4
Электроэнергия	120	1,1	120	0,9	117	1,4
Нефтепродукты	1313	12,0	1494	10,9	1054	12,5
затраты на страхование	149	1,4	197	1,4	113	1,3
содержание основных средств	1884	17,3	2261	16,4	1563	18,6
прочие затраты	2503	22,9	3537	25,7	1774	21,1

В стране причины снижения качества пшеницы, как её главной зерновой продовольственной культуры, разнообразны. Но они, как правило, в основном связаны с технико-технологическими, экономическими и организационными факторами, а именно:

- нерациональным размещением посевов пшеницы, расширением её посевных площадей в более северных увлажненных регионах страны, а также доминированием озимых и яровых форм пшеницы в посевах сельскохозяйственных и зерновых культур при нарушенных севооборотах;

- почти повсеместным падением уровня интенсивности возделывания пшеницы, уменьшением доз вносимых удобрений и средств защиты растений, снижением качества высеваемых семян, медленным внедрением новых сортов, затягиванием сроков уборки урожая;

- практической утратой тесной связи качества пшеницы с ценой её реализации ввиду отсутствия экономических стимулов у производителей зерна этой ключевой для страны продовольственной зерновой культуры;

- отсутствием полноценной биржевой торговли пшеницей стандартизированными контрактами, низким биржевым мультипликатором, вследствие чего участники рынка вынуждены прибегать к хеджированию рисков, предоставляемых зарубежными биржевыми площадками;

- постоянными трудностями со сбытом пшеницы в урожайные годы и продажей её разного рода посредникам преимущественно по бросовым ценам при относительно стабильном уровне внутреннего потребления зерна этой культуры;

- ненадлежащими условиями хранения пшеницы и частичной потерей её качественных и количественных показателей в послеуборочный период, поскольку почти две трети хранилищ сельскохозяйственных товаропроизводителей не отвечает требованиям технологии хранения.

В современных условиях хозяйствования качество пшеницы выражает совокупный результат взаимодействия множества внутренних и внешних факторов и является своего рода обобщающим показателем эффективности и конкурентоспособности возделывания тех или иных её сортов в стране разного целевого использования. В этой связи следует четко представлять, что производство высококачественной твердой, сильной и ценной пшеницы – проблема комплексная, требующая одновременного учета взаимодействия совокупности следующих основных взаимосвязанных групп факторов:

- природных, обусловленных значительной дифференциацией размещения посевов озимой и яровой пшеницы по огромной территории страны, отличающейся значительным разнообразием почвенно-климатических и погодных условий для возделывания этой культуры;

- материальных и технико-технологических, связанных с более полным обеспечением возделывания высококачественной пшеницы твердых, сильных и ценных сортов необходимыми производственными ресурсами;

- экономических, во многом определяющих возможность эффективного производства пшеницы и постепенного перевода его на инновационно-инвестиционную модель в первую очередь в ареалах, располагающих наиболее благоприятными природными условиями для возделывания твердых, сильных и ценных сортов культуры;

- нормативных правовых, устанавливающих необходимые требования к качеству пшеницы как основы для производства более качественных продуктов её переработки и связанных прежде всего с совершенствованием действующего нормативного фонда государственных стандартов и технических условий, их постепенной гармонизации с международными стандартами;

- организационных, обусловленных во многом продолжающимся стремлением отдельных региональных органов государственной власти на надежное самообеспечение населения хлебом и хлебобулочными изделиями, вследствие чего посевы пшеницы продвинулись и в регионы, где природные условия менее благоприятные для её возделывания, а её качественные характеристики отличаются низким содержанием клейковины и белка, но относительно высокими затратами материальных и трудовых ресурсов на возделывание;

– биологических, определяемых уровнем реализации генетического потенциала сортов озимой и яровой пшеницы при хозяйственном и товарном использовании их зерна, особенно на продовольственные цели.

В России за годы рыночных преобразований значительно снизился уровень интенсивности производства зерна, а следовательно и пшеницы. Например, в 2016 г. из произведенных в стране 20,0 млн. т д.в. минеральных удобрений было внесено 2,8 млн. т, а в расчете на гектар посева зерновых культур – 45 кг д.в. при удобрении только половины площади зернового клина. При этом в 2012-2016 гг. вынос питательных веществ из почвы с урожаем сельскохозяйственных культур превысил их поступление в почву в 2,4 раза.

Сохраняющаяся многолетняя технико-технологическая отсталость ведения зернового хозяйства по сравнению с основными странами-экспортерами пшеницы, накладываясь на постоянно обостряющийся инвестиционный голод, многочисленные издержки осуществляемой национальной аграрной политики, провозглашенной более десяти лет и непредсказуемость погодных условий, во многом блокируют разрозненные мероприятия наращивания высококачественной пшеницы, в первую очередь, в регионах ранее сложившейся её специализации с относительно дешевым и высоким качеством зерна, тем самым дают возможность реализовать генетический потенциал сорта, его положительные количественные и, особенно, качественные параметры в лучшем случае только на 40-50%. Поддержка государством селекционно-семеноводческого комплекса страны способствовала его более устойчивому развитию, но она часто оказывалась недостаточной и несвоевременной, чтобы ликвидировать или хотя бы смягчить системные проблемы развития селекции и семеноводства твердых, сильных и ценных сортов пшеницы, особенно в ареалах с наиболее благоприятными условиями для её возделывания.

Экономическое значение качества пшеницы, как постоянного источника доходов для её производителей, пока остается нестабильным и незначительным не только из-за низкого качества зерна, но и недостатков в материальном стимулировании возделывания твердых, сильных и ценных сортов пшеницы. Качество пшеницы также существенно изменяется вследствие «нестыковки» экономических интересов между отдельными подразделениями зернопродуктового подкомплекса и многочисленными участниками зернового рынка, отсутствия четко действующей государственной системы закупок высококачественной пшеницы в федеральные и региональные продовольственные фонды, осуществления эффективной политики ценообразования на высококачественную продовольственную пшеницу на внутреннем зерновом рынке.

Сложившаяся многолетняя негативная ситуация с экономическим стимулированием производства высококачественной пшеницы в стране во многом объясняется следующими основными причинами:

во-первых, недостатками существующей системы ценообразования, а точнее отсутствием как таковой на высококачественную пшеницу. Например, цена увязывается с показателями качества пшеницы, как правило, только при ее продаже в федеральные и региональные продовольственные фонды, зерноперерабатывающим предприятиям и крупным оптовикам. При этом дополнительные издержки производителей на повышение качества пшеницы не всегда пропорционально окупаются незначительной надбавкой к её цене независимо от канала сбыта. При многих недостатках количественного и качественного учета высококачественной пшеницы такое положение в определенной мере консервируется и государством при проведении, например, закупочных интервенций. Это касается и минимальных цен на пшеницу по федеральным округам, устанавливаемых в рамках проведения государственных закупочных интервенций;

во-вторых, несовершенством законодательного обеспечения производства и сбыта высококачественной пшеницы, что, в конечном счете, неминуемо приводит к занижению качественных характеристик при её реализации сельскохозяйственными товаропроизводителями. Несмотря на принятие Федерального закона «О зерне» № 4973-1 от 14 мая 1993 г. и внесенные в него изменения в декабре 1993 г., в декабре 1994 г., в январе

2003 г., в марте 2006 г. и в июле 2011 г., а также на разработанные в 2015 г. Минсельхозом России проекты Федерального закона «О зерне и продуктах его переработки» и в 2016 г. «Долгосрочной стратегии развития зернового комплекса Российской Федерации на 2016-2025 годы и на перспективу до 2030 года» до последнего времени в стране фактически отсутствует национальный законодательный акт, устанавливающий нормативные правовые основы осуществления государственного контроля за качеством и безопасностью в сфере оборота зерна и продуктов его переработки. В полной мере это относится и к производству и сбыту высококачественной пшеницы;

в-третьих, хроническими недостатками в информационном обеспечении производства и сбыта высококачественной пшеницы всех участников её рынка, прежде всего ввиду отсутствия в стране единой государственной информационной системы учета в сферах производства и обращения зерна и продуктов его переработки, а также неразвитостью их биржевой торговли и других элементов инфраструктуры зернового рынка;

в-четвертых, нечеткостью, определенной «размытостью» государственных мер поддержки производства высококачественной пшеницы и их отдельными «нестыковками» при её реализации на внутреннем и внешнем зерновых рынках, что существенно снижает конкурентоспособность зерна этой продовольственной культуры.

В стране государственная поддержка производства и регулирование рынка высококачественной пшеницы осуществляется преимущественно в рамках общей поддержки сельского хозяйства, растениеводства, зерновой подотрасли, селекции, семеноводства и регулирования зернового рынка.

Учитывая важность для страны наращивания производства высококачественной пшеницы для наиболее полного удовлетворения её внутренних потребностей и увеличения экспортных поставок, а также сохраняющееся несовершенство нормативного правового обеспечения осуществления государственного контроля за качеством возделывания твердых, сильных и ценных сортов пшеницы, целесообразно разработать федеральную целевую программу по увеличению производства их зерна, или ввести в Государственную программу отдельную подпрограмму, в которой, в частности, необходимо отразить:

- рациональное размещение производства высококачественной твердой, сильной и ценной пшеницы на основе создания её крупномасштабных специализированных зон и формирования территориальных кластеров прежде всего на юго-востоке Поволжья, регионах Южного и Северо-Кавказского федеральных округов, областях Центрального Черноземья, степных районах юга Урала, Западной и Восточной Сибири, располагающих наиболее благоприятными природными условиями для возделывания этой важной для страны стратегической зерновой культуры;

- систему целенаправленных мер государственного воздействия на производство и сбыт высококачественной пшеницы, исходя из учета особенностей её возделывания в наиболее благоприятных ареалах, поскольку без активного вмешательства государства решение проблемы расширения посевов пшеницы твердых, ценных и сильных сортов и повышения урожайности этой культуры в стране может растянуться на многие годы и потребует значительно больших затрат;

- совершенствование организационно-экономического механизма, включающего в себя комплексную взаимоувязанную систему организационных, экономических, нормативных правовых мер по производству, обмену, распределению и потреблению высококачественной пшеницы за счет упорядочения ценообразования, целевого кредитования по низким кредитным ставкам для освоения интенсивных технологий производства высококачественного зерна, стимулирования внедрения инноваций, создания материально-технической базы производства высококачественного зерна и развитой внутренней и экспортной инфраструктуры и транспортно-логистического обеспечения зернового рынка, смягчения разного рода рисков, особенно погодных;

- стимулирование развития глубокой переработки пшеницы с высокой добавленной стоимостью за счет субсидирования, например, до 20% капитальных затрат на строительство

промышленных объектов как в форме прямых субсидий, так и в форме субсидирования процентной ставки по кредитам;

– нормативные правовые акты, регулирующие вопросы сертификации качества зерна и продуктов его переработки, а также систему мониторинга качества и безопасности зерна в стране.

Одним из основных эффективных инструментов поддержки доходов производителей высококачественной пшеницы и стабильности её рынка может стать применение системы гарантированных минимальных цен на реализуемую ими пшеницу по заранее объявленным минимальным ценам, составляющим, например, 85% от уровня фактической рыночной цены за предыдущий период, более широкого использования механизма залогового кредитования. Постепенный переход к закупкам у них высококачественной пшеницы по гарантированным минимальным фиксированным ценам непрерывно в течение года позволит существенно снизить колеблемость цен на этом важном сегменте рынка пшеницы, надёжно гарантировать минимальный уровень доходности производителей высококачественной пшеницы.

Поскольку в современных условиях основным работающим инструментом воздействия государства на динамику цен прежде всего в отношении пшеницы является проведение закупочных (при существенном снижении цен) и товарных (при резком росте цен) интервенций, которые требуют совершенствования, то в целях повышения доходности её производителей и конкурентоспособности на мировом рынке, наращивания экспортного потенциала высококачественной пшеницы, целесообразно изменить механизм закупочных интервенций путем введения гарантированных минимальных цен на зерно этой продовольственной культуры, шире использовать его производителями право обратного выкупа.

До последнего времени влияние государства на конкурентоспособность российской пшеницы через проведение валютно-денежной политики, осуществление антимонопольной деятельности и политики поддержки производителей зерна и защиты его рынка, а также поддержки экспорта было минимальным, в отличие от главных стран-экспортёров пшеницы, которые для повышения её конкурентоспособности и расширения своей ниши на мировом рынке используют экспортные субсидии, применяют сертификаты на соответствие международным стандартам качества, осуществляют крупномасштабную поддержку для создания экспортной инфраструктуры. В России, как видно из данных таблицы 4, уровень прямой государственной поддержки производства зерна вообще и пшеницы в частности незначителен.

Таблица 4

Удельный вес государственной поддержки производства зерна и пшеницы в общем объеме её поддержки в сельскохозяйственных организациях РФ в 2015 г., млн. руб.

Направления государственной поддержки	Всего	в том числе из бюджетов:		
		федерального	регионального	местного
Удельный вес государственной поддержки производства зерна (%) в субсидиях:	10,3	12,3	6,5	1,8
Растениеводства				
сельского хозяйства	2,5	2,9	1,7	0,7
всей государственной поддержке	2,3	2,8	1,4	0,5
Удельный вес государственной поддержки производства пшеницы (%) в субсидиях:	6,7	8,1	4,6	1,0
Растениеводства				
сельского хозяйства	1,6	1,9	1,2	0,4
всей государственной поддержке	1,5	1,9	1,0	0,2

Положение усугубляется еще и тем обстоятельством, что зачастую принимаемые государством меры по отдельным направлениям поддержки носят разрозненный характер и недостаточны для достижения конкурентных преимуществ российского зерна вообще и пшеницы в частности на мировом рынке. Кроме того, отечественный зерновой бизнес пока

организационно и экономически не способен противостоять крупным иностранным зерновым компаниям и транснациональным корпорациям с их более мощными финансовыми ресурсами. Особенно это касается экспорта зерна, где западные зерновые трейдеры имеют заметные преимущества за счет привлечения более дешевых кредитных ресурсов, что и создаёт прецедент для возможного поглощения отдельных российских зерновых компаний.

Вместе с тем, страна располагает определенными преимуществами, которые способствуют повышению конкурентоспособности пшеницы как на внутреннем, так и на мировом рынках. К ним следует отнести:

- наличие значительного количества крупных зернопроизводящих хозяйств в регионах товарного производства пшеницы, способных вести его на основе внедрения инноваций, привлечения инвестиций, совершенствования размещения, углубления специализации, усиления концентрации и повышения интенсивности, более эффективного использования биоклиматического потенциала и производственных ресурсов для возделывания пшеницы твердых, сильных и ценных сортов. Как правило, они могут вести конкурентоспособное расширенное воспроизводство, используя в полной мере такие базовые стратегии ведения конкурентной борьбы, как увеличение объема товарной высококачественной пшеницы, снижение ее себестоимости, повышение качества зерна, сегментирование рынка и немедленное реагирование на его потребности, дифференциация зерновой продукции. Именно крупные зернопроизводящие хозяйства должны стать своего рода «локомотивами» эффективного и устойчивого развития производства высококачественной пшеницы, поскольку в основном за счет неё в стране формируются товарные ресурсы для межрегионального обмена, экспорта и межгосударственной торговли в рамках Евразийского экономического союза;

- высокую землеобеспеченность страны и реальную возможность расширения посевов твердых сортов пшеницы, а также сравнительно благоприятные почвенно-климатические условия основных зернопроизводящих регионов и их привязку к крупным транспортным межгосударственным магистралям;

- наличие значительных селекционно-генетических, энергетических, водных и трудовых ресурсов, минеральных удобрений, а также возможность привлечения крупных инвестиций в зерновую подотрасль в частности для возделывания твердых, сильных и ценных сортов пшеницы;

- сравнительно быстрый рост численности населения в близко расположенных к России многомиллионных азиатских и африканских странах, постоянно нуждающихся в российской пшенице относительно дешевого и невысокого качества;

- ограничение прироста площадей продуктивных земель в мире и неуклонно продолжающееся снижение размера пашни в расчете на душу населения;

- реальную возможность производства в возрастающих объемах экологически чистого зерна пшеницы при наличии значительных массивов пашни в стране.

При всех сложностях решения многочисленных вопросов повышения качества пшеницы, положение в зерновом хозяйстве не представляется абсолютно безнадежным, несмотря на существующие разного рода финансовые, организационные, нормативные правовые, региональные и другие ограничения и трудности, связанные с членством России в ВТО и ее участием в региональных интеграционных объединениях на экономическом пространстве СНГ, применением зарубежных санкций. Поэтому, каким бы отдаленным и сложным не представлялось решение проблемы улучшения качества пшеницы, производство её высококачественного зерна должно иметь для страны такое же стратегически важное значение, как и наращивание валовых сборов.

Литература

1. Алтухов А.И. Производство пшеницы в стране растет, но качество ее снижается // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2016. № 11. – С. 2.
2. Алтухов А.И. Совершенствование организационно-экономического механизма устойчивого развития агропромышленного производства // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2016. – № 7. – С. 8-9.

PRODUCTION OF HIGH-QUALITY WHEAT IS NECESSARY STATE SUPPORT

A. I. Altukhov

FSBSI «THE ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE
OF AGRICULTURAL ECONOMICS»

Abstract: Are considered the questions of the deficit of production of high-quality wheat in the country, connected primarily with the irrational placement of her sowing, the almost widespread fall of in the intensity of wheat cultivation, the practical loss of the close relationship of the quality of wheat with the price of its sale. Since the production of high-quality wheat is a complex problem, its solution requires taking into account the interaction of natural, technical, technological, economic, regulatory legal, organizational and biological factors. A special role is played by economic factors and, in particular, by state support for the production of high-quality wheat. It includes a system of targeted measures of state influence on the production and marketing of high-quality wheat by improving the organizational and economic mechanism, of gradual approach to procurement wheat from agricultural producers at guaranteed minimum fixed prices, of targeted lending on at low credit rates for the development of intensive technologies for cultivating hard, valuable and strong wheat varieties.

Keywords: production, high-quality wheat, quality, state support, measures, economic relations, pricing system, profitability, subsidies, price, economic incentive.

УДК 635.65:547.962

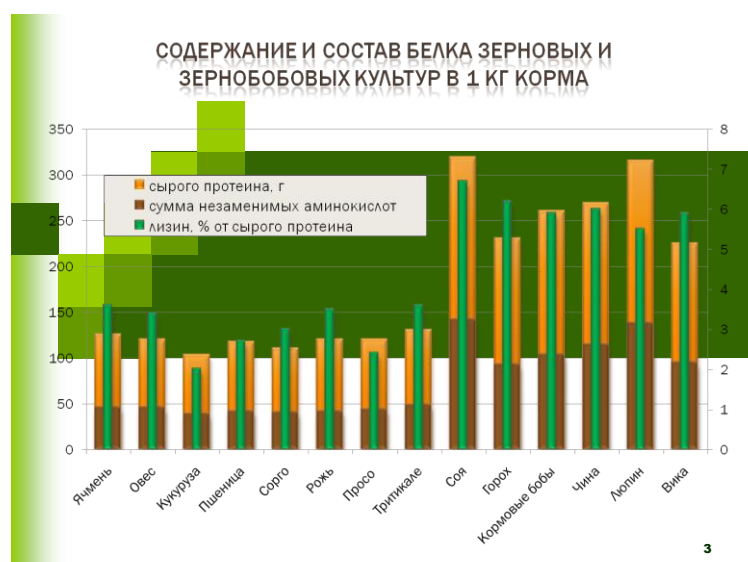
ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ – АКТУАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

В.И. ЗОТИКОВ, член-корреспондент РАН, директор
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Проблема производства растительного белка постоянно является актуальной как в мировом, так и в отечественном растениеводстве. От её решения зависит обеспеченность населения полноценными продуктами питания, а животноводства – высококачественными кормами. 2016 год стал рекордным по валовому урожаю зерновых (120 млн. т) и впервые – по рекордному сбору зернобобовых культур – вместе с соей около 6 млн. тонн. Соя – это бобовая культура не только по ботанической, но и биологической классификации.

Несмотря на невысокое процентное содержание белка в зерне, основными его поставщиками по-прежнему являются зерновые культуры. В общем сборе белка, который составил в 2016 году 17,8 млн. тонн превысив показатели 2007 года в 1,5 раза, по-прежнему основная доля приходится на пшеницу – 8,8 млн. тонн или 50%, что сопоставимо с показателями 2007 года. Вместе с тем, за 10 лет в структуре производства растительного белка произошли значительные изменения, резко возросла доля зерна кукурузы с 3,2 до 7,8% и зернобобовых культур, включая сою, с 4,3 до 9,2%.

Важным источником кормового и пищевого белка являются зернобобовые культуры. По коэффициенту переваримости белок семян гороха, фасоли, вики яровой, кормовых бобов и других зернобобовых культур близок к белку куриного яйца и молока. Исходя из этого, ценность белка пшеницы оценивается в 5 усл. единиц, ячменя – 20, сои – 43. Кроме того, белок зернобобовых культур содержит от 30 до 60% высокоамилозного крахмала, который легко усваивается животным организмом. Всё это позволяет зерну бобовых культур быть полноценным для покрытия энергетических и белковых потребностей человеку и животным.



Белок зернобобовых, в отличие от белка зерновых культур, содержит в 1,5 раза больше незаменимых аминокислот – треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, лизин, триптофан. Зерно бобовых культур – гороха, пелюшки, люпина, вики является источником полноценных белковых добавок в комбикорма, так как ни одна зерновая культура не сбалансирована по протеину и, особенно, лизину. Если в зерне кукурузы, ячменя, овса в 1 кормовой единице содержится соответственно 59,70, 83 г. переваримого протеина (при норме 105-110 г.), то в зерне гороха – 143-170, люпина – 245-322, т.е. в 1,7-5,5 раза выше. Наибольшую ценность в этом отношении представляют соя, горох, вика, а также ценные масличные культуры – подсолнечник и рапс. Особого внимания в плане наращивания производства кормового растительного белка заслуживает традиционная для России культура – горох.

Результаты аналитических материалов показывают, что производство зернобобовых культур и сои стабильно увеличивается, начиная с 2001 года, но наиболее существенный рост наблюдается с 2011 года, когда посевная площадь зернобобовых культур ежегодно увеличивалась на 300 тыс. га, а сои – почти на 400 тыс. га. К 2016 году она составила по зернобобовым 1778 тыс. га, по сое – 2184 тыс. га. Линия тренда площадей посева в течение 2001-2016 гг. стабильно растёт, причём, в 2016 году, впервые, площади посева сои превысили посевную площадь зернобобовых культур на 400 тыс. га. Ежегодный прирост посевной площади по линиям тренда составил у сои 125 тыс. га, у зернобобовых – 68 тыс. га в год, т.е. темпы роста площади посевов сои в два раза выше, чем зернобобовых культур (рис. 1).

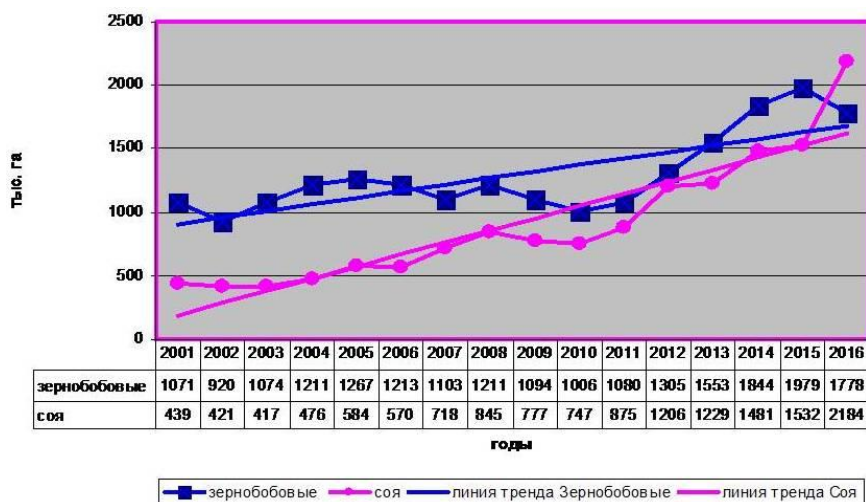


Рис. 1. Посевные площади зернобобовых культур и сои в РФ

Из общей площади посева зернобобовых культур (1778 тыс. га) 556 тыс. га выращивается в Приволжском федеральном округе (32%), 406 тыс. га – в ЦФО (23%), 306 тыс. га (17%) – в Сибирском и 255 тыс. га – в Южном ФО. Из общей площади посева сои 2184 тыс. га более 50% (1224 тыс.га) расположено в Дальневосточном ФО – регионе, традиционно специализирующемся на выращивании сои, 28% (613 тыс. га) – в ЦФО, 181 тыс. га (8%) – в Южном ФО (рис. 2).

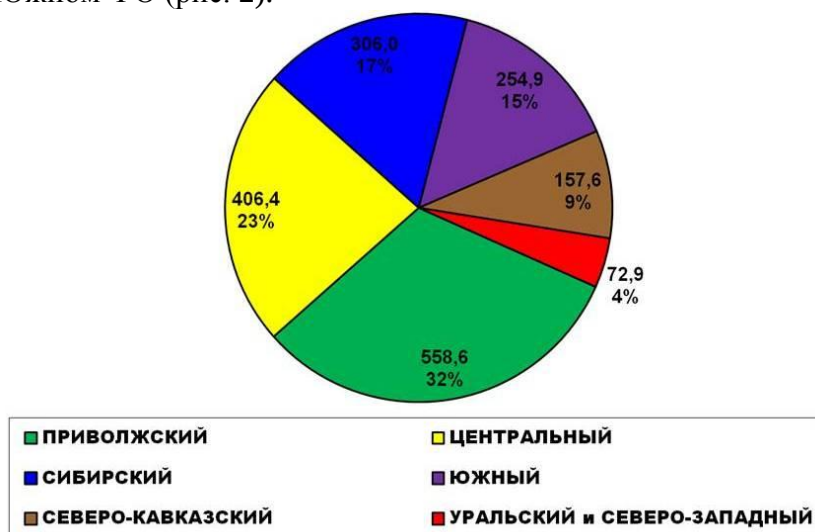


Рис. 2. Размещение зернобобовых культур в РФ (177,6 тыс. га), 2016 г.

В структуре производства зернобобовых культур 74% или 1,7 млн. тонн приходится на зерно гороха, 12% – на нут, 7% – на люпин, 6% – на вику. Крайне незначительно (2%) производство чечевицы, бобов и фасоли. Горох, как основная зернобобовая культура, сосредоточен в Европейской части России (ЦФО, ПФО, СКФО – 750 тыс. га), в Сибирском ФО – 253 тыс. га. В разрезе субъектов РФ по посевам гороха лидируют: Ставропольский край (139 тыс. га), Алтайский край (100 тыс. га), Ростовская область – 82 и Омская область – 75 тыс. га. В производстве зернобобовых культур и сои в РФ наблюдается стабильное увеличение производства гороха и сои, линия тренда остальных зернобобовых культур показывает незначительный, но стабильный рост (рис. 3).



Рис. 3. Производство зернобобовых культур и сои в России

Анализируя урожайность зернобобовых культур, гороха и сои следует отметить, что линия тренда гороха значительно выше, чем сои и других зернобобовых культур – нута,

чечевицы, фасоли, бобов. Эти культуры занимают небольшие площади, но существует перспектива их расширения, особенно учитывая селекционные достижения последних лет.

По данным ФБГУ «Госсорткомиссия» отечественные селекционеры за последние 5 лет создали 119 новых сортов, а зарубежные компании передали только 8. Вопросами селекции и семеноводства, разработкой технологий возделывания зернобобовых и крупяных культур в России занимаются более 30 научных учреждений.

Определенная заслуга принадлежит нашему институту, успешно выполняющему и координирующему программу по селекции зернобобовых культур. Всего в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию на 2017 г. включены 90 сортов селекции института 19 полевых культур, в том числе: гороха – 14, фасоли – 7, вики посевной – 9, гречихи – 16, проса – 11, сои – 5. Большинство новых сортов являются ценными по качеству зерна и превосходят стандарты по содержанию белка в зерне. Источники высокого содержания белка: горох Родник, соя Осмонь, Зуша, фасоль Рубин, чечевица Восточная, вика яровая Кшень, чина Славянка и др.

Новые сорта гороха посевного Родник, Софья по результатам многолетних испытаний превосходят широко известный сорт Фараон по урожайности, содержанию белка, вкусовым качествам крупы, массе 1000 семян. Горох Родник отнесён к ценным по качеству зерна и внесен в Госреестр селекционных достижений РФ по Центральному и Северо-Кавказскому регионам. Эти сорта хорошо зарекомендовали себя и в Крыму, в чем мы убедились на Дне поля НИИСХ Крыма в этом году. Семена сорта Родник соответствуют международным требованиям к продовольственному зерну гороха.

Содержание белка в зерне и его качество зависят от двух факторов: условий выращивания и особенностей генотипа. По степени влияния на уровень содержания белка эти факторы можно расположить в следующей последовательности: климат, технология выращивания, тип почвы, генотипические особенности сорта. Технологиям принадлежит ведущее место в создании и обеспечении оптимальных условий для полной реализации их генетического потенциала. Чем более полно технология возделывания будет соответствовать требованиям и особенностям культуры и новых сортов, тем в большей мере реализуется их продуктивность. Опыт передовых хозяйств, научных учреждений и сортоиспытательных участков свидетельствует о возможности получения высоких и устойчивых урожаев зернобобовых.

В институте проводится не только детальное изучение влияния агротехнических приемов на различные сорта и морфотипы гороха, но создана целая серия сортов различных генотипов и фенотипов. В отличие от зарубежных селекционных фирм широко используется весь генофонд культуры, создаются сорта с новыми признаками и свойствами (Батрак, Спартак). Однако на современном этапе селекция культуры должна быть направлена не только на увеличение урожайности, адаптивности, но и на повышение содержания протеина, незаменимых аминокислот, снижение количества антипитательных веществ, при сохранении высоких технологических и продовольственных показателей. Практическая реализация этого направления базируется на тесной интеграции достижений фундаментальной биологии и биотехнологии с традиционными технологиями селекционного процесса.

Белок гороха отличается высоким качеством и, в отличие от белка сои, содержит меньше антипитательных веществ – лектинов и ингибиторов протеиназ. Он состоит из нескольких фракций: содержание альбуминов составляет 20-25%, глобулинов - 55-65%. Фракции белков гороха различаются по аминокислотному составу, в том числе по составу серосодержащих аминокислот метионина и цистеина, востребованность и цена на международном рынке растёт. Генетическое разнообразие рода *Pisum* L. позволяет вести селекцию гороха как на высокое содержание, так и на качество запасных белков, что свидетельствует о необходимости вести глубокую переработку зерна на основе получения изолятов белка, крахмала, клетчатки из семядолей и диетических волокон из оболочек семени. Изоляты белков зерна гороха являются самым ценным продуктом переработки. Проведены эксперименты по получению гелей белковых изолятов гороха с использованием

термической обработки. Изоляты белка гороха, подвергнутые действию высокой температуры в присутствии хлорида натрия, приобретали более высокую вязкость и увеличивались в объеме, улучшались их вкусовые качества.

Продолжается селекция сои на улучшение технологических свойств и пищевую ценность зерна для переработки в биологически полноценные пищевые продукты. Современные сорта сои селекции института, выращенные в «северном» ареале культуры, имеют показатели качества продукции соответствующие требованиям перерабатывающих предприятий. Так, новый раннеспелый ветвистый сорт сои **Мезенка** содержит сырого протеина в зерне до 42%, жира – до 21,5%. Отзывчив на нитрагинизацию, отличается дружным созревaniem. Урожайность в 2016 г. составила 3,2 т/га. Однако многие вопросы переработки зерна сои требуют оперативного решения и научной проработки.

Что касается второго направления исследований – селекции и технологии возделывания крупяных культур то их площади за 16 лет сократились до 1 млн. га по гречихе и до 500 тыс. га по просу. Тем не менее, валовое производство составило в 2016 году 1,2 млн. тонн гречихи и 600 тыс. тонн проса, что вполне удовлетворяет потребности населения в крупе этих культур. При дальнейшем росте урожайности и производства необходимо искать рынки сбыта за рубежом или организовывать глубокую переработку зерна. За счет повышения урожайности производство гречихи и проса, как показывают линии тренда, медленно, но стабильно растут (рис. 4).

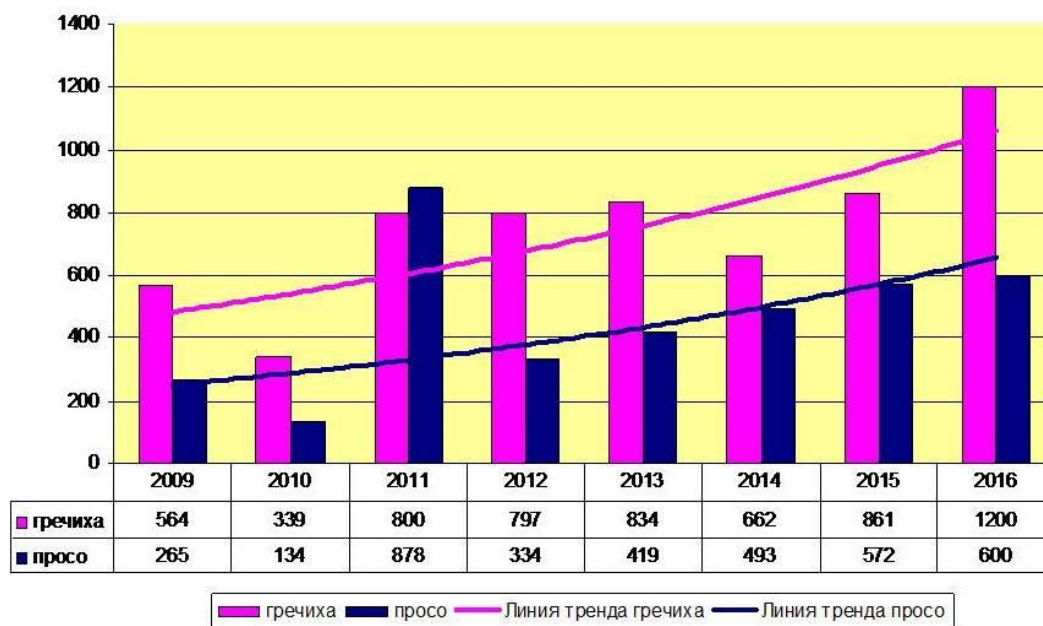


Рис. 4. Производство гречихи и проса в РФ, тыс. тонн

В институте создан целый спектр сортов проса посевного, генетически разнородного и для различного направления использования. В частности сорта Квартет, Спутник обеспечивают получение высококачественной крупы при выращивании в Центральной России и странах западной Европы (Швейцария, Германия) и зафиксирована урожайность зерна около 7 т/га. Сорт **Альба**, первый практически голозерный сорт, не требующий затрат на обрушение и предназначен для птицеводства. Поиск рынков и расширение площади посевов этих культур идёт непрерывно. Есть спрос и на гречиху как экологически чистую продукцию в Швейцарии, Финляндии, Китае, где наши сорта проходят испытание и весьма успешно. Из 16 сортов гречихи, 5 сортов селекции института оказались самыми продуктивными с урожайностью от 18 до 27 ц/га. Сорта европейской селекции уступали по урожайности, а в отдельные годы вообще не созревали и убирались на кормовые цели. Современные сорта гречихи обеспечивают общий выход крупы более 70%, ядрицы – более 60% и содержание белка 14,5-16%.

Традиционная селекция гречихи направлена на повышение урожайности и качества зерна, обеспечивающего наибольший выход крупы-ядрицы при переработке. Диверсификация использования зерна гречихи для нужд глубокой переработки предъявляет свои требования к селекционной работе. Она может проводиться в направлении создания сортов с высоким содержанием белка, энзимрезистентного крахмала, ненасыщенных жирных кислот, рутина и других биологически активных веществ, пригодных для промышленной переработки. Разработка методов получения белковых изолятов гречихи связана с необходимостью создания сортов гречихи с высоким содержанием белка. Запасные белки гречихи содержат альбумины, глобулины и проламины. Низкое содержание (6%) проламинов позволяет использовать изделия из гречихи в качестве диетических продуктов при глютенной энтеропатии. Основными продуктами глубокой переработки зерна гречихи могут служить изоляты белка, крахмал, высококачественный жир, клетчатка и диетические волокна. Изоляты белков зерна гречихи являются самым ценным продуктом переработки. Изолированные белки содержали 74,2-81,4% сырого протеина в пересчете на абсолютно сухое вещество. Наибольшее содержание сырого протеина (81,4%) отмечено в изолированных белках сорта Дикуль. Исследуемые сорта гречихи характеризовались низким (2,5%) содержанием жира в муке, а в изолированных белках гречихи возрастало в зависимости от сорта до 5,4-7,8% у сорта Темп.

Исследования по глубокой переработке плодов гречихи в настоящее время только начинают набирать темп, появились первые публикации не только по разработке технологии получения изолированных белков гречихи, но и для последующего извлечения из них ценных аминокислот и витаминов.

В заключение, на данном этапе развития растениеводства считаем актуальным и научно обоснованным следующее:

- долю зернобобовых и крупяных культур необходимо увеличить в структуре посевных площадей до 15%, в том числе посеvy сои – до 8%;
- для организации устойчивого развития растениеводства важно правильно разместить зернобобовые, включая сою и крупяные культуры по основным природно-климатическим зонам РФ;
- определить их оптимальное соотношение с учетом рыночной потребности и производственной рентабельности;
- создать эффективную систему семеноводства новых сортов зернобобовых и крупяных культур, которые в последние годы пользуются большим спросом и высокой ценой;
- вести научные исследования и создавать базу для роста продуктов глубокой переработки зерна не только зернобобовых и крупяных культур, но других зерновых культур, что позволит закрыть их потребности в стране и увеличить экспортные возможности отрасли растениеводства и перерабатывающей промышленности.

LEGUMINOUS AND GROATS CROPS IS AN ACTUAL DIRECTION OF IMPROVEMENT OF QUALITY OF PRODUCTION

V.I. Zotikov, Corresponding Member of RAS, Director
FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

КОЛЛЕКЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ЗЕРНОБОБОВЫХ ВИР КАК НЕОТЪЕМЛЕМАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ОСНОВЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И БИОРЕСУРСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

М.А. ВИШНЯКОВА, доктор биологических наук
ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ
ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА»

Обсуждается значение коллекции зернобобовых ВИР для обеспечения продовольственной, экологической и биоресурсной безопасности. В сохраняемом в коллекции ВИР мировом генофонде зернобобовых имеется исходный материал для получения сортов всех направлений использования в соответствии с требованиями времени, что в значительной степени способствует обеспечению продовольственной, экологической и биоресурсной безопасности страны.

Ключевые слова: коллекция, генетические ресурсы зернобобовых, разнообразие, селекция, направления использования, исходный материал для специализированных сортов, безопасность

Коллекция генетических ресурсов зернобобовых ВИР имеет более чем вековую историю и представляет собой репрезентативную выборку мирового генофонда тех культур этой группы, которые пригодны для промышленного производства в почвенно-климатических условиях Российской Федерации. На современном этапе коллекция содержит 46 555 образцов разного географического происхождения (более 100 стран мира), различных по направлениям использования, агроклиматической приуроченности, ботанической и эколого-географической принадлежности, агрономическим характеристикам, биохимическим и технологическим свойствам, способности к азотфиксации, фиторемедиации, перспективам использования в различных отраслях народного хозяйства – в технике, фармакологии и т.д.

Основное назначение коллекции в качестве источника исходного материала для выведения сортов определилось со времени развития отечественной научной селекции. В начале XX века эти работы проводились под руководством Р.Э. Регеля в Бюро по прикладной ботанике, в дальнейшем под руководством Н.И. Вавилова. Планомерные, широкомасштабные и системные пополнение и изучение коллекции, организованные Н.И. Вавиловым, обеспечивали целенаправленное использование собираемого и сохраняемого генофонда для создания сортов, отвечающих требованиям своего времени. Поступательное создание отечественных сортов, введение в сельскохозяйственное производство новых культур и видов, увеличение посевных площадей шли в нашей стране нога в ногу с ростом коллекции ВИР, изменением ее качественного состава (появлением новых видов и культур, ранее не используемых в России), выявлением новых свойств растений и т.п. В качестве примера можно привести следующие цифры. В 1920 году, когда Н.И. Вавилов возглавил Отдел прикладной ботаники и селекции (ОПБиС) в коллекции бобовых на семена (зернобобовых) по данным отчетов ОПБиС было 334 образца. В России в это время в промышленных масштабах возделывали только горох, чечевицу и бобы. В незначительных количествах выращивали виковые смеси и люпин – на зеленое удобрение; высевали чину в степных районах, фасоль на огородах, ограниченно сою на Дальнем Востоке и там же, а также в Туркестане и на Кавказе – ограниченно нут и маш [1]. При этом крестьянские угодья были засеяны преимущественно хаотическими смесями ботанических форм.

В результате активной мобилизации материала уже в 1927 году коллекция зернобобовых составляла 15634 образца, а к 1940 году – 23792 и включала 15 культур. Соответственно, на полях страны в 1940 г. возделывали уже 77 районированных сортов

девяяти зернобобовых культур: гороха, бобов, чечевицы, вики, нута, люпина, сои, чины, фасоли на общей площади 7,6 млн. га [2]. Существенную роль в этом сыграла организованная при ВИРе по инициативе Н.И. Вавилова Госсортосеть. В наши дни, когда коллекция по сравнению с 1940 г. увеличилась вдвое, на полях страны производится около 500 сортов 22-х зернобобовых культур [3].

Однако, задачи, стоящие перед селекцией в наши дни, усложнились. Возрастающие потребности населения, новые технологии переработки, новые вызовы времени (изменение климата, урбанизация, загрязнение окружающей среды и т.п.) постоянно поднимают планку требований к создаваемым сортам, и требования эти останутся и на перспективу.

Наряду с продуктивными и адаптированными к условиям конкретных регионов необходимо создавать сорта, обеспечивающие функциональную ценность получаемых из них продуктов питания и/или кормов, максимально реализующие свой симбиотический потенциал, выполняющие средоулучшающую функцию, пригодные для употребления в качестве профилактических и диетических продуктов, то есть, в целом способствующих повышению качества жизни. Диверсификация использования генофонда, основанная, в том числе, на раскрытии его ранее не ведомых свойств – давно стала насущным требованием времени.

До сих пор в селекции для получения сортов разных направлений использования и, тем более, в селекции в пределах одного направления используют традиционные, хорошо зарекомендовавшие себя в том или ином регионе сорта, часто называемые универсальными. К примеру, в селекции сои для получения масла, белковых текстуратов, соевого молока до сих пор, зачастую, используют любые высокопродуктивные сорта. Между тем, давно уже очевидно, что сорта целевого направления требуют исходного материала со специфическими именно для поставленной цели свойствами. Этому способствует широкая изменчивость признаков, выявленная в генофонде. Однако жизнь показывает, что спектр признаков культур очень широк и многолетнее изучение коллекции ВИР выявило его лишь частично. Тем не менее, накопленный багаж знаний о сохраняемом в коллекции ВИР генофонде, позволяет рекомендовать его использование более целенаправленно и эффективно.

К примеру, соя стала незаменимой частью индустрии здорового питания во многих азиатских странах и ее продукты – молоко, тофу, окара, текстураты и др. находят все больше потребителей и в нашей стране. Но для изготовления разных продуктов также нужны специализированные сорта. К примеру, для получения молока и соевых текстуратов–заменителей мяса нужны альтернативные по соотношению фракций запасных белков глицинина (11S) и β -конглицинина (7S) сорта. В связи с этим конструктивным путем поиска исходного материала может быть массовый скрининг по их выявлению. Производству молока должны удовлетворять сорта, содержащие больше конглицинина, поскольку он обладает эмульгирующими свойствами. Сорта с большей пропорцией глицинина в семенах сои, в свою очередь, должны быть пригодными для производства текстуратов белка. Известен значительный полиморфизм сортов сои по содержанию белков этих фракций [4, 5]. Сделано заключение о возможности селекции на преобладание той или иной фракции и даже ее субъединиц без снижения общего количества белка в зерне. Эти данные могут быть полезны и для определения тактики кормопроизводства, так как сорта, содержащие больше конглицинина, более удовлетворяют требованиям откорма свиней, в то время как крупному рогатому скоту более необходимы глицининовые фракции [6].

В наши дни уже ни у кого не вызывают сомнения данные о благотворном влиянии на здоровье и долголетие рациона с низким содержанием животных белков, и в выстраиваемой диетологами новой системе сбалансированного питания зернобобовые как «чемпионы» по содержанию белка должны занять заметное место. Но это вызовет к жизни и некие сдвиги в требованиях к употребляемым в пищу сортам. В них должно быть не только повышенное содержание белка и мало антипитательных факторов. Они должны быть обогащены основными питательными микроэлементами, такими как витамины и минералы. Этим занимается развиваемое в западных странах новое направление селекции –

биофортификация. Для зернобобовых культур актуальны поиск и создание сортов с повышенным содержанием железа, цинка, селена в семенах, увеличением в них содержания фолиевой и фитиновой кислот и т.п. Особую актуальность это приобретает с развитием нутригеномики, нутригенетики и нутрицевтики – новых наук о здоровье, призванных привести к гармонии питание конкретного человека с его геномом, образом жизни, поведением, желаниями. Говоря строго научным языком, нутригеномика изучает влияние питания человека на экспрессию генов, объектами изучения нутригенетики являются генетические предрасположенности к заболеваниям с учетом генетических вариаций и потреблением питательных веществ, а нутрицевтика (прикладная нутрициология) – занимается продуктами питания, их качеством и их ролью в развитии болезней и в поддержании здоровья.

Со стороны селекции – это должно выразиться в создании еще более специализированных сортов, основанных на полиморфизме исходного материала зернобобовых. Однако имеющийся запас данных по оценке коллекции на сегодняшний день не отвечает требованиям селекции для нужд нутрицевтики. Возможно, это задачи будут решать уже будущие поколения специалистов по генетическим ресурсам растений и селекционеров.

Диверсификацию продуктов, получаемых из зернобобовых культур, расширение сортимента этих продуктов также можно назвать важным приоритетом для формирования здорового рациона питания. Наряду с традиционным для России применением бобов, гороха, фасоли в качестве супов, каш и гарниров, их можно использовать в бесконечном множестве кулинарных комбинаций, включая десерты. Это также диктует необходимость знания и использования дифференциации генофонда.

Качество нашей пищи во многом определяется питательной ценностью и экологической чистотой кормов. В коллекции зернобобовых ВИР не менее 70% составляют образцы кормового использования: пелюшка, виды вики, чины, люпина. Многие элементы стратегии поиска и создания исходного материала для селекции сортов кормового использования те же, что и при поиске исходного материала для продовольственных сортов. Кормовые сорта также должны быть дифференцированы (зеленоукошные, силосные, сенные, зернофуражные, для изготовления сеной муки и т.д.), с высоким качеством зерна и зеленой массы, адресными в экологическом и климатическом отношении, созревающими в разные сроки для формирования «конвейера» свежей продукции, способными противостоять различным стрессорам и т.п. К тому же, нужно учитывать создаваемые селекционерами новации, которые заставляют корректировать традиционные подходы. К примеру, появилась зерновая пелюшка, созданная во ВНИИЗБК; во ВНИИ кормов созданы специализированные сорта вики зернофуражного типа; все более активизируется фитоценотическая селекция. Все это предполагает поиск соответствующего исходного материала в коллекции ВИР.

Общеизвестна средообразующая роль зернобобовых, способствующая экологичности окружающей среды, обусловленная их способностью положительно влиять на водный, воздушный, питательный режимы почвы, ее физические свойства и фитосанитарное состояние. Зернобобовые, как известно, необходимый компонент агросистем, ключевой компонент севооборотов из-за способности к азотфиксации. Это, наряду с экономичностью их посевов способствует здоровой экологической обстановке. В последние годы доказана возможность использования зернобобовых в качестве фиторемидиантов. В частности, на горохе показано, что в коллекции ВИР имеются контрастные по устойчивости к загрязненным тяжелыми металлами (кадмием) или кислым почвам (к подвижным к ионам алюминия) генотипы. В случае низкой аккумуляции этих поллютантов в тканях растения можно использовать их для производства кормов при выращивании на таких почвах или при способности накапливать поллютанты в зеленой массе в большом количестве на этих же почвах они могут служить в качестве фиторемидиантов [7, 8].

В коллекции зернобобовых ВИР имеется целый ряд культур с биоресурсным потенциалом. Самая известная в этом плане культура – соя, которая может быть источником

биодизеля. В США от 30% до 50% производимой сои идет на эти цели. По-видимому, для оптимизации его получения тоже нужны специализированные сорта с повышенным содержанием масла и его определенным жирнокислотным составом. Необходимы специальные исследования для изучения биоресурсного потенциала видов люпина, которые также могут быть источником масел, спирта, волокна. Горох с высоким содержанием крахмала (45-61%) может быть источником биоэтанола. Из сортов гороха, содержащих большое количество амилозы, получают более высокий выход спирта, поэтому положено начало поиску высокоамилозных образцов гороха в коллекции.

Постоянно осуществляемой работой с коллекцией является привлечение нового материала из дикой флоры, популяризация и введение в селекционный процесс недооцененных, забытых и новых перспективных культур.

Коллекция ВИР, играя безоговорочно важную роль в селекции не только в Российской Федерации, но и за рубежом, представляет неоценимый ресурс для науки. Это не только материал для изучения разнообразия мировых генетических ресурсов, их распространения и использования. Она позволяет понять эволюцию культурных растений, процессы доместикиции и историю селекции. Она содержит материал, по которому можно отследить историю интродукции тех или иных культур в разные регионы нашей страны. Она позволяет осуществлять мониторинг генетической эрозии и, напротив, появления новых аллелей генов. Коллекция – это материал для прикладных и фундаментальных исследований, для осуществления анализа использования генофонда и для прогнозирования его новых применений в различных отраслях народного хозяйства. Все это дает основание считать коллекцию генетических ресурсов растений ВИР объектом важного государственного значения и неотъемлемой составляющей основы продовольственной, экологической и биоресурсной безопасности.

Литература

1. Танфильев Г.И. Очерк географии и истории главнейших культурных растений. Одесса, 1923. - 192 с.
2. Сортное районирование зерновых культур, подсолнечника, сои, люцерны и клевера на 1940 год // Государственная комиссия по сортоиспытанию зерновых культур при НКЗ СССР. ОГИЗ. Сельхозгиз. 1940.- 120 с.
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – М. 2017.- 486 с.
4. Yoko S., Watanabe T. Differences in functional properties of 7S and 11S soybean proteins // Journal of Texture Studies. 2007. V. 9. – P. 135-157
5. Li J., Matsumoto S., Nakamura A., et al. Characterization and functional properties of sub-fractions of soluble soybean // BiosciBiotechnolBiochem. 2009. V. 73. – P. 2568-75.
6. Yaklich R. W. β -conglycinin and glycinin in high-protein soybean seeds. J. Agric. Food. Chem. 2001. V. 49:729-735.
7. Белимов А.А. и др. Использование симбиозов бобовых растений с микроорганизмами для фиторемедиации загрязненных тяжелыми металлами почв: возможности и проблемы // Матер. III междунар. конф. «Современные проблемы загрязнения почв». – М, МГУ. 2010. – С. 496-500.
8. Belimov A.A., Puhalsky I.V., Safronova V.I. et al. Role of plant genotype and soil conditions in symbiotic plant-microbe interactions for adaptation of plants to cadmium-polluted soils. Water, Air, & Soil Pollution. 2015. T. 226. – С. 1-15.

VIR COLLECTION OF GENETIC RESOURCES OF GRAIN LEGUMES AS AN INCORPORATIVE PART OF FOOD, ECOLOGICAL AND BIO-RESOURCE SAFETY

M.A.Vishnyakova

FGBNU «THE ALL-RUSSIAN VAVILOV'S INSTITUTE OF PLANT GENETIC RESOURCES»

Abstract: *The significance of grain legume collection of VIR for ensuring food, ecological and bioresource safety is discussed. The world gene pool of grain legumes preserved in the collection has a diverse source material for obtaining varieties of all uses in accordance with the requirements of the time, which contributes to a significant extent to ensuring food, environmental and bioresource security of the country.*

Keywords: collection, genetic resources of grain legumes plants, varieties, breeding, directions of use, source material for specialized varieties, safety.

СОДЕРЖАНИЕ И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МАСЛА В СЕМЕНАХ КРАХМАЛ-МОДИФИЦИРУЮЩИХ МУТАНТОВ ГОРОХА

А.А. ВАСИЛЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук
С.М. ТЫМЧУК*, **В.В. ПОЗДНЯКОВ**, кандидаты биологических наук
О.Г. СУПРУН, **О.В. АНЦИФЕРОВА**,
И.М. БЕЗУГЛЫЙ, кандидат сельскохозяйственных наук
ИНСТИТУТ РАСТЕНИЕВОДСТВА ИМ.В.Я.ЮРЬЕВА НААН УКРАИНЫ
E-mail: yuriev1908@gmail.com
*ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ УКРАИНЫ
E-mail: eau@online.kharkov.ua

В статье представлены результаты исследований по определению содержания и жирнокислотного состава масла семян у образцов гороха – носителей мутаций r и rb . Установлено, что практически вся выборка образцов с морщинистыми семенами состояла из носителей мутации r . Крахмальные зерна у них по морфотипу были сложными, а содержание амилозы в крахмале составило 61–67%. Только у одного образца с мозговым типом семян крахмальные гранулы были простыми, а содержание крахмала не превышало 28%, что позволяет идентифицировать его как носителя мутации rb . Показано, что у образцов гороха – носителей мутаций r и, особенно, rb более высокое содержание масла и более низкое содержание в нем линолената, чем у гладкосемянных сортов. Этот эффект у мутантов r , как правило, сопровождался повышенным содержанием пальмитата, а у мутанта rb – стеарата и олеата. Также установлено, что и содержание и жирнокислотный состав масла в семенах гороха достаточно широко варьируют у различных носителей мутации r . Сделано предположение, что у носителей мутации r содержание масла и глицеридов основных жирных кислот имеет количественную природу и определяется совокупным эффектом локуса R и полигенных комплексов. Представленные направления практического использования естественных крахмал-модифицирующих мутаций гороха могут активизировать создание исходного материала для селекции на содержание и качество масла.

Ключевые слова: горох, крахмал-модифицирующие мутанты, содержание масла.

Горох – одна из наиболее распространенных зернобобовых культур, важнейший источник кормового и пищевого белка, популярная овощная культура, а в настоящий момент эта культура рассматривается и как промышленный источник крахмала [1-4].

Поэтому основными направлениями селекции гороха, кроме создания сортов с высокой потенциальной урожайностью и адаптивностью, является селекция на повышение содержания белка в семенах, оптимизация его аминокислотного состава, снижение активности антипитательных факторов, повышение содержания сахаров в семенах технической спелости, повышение содержания крахмала в семенах и перераспределение его фракционного состава в сторону увеличения доли амилозы или амилопектина [5-9].

Для решения этих задач, как правило, используют биохимический эффект природной мутации гороха r , регулирующей активность крахмал-разветвляющего фермента [10] и мутации rb , регулирующей активность АДФ-глюкозопирофосфорилазы [11]. Обе эти мутации вызывают значительное снижение содержания крахмала в семенах гороха, однако мутация r практически в два раза повышает содержание амилозы в крахмале [12] и вызывает образование сложных крахмальных гранул [13]. Кроме носителей этих мутаций практическую ценность, в качестве исходного материала, могут представлять также носители мутаций гороха $rug-3$, $rug-4$, $rug-5$ и lam , вызывающие существенные изменения углеводного состава семян [14].

Показано, что эти мутации, во всяком случае мутация *r*, вызывает широкий плейотропный эффект по морфологическим и биохимическим признакам [15] и может использоваться как в селекции не только зернового, но и овощного гороха на качество продукции [16–18].

Однако, если селекция на улучшение содержания и качества белка и углеводов проводится в течение уже достаточно длительного времени, то селекционно-генетическое повышение содержания масла в семенах и улучшение его жирнокислотного состава пока не получило широкого распространения. Это связано с недостаточным исследованием систем генетической регуляции содержания и качества масла и ограниченным количеством их источников, которые могли бы быть эффективно использованы в селекционной практике. При этом, используя существующее в данное время генетическое разнообразие гороха, достигнут уровень содержания масла в семенах 7,7%, тогда как у наиболее распространенных гладкосемянных сортов его уровень не превышает 2,0% [19].

Установлено, что носители природных мутаций *r* и *rb* по содержанию масла в семенах превышают гладкосемянные образцы [20]. В то же время, нельзя однозначно утверждать, что более высокое содержание масла у образцов с морщинистыми семенами связано именно с эффектом мутаций *r* и *rb*. Существуют исследования, в которых показано, что у носителей как доминантных так и рецессивных гомозигот в локусах *R* и *Rb* содержание масла варьирует в широких пределах [21]. Поэтому нельзя исключать того, что содержание масла в семенах гороха может регулироваться полигенными комплексами.

По жирнокислотному составу масло семян гороха сходно с соевым, но отличается от него более высоким содержанием глицеридов пальмитиновой, а иногда и олеиновой кислоты и низким содержанием токоферолов в семенах [22]. Вместе с тем, жирнокислотный состав масла гороха весьма изменчив, что создает предпосылки для его генетического улучшения [23, 24]. Наиболее значимым направлением в селекции гороха на улучшение жирнокислотного состава масла является изменение соотношения линолеат – олеат, в сторону увеличения содержания олеата [25, 26].

Необходимым условием для результативной селекции в этом направлении может быть эффективное использование генетического разнообразия культуры, в пределах которого наибольшую практическую ценность имеют носители мутаций *r* и *rb*, отличающиеся по фенотипу крахмальных гранул и вызывающие существенные изменения углеводного состава зерна [27, 28]. Однако эффект этих мутаций по содержанию и жирнокислотному составу масла, изучен недостаточно полно, что сдерживает оценку перспектив использования природных крахмал-модифицирующих мутантов для улучшения содержания и качества масла.

Это и составило предпосылки для проведения наших исследований, целью которых было определение содержания и жирнокислотного состава масла у образцов гороха-носителей мутаций *r* и *rb*.

Материалы и методы

Полевые опыты выполнены в 2011–2012 гг. в соответствии с методикой полевого эксперимента (Доспехов Б.А., 1985) в научном севообороте Института растениеводства им. В.Я. Юрьева, г. Харьков, Украина. Объектами исследования являлись образцы гороха различного эколого-географического происхождения – 15 образцов с морщинистыми семенами и 3 гладкосемянных образца (один – пелюшка), которые не являются носителями генов *r* и *rb* и использовались нами в качестве контроля.

Идентификацию образцов носителей мутаций *r* и *rb* проводили по результатам определения морфотипа крахмальных гранул и содержанию амилозы в крахмале [13, 14]. Морфотипы крахмальных гранул анализировали методом световой микроскопии [29] после фиксации семян в растворе спирта, глицерина и воды в соотношении 1:1:1 с добавкой в качестве антисептика 0,01 М азида натрия в течении 48 часов. По окончании фиксации семена растирали в фарфоровой ступке. Фотофиксацию гранул проводили компьютерной цифровой камерой DMC – 300 на микроскопе «Биолам–15» с объективом $\times 40$.

Определение содержания крахмала в семенах гороха проводили поляриметрическим методом Эверса [30], содержание амилозы – колориметрическим методом В.О. Juliano (1971, содержание масла – гравиметрическим методом С.В. Рушковского [31]. Анализ жирнокислотного состава масла осуществляли газо-хроматографическим методом Пейскера [32]. Статистическую обработку результатов исследований проводили методами вариационного, дисперсионного и многомерного анализов (Лакин Г.Ф., 1973) с использованием пакета статистических прикладных программ «OSGE» (авторы пакета – П.П. Литун, А.А. Белкин, А.И. Белянский).

Результаты и их обсуждение

На первом этапе работы была поставлена задача разделить между собой носители мутаций *r* и *rb*. Так как носители этих мутаций по форме семян и содержанию в них крахмала очень близки [12], то в качестве критерия отличия была принята форма крахмальных гранул и содержание амилозы в крахмале [13, 14].

В результате было установлено, что практически вся выборка сортообразцов с морщинистыми семенами состояла из носителей мутации *r*. Крахмальные зерна у них по морфотипу были сложными, а содержание амилозы в крахмале составило 61-67%. Такие признаки типичны именно для носителей мутации *r* [14]. Только у одного образца с мозговым типом семян крахмальные гранулы были простыми, а содержание крахмала не превышало 28%, что позволяет идентифицировать его как носителя мутации *rb* [14]. Содержание крахмала и амилозы в семенах гороха типичных носителей мутаций *r* и *rb* представлено в таблице 1, а морфотипы крахмальных гранул – на рис. 1.

Таблица 1

Содержание крахмала в семенах и амилозы в крахмале у образцов гороха с различными аллелями природных крахмал-модифицирующих генов (среднее по двухлетним оценкам)

Аллели крахмал-модифицирующих генов	Содержание крахмала в семенах, % к абсолютно сухому веществу	Содержание амилозы в крахмале, %
<i>RRRbRb</i> (контроль)*	49,6	33,9
<i>rrRbRb</i> *	31,7	63,9
<i>RRrbrb</i>	26,9	28,2
НСП _{0,95}	4,4	5,7

Примечание* Среднее по группе образцов различного эколого-географического происхождения.



А – образец Asgrow seed (*r*)



Б – образец Виолена (*rb*)

Рис. 1. Морфотипы крахмальных гранул образцов гороха носителей мутации *r* (А) и *rb* (Б)

Конечно, нельзя исключать того, что образец Виолена может быть носителем не мутации *rb*, а другой мутации, вызывающей морщинистость семян [19], но содержание амилозы в крахмале и форма крахмальных гранул у этого образца типична именно для носителей мутации *rb* [14].

Результаты исследований показали, что носители мутаций *r* и *rb* отличаются как между собой, так и от образцов с округлыми семенами по среднему содержанию масла и составу доминирующих жирных кислот, прежде всего пальмитиновой (C 16:0), стеариновой (C 18:0), олеиновой (C 18:1), линолевой (C 18:2) и линоленовой (C 18:3) (табл. 2).

Таблица 2

Содержание и состав жирных кислот в семенах образцов гороха с различными аллелями природных крахмал-модифицирующих генов (среднее по двухлетним оценкам)

Аллели крахмал-модифицирующих генов	Содержание масла в семенах, %	Содержание глицеридов основных жирных кислот (% к сумме)				
		C 16:0	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3
<i>RRRbRb</i> (контроль)*	2,37	10,70	3,29	27,64	46,07	11,36
<i>rrRbRb</i> *	2,87	12,95	3,33	25,24	47,69	9,52
<i>RRrbrb</i>	4,72	10,55	5,95	43,97	32,05	6,19
HCP _{0,95}	1,00	—	—	—	—	—

Примечание. Среднее по группе образцов различного эколого-географического происхождения*

По средним оценкам установлено, что носители мутаций *r* и *rb* превышают гладкосемянные образцы гороха по содержанию масла в семенах, при этом более высокий уровень признака был свойственен носителю мутации *rb*. Несмотря на то, что носители данной мутации были представлены в проанализированной выборке только одним образцом, полученные результаты подтверждают выводы других авторов [12, 26]. Поэтому есть основания считать носителей мутации *rb* наиболее ценным исходным материалом для практической селекции на повышенное содержание масла в семенах. Но еще более высокое содержание масла, по сравнению с носителями моногенной мутации *rb*, может обеспечить комбинация гена *rb* с мутантным геном *r* [12, 26].

Жирнокислотный состав масла у носители мутаций *r*, *rb* и гладкосемянных образцов существенно различался. По оценкам средних групповых, самое высокое содержание пальмитата отмечено у носителей мутации *r*, а стеарата и олеата – у носителей мутации *rb*. Обе эти мутации, особенно *rb*, существенно снижали содержание в глицеридах линолевой кислоты, превосходящей по скорости перекисного окисления и насыщенные и олеиновую кислоты [33]. Это дает основания считать, что носителей мутации *r*, и, особенно *rb*, обеспечивают образование масел более качественных, чем масла семян округлого типа. Поэтому в проанализированной выборке образец Виолена, который был носителем мутации *rb*, можно признать лучшим источником не только высокого содержания масла, но и его улучшенного качества.

В процессе работы было установлено, что признак «содержание и жирнокислотный состав масла» у различных носителей крахмал-модифицирующей мутаций *r*, является количественным и достаточно широко варьирует (табл. 3).

Повышенным содержанием масла отличались образцы Asgrow seed и Hurst green shaft, пальмитата – Daisy rogne, Asgrow seed и Frio, стеарата и олеата – Dans panatenuns, линолеата – Vega, а наименьшее содержание глицеридов линоленовой кислоты было зафиксировано у образца Dans panatenuns.

Наиболее изменчивым признаком оказалось содержание глицеридов олеиновой, линолевой и линоленовых кислот, то есть именно тех кислот, которые, в основном, и определяют качество масла.

Таблица 3

Содержание и жирнокислотный состав масла в семенах образцов гороха-носителей мутации *r* (среднее по двухлетним оценкам)

Образец	Содержание масла в семенах, %	Содержание глицеридов основных жирных кислот (% к сумме)				
		C 16:0	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3
Dans panatenuns	2,71	12,50	4,02	37,71	37,07	7,60
Sugar snap	2,96	11,82	3,12	21,74	51,40	10,61
Tristar	2,51	13,69	3,38	23,70	47,86	10,04
Стригунок	2,64	12,64	3,87	29,43	44,19	8,96
Bera	2,81	12,19	2,93	22,89	52,07	8,86
Green shaft	2,99	11,71	3,51	27,95	47,44	8,29
Daisy rogne	2,73	14,42	3,13	19,36	51,09	10,28
Frio	2,90	14,18	3,18	21,00	49,98	10,24
Hurst green shaft	3,16	12,09	2,97	24,64	49,56	9,71
Asgrow seed	3,25	14,28	3,35	20,56	49,82	10,16
Адагумский	2,77	12,95	3,13	28,62	44,07	10,02
HCP _{0,95}	0,45	1,21	0,44	3,96	3,21	1,04
CV, %	7,8	7,9	10,6	34,5	28,1	34,9

Однако следует учитывать, что проанализированная выборка образцов гороха – носителей мутации *r*, была крайне ограничена по объему и при скрининге более широкого генетического разнообразия культуры, есть основания предполагать более высокую результативность выделения источников с повышенным содержанием и улучшенным качеством масла.

Поэтому, первое направление селекции гороха на основе естественных крахмал-модифицирующих мутаций состоит в создании исходного материала и расширении генетического разнообразия носителей мутации *r* и выделении в этих пределах наилучших источников по признакам содержания и качества масла.

Второе направление работы с генетическими ресурсами гороха состоит в идентификации более широкого спектра источников мутации *rb*, которая, как показывают полученные результаты, имеет преимущества перед мутацией *r*.

Третьим направлением практического использования крахмал-модифицирующих мутаций гороха, можно считать получение носителей комбинаций мутантных генов *r* и *rb*, которые превышают по качеству масла носителей моногенных мутаций [12, 26].

И, наконец, четвертое направление состоит в вовлечении источников моногенных мутаций *r* и *rb* в скрещивания с гладкосемянными сортами и расширения на этой основе генетического разнообразия исходного материала.

Представленные направления практического использования естественных крахмал-модифицирующих мутаций гороха могут активизировать создание исходного материала для селекции на содержание и качество масла.

Таким образом, образцы гороха – носители мутации *r* и, особенно, *rb* отличаются повышенным содержанием масла в семенах и сниженным содержанием в нем линолената в сравнении с округлосемянными образцами. Этот эффект у носителей мутации *r*, как правило, сопровождается повышенным содержанием пальмитата, а у мутанта *rb* – стеарата и олеата. Содержание и жирнокислотный состав масла у гороха имеют количественную природу, достаточно широко варьируют у различных носителей мутации *r* и определяются совокупным эффектом локуса *R* и полигенными комплексами.

Литература

1. Redden B., Leonforte T., Ford R. et al. Pea (*Pisum sativum* L.). Genetic resources, chromosome engineering and crop improvement // R.J. Singh, P.P. Jauhar Eds. – V.1. Grain legumes – Fargo, ND: CRC Press, 2005. – P. 49–84.
2. Duranti M. Review. Grain legumes proteins and nutraceutical properties // Fitoterapia. – 2006. – V.77. – P.67–82.

3. Kaloo G. Pea, *Pisum sativum* L. // Genetic improvement of vegetable crops / G. Kaloo, B.O. Bergh Eds. – Oxford: Pergamon Press, 1993. – P. 409-425.
4. Ratnayake W.S., Hoover R., Warkentin T. Pea starch: composition, structure and properties / *Starch*. – 2002. – V.54. – P.217 – 234.
5. Burstin J., Gallardo K., Mir R.R et al. Improving protein content and nutritional quality/ *Biology and breeding of food legumes* // A. Pratar, J. Kumar Eds. – Wallingford: CAB Int., 2011. – P. 314-328.
6. Witten S., Buhm H., Aulrich K. Effect of variety and environment on the contents of crude nutrients, lysine, methionine and cysteine in organically produced field peas (*Pisum sativum* L.) and field beans (*Vicia faba* L.) // *Appl. Agric. Forestry Res.* – 2015. – № 3/4. – P. 205–216.
7. Casey R. Domoney C., Smith A.M. Biochemistry and molecular biology of seed products // *Peas: genetics, molecular biology and biotechnology* / R. Casey, D.R. Davies Eds. – Cambridge: CAB Int., 1993. – P. 121–164.
8. Sultana R. Yield attributes and sugar content in vegetable pea (*Pisum sativum* L.): a thesis submitted for the degree master of science. – Azipur, Bangladesh: Rahman Agricult. Univer., 1997. – 98 p.
9. Carbohydrates in grain legume seeds: Improving nutritional quality and agronomic characteristics / C.L. Hedley Ed. – Wallingford, UK: CAB Int. Publ., 2001 – 322 p.
10. Bhattacharya M. K., Smith A. M., Ellis T. H. N., Hedley C. L., Martin C. R. The wrinkle-seed character of pea described by Mendel is caused by a transposon – like insertion in a gene encoding starch-branching enzyme // *Cell*. – 1990. – V.60. –P. 115–122.
11. Hylton C., Smith A.M. The *rb* mutation of peas causes structural and regulatory changes in ADP glucose pyrophosphorylase from developing embryos // *Plant Physiol.* – 1992. – V.99. – P. 1626–1634.
12. Wang T.L. Hedley C.L. Genetic and developmental analysis of the seed // *Peas: genetics, molecular biology and biotechnology* / R. Casey, D.R. Davies Eds. – Cambridge: CAB Int., 1993. – P.83 - 120.
13. Wang T.L., Bogracheva T. Y., Hedley C. L. Starch: as simple as A, B, C? // *J.Exp.Bot.* – 1998. – V.49. – P. 481 – 502.
14. Hedley C.L., Bogracheva T.Ya., Lloyd J.R., Wang T.L. Manipulation of starch composition and quality in pea seeds // *Agri-food quality: an intrerdisciplinary approach* / G.R. Fenwick, C.L. Hedley, R.C. Richards, S. Khorkar Eds. – Cambridge :Royal Soc. Chem., 1996. – P.138–148.
15. Wang T.L., Hedley C.L. Seed development in peas: knowing your three 'r's' (or four, or five) // *Seed Sci.Res.* – 1991. –V.1. – P. 3–14.
16. Gritton E.T. Pea breeding // *Breeding vegetable crops* / M.J. Basset Ed. – Westport, CT: AVI Publ. Co. – 1986. – P. 283–319.
17. Lloyd J.R., Wang T.L., Hedley C.L. An analysis of seed development in *Pisum sativum* L. XIX. Effect of mutant alleles at the *r* and *rb* loci on starch grain size and on the content and composition of starch in developing pea seeds // *J.Exp.Bot.* – 1996. – V.47. – P.171–180.
18. Bastianelly D., Grosjean F., Peyronnet C., Duparque M., Régnier J.M. Feeding value of pea (*Pisum sativum*, L.). 1. Chemical composition of different categories of pea/ // *Animal Sci.* – 1998. – V.67. – P.609 –619.
19. Wang T.L., Hadavizideh A., Harwood A., Welham T.J., Harwood W.A., Faulks R., Hedley C.L. An analysis of seed development in *Pisum sativum*. XIII. The chemical induction of storage product mutants // *Plant Breeding*. – 1990. – V.105. – P. 311–320.
20. Jones D.A., A.E.Arthur, H.M.Adams [et al.]An analysis of seed development in *Pisum sativum* L. IX. Genetic analysis of lipid content // *Plant Breeding*. – 1990. – V.104. – P.144–151.
21. Khodapanahi E., Lefsrud M., Orsat V., Singh J., Warkentin T.D. Study of pea accessions for development of an oilseed pea // *Energies*. – 2012. –v.5. – P.3788 – 3802.
22. Grela E.R., Günter K.D. Fatty acid composition and tocopherol content of some legume seeds / E.R.Grela, K.D.Gunter // *Animal Feed Sci. Technol.* – 1995. – V.52. – P.325 – 331.
23. Murcia M.A., Rincon F. Fatty acid composition of pea (*Pisum sativum*) L., var. *Citrina*) during growth // *Grasas y Aceites*. – 1991. – V.42. – P.444 -449.
24. Kalia R. Correlation of lipid content and phenotypic markers of Canadian field peas (*Pisum sativum*): a thesis submitted for the degree master of science. – Quebec : McGill Univ., 2016. – 123 p.
25. Coxon D.T., Wright D.J. Analysis of pea lipid content by gas chromatographic and microgravimetric methods. Genotype variation in lipid content and fatty acid composition // *J.Sci.Food Agr.* – 1985. – V.36. – P.847–856.
26. Jones D.A. Barber L.M., Hedley C.L. What is the potential for improving the quality of oil in dried peas? // *Agri-food quality: an intrerdisciplinary approach* / G.R. Fenwick, C.L. Hedley, R.C. Richards, S. Khorkar Eds. – Cambridge: Royal Soc. Chem., 1996. – P.162–165.
27. M. D. Perez, S. J. Chambers, J. R. Bacon [et al] Seed protein content and composition of near-isogenic and induced mutant pea lines // *Seed Sci Rev.* – 1993. – V.3. – P.187 -204.
28. Bligh H.F.J. Genetic Manipulation of Starch Biosynthesis: Progress and Potential // *Biotechnol.Genet.Engineer. Rev.* – 1999. – V.16. – P.177 – 202.
29. Большой практикум по физиологии растений. Минеральное питание. Физиология клетки. Рост и развитие. / Под ред. Б.А. Рубина. – М: Высшая школа, 1978. – 408 с.
30. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. – Л. Агропромиздат, 1987. – 430 с..

31. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. – М: Колос, 1976. – 255 с.
32. Прохорова М. И. Методы биохимических исследований. – Л.: Химия. – 1982. – 272 с.
33. Scrimgeour C. Chemistry of fatty acids // Bailey's industrial oil and fat products / F.Shahidi Ed., 6th ed., V.1. Hoboken, New Jersey: Wiley. – Intersci. Publ, 2005. – P. 1–43.

CONTENT AND FATTY ACID COMPOSITION OF OIL IN THE SEEDS OF PEA STARCH-MODIFYING MUTANTS

A.A. Vasylenko, S.M. Tymchuk*, V.V. Pozdnyakov, O.G. Suprun, O.V. Antsiferova,
I.M. Bezuglyi

PLANT PRODUCTION INSTITUTE ND.A.V.YA.YURYEV NAAS OF UKRAINE

E-mail: yuriev1908@gmail.com

* ENGINEERING ACADEMY OF UKRAINE

E-mail: eau@online.kharkov.ua

Abstract: The paper presents the study results on the fatty acid content and composition of oil in seeds in pea accessions – carriers of *r* and *rb* mutations. It was established that almost the entire sample of wrinkled varieties were *r* mutation carriers. Their starch granules had a complex morphotype, and the amylase content in starch was 61–67%. Only one accession with wrinkled seeds had simple starch granules, and the starch content did not exceed 28%, which makes it possible to identify it as a *rb* mutation carrier. It was shown that pea accessions - *r* and especially *rb* mutation carriers contained more oil and were characterized by a lower content of linolenate in it than that of smooth varieties. This effect in *r* mutants was generally associated with an elevated palmitate content, and in *rb* mutants – with elevated stearate and oleate contents. It was also found that both the content and the fatty acid composition of oil in pea seeds varied widely across different carriers of *r* mutation. It was assumed that in *r* mutation carriers the oil content and essential fatty acid glyceride content were of quantitative nature and determined by the cumulative effect of the *R* locus and polygenic complexes. The presented trends in practical use of natural starch-modifying mutations in pea can activate the creation of starting material for breeding for oil content and quality.

Keywords: pea, starch-modifying mutations, oil content, fatty acid composition of oil.

УДК 658.562:633.358:631.52

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СОРТООБРАЗЦОВ ГОРОХА НА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОМ ЭТАПЕ СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА

И.А. ПШЕНИЧНАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук,

И.А. ФИЛАТОВА, Е.П. БЕЛЯЕВА, О.Н. ИСТОМИНА

ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА»

E-mail: niishlc@mail.ru

Изучение различных образцов гороха в условиях Каменной Степи Воронежской области позволило выявить наиболее перспективные из них, способные давать зерно с высоким содержанием белка, сахаров и крахмала.

Ключевые слова: образец, горох, содержание, белок, сахара, крахмал.

Горох является основной и наиболее распространенной зернобобовой культурой, отличной парозанимающей культурой и хорошим предшественником для яровых зерновых и технических культур. Наряду с накоплением в почве большого количества азота, горох улучшает условия фосфорно-калийного питания последующих культур, так как корневая система его обладает способностью извлекать из почвы и накапливать недоступные для других растений питательные вещества [1]. Зерно гороха широко используется для животноводства и как пищевой продукт. Из гороха готовят много питательных и

разнообразных блюд, а гороховая мука, введенная в рационы животных, намного улучшает качество кормов и повышает продуктивность животных [2, 3, 4].

В семенах гороха, в среднем, содержится около 25 процентов белка, 45 процентов крахмала, 1,2 – жира, 8 процентов сахара и много других питательных веществ, в том числе витаминов. Белки зерновых бобовых культур легко переваримы для человека и животных, что выгодно отличает эти культуры от зерновых. Биологическая ценность белков семян зернобобовых культур очень высокая, она значительно выше, чем биологическая ценность других растительных белков. Если принять биологическую ценность белков молока за 100%, то для большинства зернобобовых она будет 75-85% [5]. Высокая ценность зерна гороха объясняется тем, что белок его содержит все аминокислоты (кроме лимитирующей-метионина), необходимые для питания человека и кормления животных, хорошо усваивается организмом [6, 7]. Однако возделываемые сорта не всегда отличаются высоким качеством зерна и зеленой массы. Поэтому перед селекционерами стоит задача создать высокоурожайные сорта, добиться улучшения качества зерна, и особенно повышения содержания белка.

Цель исследований – изучение биохимических показателей качества селекционных образцов гороха на заключительном этапе селекционного процесса для выделения и создания высококачественных сортов.

Материалы и методы

Материал для исследования семян гороха был получен на опытных делянках конкурсного сортоиспытания лаборатории селекции зернобобовых культур института, на черноземе обыкновенном. Климат характеризуется как умеренно-континентальный. Каменная Степь расположена на юго-востоке Воронежской области, на границе двух природных зон: южной лесостепи и северной степи. Характерной особенностью климата переходной зоны является непостоянство режима осадков и изменчивость температурного режима. В годы проведения опытов отмечались большие различия по количеству выпавших осадков, их распределению по фазам развития, а также по температурному режиму (табл. 1). Вегетационный период 2012 года был сухим и жарким, ГТК составил 0,4. Достаточно благоприятными можно считать 2013, 2015 и 2016 годы, ГТК – 1,0; 1,3; 1,2 соответственно. Погодные условия 2014 года в первые недели вегетации культуры складывались крайне неблагоприятно. Частые ночные заморозки на фоне крайне высоких дневных температур, достигающих в отдельные дни более 30°C, стали причиной массовой гибели растений, выжившие были поражены корневой гнилью, что сильно отразилось на урожайности. Таким образом, метеорологические условия в годы проведения исследований складывались достаточно контрастно и отражали особенности климата ЦЧЗ.

Таблица 1

Погодные условия за годы исследований

Год	апрель	май	июнь	июль
Температура, °C				
2012	13,1	18,6	20,5	22,1
2013	10,1	19,9	20,5	20,3
2014	11,0	14,0	17,9	21,9
2015	8,3	16,0	20,9	20,2
2016	10,5	15,0	19,3	22,8
Многолетняя	6,7	14,4	18,2	20,1
Осадки, мм				
2012	20	27	4,6	31
2013	5,4	84,6	50,0	58,7
2014	29,9	43,0	133,1	4,1
2015	89,6	45,8	108,3	78,6
2016	97	52	78	20,0
Многолетние	30,6	44,7	57,6	62,0

Оценка биохимического качества семян гороха проводилась в лаборатории генетических основ качества сельскохозяйственной продукции. В образцах определялось содержание белка, крахмала и сахаров. В основу определения количества белка положен метод Кьельдаля, определение аммонийного азота (сырого белка) проводилось после дигестии [8] с серной кислотой и последующим фотометрированием (по методу ЦИНАО) с салициловой кислотой. Для пересчета процента азота на сырой протеин использовался коэффициент 6,25. Определение крахмала осуществляли по тесту на сахара поляриметрическим методом [9]. Сахара анализировали титриметрическим методом с медным реактивом [10]. Статистическая обработка данных – общепринятыми методами [11].

Результаты исследований

В 2012-2016 годах проводилась оценка качества семян гороха 198 образцов конкурсного сортоиспытания. Исходные сорта различались по морфологическим признакам и качеству зерна. Образцы относились к усатым и к листочковым формам. Количество образцов передаваемых на анализ было различным, так в 2012 г. – 28 образцов, в 2013 г. – 40, 2014 г. – 52, 2015г. – 38 и в 2016 г. – 40 образцов (табл. 2).

Селекция на качество в последнее время приобретает особое значение. Ежегодно результаты биохимических анализов подвергали статистической обработке, что позволило выделить образцы с существенным превышением качественных показателей (табл. 2).

Таблица 2

Образцы гороха, выделившиеся в конкурсном сортоиспытании по качеству зерна

Год	Всего проанализировано образцов, шт.	Белок, шт.	Крахмал, шт.	Сахара, шт.	Выделилось по числу показателей, шт.	
					2	3
2012	28	10	9	12	7	1
2013	40	15	15	14	15	1
2014	52	19	21	22	14	2
2015	38	18	11	13	7	-
2016	40	20	12	13	7	4
Итого	198	82	68	74	50	8

В общей сложности за 5 лет по содержанию белка выделилось 82 образца гороха. Наибольшее содержание белка в зерне (24,47%) отмечено у образца Л-10/13 в 2014 г. (табл.3), минимальные показатели (18,66%) были у образца Л-109/13 в 2016 г. Диапазон изменчивости этого признака в 2012 году составил 3,65%, в 2013 – 2,68%, 2014 – 4,85%, 2015 – 3,08% и в 2016 – 5,33%.

Таблица 3

Качество семян гороха в конкурсном сортоиспытании

Год	Белок, %			Крахмал, %			Сахара, %		
	ср.	мин.-макс.	Ошибка ср.	ср.	мин.-макс.	Ошибка ср.	ср.	мин.-макс.	Ошибка ср.
2012	21,08	19,15-22,80	0,8	52,28	49,15-55,55	0,3	6,34	5,94-6,76	0,05
2013	20,31	18,95-21,63	0,1	51,77	48,31-55,49	0,3	6,13	5,90-6,56	0,03
2014	22,02	19,62-24,47	0,2	50,58	47,35-56,71	0,3	6,08	5,36-6,68	0,04
2015	21,89	20,26-23,34	0,1	50,34	47,80-53,60	0,2	6,08	5,36-6,75	0,05
2016	21,67	18,66-23,99	0,2	51,36	46,69-54,59	0,4	5,92	4,94-7,00	0,10

Между содержанием белка и продуктивностью не наблюдается определенной корреляции. Образцы с высоким содержанием белка встречаются как среди высокопродуктивных образцов, так и среди менее урожайных. Количество накапливаемого в зерне гороха белка за период вегетации в большей степени является генетически

наследуемым признаком, на который могут оказывать влияние погодные условия. Изменение урожайности образцов, как в сторону увеличения, так и в сторону снижения, не влияют на показатель «содержание белка» (табл. 4). При варьировании урожайности по годам от 4,2 ц/га в 2014 году до 33,2 ц/га в 2015 году, соответствует 87%, содержание белка изменялось от 21,08 % в 2012 до 22,02 % в 2014 году, или 4,3%. Это обстоятельство позволяет рассчитывать на возможность создания путем гибридизации высокоурожайных сортов с хорошим качеством зерна.

В зависимости от условий выращивания в семенах разных сортов гороха может быть от 40 до 55% крахмала, в котором содержится 20-30% амилозы и 70-80% амилопектина.

В образцах конкурсного сортоиспытания содержание крахмала находилось на уровне 46,69-56,71%, в общей сложности по этому показателю выделено 68 образцов. Минимальное различие номеров по крахмалу (5,8%) отмечено в 2015 году, а максимальное (9,36%) в 2014 году. Кроме крахмала, в семенах бобовых присутствует значительное количество сахаров. Основным сахаром у всех видов бобовых является сахароза. Сахара и крахмал являются основными источниками калорийности нашей пищи. Они прекрасно усваиваются человеческим и животным организмами. По содержанию сахара выделено 74 образца (табл. 2), наибольшие различия сахаров более 2% отмечены в 2016 году.

Таблица 4

Сравнительная характеристика образцов по урожайности и содержанию белка

Образец	2012		2013		2014		2015		2016	
	Урожайнос ть, ц/га	Белок, %	Урожайнос ть, ц/га	Белок, %	Урожайнос ть, ц/га	Белок, %	Урожайнос ть, ц/га	Белок, %	Урожайнос ть, ц/га	Белок, %
Л- 4/13 (ус)	24,1	21,83	17,4	19,53	5,5	22,33	37,4	23,34	29,4	22,55
Л-10/13 (ус)	25,0	22,16	17,7	19,60	3,8	21,21	36,4	20,15	35,1	20,26
Л-11/13 (ус)	26,9	22,28	17,1	20,43	4,0	21,95	37,3	22,55	31,3	22,49
Л-17/13 (ус)	25,1	21,98	18,1	20,39	4,5	21,78	36,0	22,27	30,0	-
Л-22/13 (ус)	-	-	19,4	20,11	3,8	20,68	34,6	22,85	33,6	-
Л-33/13(обл)	31,4	21,33	21,3	19,79	7,0	22,53	29,2	21,17	31,5	20,93
Л-34/13(обл)	26,7	22,80	20,8	20,83	4,5	23,94	32,2	22,87	33,7	22,51
Л-81/13(обл)	-	-	-	-	5,0	23,80	32,2	22,49	27,3	22,11
Л-98/13(обл)	-	-	23,3	21,11	5,7	22,87	32,3	22,63	30,1	19,86
Фокор (ус)	23,4	19,15	17,9	21,26	3,6	21,33	33,8	22,14	29,7	22,37
Дударь(обл)	18,9	21,57	18,3	20,62	2,9	21,75	20,0	21,98	29,2	22,19
НСР ₉₅	2,5		2,7		0,85		2,8		1,9	

Необходимо отметить, что между содержанием белка и крахмала, выявлена отрицательная корреляция ($r = -0,38$), связей между другими показателями не было установлено. За годы исследований 50 образцов имели преимущество перед другими образцами по двум показателям качества. Особый интерес представляют номера, выделившиеся по содержанию белка, крахмала и сахара, которые представлены в таблице 5.

Таблица 5

Образцы гороха, выделившиеся в конкурсном сортоиспытании по комплексу показателей качества семян

Год	№ деланки КСИ	Белок, %	Крахмал, %	Сахара, %
1	2	3	4	5
2012	Л-127/13 (ус)	21,64*	53,26*	6,70*
2013	Дударь (обл)	20,62*	52,51*	6,28*
2014	Л-33/13 (обл)	22,53*	51,16*	6,20*
	Л-97/13 (обл)	24,27*	52,34*	6,68*
2015	-	-	-	-

Окончание табл. 5				
1	2	3	4	5
2016	Л-55/16 (ус)	22,23*	54,46*	6,86*
	Л-56/16 (ус)	22,23*	54,28*	6,92*
	Л-57/16 (ус)	23,10*	54,28*	7,00*
	Л-65/16 (ус)	22,63*	54,36*	6,72*

Таким образом, в результате биохимической оценки семян гороха выделены образцы с высоким содержанием белка, крахмала и сахара.

Образцы Л-127/13, Л33/13, Л-97/13, Л-55/16, Л-56/16, Л-57/16, Л65/16 рекомендуются использовать в качестве исходного материала для улучшения высокоурожайных образцов, или изучать как самостоятельные перспективные линии при создании сортов.

Литература

1. Горох – важнейшая зернобобовая культура (Рекомендации для районов Центрально- Черноземной зоны) – М.: Сельхозиздат, – 1962. – 64 с
2. Подгорный П.И. Зернобобовые культуры. – Воронеж: Областное книгоиздательство. – 1949. – 84с.
3. Опыт работы с зернобобовыми культурами. – Кишинев. – 1968. – 48 с.
4. Евтушенко М.Е. Бобовые культуры (горох, фасоль и бобы). – Московский рабочий, 1947. – 48 с.
5. Плешков Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений. – М: 5-е изд., доп. и перераб. 1987. – 494 с.
6. Кретович В.Л. Биохимия зерна и хлеба. – М.: Академия наук СССР, 1958. – 176 с.
7. Биология и селекция зерновых и зернобобовых культур (методы и результаты исследований). – Кишинев: «Штиинца». 1976. – 172 с.
8. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: Колос. 1985. – 255 с.
9. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И., Мурри И.К. Методы биохимического исследования растений. – М. Сельскохозяйственная литература. 1952. 520 с.
10. Починков Х.Н. Методы биохимического анализа растений. – Киев: «Наукова думка». 1976. – 336 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

QUALITY ASSESSMENT OF SAMPLES OF PEA VARIETIES AT THE FINAL STAGE OF THE SELECTION PROCESS

I. A. Pshenichnaya, I.A. Philatova, E. P. Belyaeva, O. N. Istomina

FSBSI «V.V. DOKUCHAEV RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE OF CENTRAL-CHERNOSEM ZONE»

Abstract: The study of various pea samples in the conditions of the Kamennaya Steppe, Voronezh region, made it possible to identify the most promising of them, capable of producing a grain with a high content of protein, sugars and starch.

Keywords: sample, pea, content, protein, sugars, starch.

УДК 633.13:631.524.85

ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА ОВСА В СЕЛЕКЦИИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ЭДАФИЧЕСКОМУ СТРЕССУ

Г.А. БАТАЛОВА^{1,2}, академик РАН

Е.М. ЛИСИЦЫН^{1,2}, доктор биологических наук

М.В. ТУЛЯКОВА³

¹ФГБНУ «НИИСХ СЕВЕРО-ВОСТОКА»

E-mail: g.batalova@mail.ru

²ФГБОУ ВО «ВЯТСКАЯ ГСХА»

³ФГБНУ «ФАЛЁНСКАЯ СЕЛЕКЦИОННАЯ СТАНЦИЯ»

В условиях Кировской области изучено влияние неблагоприятных для сельскохозяйственных культур экологических факторов – алюмотоксичности кислых

дерново-подзолистых почв ($\text{pH} 4,0$; $\text{Al}^{3+} 12,6 \text{ мг/100 г}$ почвы) и повышенного температурного фона в сочетании с низким увлажнением на фотосинтетический аппарат (содержание пигментов и площадь листьев) 14 сортов овса пленчатого. Установлена депрессия содержания пигментов во флаговых листьях на фоне эдафического стресса: $\text{Chl a} - 32,9...61,1\%$; $\text{Chl b} - 41,3...68,9\%$; $\text{Car} - 17,4...41,6\%$; и площади листьев: флагового – $48,6...83,2\%$; подфлагового – $48,4...78,5\%$, листьев стебля – $50,4...82,9\%$. Выделены устойчивые к действию эдафических стрессовых факторов перспективные сорта овса 2h09, И-4584. Показана высокая устойчивость к стрессу стандарта – сорта Аргамак.

Ключевые слова: фотосинтетические пигменты, площадь листьев, депрессия.

К наиболее важным экологическим факторам, лимитирующим продуктивность растений, относят эдафические факторы, связанные с почвенной кислотностью – ионной токсичностью алюминия и марганца, низкой величиной pH . В мире доля таких почв составляет около 40% (Delhaize et al., 2004). В России они занимают 38% общей площади сельскохозяйственных угодий, значительная их часть приходится на европейский Северо-Восток страны. Так, в структуре кислых почв Кировской области, на очень сильнокислые (pH менее 4,0), сильно- ($\text{pH} 4,1...4,5$) и среднекислые почвы ($\text{pH} 4,6...5,0$) приходится 47% площади пашни (981,7 тыс. га). Снижение урожайности зерновых культур на таких почвах достигает 85%, а общие потери сельскохозяйственной продукции в пересчете на зерно – 15...16 млн. тонн в год [1].

Овёс считают относительно устойчивой к эдафическим стрессам культурой. В тоже время при возделывании на алюмокислых дерново-подзолистых почвах его урожайность снижается на 40...50% [2]. Основным закисляющим агентом почв Кировской области являются ионы Al^{3+} . В почвах с pH ниже 5,0 растворимость алюминия резко увеличивается. Хотя низкие концентрации Al^{3+} могут оказывать положительное влияние на рост растения, при возрастании же концентрации ионов возникают четкие симптомы отравления, после чего наступает гибель.

Фотосинтетический аппарат испытывает сильное воздействие со стороны стрессовых факторов. Величина листовой поверхности – главного аппарата взаимодействия растений со средой, при помощи которого улавливается энергия солнечной радиации и в процессе фотосинтеза преобразуется в потенциальную энергию органического вещества, является показателем, в значительной степени определяющим эффективность фотосинтетической деятельности растений. В условиях экологического стресса листья в наибольшей степени подвергаются морфологическим изменениям. Для листьев разных ярусов характерен различный вклад в общую семенную продуктивность растений. Так, фотоассимилянты флагового и подфлагового листьев идут на формирование зерна, тогда как ассимилянты остальных листьев, в основном, способствуют поддержанию их собственного метаболизма [3, 4]. В листьях локализованы специализированные структурные клетки – хлоропласты, содержащие пигменты и другие компоненты, необходимые для поглощения и преобразования энергии. Пигменты фотосинтеза у высших растений подразделяются на два класса: хлорофиллы и каротиноиды. Хлорофиллы поглощают, в основном, красный и сине-фиолетовый свет, зеленый свет ими отражается, что и придает растениям специфическую зеленую окраску, если она не маскируется другими пигментами. Каротиноиды называют вспомогательными пигментами, поскольку поглощенную световую энергию они переносят на хлорофилл, а их основная роль состоит в тушении излишков тепловой энергии.

Содержание хлорофилла является одним из косвенных индикаторов фотосинтетической активности растений [4]. По его содержанию можно судить о степени развития фотосинтетического аппарата и физиологического состояния растений, об ассимиляционной деятельности и вкладе ассимилирующих органов растения в формирование продуктивности, о потенциальной возможности растений формировать и накапливать урожай. Оценка фотосинтетических функций и структур является частью селекционного процесса.

Алюминий, поступивший в значительных количествах в надземную часть растений, нарушает восстановительную, фосфорилирующую и фосфатазную активность хлоропластов, приводит к снижению проницаемости мембран хлоропластов или их частичному разрушению. В результате листья уменьшаются в размерах, приобретают темно-зеленый цвет; отмечают пурпурную окраску стебля, листьев и жилок листьев, хлороз и некроз листьев [5].

Для повышения продуктивности растений важнейшей задачей селекции является повышение интенсивности фотосинтеза у растений, в т.ч. за счет формирования посевов с оптимальной площадью листьев и усиления перераспределения ассимилянтов в пользу репродуктивных органов, а также повышение устойчивости фотосинтетического аппарата растений к эдафическим стрессовым факторам.

Цель исследований – изучить влияние эдафического стресса на фотосинтетический аппарат сортов овса питомника конкурсного испытания, выделить устойчивые к стрессу генотипы для использования в селекции и в качестве самостоятельных сортов.

Материалы и методы

Исследования проведены в НИИСХ Северо-Востока в 2016 году на двух типах дерново-подзолистых почв – окультуренной (рН 6,4) и кислой (рН 4,0; Al^{3+} 12,6 мг/100 г почвы). Изучено 14 сортов овса пленчатого питомника конкурсного сортоиспытания (КСИ) селекции НИИСХ Северо-Востока и Фалёнской селекционной станции, в т.ч. стандарт – сорт Аргмак. Наблюдали засушливые явления в течение всего периода вегетации (Обзор..., 2016). ГТК в период от всходов до выметывания составил 0,62. В мае, когда наблюдали всходы, кущение и начало выхода в трубку температура была выше средних многолетних показателей на 2,9° и достигала 31...32 °С, количество осадков составило 24% от нормы (11 мм). Исследования проведены в соответствии с «Методикой Государственного сортоиспытания...» (1985). В фазу цветения отбирали пробы листьев для анализа содержания пигментов, производили измерения площади листьев на 25 растениях четырех повторений питомника (Зелинский, Наумова, 1984). Содержание хлорофиллов *a* и *b* (*Chl a*, *Chl b*), каротиноидов (*Car*) определяли с использованием спектрофотометра UVmini 1240 Shimadzu (Japan), расчет содержания пигментов проводили по методике (Lichtenthaler, Buschmann, 2001). Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel из стандартного набора Microsoft Office и программы AGROS 2.07.

Результаты и их обсуждение

Исследования показали негативное влияние эдафического стресса на формирование площади отдельных листьев и суммарной площади листьев стебля овса. Средние для 12 перспективных сортов овса и сорта Кречет показатели площади листьев были меньше такового у стандарта - сорта Аргмак как на окультуренном (флаговый лист соответственно 10,3; 13,03 см²; подфлаговый 16,03; 18,02 см²; суммарная площадь листьев стебля 47,9; 49,64 см²), так и стрессовом почвенном фоне – (соответственно флаговый 3,18; 3,36 см²; подфлаговый 5,65; 6,14 см²; листья стебля 14,31; 15,93 см²). При этом депрессия средних показателей площади флаговых и подфлаговых листьев была меньше показателя стандарта, в отличие от площади листьев стебля (табл. 1).

На алюмокислых почвах выделены сорта овса пленчатого с пониженным относительно контроля уровнем депрессии площади флагового листа: И-4595 (48,6%), И-4592 (51,0%), 2h09 (62,5%) и другие. На окультуренном фоне дерново-подзолистых почв превысили стандарт по площади флагового листа только сорта И-4553, И-4618, на фоне стресса таковыми были И-4595, 2h09, И-4553, И-4592 и Кречет, включенный в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Кречет входит в группу лидеров по распространению сортов овса в посевах РФ – 6 место [6].

Сорт Кречет имел пониженные показатели депрессии флагового (58,5%) и подфлагового (53,9%) листьев, суммарной площади листьев (50,4%). Аналогичные или близкие к ним показатели имел перспективный сорт И-4595. Величина площади

подфлагового листа у сорта И-4595 (8,96 см²) была выше уровня развития признака стандарта на фоне эдафического стресса на 2,82 см², на фоне без алюминия показатель составил 17,36 см². Наиболее крупный подфлаговый лист на окультуренных почвах (21,41 см²) имел сорт И-4618 с превышением стандарта на 3,39 см², на алюмокислых – меньше на 0,74 см². Высокие показатели были у сорта И-4584, который превзошел стандарт по суммарной площади листьев главного стебля в благоприятных и стрессовых условиях.

Таблица 1

Влияние эдафического стресса на формирование листовой поверхности сортов овса, см²

Сорт	Флаговый лист			Подфлаговый лист			Листья стебля		
	фон 1	фон 2	Д, %	фон 1	фон 2	Д, %	фон 1	фон 2	Д, %
И-3868	11,36	3,04	73,2	15,01	5,9	60,7	44,44	14,7	66,9
И-4553	15,05	3,73	75,2	17,59	5,73	67,4	61,29	13,78	77,5
И-4595	10,23	5,26	48,6	17,36	8,96	48,4	49,48	20,78	58,0
И-4584	10,96	3,38	69,2	19,65	6,48	67,0	56,47	16,7	70,4
И-4592	7,88	3,86	51,0	14,14	6,75	52,3	40,87	16,53	59,6
И-4618	13,46	2,78	79,3	21,41	5,4	74,8	51,74	12,66	75,5
397h07	8,37	2,2	73,7	14,09	3,92	72,2	44,43	9,8	77,9
418h07	7,01	2,12	69,8	12,4	4,06	67,3	42,83	11,07	74,2
2h09	10,83	4,06	62,5	14,23	6,62	53,5	39,18	18,64	52,4
378h08	9,54	1,6	83,2	15,74	3,39	78,5	50,68	8,66	82,9
168h10	10,5	1,82	82,7	15,87	3,59	77,4	51,08	9,55	81,3
3h14	8,47	2,86	66,2	16,72	6,09	63,6	50,52	13,42	73,4
Кречет	10,98	4,55	58,5	14,2	6,54	53,9	39,69	19,7	50,4
Среднее	10,3	3,18	68,7	16,3	5,65	64,4	47,9	14,31	69,3
Аргамак, ст.	13,03	3,36	74,2	18,02	6,14	65,9	49,64	15,93	67,9

* – фон 1 – pH 6,4, Al³⁺ отсутствует; фон 2 – pH 4,0; Al³⁺ 12,6 мг/100 г почвы; Д – депрессия – снижение показателя признака на фоне 2 относительно фона 1

Площадь листьев оказала положительное влияние на формирование зерновой продуктивности (масса зерна) и озерненности метелки (количество зерен в метелке) как в благоприятных почвенных условиях, так и на фоне стресса (табл. 2). Влияние площади листьев на показатели продуктивности овса было значительнее на фоне эдафического стресса.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции (r) площади листьев с зерновой продуктивностью и количеством зерен в метелке

Площадь	Фон**	Продуктивность		Зерен в метелке
		метелки	растения	
Флагового листа	1	0,59*	0,59*	0,43
	2	0,75*	0,72*	0,76*
Подфлагового листа	1	0,52*	0,59*	0,59*
	2	0,71*	0,69*	0,71*
Листьев главного стебля	1	0,40	0,37	0,59*
	2	0,67*	0,63*	0,70*

* – корреляции значимы при $p \leq 0,05$; **1 – окультуренный и 2 – алюмокислый почвенный фон

Содержание фотосинтетических пигментов в листьях овса на дерново- подзолистых окультуренных (pH 6,4) и алюмокислых почвах (pH 4,0; Al³⁺ 12,60 мг/100 г почвы) значительно различалось. Средний для изученных сортов показатель содержания Chl a на окультуренном фоне составил для флагового листа 13,19 мг/г сухой массы, при 13,67 мг/г сухой массы в контроле, для подфлагового – 8,11 и 8,28 соответственно (табл. 3).

Депрессия данных величин в условиях эдафического стресса составила соответственно для среднего показателя 46,5% и 55,4%. Она варьировала от 33,8% у 2h09 и 36,2% у И-4584 до 61,1% у И-4618.

Таблица 3

Содержание хлорофилла во флаговом листе овса, мг/г сухой массы

Сорт	<i>Chl a</i>			<i>Chl b</i>			<i>Chl a + b</i>		
	фон 1	фон 2	Д, %	фон 1	фон 2	Д, %	фон 1	фон 2	Д, %
И-3868	13,24	6,23	52,9	8,63	3,17	63,3	21,87	9,4	57,0
И-4553	11,27	6,39	43,3	6,75	3,25	51,9	18,02	9,64	46,5
И-4595	14,13	7,48	47,1	8,6	3,85	55,2	22,73	11,33	50,2
И-4584	14,74	9,41	36,2	9,54	5,25	45,0	24,28	14,66	60,4
И-4592	12,97	7,48	42,3	8,48	3,82	55,0	21,45	11,3	52,7
И-4618	13,82	5,37	61,1	8,5	2,64	68,9	22,32	8,01	64,1
397h07	13,28	7,02	47,1	7,93	3,59	54,7	21,21	10,61	50,0
418h07	14,47	7,42	48,7	8,8	3,75	57,4	23,27	11,14	52,1
2h09	11,88	7,86	33,8	6,94	4,03	41,9	18,82	11,89	36,8
378h08	12,47	5,65	54,7	7,98	2,84	64,4	20,45	8,49	58,5
168h10	12,56	7,09	43,6	7,63	3,49	54,3	20,19	10,58	47,6
3h14	13,93	6,83	51,0	7,96	3,42	57,0	21,89	10,25	53,2
Кречет	12,66	7,3	42,3	7,71	3,77	51,1	20,37	11,07	45,6
Среднее	13,19	7,04	46,5	8,11	3,64	55,4	21,3	10,64	51,9
Аргамак, ст.	13,67	9,17	32,9	8,28	4,86	41,3	21,95	14,03	36,08

* – см. табл. 1.

В условиях эдафического стресса сумма хлорофиллов *a* и *b* (*Chl a+b*) была выше стандарта только у сорта И-4584 (14,66%), у которого превышение показателя сорта Аргамак отмечено как для суммарного содержания хлорофиллов, так и отдельно для *Chl a* и *Chl b* на обоих фонах. Повышенное относительно контроля содержание *Chl a* и *b*, *Chl a+b* в благоприятных почвенных условиях наблюдали, наряду с И-4584, у сортов И-4595, 418h07, И-4618.

Массовое соотношение пигментов – *Chl a* и *Chl b* может служить индикатором функционального состояния пигментного аппарата растения. При переходе от почвы с pH 6,4 к алюмокислой с pH 4,0 у всех генотипов увеличилось значение соотношения

Chl a/Chl b (эффект стимуляции признака) от 16,9% у сорта Кречет до 38,6% у стандарта (табл. 4).

Это обусловлено низким содержанием *Chl b*. Высокие, относительно стандарта, показатели массового соотношения пигментов *Chl a/Chl b* у большинства сортов на фоне стресса указывают на большую их способность к стрессадаптации – в условиях эдафического стресса у данных генотипов не происходило снижение скорости фотосинтеза [7]. С другой стороны это может свидетельствовать о нехватке растениям реакционных центров, в которых происходит преобразование солнечной энергии в химическую энергию органических соединений. Большую способность к адаптации в различных условиях возделывания проявили сорта 397h07, 2h09, 3h14 с массовым соотношением *Chl a* и *Chl b* выше стандарта в стрессовых и благоприятных почвенных условиях. Среди них – сорт 397h07, созданный с использованием метода сельскохозяйственной биотехнологии – каллусной культуры в селективных системах *in vitro* с алюминием (Al_{40}^{3+}).

Каротиноиды – обязательные компоненты пигментных систем всех фотосинтезирующих организмов. Депрессия показателей содержания *Car* на фоне алюмокислых почв была ниже таковой для *Chl a* и *b* и составила в среднем по сортам 28,4%

(17,6...41,6%), наименьшие депрессия (17,4%) и абсолютное содержание каротина (2,66 мг/г сухой массы) были у стандарта Аргамак.

Таблица 4

Изменение показателей массового отношения *Chl a* и *Chl b*, *Chl* и *Car*, содержания *Car* при воздействии эдафического стресса, мг/г сухой массы

Сорт	<i>Chl a/ Chl b</i>			<i>Car</i>			<i>Chl/Car</i>		
	фон 1**	фон 2	С, %*	фон 1	фон 2	Д, %	фон 1	фон 2	Д, %
И-3868	1,54	1,97	127,9	2,96	2,03	31,4	7,4	4,65	37,2
И-4553	1,67	1,99	119,2	2,8	2,08	25,7	6,46	4,64	28,2
И-4595	1,64	1,97	120,1	3,35	2,33	30,4	6,79	4,86	28,1
И-4584	1,55	1,79	115,5	3,3	2,63	20,3	7,35	5,58	24,1
И-4592	1,53	1,96	128,1	2,93	2,34	20,1	7,34	4,83	34,2
И-4618	1,63	2,05	125,8	3,27	1,91	41,6	6,83	4,21	38,4
397h07	1,68	1,97	117,3	3,25	2,27	30,2	6,53	4,68	28,3
418h07	1,65	1,99	120,6	3,36	2,4	28,6	6,93	4,66	32,8
2h09	1,72	1,96	114,0	2,95	2,43	17,6	6,39	4,91	23,2
378h08	1,56	2,01	128,8	2,82	1,87	33,7	7,26	4,53	37,6
168h10	1,65	2,07	125,4	3,01	2,28	24,2	6,72	4,62	31,2
3h14	1,75	2,05	117,1	3,51	2,31	34,2	6,24	4,41	29,3
Кречет	1,66	1,94	116,9	3,22	2,21	31,4	6,8	5,0	26,5
среднее	1,63	1,98	121,3	3,13	2,24	28,4	6,81	4,74	30,7
Аргамак, ст.	1,66	1,89	138,6	3,22	2,66	17,4	6,8	5,28	22,4

* – изменение показателей в условиях почвенного алюмокислого стресса: С – стимуляция (увеличение), Д – депрессия (снижение); ** – фон 1- рН 6,4, Al^{3+} отсутствует; фон 2 – рН 4,0; Al^{3+} 12,6 мг/100 г почвы

Депрессия 17,6% при содержании *Car* 2,43 мг/г сухой массы в условиях стресса отмечены для сорта 2h09, что может указывать на его большую устойчивость к стрессу среди других перспективных генотипов. Ранее для данного сорта была отмечена устойчивость к стрессу по показателям содержания *Chl a* и *Chl b* (депрессия 33,8 и 41,9% соответственно). Устойчивость растений к неблагоприятным факторам понимается, как степень депрессии признака в результате воздействия неблагоприятного фактора [8].

Известно, что у устойчивых к стрессу форм растений амплитуда вызванных стрессом метаболических отклонений от нормы ниже, в результате депрессия меньше, чем у неустойчивых. Близкие к сорту 2h09 уровни депрессии содержания *Car*, *Chl a* и *Chl b* отмечены у сорта И-4584 (соответственно 20,3; 36,2; 24,28%). У данных сортов и стандарта Аргамак отмечены и наименьшие среди изученных генотипов показатели депрессии отношения *Chl/Car*: 2h09-23,2%; И-4584-24,1%; Аргамак – 22,4%. Весовое соотношение хлорофиллов и каротиноидов (*Chl a+b/Car*) является индикатором «зрелости» растений, его низкие значения являются показателями старения, стресса и повреждения фотосинтетического аппарата растения [9]. Высокое значение отношения *Chl/Car* на благоприятном и стрессовом почвенном фонах и относительно стандарта имел сорт И-4584, при депрессии 24,1%, что незначительно больше стандарта (на 1,7%). Несколько ниже был показатель отношения у сорта 2h09. У всех изученных генотипов, в т.ч. стандарта, значение соотношения *Chl(a+b) / Car* на почвах с рН близкой к нейтральной было выше нормы 4,2...5,0 [9]. Следовательно, растения испытывали стресс, связанный в данном случае с повышенным температурным фоном (на 2,9 °С выше средней многолетней в мае) и минимальным количеством осадков в период от всходов до выметывания (11 мм или 24% от месячной нормы в мае) в результате наблюдали ускоренное развитие растений. В тоже время показатели для абсолютного большинства генотипов на алюмокислых почвах были в

пределах нормы. Это, возможно, связано с одновременным действием двух стрессоров – кислотность и засуха, проявлением эпистаза, взаимодействием «генотип – среда», а также с влиянием каротиноидов, которые выполняют ряд функций и главные из них – участие в поглощении света в качестве дополнительных пигментов и защита молекул хлорофиллов от необратимого фотоокисления, т.е. функции защиты [10].

Выводы

Эдафический стресс дерново-подзолистых почв, обусловленный низкой pH (4,0), ионной токсичностью алюминия (Al^{3+} 12,60 мг/100 г почвы) и неблагоприятными климатическими условиями (повышенные температуры и недостаточное увлажнение) оказывает негативное влияние на формирование и функционирование фотосинтетического аппарата овса – площади листьев, содержание пигментов. Депрессия средних показателей площади флагового листа составила 68,7%; подфлагового – 65,9%; площади листьев стебля – 67,9%. Среди пигментов наибольшая депрессия отмечена для показателей хлорофиллов *a* и *b* – 44,8 и 53,9% соответственно, более устойчивыми были каротиноиды. Наибольшую устойчивость к действию эдафических стрессовых факторов проявили перспективные сорта 2h09, И-4584, подтвердил устойчивость сорт-стандарт Аргамак, включенный в Госреестр РФ по 1, 2, 3, 4 регионам районирования, значительная часть почв которых характеризуются низкой pH. Изменение показателей содержания фотосинтетических пигментов, площади листьев овса, может служить для отбора устойчивых к эдафическому стрессу генотипов, диагностики эдафического и осмотического стрессов.

Литература

1. Климашевский Э.Л. Физиолого-генетические основы агрохимической эффективности растений // Физиологические основы селекции растений. СПб.: ВИР, 1995. Т. 2. Ч. 2. – С. 97-156.
2. Баталова Г.А. Селекция зерновых культур и гороха для условий Северо-Востока европейской территории России // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. № 2 (14). – С. 20-26.
3. Беденко В.П., Коломейченко В.В. Основы продуктивного процесса растений. – Орел, Изд. дом «Орлик», 2003. – 260 с.
4. Лисицын Е.М., Баталова Г.А., Щенникова И.Н. Генетическая основа алюмоустойчивости овса и ячменя // в кн.: Создания сортов овса и ячменя для кислых почв. Теория и практика. Palmarium Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2012. – С. 173-228.
5. Родина Н.А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. – 488 с.
6. Николаев Ю.Н., Андросова О.В. Эффективное использование сортов и семенных ресурсов – основа устойчивого развития отрасли растениеводства Российской Федерации // Вестник Россельхозцентра. 2017. № 1. – С. 13-16.
7. Щенникова И.Н., Кокина Л.П., Лисицын Е.М. Изменение пигментного комплекса флаговых листьев ячменя под действием эдафического стресса // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2010. № 1 (16). – С.24-28.
8. Берлянд-Кожевников В.М., Удовенко Г.В. Физиолого-генетические аспекты селекции растений на устойчивость к экстремальным условиям // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1981. Т. 71, вып. 1. – С. 34-40.
9. Lichtenthaler H.K., Buschmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy // Current protocols in food analytical chemistry. 2001. F. 4.3.1-F. 4.3.8.
10. Зотикова А.П., Воробьева Н.А., Соболевская Ю.С. Динамика содержания и роль каротиноидов хвои кедра сибирского в высокогорье // Вестник Башкирского ун-та, 2001. № 2 (II). – С. 67-69.

ESTIMATION OF OAT PHOTOSYNTHETIC APPARATUS STATE IN BREEDING FOR RESISTANCE TO EDAPHIC STRESS

G.A. Batalova^{1, 2}, E.M. Lisitsyn^{1, 2}, M.V. Tulyakova³

¹ FGBNU «NORTH-EAST AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE»

² FGBOU HE «VYATKA STATE AGRICULTURAL ACADEMY»

³ FGBNU «FALENKI BREEDING STATION»

E-mail: g.batalova@mail.ru

Abstract: Under conditions of Kirov region influence of ecological factors unfavorable for agricultural crops – aluminum toxicity of sod-podzolic soils (pH 4,0; Al^{3+} 12,6 mg/100 g of soil) and high temperature background in combination with low humidity – on photosynthetic apparatus (content of pigments and leaf area) of 14 varieties of covered oat was studied. Depression of pigment content in flag leaf at edaphic stress background was cleared: Chl *a* by 32,9...61,1%; Chl

b – 41,3...68,9%; Car – 17,4...41,6%; and leaf area: flag leaf – by 48,6...83,2%; second leaf – 48,4...78,5%, other stem leaves – 50,4...82,9%. Perspective varieties were selected having resistance to edaphic stress factors: oats 2h09 and I-4584. High degree of resistance to stress was indicated for standard variety Agramak.

Keywords: photosynthetic pigments, leaf area, depression.

УДК: 633.1.112.9:613.527(476).573.6

О НАПРАВЛЕНИЯХ И МЕТОДАХ ПОВЫШЕНИЯ МОРФОГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И СЕЛЕКЦИОННОЙ ЦЕННОСТИ ТРИТИКАЛЕ

А.М. МЕДВЕДЕВ, член-корреспондент РАН

Н.Г. ПОМА, кандидат биологических наук

В.В. ОСИПОВ, С.Д. ЖИХАРЕВ, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «МОСКОВСКИЙ НИИСХ «НЕМЧИНОВКА»

E-mail: priemnaya@nemchinowka.ru

Обсуждаются результаты научных исследований по разработке получения на основе гибридизации пшеницы с рожью гексаплоидных тритикале с цитоплазмой пшеницы, а также других типов амфидиплоидов, включая секалотритикум с цитоплазмой ржи. Рассматриваются результаты экспериментов по созданию тритикале с применением разных видов мутагенеза, биотехнологических изысканий, способствующих формированию генотипов с повышенной продуктивностью растений и их экологической стабильности.

Ключевые слова: тритикале, морфогенетическое разнообразие, мутагенез, секалотритикум, селекция, продуктивность.

1. Обзор результатов экспериментов по созданию амфидиплоидов тритикале

В настоящее время степень морфогенетического разнообразия тритикале в сравнении с результатами работ 50-70-х годов XX века значительно возросла. Селекционные программы отечественных и зарубежных научно-исследовательских организаций в своей основе опираются на широкое обилие первичных типов амфидиплоидов, несущих в себе наследственные начала стародавних и современных сортов озимых и яровых пшениц и ржи (Б.А. Ригин, И.Н. Орлова, 1977; А.И. Грабовец, А.В. Крохмаль, 2014).

Обязательным условием улучшения тритикале ученые признают непрерывное создание новых линий амфидиплоидов с участием первичных скрещиваний сортов пшеницы и ржи интенсивного типа, с повышенной устойчивостью к полеганию, обладающих продуктивным колосом, зерном высоких кормовых и хлебопекарных достоинств [1, 2]. Значительный вклад в расширение биоразнообразия тритикале внесли ряд отечественных и зарубежных ученых, в том числе: Г.К. Мейстер (1924), А.И. Державин (1964), В.Е. Писарев (1964), М.А. Махалин (1992), В.Ф. Дорофеев (1987), А.Ф. Шулыгин (1970), Е.Н. Лартер (1978), Nakajima, (1968), А.И. Грабовец (2012), В.Б. Тимофеев (2000).

Повышение генетического разнообразия тритикале в большой мере зависит от разработки новых методов их получения. Возникновение новых типов полиплоидных форм зерновых культур стало возможным благодаря использованию двух групп методов: в основу первой заложено экспериментальное удвоение числа хромосом в соматических клетках, а при второй – применяются процессы рекомбинации в скрещиваниях [3, 4].

Кроме того, разработаны новые подходы, способы, приемы получения и улучшения амфидиплоидов с участием пшеницы и ржи (в качестве материнской формы – пшеница), а также создания секалотритикум, в качестве материнской формы которой используется рожь [5]. Большой интерес представляет получение амфидиплоидов с разным набором хромосом в соматических клетках, в первую очередь это октоплоидные ($2n=56$) и гексаплоидные ($2n=42$) тритикале [3]. Как известно из истории возникновения тритикале, первые амфидиплоиды

относились, в основном, именно к октоплоидным формам (В.Е. Писарев, 1964). При этом предполагалось, что число хромосом $2n=56$ у октоплоидов слишком велико для того, чтобы конъюгация хромосом в мейозе протекала нормально. Однако японский ученый Дж. Накаджима (Nakajima G., 1965) при скрещивании тетраплоидной пшеницы ($2n=28$) с диплоидной рожью ($2n=14$) получил результаты, которые опровергли указанное предположение. В его эксперименте гексаплоидные тритикале показали аномальную мейотическую конъюгацию и низкую фертильность.

И все же, в исследованиях с использованием других исходных форм пшеницы и ржи американским ученым Т. Цухия (1978) было доказано, что октоплоиды менее стабильны, чем гексаплоидные тритикале.

Частота анеуплоидов (растений тритикале с ненормальным числом хромосом) среди октоплоидных тритикале в отмеченных опытах оказалась намного выше, чем у гексаплоидных: 62,7% в общей популяции и 40,1% в потомстве эуплоидов в октоплоидных линиях, тогда как у гексаплоидных форм получено соответственно 15,2 и 10,3%. Отмеченные обстоятельства впоследствии сыграли немаловажную роль в том, что октоплоидные тритикале, в конце концов, уступили гексаплоидным по цитологической стабильности, фертильности, продуктивности колоса, выполненности и полновесности зерновки [6].

В то же время, разные линии гексаплоидной и октоплоидной тритикале значительно различаются по фертильности и продуктивности, что ставит их в положительный ряд как исходный материал для улучшения гексаплоидных тритикале, создания новых высокопродуктивных сортов [4, 7]. Весьма трудоемкую, но крайне необходимую работу по изучению возможностей расширения биоразнообразия тритикале, созданию амфидиплоидов с принципиально новыми признаками и свойствами провел в Японии Г. Накаджима (1965), профессор Университета Гунма. В его исследованиях было использовано большое количество различных комбинаций скрещивания многих видов пшеницы и ржи. Наиболее удачной оказалась комбинация тетраплоидная пшеница ($2n=28$) × рожь (*Secale* L), в экспериментах использовано 8 видов пшеницы двузернянки и *T. timoreevii*, которые скрещивались с 7 видами ржи. В потомстве гибридов отбирались перспективные фертильные линии, скрещивались мягкая пшеница с рожью (*T. aestivum* L) × *Secale* L с 7 видами *Secale*. В опытах получено значительное количество «тройных пшенично-ржаных гибридов» *Triticum* × *Secale* × *Naunaldia*. Трехродовые гибриды созданы с использованием различных видов отмеченных трех родов; растения *Aegilops* скрещивались с *Triticum* и *Secale* (Койчиро Цуневаки, 1978).

Наряду с созданием исходных линий тритикале путем многократного отбора лучших форм, отвечающих требованиям факторов внешней среды, в селекции широко практикуется метод скрещивания тритикале различного происхождения и разных уровней пloidности друг с другом, а также беккросирование амфиплоидов с высокопродуктивными, адаптированными к местным условиям сортами пшеницы и ржи. Селекционные программы такого направления используются во многих странах, в том числе и в России в таких НИИСХ как Краснодарский, Донской, Ставропольский и Московский «Немчиновка».

Внутривидовые, межвидовые, межродовые и другие улучшающие скрещивания являются основным средством расширения биоразнообразия тритикале, создания новых, более совершенных сортов.

В научно-исследовательских учреждениях РАН селекционные программы по тритикале включают ряд методов, предусматривающих следующие скрещивания: гибридизацию октоплоидных форм с гексаплоидными; скрещивание между собой октоплоидных линий; скрещивание между собой гексаплоидных линий; скрещивание гексаплоидных тритикале с гексаплоидной пшеницей; гибридизация гексаплоидных и октоплоидных тритикале с рожью. При этом гибридизация и отбор лучших форм с включением в геном гексаплоидных тритикале зародышевой плазмы мягкой пшеницы повышают их генетическую стабильность [4,8].

Еще в семидесятых годах XX века В.Е. Писарев (1973) в качестве эффективного метода борьбы с анеуплоидией (нарушением хромосомной структуры соматических клеток)

применял перевод октоплоидных форм тритикале на гексаплоидный уровень путем скрещивания разнохромосомных линий. Указанная работа была успешно продолжена его учениками и последователями [6, 9].

В Московском НИИСХ «Немчиновка» сформирован оригинальный генофонд тритикале, значительная часть которого передана в мировую коллекцию ВИР. В разных экспериментах немчиновские образцы показывают хорошие результаты, прежде всего, по признакам повышенной продуктивности посева, адаптивности растений к лимитирующим факторам внешней среды, устойчивости к опасным патогенам, по качеству зерна. Районированные сорта широко используются в нашей стране и за рубежом при создании новых перспективных генотипов тритикале [1].

Важный вклад в повышение морфогенетического разнообразия тритикале вносят ученые Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. В литературе не раз отмечалось об использовании в этом институте гена сферококкоидности при создании зернового тритикале [10]. Указанный ген был перенесен в тритикале от шарозерной пшеницы Шарада (T. sphaerococcum Pers.), отличающейся высоким качеством зерна (сверхсильная пшеница), имеющей содержание белка до 19% и клейковины до 38%, с повышенным выходом муки. Эффект гена, вызывающий повышение шарозерности, сопровождается укорочением всех вегетативных и генеративных органов, эректоидностью листовой пластинки и лучшим развитием механических тканей стебля. Скрещивание сорта гексаплоидной тритикале Валентин 90 с озимой шарозерной пшеницей Шарада обеспечило авторам получение ряда ценных линий (s.t.-8, s.t.-12, s.t.-15) с урожайностью свыше 94 ц/га при сборе зерна тритикале Валентин 90 – 89,9 ц/га и пшеницы Шарада – 56,6 ц/га.

Велик вклад в расширение биоразнообразия тритикале ученых Донского ЗНИИСХ. На полях института (Северо-Донецкая СХОС) ежегодно в разных питомниках высеваются и изучаются многочисленные образцы озимой и яровой тритикале разного уровня плоидности. Значительное количество перспективных сортов и линий состоит в мировой коллекции тритикале Всероссийского НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова [11].

В селекцию озимой и яровой тритикале, расширение морфогенетического разнообразия культуры вносят существенный вклад ученые Ставропольского НИИСХ, НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, НИИСХ Юго-Востока, Тамбовского НИИСХ, Самарского НИИСХ им. Н.М. Тулайкова, Поволжского НИИСС им. П.П. Константинова, СибНИИРС, СибНИИСХ и других селекционных центров.

Улучшением, пополнением генофонда тритикале успешно занимаются научные учреждения и фирмы ближнего и дальнего зарубежья, в первую очередь в Республике Беларусь, Украине, Казахстане, Польше, Германии, Швеции, Канаде, США.

В Институте генетики и цитологии НАН Беларуси (Н.Б. Белько, И.С. Щетько, О.М. Люсиков, И.А. Гордей, 2010) получены ценные генотипы при формировании морфогенетического разнообразия и селекционного преимущества нового типа гексаплоидных тритикале – ржано-пшеничных амфидиплоидов с цитоплазмой ржи (сорта Радзима, Калінка, Сяброувка, Верасень и др.), а также гексаплоидных тритикале (Самсун, Уго, Дубрава, Кастусь, Идея, Гренадо, Модуль и др.) Учеными создано свыше 120 гибридных форм секалотритикум $F_1 - F_3$ (RR AA BB, $6x=42$), 37 из них отличаются цитологической стабильностью и фенотипической однородностью [12].

Большим достижением селекционеров Р. Беларусь является создание и внесение в Госреестр республики сорта гексаплоидного секалотритикум Амулет, отличающегося высокой продуктивностью растений и устойчивостью к лимитирующим факторам среды. Сорт конкурентноспособен в сравнении с гексаплоидными тритикале, полученными на основе цитоплазмы мягкой озимой пшеницы.

Исследования по созданию озимых секалотритикум проводят ученые Донского ЗНИИСХ (Л.П. Титаренко и др. 2014). Авторами проведено скрещивание образца доминантно короткостебельной озимой ржи (мейотический тетраплоид ИТ, $2n=28$), используемого в качестве матери, с озимой тритикале Привада ($2n=42$) воронежской

селекции в качестве отцовской формы. Последующая селекционная работа с короткостебельными, расщепляющимися по высоте растений семьями, с двукратными отборами в поздних поколениях гибридов (F_{15}) обеспечила авторам получение высокоурожайных линий секалотритикум Столичный с плотным продуктивным стеблестоем, устойчивых к бурой ржавчине, отличающихся повышенными биохимическими показателями качества зерна (у 71% линий содержание белка в зерне составляло 15% и выше).

2. Использование в создании тритикале методов биотехнологии

Перспективными в плане расширения генофонда, биоразнообразия тритикале являются исследования по созданию перспективных линий с помощью методов биотехнологии. Так, в НИИСХ Юго-Востока (Т.И. Дьячук, О.В. Хомякова и др., 2010) с использованием эмбриокультуры получены пшенично-ржаные гибриды при вовлечении в гибридизацию ряда сортов озимой мягкой пшеницы (Губерния и др.). Авторы отмечают, что средняя завязываемость гибридных зерновок в скрещиваниях мягкая пшеница $\times$ рожь составляла 15,3% с варьированием в комбинациях от 4,1 до 35,0%, выход зародышей – 80,5% от числа сформированных зерновок. Фертильность отмеченных гибридов ученые в Саратове восстанавливают путем опыления пылью колосьев гибридов первого поколения или сортов гексаплоидных тритикале. Метод эмбриокультуры используют не только для получения первичных тритикале, но и в интерплоидных скрещиваниях, а также при гибридизации тритикале с мягкой пшеницей. Указанный метод, как считают исследователи, обеспечивает максимальное сохранение генотипов. Кроме того, яровизация растений с озимым типом развития может осуществляться в условиях *in vitro*. Для ускоренного получения гомозигот в различных типах скрещиваний в институте успешно применяют культуру пыльников. Выход эмбриогенных пыльников у первичных гексаплоидных тритикале в опытах составлял 7,4-22,4%, новообразований – 9,1-42,0%, регенерантов – 6,6-45,8%.

Расширение биоразнообразия тритикале с помощью клеточной технологии и других методов успешно практикуется также в Ставропольском НИИСХ, Краснодарском НИИСХ, Ставропольском госагроуниверситете, Институте генетики и цитологии НПИ Беларуси и других научных или учебных организациях.

3. Применение для получения тритикале физического и химического мутагенеза

Нельзя не отметить и роль мутагенеза в создании генофонда тритикале. Ранее этот метод широко использовался в получении гексаплоидных и октоплоидных амфиплоидов (Сулима, 1976; Ригин, Орлова, 1977; Махалин, 1992). И сегодня ученые применяют методы мутагенеза для создания и улучшения тритикале (Степочкин, 2010; Степочкин, Артемова, 2006; Грабовец, Крохмаль, 2000, 2014).

Еще в 1939 г. американский ученый Дорси (Dorsey, 1949) получил октоплоидную тритикале методом физического мутагенеза – температурного шока при воздействии высокой температуры на цветущие колосья с неудоенным набором хромосом пшенично-ржаных гибридов F_1 (цит. по Сулима Ю.Г., 1976).

А.Ф. Шулындин (1970) в УНИИРСИГ (г. Харьков) в 1960 году создал 42-хромосомные тритикале при скрещивании озимой твердой пшеницы (Гордеиформе 931 $\times$ Гордеиформе 11) с рожью Харьковская 55. Среди гибридных растений F_1 после перезимовки под воздействием низких зимних температур выявлены растения, сформировавшие нередуцированные гаметы. Они оказались плодовитыми и дали полноценное потомство. В этом случае также наблюдался эффект физического мутагенеза.

4. Получение тритикале методом экологического мутагенеза

Некоторые исследователи при создании тритикале успешно используют экологический мутагенез: воздействие комплекса аномальных природных факторов на растения в целях селекции. Например, в Сибирском НИИ растениеводства и селекции на основе доминантного гена низкостебельности ржи получены высокопродуктивные, зимостойкие сорта озимой тритикале Цекад 90 и Сирс 57 с высокой устойчивостью растений к полеганию и неблагоприятным зимним условиям. При весеннем посеве в течение ряда лет из популяций озимых форм отобраны спонтанно возникшие мутантные растения, способные переходить к

генеративному развитию при весеннем посеве минуя стадию яровизации (П.И.Степочкин, 2008, 2009, 2010). Автором созданы две яровые гексаплоидные формы тритикале, одна из которых несет ген *Vrn1*, а другая – *Vrn2*. Кроме них, путем сложного скрещивания (сорт озимой мягкой пшеницы Филатовка × озимая тритикале Сирс 57), получена форма яровой гексаплоидной тритикале, которая переходит к генеративному развитию благодаря активности мутантного гена ржи (яровые мутанты ржи выделены из популяции озимой диплоидной ржи Короткостебельная 69). Указанные формы тритикале исследователями были взяты в качестве тестеров при скрещивании их со спонтанными яровыми мутантами, выделенными из популяций сортов Цекад 90 и Сирс 57.

Воздействие экологического мутагенеза на растения в целях создания перспективных озимых тритикале использует в своей работе А.И. Грабовец, применяя усовершенствованную методику В.Н. Ремесло, проводя посев яровых тритикале осенью, под зиму, давая возможность сложным природным факторам осенне-зимне-весеннего периода формировать новые генотипы злаков. Характерно то, что А.И. Грабовец (2000) в условиях Северо-Запада Ростовской области (Северо-Донецкая СХОС) в первый год высевает яровые тритикале под зиму с тем, чтобы всходы появились весной. Затем, на следующий год, семена от подзимнего посева ученый вносит рядовой сеялкой в почву уже в оптимальный для культуры срок. Среди сохранившихся после второй перезимовки растений 2-3% форм в отмеченных опытах оказывались двуручками, остальные морфотипы расщеплялись и образовывали сложные популяции. Таким способом им создан скороспелый высокопродуктивный, районированный в ряде регионов России сорт озимой тритикале ТИ-17. Основой для его получения служила мексиканская яровая тритикале с номером каталога ВИР И-347015, отличающаяся высокой степенью гомозиготности. Средняя урожайность зернового тритикале Ти17 составляет 63,5 ц/га, а максимальная, при посеве по черному пару – 87,3 ц/га. Важно то, что сорт оказался иммунным к мучнистой росе, головневым заболеваниям, листовым пятнистостям, поражению растений бурой ржавчиной. При эпифитотиях и искусственном заражении растений поражение в опытах автора не превышало 2-3%, отмечена высокая полевая устойчивость Ти17 к снежной плесени и септориозу. Для создания новых, более совершенных сортов А.И. Грабовец (2014), успешно использует в скрещиваниях образцы озимой тритикале, полученные в результате применения метода экологического мутагенеза. Получен ряд сортов интенсивного типа: Каприз (сбор зерна 90-95 ц/га), Водолей (до 80 ц/га в засушливые 1999 и 2000 гг.) и др.

5. Использование метода экологического мутагенеза в Московской области

В наших экспериментах в МОВИР и в Московском НИИСХ «Немчиновка» с целью получения исходного материала, наряду с различными видами скрещиваний также применялся метод экологического мутагенеза. Совместно с доктором наук В.Г. Кызласовым в 2003-2010 гг. нам удалось получить, придерживаясь, в основном, методики А.И. Грабовца (2000), ряд линий от осеннего посева образцов яровых тритикале из Польши, Аргентины и Канады. Предположения В.Г. Кызласова по данному вопросу состояли в том, что в условиях перезимовки, близких для яровых растений к критическим (летальным), под воздействием физиологических, биохимических и, возможно, иных процессов происходит неравный кроссинговер как адекватная защитная реакция генотипов на жесткие факторы среды. В этом случае формируются новые комплексы взаимодействия генов, обеспечивающие возникновение новых морфотипов в сравнении с исходными яровыми растениями. Однако впоследствии В.Г. Кызласов все же пришел к выводу, что под воздействием сложных погодных факторов зимы у посеянных с осени форм яровых тритикале происходят и мутационные изменения. При этом, по его мнению, выжившие к весне растения становятся полуозимыми (двуручками), а в редчайших случаях – озимыми. Так появился термин «экологический мутагенез» [13].

В конкурсном сортоиспытании в 2011-2013 гг.) хорошие результаты в сравнении со стандартом Гермес (сбор зерна в среднем за 3 года 56,0 -63,0 ц/га) показали Линия 1 и Линия 2, полученные при использовании экологического мутагенеза с многократными отборами из

перезимовавших растений яровой тритикале к-2042, к-2033 из Польши. Повышенный урожай получен также по Линии 5 (отбор из яровой тритикале к-3515 Аргентина) и др. (табл.). Одна из линий, полученных при использовании метода экологического мутагенеза, с посевом осенью образца яровой тритикале (к-3869 Польша) дала начало новому сорту озимой тритикале Капелла, успешно проходящему с 2015 года Государственное сортоиспытание. Следовательно, в целом есть все основания считать метод экологического мутагенеза одной из многих возможностей расширения биоразнообразия тритикале.

Неоценимый вклад в создание, изучение, расширение генофонда тритикале внесли ученые Дагестанской опытной станции ВИР У.К. Куркиев (1992, 2000); У.К. Куркиев, К.У. Куркиев, А.К. Абдуллаева (2010) и др. Сортообразцы озимой тритикале Дагестанской селекции Праг 3 (к-3743), Праг 2-46/3, Праг 48/4, Праг 45/1 и ряд других использованы при создании новых сортов озимой и яровой тритикале в Донском ЗНИИСХ, Краснодарском НИИСХ, Московском НИИСХ. В более ранних работах дагестанские исследователи рассматривали разные варианты решения проблемы создания исходного материала для сортов короткостебельных гексаплоидных тритикале с комплексом ценных признаков. В поисках доноров повышенной продуктивности у низкорослых форм авторы осуществили ценную, объемную работу по гибридизации сортообразца гексаплоидного тритикале Праг 531, обладающего короткой соломиной (75-85 см), с лучшими образцами тритикале, выделившимися в многолетних исследованиях ДОС ВИР по комплексу селекционно ценных признаков: Праг 204, Праг 471, Праг 483, Праг 494, Праг 510, Праг 516. Короткостебельные линии третьего поколения сравнивались с исходным образцом озимой тритикале Праг 531 и высокопродуктивным высокорослым сортом Праг 3.

Исследователи, проанализировав данные по 23 комбинациям скрещивания, определили, что лучшие показатели продуктивности оказались у гибридов F₃, полученных с использованием сортов Союз и Праг 483. Донорами ценных признаков, в том числе урожайности и оптимальной короткостебельности, признаны сортообразцы Праг 471, Праг 483, Праг 494, Праг 204 и Союз. Дагестанская опытная станция, как и ВИР им. Н.И. Вавилова всегда были и остаются во главе работ по сбору, сохранению, изучению и использованию генофонда культурных растений и их диких сородичей. По данным А.Ф. Мережко (2000), в 1997 г. коллекция тритикале в ВИРе насчитывала 3497 сортообразцов, в том числе озимых 45,1%, полуозимых 2,2%, яроозимых 44,8%, поздних яровых 4,6%, популяций – 3,3%. На 01.01.2016 г. объем мировой коллекции тритикале ВИР, по оперативным данным Н.П. Лоскутовой (2016), составил 3783 образца. Для сравнения: коллекция озимой мягкой пшеницы насчитывает 15500 образцов, яровой мягкой – 16120, яровой твердой – 6450, редких видов 4500, эгилопсов – 5400 образцов. Как и в 1997 г. наибольшую долю, свыше 40% в коллекции ныне занимают образцы тритикале отечественного происхождения; достаточно полно представлены Мексика (более 1 тыс. образцов), Украина (302), Р. Беларусь (около 200), США (120). Мировая коллекция тритикале ВИР и сегодня является основным источником генов высокой продуктивности, устойчивости к стрессам, скороспелости, качества зерна и других ценных признаков (А.М. Медведев и др., 2015). В последние годы ускоренными темпами развиваются селекционные работы по яровой тритикале. В Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию, состоит 11 сортов яровой тритикале, в том числе Укро, Ярик, Лотос, Ульяна, Гребешок, Амиго, Память Мережко, Ровня. Генофонд этой культуры активно пополняется Краснодарским НИИСХ, Донским ЗНИИСХ, НИИСХ ЦЧП, Владимирским НИИСХ, Дагестанской ОС ВИР. Сортообразцы, получаемые из этих научных учреждений, высоко востребованы для решения наиболее трудных проблем в селекции яровой тритикале – повышения устойчивости растений к полеганию, опасным болезням, прорастанию зерна на корню, скороспелости. Во Владимирском НИИСХ (С.Е. Скатова, А.М. Тысленко, 2014) из большого набора образцов коллекции ВНИИР удалось выделить номера с повышенной устойчивостью к прорастанию зерна в колосе, в том числе формы из Мексики (СИММУТ), Р.Беларусь, России (Узор, Русло, Ровня, Память Мережко и др.)

Таблица

Результаты конкурсного испытания озимой тритикале в Московской области, б. МОВИР, Михнево. 2011-2013 гг.

Сорт и происхождение	Урожай зерна, ц/га				Вегетационный период, дней	Перезимовка, балл	Устойчивость к полеганию, балл	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 зёрен, г	Масса зерна с колоса, г	Поражение бурой ржавчиной, балл
	2011	2012	2013	среднее							
Гермес (St1) Московский НИИСХ	65,7	80,6	55,3	67,2	317	7	7	53	49,5	2,8	5
Московская 39 (St2) МосНИИСХ	49,8	63,8	34,7	49,5	316	7	9	39	45,4	1,9	5
Линия 1 отбор из яр. тр. К-2042	63,3	66,8	38,0	56,0	313	7	9	51	45,8	2,2	1
Линия 2 отбор из яр. тр. К-2044	48,8	69,2	34,9	51,0	316	7	9	55	48,6	2,7	1
Линия 3 отбор из Двуручки 6	52,9	67,5	48,7	56,4	315	9	9	58	54,8	3,0	3
Линия 4 отбор из F3 (Гермес × Авангард)	46,4	81,2	32,0	53,2	314	9	9	58	50,6	2,4	1
Линия 5 отбор из яр. тр. К-3515 (Аргентина)	42,7	82,0	60,7	62,0	313	9	9	56	54,5	2,9	1
Линия 6 отбор из яр. тр. Д-84 (2006)	59,5	77,2	53,0	63,0	314	7	7	54	54,9	2,8	3
Линия 7 отбор из Двуручки 4,35 сорт Ефремовская	78,4	85,8	64,5	76,2	313	9	9	65	63,5	3,6	1
Линия 7 отбор из Двуручки 4,35 сорт Ефремовская	78,0	86,6	65,0	76,5	313	9	9	65	63,9	3,7	1
Линия 8 отбор из образца оз. тр. КП-130	79,0	82,4	52,4	72,0	314	7	9	58	55,7	2,8	1
Линия 9 отбор из образца яр. тр. КП-125	63,2	78,8	62,3	68,0	315	7	9	52	52,4	2,7	1
Линия 10 отбор из образца яр. тр. КП-116	62,0	68,4	46,3	59,0	314	7	9	54	47,6	2,8	3
Линия 11 отбор из образца Д-17 (2006)	52,8	78,0	49,0	60,0	316	9	9	51	52,8	2,6	3
НСР 0,05	0,36	2,4	3,2								

Важен вывод исследователей о том, что полиморфизм по признаку прорастания зерна на корню имеет место не только в пределах популяций, но и среди сортов. Это означает, что признак детерминирован и достаточно легко передается потомству при скрещивании. Владимирские сорта яровой тритикале Память Мережко, Гребешок и Ровня выделяются повышенной продуктивностью и устойчивостью к прорастанию зерна в колосе, что ставит их в число генотипов, ценных для использования в селекционных программах.

Заключение

Проблема расширения морфогенетического разнообразия тритикале в России решается успешно, однако, количество находящихся в мировой коллекции сортообразцов было бы значительно больше, а их качество выше при более активном участии научных организаций в проведении фундаментальных исследований по улучшению новой синтетической культуры, обмену генетическим материалом с другими учреждениями и учеными.

Основные направления улучшения тритикале общеизвестны. Наибольшую трудность создают многочисленные болезни и вредители, постоянно совершенствующиеся и нередко берущие верх в соревновании с селекционерами, технологами, защитниками урожая. К этому добавляются абиотические стрессы в виде засух, суховеев, неблагоприятные факторы зимы, переувлажнение почвы и пр. Получение устойчивых к стрессам высокопродуктивных сортов озимой и яровой тритикале, способных обеспечивать урожайность на уровне 5-7 т/га зерна и 60-70 т/га зеленой массы, значительно ускорится и упростится при наличии у селекционеров оптимального многообразия ценных исходных форм, совершенно разных по структуре хромосом, геномному составу, наличию генов устойчивости к особо опасным заболеваниям растений и природным стрессам.

Литература

1. Медведев А.М., Пома Н.Г., Осипов В.В. Селекция озимой тритикале в Центральном Нечерноземье и перспективы использования. - В сб. Инновационные аспекты научного обеспечения АПК Центрального Федерального округа РФ. - М.: 2015. - С. 90-96.
2. Бирюков К.Н., Грабовец А.И., Крохмаль А.В. Влияние поздних азотно-фосфорных и азотных подкормок на увеличение содержания белка в зерне тритикале. - В сб. Проблемы и перспективы производства с.-х. культур в Южном регионе Российской Федерации. - Новочеркасск, ЛИК, 2014. - С. 71-74.
3. Сулима Ю.Г. Тритикале. Достижения, проблемы, перспективы. - Кишинев, 1976. - 200 с.
4. Ковтуненко В.Я., Панченко В.В., Тимофеев В.Б. и др. Достижения в селекции озимой тритикале в ГНУ КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко. - В сб. Тритикале (вып.6). - Ростов на Дону, 2014. - С. 69-74.
5. Гриб С.И., Буштевич В.Н. Селекция тритикале в Беларуси: Результаты, проблемы, их решения. В сб. Тритикале (вып. 4). - Ростов-на-Дону, 2010. - С. 74-78.
6. Федорова Т.Н. Особенности цитогенетических исследований по тритикале. - Генетика. - 1973. - т. 9. - № 9. - С. 151-167.
7. Куркиев К.У., Куркиев У.К. Новый исходный материал для селекции короткостебельных гексаплоидных тритикале. - В сб. Тритикале (вып. 4). - Ростов-на-Дону, 2010. - С. 118-121.
8. Комаров Н.М., Соколенко Н.И., Зобнина Н.Л. Роль коллекции в селекции тритикале СНИИСХ. - В сб. Тритикале (вып.6). - Ростов-на-Дону, 2014. - С. 108-114.
9. Пома Н.Г., Сергеев А.В. Проблемы селекции тритикале в Центральном регионе России. - В сб. Проблемы селекции и технологии возделывания зерновых культур. - Немчиновка.: 2008. - С. 58-62.
10. Беспалова Л.А., Боровик А.Н. и др. Использование гена сферококкоидности в создании зернового тритикале. - В сб. Тритикале (вып. 5). - Ростов-на-Дону, 2012. - С. 21-25.
11. Грабовец А.И., Крохмаль А.В. Итоги и перспективы селекции озимой тритикале. - В сб. Тритикале (вып. 6). - Ростов-на-Дону, 2014. - С. 29-36.
12. Белько Н.Б., Щетько И.С., Люсиков О.М., Гордей И.А. Морфогенетическое разнообразие и селекционная ценность секалотритикум. - В сб. Тритикале (вып. 4). - Ростов-на-Дону, 2010. - С. 6-10.
13. Медведев А.М., Осипов В.В., Жихарев С.Д. и др. Озимая и яровая тритикале в Российской Федерации (монография). - Москва. Немчиновка, 2017. - 284 с.

ON THE DIRECTIONS AND METHODS OF INCREASE OF MORPHOGENETIC DIVERSITY AND BREEDING VALUE OF TRITICALE

A.M. Medvedev, N.G. Poma, V.V. Osipov, S.D. Zhiharev

FGBNU «THE MOSCOW RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE «NEMCHINOVKA»

Abstract: The results of research of scientists from scientific institutions of the Russian Federation, CIS and foreign countries for the development of hexaploid triticale with wheat cytoplasm, as well as other types of amphidiploids including secalotriticum with rye cytoplasm, based on the hybridization of wheat with rye. The results of experiments on the creation of triticale with different types of mutagenesis, biotechnological research, contributing to the formation of genotypes with high productivity of plants and their environmental sustainability.

Keywords: triticale, morphogenetic diversity, mutagenesis, environmental mutagenesis secalotriticum, selection, productivity.

УДК 651.583:631.559:633.1(470.44/47)

ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПШЕНИЦЫ В ПОВОЛЖЬЕ

А.И. ПРЯНИШНИКОВ, член-корреспондент РАН

Н.Г. ЛЕВИЦКАЯ, И.И. ДЕМАКИНА

ФГБНУ «НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА»

E-mail: raiser_saratov@mail.ru

В статье дана оценка воздействия современного изменения климата на агроклиматические ресурсы региона и продуктивность основных зерновых культур. Показаны тенденции изменения показателей теплообеспеченности и влагообеспеченности вегетационного периода и реакции на них урожайности озимой и яровой пшеницы.

Ключевые слова: температура, осадки, запасы влаги, урожайность, тренд, коэффициент вариации.

Поволжский регион отличается резко континентальным, засушливым климатом с контрастными по годам погодными условиями, что в значительной степени определяет колебания урожайности сельскохозяйственных культур. Сравнительный анализ урожайности яровой и озимой пшеницы не только подтверждает высокую изменчивость, но и свидетельствует о лучшей реализации последней своих продуктивных свойств (рис. 1). За полувековой период средняя урожайность озимой пшеницы в Саратовской области составила 17,5 ц/га, в то время как у яровой пшеницы она отмечалась на уровне 8,8 ц/га, что и объясняет значительное увеличение посевных площадей под озимой пшеницей.

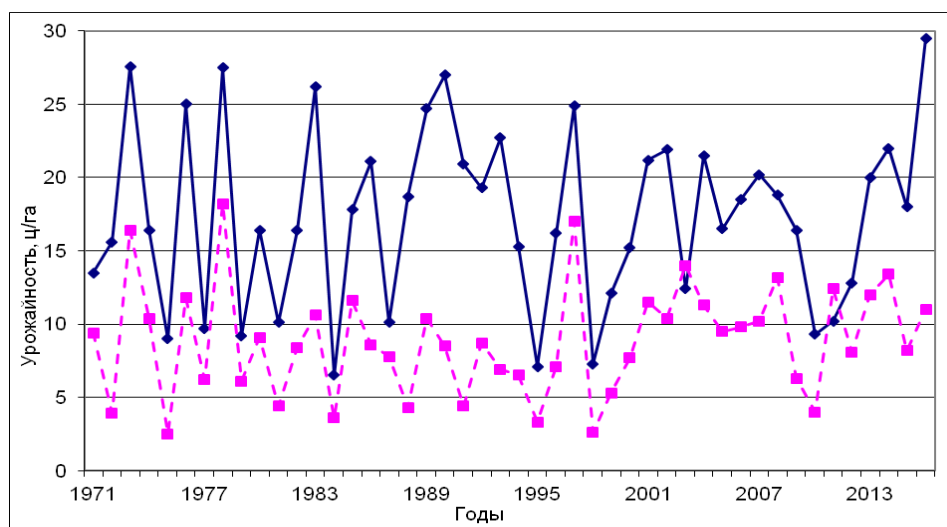


Рис. 1. Динамика урожайности озимой (1) и яровой (2) пшеницы в Саратовской области за 1971-2016 гг.

Минимальные и максимальные значения урожайности этих культур приходится практически на одни и те же годы. Причины резкого снижения урожайности довольно очевидны и связаны с жестокими устойчивыми засухами в период вегетации зерновых культур, а также суровыми условиями зимовки для озимой пшеницы (1985, 1995, 2003 гг.). Однако, несмотря на это, за все годы наблюдений отмечалось лишь два случая, когда озимая пшеница уступала яровой по урожайности – в период слабой ее перезимовки в 2003 г. (когда отмечалось 50% гибели посевов) и после жесткой засухи 2010 года, когда в области не везде были получены хорошие всходы озимых осенью.

Максимумы урожайности объясняются благоприятным гидротермическим режимом и оптимальным увлажнением в наиболее ответственные периоды вегетации зерновых.

Изменения климата оказывают влияние не только на продуктивность зерновых культур, но и на величину межгодовой вариабельности урожаев. Расчет коэффициентов вариации среднеобластной урожайности озимой и яровой пшеницы за 1976-1995 и 1996-2015 гг. свидетельствует об уменьшении вариабельности этих культур соответственно на 12,6 и 7% (табл. 1). При этом рост урожайности озимой пшеницы по тренду за этот период составил 1,3 ц/га, а у яровой пшеницы – 1,7 ц/га.

В условиях меняющегося климата из последних 35 лет высокоурожайными для озимой пшеницы были 4 года (1983, 1990, 1997 и 2016). Урожайность озимой пшеницы в эти годы была выше тренда на 45-62%, три года (1999, 2003 и 2012) были низкоурожайными с отклонениями от тренда на 25-30% и 4 года выдались крайне неурожайными с отклонениями урожайности от тренда на 45-50%. Остальные годы были среднеурожайными.

Таблица 1

Изменение коэффициентов вариации средней областной урожайности озимой и яровой пшеницы за различные периоды

Культура	Cv,%		
	1976-1995 гг.	1996-2015 гг.	Δ Cv
Озимая пшеница	40,5	27,9	-12,6
Яровая пшеница	43,3	36,3	-7,0

Для яровой пшеницы к числу высокоурожайных лет можно отнести 1983, 1985, 1997, 2003 и 2008 гг. Урожайность яровой пшеницы в эти годы превысила значения тренда на 45-90%. Низкоурожайными с отклонениями от тренда на 25-35% были 1981, 1999 и 2009 годы. В шести годах из 35 (1984, 1988, 1991, 1995, 1998 и 2010) отклонения урожайности от тренда достигали 50-70%. Все неурожайные для яровой пшеницы годы четко связаны с сильными и обширными засухами.

Анализ влияния основных агрометеорологических факторов на продуктивность яровой пшеницы указал на тесную корреляционную связь между урожайностью яровой пшеницы и аномалией средней температуры воздуха за май-июль ($r = -0,71$), числом дней с максимальной температурой выше 30°C ($r = -0,72$), числом сухих дней ($r = -0,62$) и количеством осадков, выпадающих за вегетационный период ($r = 0,52$). Уравнение множественной регрессии, описывающее зависимость урожайности яровой пшеницы от этих показателей имеет следующий вид [1].

$$Y = 117,868 - 21,525x_1 + 0,0166x_2 - 0,455x_3 - 0,0005x_4,$$

где Y – урожайность яровой пшеницы, % тренда; x_1 – аномалия средней температуры воздуха за май-июль, $^{\circ}\text{C}$; x_2 – сумма осадков за май-июль, % нормы; x_3 – число дней с температурой воздуха более 30°C ; x_4 – число сухих дней за май-июль.

Согласно графической корреляции урожайности яровой пшеницы с аномалией средней температуры воздуха и отклонением от нормы количества осадков выпадающих в период вегетации, наибольший прирост урожайности яровой пшеницы наблюдается при средней аномалии температуры воздуха равной -2°C и сумме осадков, превышающих норму на 30-40%, наименьший – при аномалии средней температуры равной $2,8^{\circ}\text{C}$ и дефиците осадков за период вегетации около 60% нормы. Увеличение средней за период вегетации температуры

воздуха на 1^0 выше нормы вызывает снижение урожайности яровой пшеницы на 25-30% тренда, а уменьшение количества осадков на 35% по сравнению с нормой обуславливает снижение урожайности яровой пшеницы на 30-40% тренда.

Озимая пшеница менее чувствительна к изменениям гидротермических условий в период весенне-летней вегетации. При сохранении однонаправленности связи коэффициенты корреляции между ее урожайностью и перечисленными выше гидротермическими показателями значительно ниже. Теснота связи с аномалией средней за май-июль температуры воздуха характеризуется $r = -0,44$, с числом дней с температурой воздуха более $30^0 - r = -0,42$, с числом сухих дней $- r = -0,39$, с суммой осадков $- r = 0,31$. О меньшей реакции продуктивности озимой пшеницы на изменение климатических условий весенне-летней вегетации свидетельствует и тот факт, что согласно полученной графической корреляции, увеличение средней температуры воздуха на 1^0 выше нормы приводит к снижению урожайности озимой пшеницы на 10-15% тренда. Уменьшение количества осадков за май-июль на 35% ниже нормы снижает урожайность озимой пшеницы на 15-20% тренда.

При этом большое влияние на недоборы урожаев у озимой пшеницы оказывает отход производства от разработанных аграрной наукой систем «сухого земледелия», излишнее увлечение сельхозпредприятий «заграничными» моделями производства, ориентированность производства на рыночные культуры и увеличение посевных площадей под подсолнечником. Все это в причинно-следственной цепочке сельскохозяйственного производства, значительно обостряет его зависимость от климатических условий. Отчего вопросы глобального потепления климата и его влияния на окружающую среду являются одной из главных экологических проблем современности и основных вопросов развития научных основ адаптационных процессов в растениеводстве.

По данным фактических наблюдений и проведенного анализа наиболее интенсивное потепление началось в последней четверти XX века. Самым теплым годом за последние 100 лет признан 2010, а 1990-е годы стали самым теплым десятилетием этого периода. В среднем по России за 100-летний период инструментальных наблюдений приземная температура воздуха увеличилась на $1,3^0\text{C}$. При этом существенно увеличились годовые минимумы и максимумы температуры воздуха, особенно в холодный период.

В отношении осадков ситуация на территории России складывается значительно сложнее, поскольку наряду с увеличением количества осадков в одних областях наблюдается их уменьшение в других регионах, что особенно неблагоприятно для районов неустойчивого и недостаточного увлажнения.

Согласно материалам оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) в XXI в. потепление климата продолжится беспрецедентно быстрыми темпами, что окажет существенное влияние на многие отрасли экономики и в первую очередь на сельское хозяйство. Значительная часть территории России, включая Саратовскую область, попадает в зону максимального потепления. Поэтому в складывающейся ситуации исследования региональных проявлений глобального потепления, реакции на них наиболее чувствительных отраслей народного хозяйства и разработка эффективных путей их адаптации к новым климатическим условиям чрезвычайно актуальны и имеют большой практический интерес.

Анализ многолетних агрометеорологических данных свидетельствует о том, что современное изменение климата в Поволжье существенно изменяет его сельскохозяйственный потенциал [3].

За период наиболее интенсивного потепления (1981-2015 гг.) средняя годовая температура воздуха во всех природных зонах региона увеличилась, по сравнению с климатической нормой (1912-1980 гг.), на $1,4-1,5^0\text{C}$ [2]. При этом среднемесячная температура января выросла на $3,3-3,9^0\text{C}$, февраля – на $2,4-2,8^0\text{C}$, декабря – на $1,9-2,3^0\text{C}$, а в период с мая по сентябрь в основном на $0,3-0,8^0\text{C}$ (табл. 2).

Теплообеспеченность территории, характеризующая суммой температур воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$, увеличилась по сравнению с климатической нормой в лесостепи на 275°C , в черноземностепных районах – на 233°C , в сухостепных – на 214°C и в полупустынных – на 193°C . Наибольшая за весь период наблюдений сумма температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ наблюдалась в засуху 2010 г. и составила по области от 3250°C до 3880°C , что превысило норму на 650°C - 750°C .

Таблица 2

Отклонение средних месячных температур воздуха ($\Delta t, ^{\circ}\text{C}$) за период 1981-2016 гг. от климатической нормы за 1912-1980 гг.

Природная Зона	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Лесостепь	3,3	2,4	2,3	2,2	0,8	0,5	0,2	0,2	0,7	1,3	1,2	2,1	1,4
Засушливая черноземная степь	3,4	2,6	2,2	1,9	0,8	0,6	0,3	0,3	0,5	1,3	1,0	2,3	1,5
Сухая степь	3,5	2,5	2,5	2,1	0,8	0,6	0,3	0,1	0,6	1,3	1,1	1,9	1,5
Полупустыня	3,9	2,8	2,6	1,7	0,6	1,1	0,5	0,5	0,6	1,3	1,1	2,3	1,5

Средняя продолжительность безморозного периода в последнее 30-летие составила 165-178 дней, что на 5-8 дней больше, по сравнению с климатической нормой.

Отмеченные выше изменения температурного режима приводят к дальнейшему временному сдвигу в датах устойчивого перехода температуры воздуха через 0 , 5 и 10° . Весной переход температуры через 0° в среднем стал происходить на 7, а через 5 и 10° на 2-3 дня раньше прежних сроков. Осенью переходы температур происходят наоборот позже в среднем на 2, 7 и 5 дней соответственно. В итоге продолжительность вегетационного периода увеличилась на 8-10 дней.

Изменение температурного режима сопровождается изменением режима увлажнения. Годовые суммы осадков изменились незначительно – увеличились на 6-11%. При этом произошло их существенное перераспределение между сезонами и месяцами (табл. 3).

Таблица 3

Изменение сумм осадков (ΔR , % нормы) за 1981-2016 гг. относительно климатической нормы (1891-1980 гг.)

Природная зона	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Лесостепь	117	107	103	97	86	123	96	94	128	105	114	105	106
Засушливая чернозем. степь	126	112	108	103	86	119	102	83	124	109	113	111	106
Сухая Степь	135	125	119	123	94	114	97	97	133	97	94	117	111
Полупустыня	133	105	121	135	95	110	87	96	141	114	84	104	107

Максимальное увеличение осадков наблюдается в сентябре (24-41%), январе (17-35%), июне (10-23%) и апреле (3-35%). Повсеместное уменьшение осадков отмечается в мае (5-14%) и августе (3-17%).

Изменения в годовом режиме осадков оказывают влияние на динамику осенних и весенних запасов продуктивной влаги в почве. Рассчитанные за период с 1950 по 2010 гг. тренды осенних и весенних запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы свидетельствуют об устойчивой тенденции их роста, как весной, так и осенью. При этом темпы увеличения осеннего увлажнения почвы в 2-4 раза превышают соответствующее увеличение весенних запасов продуктивной влаги.

За период с 1981 по 2015 гг. влагозапасы метрового слоя почвы перед уходом в зиму на обыкновенных и южных черноземах увеличились на 15-18%, на темно-каштановых и каштановых почвах – на 38%, на светло-каштановых – на 10%. При этом, повторяемость лет

с осенними запасами продуктивной влаги близкими к наименьшей полевой влагоемкости (НПВ) в черноземно-степных районах Правобережья достигла 50%.

Анализ динамики весенних запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы показывает, что за исследуемый период они увеличились на 15-20%. В лесостепных и черноземно-степных районах повторяемость лет с хорошими и достаточными (130-160 мм и более) запасами продуктивной влаги к началу весенних полевых работ в последние 20 лет составила 100%.

В сухостепных районах влажность почвы данной градации весной отмечалась в 20-30% лет, в остальных случаях влагозапасы метрового слоя почвы составляли в основном 91-130 мм, т.е. были удовлетворительными. В полупустынных районах хорошие и достаточные запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы весной отмечались всего в 1-2 случаях из 10. В 40-50% лет они были удовлетворительными (91-130 мм).

Главной особенностью климата региона является частая повторяемость засух и суховеев. В период наиболее интенсивного потепления климата (1981-2015 гг.) по сравнению с предшествующим 30-летним периодом повторяемость засух на территории Саратовской области существенно не изменилась. Вместе с тем заметно возросла интенсивность наблюдаемых засух. Так в черноземно-степных и полупустынных районах области повторяемость засух сильной интенсивности с $ГТК \leq 0,5$ в мае-июле увеличилась на 8-10%. В крайних юго-восточных районах области увеличивается число засух средней интенсивности с $ГТК = 0,6-0,7$. Величина гидротермического коэффициента (ГТК) за весь вегетационный период уменьшается по тренду со скоростью $-0,04/10$ лет, что свидетельствует об ужесточении гидротермических условий произрастания сельскохозяйственных культур.

Результаты исследований показывают, что часто повторяющиеся засухи на фоне широкой распаханности сельскохозяйственных угодий и некомпенсационных систем земледелия способствуют существенной активизации негативных почвенных процессов, вызывающих деградацию почвенного покрова и снижение почвенного плодородия.

По материалам почвенных обследований к настоящему времени из общей площади сельскохозяйственных угодий более 65% перешли в разряд малоплодородных и только 20-25% отнесены к категории среднеобеспеченных гумусом.

Зерновые культуры по-разному реагируют на снижение почвенного плодородия. Наибольшей реакцией на уровень смывости почвы отличается яровая пшеница, меньшей – озимая пшеница и ячмень. Так, на слабоэродированных почвах яровая пшеница снижает урожайность на 15%, а на среднеэродированных – на 31%, озимая пшеница соответственно на 6 и 12%, ячмень – на 4 и 13%. В засушливые годы урожайность зерновых при переходе от несмытых к слабосмытым и среднесмытым почвам уменьшается еще на 10-20% [4].

В связи с этим, изменение основных агроклиматических характеристик требует разработки соответствующих мероприятий по адаптации сельскохозяйственного производства – от определения оптимальных сроков проведения агротехнических работ до выбора и селекции оптимальных сортов, которые отвечают новым условиям. В частности, смещение сроков посева яровых на более ранние позволит более эффективно использовать весенние запасы влаги. Увеличение теплообеспеченности и продолжительности вегетационного периода открывает возможности для более широкого использования позднеспелых сортов зерновых и масличных культур. В условиях мягких зим с большой вероятностью резких перепадов температуры выигрывать будут более пластичные сорта озимых культур, способные экономнее расходовать запасы питательных веществ в стрессовых ситуациях. При этом темпы адаптации должны соответствовать темпам изменения климата. В противном случае потепление климата может привести к падению среднего уровня урожайности зерновых и нестабильности сельскохозяйственного производства.

Литература

1. Левицкая Н.Г., Шаталова О.В., Иванова Г.Ф. Оценка современных тенденций изменения климата и их последствий для сельскохозяйственного производства в Нижнем Поволжье // Повышение эффективности использования агробиоклиматического потенциала юго-восточной зоны России: сб. науч. тр. НИИСХ Юго-Востока. – Саратов: ООО «Сателлит» 2005. – С.273-284.
2. Левицкая Н.Г., Иванова Г.Ф., Орлова И.А. Оценка современного состояния агроклиматических ресурсов Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2013. Т.13, № 2. – С.10-12.
3. Прянишников А.И. Научное обеспечение устойчивого производства зерна в условиях глобального и локального изменения климата // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2009. – № 1. – С.22-25.
4. Савченко И.В., Прянишников А.И., Шабаетов А.И. Научное обеспечение устойчивого сельскохозяйственного производства в условиях нарастающей аридизации климата // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. №6. – С.18-20.

THE CHANGE IN THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF FORMATION OF PRODUCTIVITY OF WHEAT IN THE VOLGA REGION

A.I. Pryanishnikov, N.G. Levitskaya, I.I. Demakina

FGBNU «AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE OF SOUTH-EAST»

Abstract: The article assesses the effects of modern climate change on agroclimatic resources and productivity of basic grains. Shows trends in indicators of heat provision and water supply in the vegetation period and the reaction yield of winter and spring wheat.

Keywords: temperature, precipitation, moisture, yield, trend, coefficient of variation.

УДК 633.11.112.1:631.527

ИТОГИ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ НАРАСТАНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ КЛИМАТА

В.П. КАДУШКИНА, С.А. КОВАЛЕНКО

ФГБНУ «ДОНСКОЙ ЗОНАЛЬНЫЙ НИИСХ»

E-mail: kadushkina1964@mail.ru, sa_kovalenko_83@mail.ru

В статье представлены результаты исследований 6 новых сортов и генотипов яровой твёрдой пшеницы, созданных в научно-исследовательском центре Донского ЗНИИСХ, адаптированных к условиям нарастания континентальности климата в Ростовской области. Изложены данные исследований, в которых основное внимание уделено показателям урожайности, устойчивости к болезням и полеганию. Перспективные генотипы мутантного происхождения показали высокую устойчивость к мучнистой росе (1-10%) и жёлтой ржавчине (5-15%), созревали на уровне стандарта или на 1-2 дня позже его. При рассмотрении сортообразцов гибридного происхождения отмечали повышенную засухоустойчивость. Показана значимость воздействия климатических условий на урожай и качество зерна. Отмечено, что в условиях засух качество зерна возросло. Наблюдали закономерное повышение белка в 2014 г. (до 16,3% у Горд. 4985/13) и клейковины в зерне (до 34,5% у Горд. 5057/12). При достаточном увлажнении в 2016 году количество клейковины было самым низким (24,7-31,0%), а натура и масса 1000 зёрен – наиболее высокими: 810 г/л и 41,2 г (у сорта Донэла М). Все вышеперечисленные линии характеризовались высокой устойчивостью к полеганию (кроме сортов Горд. 5057/12) несмотря на то, что в условиях 2016 года они были высокорослыми. За годы изучения в конкурсных сортоиспытаниях новые сортообразцы стабильно давали высокие урожаи: от 2,67 т/га до 3,80 т/га. Показано, что перспективные генотипы обладают высокой экологической пластичностью. При изучении в экологическом сортоиспытании в Краснодарском НИИСХ по урожайности превзошли стандарт Вольнодонская и сорт Николаша: Горд. 5036/12-5,34 т/га, Горд 4970/13 – 4,56 т/га.

Ключевые слова: яровая твёрдая пшеница, селекция, урожайность, генотип, качество.

В последние десятилетия на севере Ростовской области наметились определённые сдвиги в изменении климата. Они связаны в первую очередь с усилением континентальности. Это выражается в увеличении среднегодовой температуры воздуха на 2,5°C и уменьшении среднегодового количества осадков на 20 мм.

В связи с этим особенно повышаются требования к сорту в отношении засухоустойчивости, стабильности формирования высококачественного зерна по годам, устойчивости или толерантности к болезням, вредителям и полеганию, а, следовательно, способности хорошо реагировать на улучшение естественных условий возделывания в благоприятные годы. Важнейшим требованием к сортам пшеницы является относительная стабильность урожаев по годам. Селекция на эти свойства пока остается серьёзной проблемой [1-4]. Поэтому целью настоящих исследований является создание при помощи химического мутагенеза и гибридизации сортов, адаптированных к абиотическим и биотическим стрессам внешней среды и дающих высококачественное зерно.

Материалы и методика исследований

Исследования проводили в 2014-2016 гг. в научно-исследовательском центре Донского ЗНИИСХ.

Изучали 6 новых сортов и сортообразцов яровой твёрдой пшеницы в конкурсном сортоиспытании. Методика и техника закладки опытов общепринятые для зерновых культур. Все оценки, наблюдения, учёт урожая выполнены в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5]. Сравнение вели со стандартным сортом Вольнодонская. Определение качества макаронных изделий яровой твёрдой пшеницы выполняли усовершенствованным методом оценки качества конечной продукции, разработанным в НИИ сельского хозяйства Юго-Востока [6]. Статистическую обработку данных проводили по Доспехову Б.А. (1985) [7], использовали программу статистической обработки данных «Excel 2007». Для характеристики метеорологических условий за 2014-2016 гг. использовали данные метеорологического поста Северо-Донецкой СХОС.

Посев яровой твёрдой пшеницы проводили сеялкой «Клён» по предшественнику зернобобовые, с нормой высева 450 всхожих зёрен на 1 м². Глубина заделки семян 4-6 см. Учётная площадь делянок 22,5 м², повторность – четырёхкратная, размещение – рендомизированное. Почва опытного участка чернозём южный среднемощный карбонатный слабовыщелочный с различной мощностью гумусового горизонта (30-50 см).

Результаты исследований

Метеорологические условия вегетации в годы проведения экспериментов были контрастными и отражали особенности климата региона. Необходимо отметить, что 2014 г. был засушливее (температура выше в среднем на 7-8 С° по всем межфазным периодам), чем последующие два года. 2016 г. был наиболее благоприятным: за период «всходы-колошение» осадков выпало 185 мм (среднегодовое значение – 199 мм).

По нашим многолетним исследованиям, в степной зоне Ростовской области в условиях нарастания засух наиболее эффективными методами получения генотипической изменчивости признаков являются химический мутагенез и гибридизация [8]. За годы исследования были получены высокопродуктивные линии яровой пшеницы, приспособленные к нарастанию аридности климата [9-10]. Применение мутагена 1,4-бис-диазоацетилбутан (ДАБ) позволило создать ряд конкурентоспособных, высококачественных линий и сортов (Новодонская, Вольнодонская, Донская элегия и др.).

По трёхлетним данным в конкурсном сортоиспытании по комплексу хозяйственно-ценных признаков выделили несколько перспективных сортов и сортообразцов: Донэла М (Горд. 5033/12), Горд. 5036/12, Горд. 5057/12 – мутантного происхождения и Горд. 4970/13, Горд. 4985/13, Горд. 4988/13 – гибридного. За годы изучения эти генотипы в сравнении со стандартом Вольнодонская формировали стабильно высокий урожай зерна и превзошли его

на 0,18-0,25 т/га (табл. 1). Хозяйственно-биологическая характеристика этих сортов и сортообразцов представлена в таблице 2.

Таблица 1

Урожай зерна перспективных сортов яровой твёрдой пшеницы в конкурсном сортоиспытании за 2014-2016 гг.

Сорт, линия	Урожайность, т/га				
	Год			среднее	± к St
	2014	2015	2016		
Вольнодонская, St	2,56	2,88	3,48	2,97	
Донэла М (Горд. 5033/12) M12 Донская элегия ДАБ-0,1%	2,94	3,19	3,55	3,22	+0,25
Горд. 5036/12 M12 Донская элегия ДАБ-0,1%	2,86	3,20	3,62	3,22	+0,25
Горд. 5057/12 M12 СД 4354 США ДАБ-0,1%	2,85	2,99	3,62	3,15	+0,18
Горд. 4970/13 F11 Helidur IR 12418S Австрия × Новодонская	2,83	3,05	3,62	3,16	+0,19
Горд. 4985/13 F8 Гордеиформе 31 к. 63825 × Донская элегия	2,67	3,16	3,80	3,21	+0,24
Горд. 4988/13 F9 (Оренбургская 10 × Продур) × [(Харьковская 3 × Саратовская 47) × (к. 44765 Италия × Wascana к. 50995 Канада)] × Донская элегия	2,83	3,18	3,62	3,21	+0,24
НСР₀₅	0,19	0,29	0,14	0,16	-

Таблица 2

Хозяйственно – биологическая характеристика линий яровой твёрдой пшеницы, 2014-2016 гг.

Сорт, линия	Дата кошения, май - июнь	Поражение мучнистой росой, %	Поражение жёлтой ржавчиной, %	Устойчивость к ПМП*, балл	Засухоустой- чивость, балл	Устойчивость к полеганию, балл	Высота растения, см	Длина колоса, см	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %	Содержание каротиноидов, мкг%
В-Д** , St	31-7	10-20	5-20	8	3	7	98,7	6,0	15,3	35,2	412
Донэла М (5033/12)	31-9	1-5	5-15	7	3,7	9	107	6,5	15,0	31,3	322
5036/12	1-7	1-10	5-15	7	3,5	9	108	7,3	15,1	31,5	311
5057/12	1-9	5-15	5-10	8	4	6	106	6,8	15,2	33,0	293
4970/13	3-12	5-15	5-15	9	3,7	8	94,5	6,8	15,2	30,0	299
4985/13	4-12	5-10	1-20	8	3,5	8	106,5	7,1	15,0	30,1	286
4988/13	4-12	1-20	10-15	9	3,5	8	109,5	7,0	15,0	29,2	297

ПМП* – полосатая мозаика пшеницы, В-Д** – Вольнодонская

Сорта – сибсы яровой твёрдой пшеницы Донэла М (передан на Госсортоиспытание в 2015 году) и Горд. 5036/12 выведены путём индивидуального отбора из мутантной популяции Донская элегия ДАБ – 0,1%. Разновидность *hordeiforme*. Длина колоса 6,0-8,0 см, форма цилиндрическая. Колос красный, широкий, неопушённый, плотный. Зерно белое, крупное, масса 1000 зёрен 39,7-41,2 г. Сорта среднерослые (высота соломины варьирует от 75 до 92 см, кроме 2016 года – она достигала 139 см), устойчивы к полеганию (7-7,5 балла). Урожайность за годы изучения в конкурсных сортоиспытаниях составила 2,86-3,62 т/га, что

превысило стандарт Вольнодонская на 0,14-0,30 т/га. По данным лабораторного анализа, содержание белка в зерне составило 14,7-17,4%, клейковины – 30,8-32,0%.

Макаронные изделия характеризовались приятным жёлтым цветом и устойчивостью к переварке. Спагетти отличного качества. Сорта обладали высокой экологической пластичностью, способны формировать высокий урожай по разным предшественникам и различным уровням плодородия.

Горд. 5036/12 был передан в 2016 г. на изучение в условиях Краснодарского края. Урожайность составила 5,34 т/га при 3,52 т/га у Вольнодонской и 4,24 т/га у стандарта Николаша. Характеризовались повышенной засухоустойчивостью.

Сорт Горд. 5057/12 выведен путём индивидуального отбора из мутантной популяции СД 4354 США ДАБ – 0,1%. Разновидность *hordeiforme*. Выколашивался на 1-2 дня позже стандарта Вольнодонская. Сорт среднерослый (высота варьировала от 79 до 91 см, в 2016 году достигала 133 см), высокая полевая устойчивость к мучнистой росе – 5-15%. Характеризовался высокой засухоустойчивостью (4 балла).

Сорт Горд. 4970/13 получен при помощи многократного индивидуального отбора из гибридной популяции Helidur IR 12418S Австрия × Новодонская. Разновидность *hordeiforme*. Форма колоса цилиндрическая, длина 6,1-7,5 см. Масса 1000 зёрен 40,6 г. Сорт среднеспелый. Устойчив к полеганию, высота соломины варьировала от 66 до 79 см (в 2016 году – 123 см). Обладает крупным зерном с высокими технологическими свойствами. Отличался высоким содержанием белка и клейковины. В 2016 году был передан для изучения на экологическое сортоиспытание в Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. Горд. 4988/13 по урожайности превосходил сорт Николаша на +0,32 т/га, а стандарт Вольнодонская на +1,04 т/га, и составил 4,56 т/га.

Сорт Горд. 4985/13 выведен путём индивидуального отбора из гибридной популяции Гордеиформе 31 к. 63825 × Донская элегия. Разновидность *hordeiforme*. Колос красный, неопушённый, цилиндрической формы, средней крупности – 6,5-7,6 см, широкий, плотный. Зерно белое, удлинённой формы. Масса 1000 зёрен составила 41,2 г, в благоприятные годы достигала 45 г. Стебель прочный. Новый генотип несколько выше, чем Вольнодонская – в среднем за 2014-2016 годы длина стебля составила 95 см, в благоприятные годы – 141 см против 113 см у стандарта. Устойчив к полеганию (8,5 баллов), практически не поражался пыльной головнёй, среднеустойчив к грибным заболеваниям. Характеризовался повышенной засухоустойчивостью. Среднеспелый, созревал на 2-3 дня позже стандарта. За годы изучения в конкурсных сортоиспытаниях (2014-2016 гг.) урожайность составила 2,67-3,80 т/га, что превысило стандартный сорт на 0,11-0,32 т/га. Зерно имело высокую стекловидность и натуру. Кулинарные достоинства макаронных изделий отличные: имели жёлтый цвет, устойчивы к переварке, сухой остаток составил 5%, коэффициент разваримости – 2,8.

Сорт Горд. 4988/13 получен при помощи многократного индивидуального отбора из многоступенчатой гибридной популяции (Оренбургская 10 × Продур) × [(Харьковская 3 × Саратовская 47) × (к. 44765 Италия к. 44765 × Wascana к. 50995 Канада)] × Донская элегия. Зерно белое, крупное, масса 1000 зёрен 40 г. Сорт среднеспелый, созревал на 3-4 дня позже стандарта. Горд. 4988/13 среднерослый (соломина варьировал от 80 до 89,4), при высоте растения 139 см отличался от стандарта высокой устойчивостью к полеганию (8 баллов против 7 у Вольнодонской). За годы изучения в конкурсных сортоиспытаниях урожайность составила 2,83-3,62 т/га, что превысило стандартный сорт Вольнодонская на 0,14 – 0,27 т/га. Содержание белка в зерне колебалось от 14,8 до 16,2%, клейковины – от 26,3 до 34,1%. Спагетти отличного качества, обладали жёлтым цветом и устойчивы к переварке. Сорт обладал высокой экологической пластичностью, сочетал высокую урожайность и устойчивость к засухе.

Проявление показателей качества у перспективных сортов и сортообразцов было неоднозначным по годам исследований. Как правило, в условиях засух качество зерна возрастало. Наблюдали закономерное повышение белка в сухом 2014 г. (до 16,3 % у Горд. 4985/13) и клейковины в зерне (до 34,5% у Горд. 5057/12). При достаточном увлажнении в

2016 году количество клейковины было самым низким (24,7-31,0%), а натура и масса 1000 зёрен – наиболее высокими: 810 г/л и 41,2 г (у сорта Донэла М).

За годы изучения в конкурсных сортоиспытаниях по содержанию каротиноидных пигментов в зерне выделялись сорта – сибсы: Донэла М - 322 мкг% и Горд. 5036/12 - 311 мкг%.

Все изучаемые перспективные сорта и линии будут высеяны в питомниках селекционного размножения с целью передачи лучших из них на Госсортоиспытание.

Таким образом, на основе применения химического мутагенеза, гибридизации и сочетания этих методов были получены новые генотипы яровой твёрдой пшеницы наиболее адаптированные к условиям нарастания континентальности климата Ростовской области и дающие высококачественное зерно. Они могут служить донорами и источниками ценных признаков в селекционной программе.

Литература

1. Пыльнев В.В., Коновалов Ю.Б., Хупацаря Т.И. и др. Частная селекция полевых культур. – М.: Колос, 2005. – 552 с.
2. Грабовец А.И., Кадушкина В.П., Бондарь Р.И. Некоторые итоги селекции яровой твёрдой пшеницы на Дону // «Инновационные разработки для АПК России» / Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции 1-3 августа. ГНУ Донской НИИСХ Россельхозакадемии, 2012. – С. 51-54.
3. Кадушкина В.П., Коваленко С.А. Итоги селекции яровой твёрдой пшеницы на Дону при усилении аридности климата // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). – С. 22-25.
4. Головченко А.П. Особенности адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Среднего Поволжья (монография). – Кинель, 2001. – 380 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общ. часть. – М.: Госкомиссия по сортоиспытанию с.-х. культур, 1985. – 269 с.
6. Васильчук Н.С. Селекция яровой твёрдой пшеницы. Саратов, 2001. – 123 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1985. – 351 с.
8. Кадушкина В.П., Грабовец А.И. Методы селекции яровой твёрдой пшеницы на Дону // Эволюция научных технологий в растениеводстве: Сб. науч. тр. в честь 90-летия КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко: В 4-х т.- Краснодар, 2004.- Т.1: Пшеница. – С. 288-294.
9. Кадушкина В.П., Коваленко С.А. Новый сорт яровой твёрдой пшеницы Донэла М – инновация в развитии АПК//Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (60). – С. 24-27.
10. Кадушкина В.П., Грабовец А.И., Коваленко С.А. Результаты использования химического мутагенеза при селекции яровой твёрдой пшеницы в Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 2. – С.82-84.

THE RESULTS OF BREEDING SPRING DURUM WHEAT IN THE ROSTOV REGION IN THE CONDITIONS OF GROWING CONTINENTALITY OF THE CLIMATE

V.P. Kadushkina, S.A. Kovalenko

FGBNU «DON ZONAL RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

E-mail: kadushkina1964@mail.ru, sa_kovalenko_83@mail.ru

Abstract: The article presents the results of studies of 6 new varieties and genotypes of spring hard wheat, created in the research center of the FGBNU "DZNIISH", adapted to the conditions of the climate continentality increase in the Rostov region. The data of three-year studies are presented, in which the main attention is paid to indicators of yield, resistance to disease and lodging. Promising genotypes of mutant origin showed high resistance to powdery mildew (1-10%) and yellow rust (5-15%), ripened at the standard level or 1-2 days later. When examining varieties of hybrid origin, increased drought resistance was noted. The significance of the influence of climatic conditions on the yield and quality of grain is shown. It was noted that in conditions of drought the quality of grain increased. The number increase in protein was observed in 2014 (up to 16,3% in GOST 4985/13) and gluten in grain (up to 34,5% in Gord., 5057/12). With sufficient moisture in 2016, the amount of gluten was the lowest (24,7-31,0%), and the nature and mass of 1000 grains were the highest: 810 g / l and 41,2 g (in Donela M cultivar). All of the above lines were characterized by high resistance to lodging (except for cultivar 5057/12) despite the fact that in 2016 they were tall. During the years of study in competitive strain tests, new varieties of samples consistently yielded high yields: from 2,67 t / ha to 3.80 t / ha. It is shown that promising

genotypes have high ecological plasticity. When studying in ecological variety testing in Krasnodar NIISH, the yields were surpassed by the standard Volnodonskaya, and the variety of Nicolasha: Gord. 5036/12 – 5,34 t/ha, Gord 4970/13 – 4,56 t/ha.

Keywords: spring hard wheat, selection, yield, genotype, grain quality.

УДК 633. 85:581. 1: 581. 143. 5

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОРАЩИВАНИЮ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР, ТЕСТИРОВАНИЕ УСПЕХА ПРОРАСТАНИЯ

Л.А. САМОФАЛОВА, доктор технических наук

О.В. САФРОНОВА*, кандидат технических наук

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*ФГБОУ ВО «ОГУ ИМЕНИ И.С. ТУРГЕНЕВА»; e-mail: hleb@ostu.ru

Анализ процесса проращивания семян двудольных растений сои, гречихи, конопли в условиях in vitro позволил выделить общие методологические подходы в регистрации начальных этапов. Критические точки успеха набухания температура замачивания и степень набухания тестируют продолжительность фазы замачивания. Как критерий эффективности параметров набухания и инкубации анализировалась способность к прорастанию. Выявление критических точек даёт возможность интегрировать процесс, а учёт особенностей химического состава семян – содержание белка, крахмала, жира, соотношение белок/жир позволяет ориентироваться в потребности семян в воде и определить расход при замачивании.

Ключевые слова: семена, соя, гречиха, конопля, набухание, прорастание.

Для практики зерноперерабатывающей промышленности, также как и для сельскохозяйственной науки имеет большое значение и требует конкретного изучения процесс проращивания семян зерновых, бобовых, масличных растений – анализ факторов, формирующих успех прорастания, регистрация изменений физиологических, биохимических, технологических свойств. Например, изучение факторов, определяющих успех переработки ячменя и зерновых в солод в пивоваренной промышленности, бобовых и масличных в производстве безалкогольных напитков и продуктов функционального питания, фармпрепаратов, БАДов и др.

Прорастание представляет собой ряд процессов, обеспечивающих переход семени из почти инертного состояния в активный рост. Набухание, прорастание, рост – качественно различные физиологические состояния семени и условия, которые их лимитируют, также могут быть различны.

Давно подмечены различия в качестве отдельных семян, как индивидуальных организмов, в одной популяции, а также значительная разница семян одной партии во всхожести лабораторной и полевой. При этом уровень оводнённости семян на начало прорастания, также может быть в широком диапазоне, а наклёв начинаться в довольно значительном интервале времени. Всё это делает необходимым конкретизацию условий проращивания в каждой партии и отработку методологических подходов к проращиванию.

Замачивание – это главный этап при прорастании семян, поскольку вода является триггером, запускающим биохимические процессы от момента достижения критической влажности. Она составляет у бобовых 47-59% на сырую массу; у зерновых, в том числе у гречихи – 28-47%; у масличных – 44-62% [1, 2]. Правильно организованный процесс набухания позволяет оптимизировать временные и физические параметры и предотвращает снижение потерь сухой массы и азотистых веществ семян. Вместе с тем, передерживание семян в воде часто приводит к противоположному результату – они задыхаются,

покрываются слизью, повреждаются и не прорастают. Здоровые сильные семена выдерживают такой стресс, но прорастают медленнее [3]. При повышении температуры процесс достижения критической влажности интенсифицируется.

По данным Тиманн К.В., Дженн Р.К. (1982), Bewley E.D.(1982), Marcus A. (1982) количество поглощённой семенем воды зависит от строения его покровов, от состава запасных веществ и от размера (цитируется по Н.А. Аскоченская, А.И. Ермаков, В.В. Арасимович и др.) [2]. Поэтому абсолютное количество поглощённой воды прорастающими семенами одного и того же растения, даже из одной партии семян, может резко отличаться, т.е. другими словами, степень матрикальной неоднородности партии семян определяет скорость набухания и прорастания.

По данным Н.И. Булгакова [4], К.А. Калунянц и др. [5] на примере зерна ячменя показано, что продолжительность замочки при производстве солода определяется степенью замочки (48-52% влаги), которая зависит от содержания белка. Для ячменей с высоким их содержанием рекомендуется замачивание до более высокой влажности [6].

Продолжительность процесса замочки обусловлена также температурой, с увеличением которой возрастает набухаемость органических коллоидов (белков, крахмала, клетчатки), повышается скорость диффузии воды (около 2% на 1°C). Белковые вещества способны поглотить до 180% воды, крахмал – до 70% и клетчатка – до 30% от массы сухого вещества [1]. Температурой регулируют количество растворимого азота в солоде, применяется диапазон 12-15°C или 20-22°C. Хорошей считается степень растворения 38-40% (растворимый азот к общему), а при переработке ячменей с высоким содержанием белка – 39-41%. На примере прорастающего зерна пшеницы [7] показано, что большое влияние на процесс активирования α -амилазы оказывает температура, при которой происходит прорастание, однако в зависимости от внешних факторов активность α -амилазы может сильно колебаться и не всегда внешние признаки прорастания будут коррелировать со способностью зерна гидролизировать крахмал.

Таким образом, основными позициями можно считать определение температуры и режимов обводнения, обеспечивающих успех проращивания в условиях *in vitro*.

Цель исследований: разработка методологических подходов к проращиванию семян трёх классификационных групп: бобовых – сои, зерновых – гречихи, масличных. В задачи исследований входило: в лабораторных условиях *in vitro* тестировать процесс прорастания семян, осуществить выбор критических точек, регистрирующих успех проращивания, определить материальный баланс при набухании. Использовались семена районированных сортов последнего года урожая, находящиеся в состоянии так называемого вынужденного покоя из-за отсутствия воды и света.

Период прорастания состоит из последовательных этапов – фаз прорастания. Каждой фазе присуща определенная продолжительность, биохимические и морфологические изменения, происходящие в семени, а также определенные требования к условиям среды. Всего выделяют пять фаз: 1) водопоглощения; 2) набухания, заканчивающегося наклёвыванием; 3) роста первичных корешков; 4) развития ростка; 5) становления проростка. В наших исследованиях рассматривались два периода – фаза поглощения и фаза набухания, заканчивающаяся наклёвыванием, выделение которых становится очевидным с наступлением критической влажности и появлением качественных сдвигов в состоянии семян [8].

Физическая сущность процесса набухания сводится к взаимодействию с водой гидрофильных и гидрофобных веществ.

Каждое семя можно рассматривать как содержащее две группы веществ:

1) гидрофильные вещества, т.е. имеющие сродство к воде и поглощающие воду, к ним преимущественно относят белки;

2) гидрофобные вещества, не имеющие сродства к воде и не поглощающие воду, к ним, в первую очередь, относят масло.

Следовательно, если в семени преобладают гидрофобные вещества (масла) – оно будет поглощать воды меньше, чем семя, в котором содержится больше гидрофильных веществ белков. Семена, которые содержат значительное количество белков, нуждаются в большем количестве воды для прорастания [9, 10, 11].

К первому типу относятся семена сои, содержащие преимущественно белковые вещества – 40-45% на с.в., соотношение белок/жир 1,78; ко второму – семена конопли, содержащие преимущественно жир – 35-38%, соотношение белок/жир – 0,68. Семена зерновых культур (гречиха) в качестве запасного вещества содержат гидрофильные белки – 14-18% и крахмал до 70%.

Процесс набухания также зависит и от морфологического состава семян – строения и соотношения оболочек и ядра. Семена по своему строению относятся к капиллярно-пористым телам. Капиллярное строение наиболее характерно для оболочек, ядро семян имеет более уплотнённое строение. Капиллярами как сквозными, так и тупиковыми пронизана межклеточная структура семян; в клетках размещены коллоидные вещества.

При набухании живых семян помимо физических процессов включаются биохимические – активизируются белки-ферменты, на начальных стадиях запуска прорастания превалируют процессы гидролиза [6].

Согласно ГОСТ 10968 – 88 под энергией прорастания понимают отношение количества зёрен проросших за 72 ч, к общему количеству анализируемых зёрен, выраженное в процентах. Под способностью прорастания понимают отношение количества зёрен, проросших за 120 ч, к общему количеству анализируемых зёрен, выраженное в процентах. Исследования показали, что энергия прорастания по опытным партиям семян составляет 80-85%, способность к прорастанию 94-96%.

Постановка опытов:

На первом этапе при проращивании опытных партий семян набухание проводили при температуре $10 \pm 2^\circ\text{C}$ и $22 \pm 2^\circ\text{C}$, определяли степень набухания:

$$M = (m_t - m_0)/m_0 \quad (1)$$

M – степень набухания в произвольный момент времени; m_t – масса зёрен после набухания в произвольный момент времени, г; m_0 – масса зёрен до набухания, г.

Для предотвращения загнивания семян замочную воду меняли каждые три часа. Далее семена инкубировали во влажной камере, периодически орошая при тех же температурных режимах. Экспериментальные кривые набухания семян сои, гречихи и конопли, полученные при двух температурных режимах, представлены на рисунках 1-3. Полученные уравнения регрессии и величина достоверности аппроксимации представлены в табл.

Обсуждение результатов

Как видно из представленных рисунков процесс набухания продолжается весь период замачивания. Экспериментальные кривые асимптотически приближались к некоторым предельным значениям.

Семена сои через 12 час. тяжелеют в среднем в 2,3 раза по сравнению с первоначальной массой, семена конопли – в 1,9 раза, семена гречихи – в 1,5 раза. Разница между сортами у всех культур незначительна (рис. 1-3).

У семян сои интенсивность набухания при температуре 10°C снижается после 6 ч замачивания, при температуре 22°C – после 5 ч. При температуре 22°C к 5 ч замачивания у обоих сортов сои в 1,5 раза увеличивается степень набухания по сравнению с более низкой температурой (рис. 1).

Семена гречихи также чувствительны к повышению температуры, степень набухания при 22°C к 4 ч замачивания увеличивается в 1,2 раза по сравнению с температурой 10°C . Интенсивность набухания при температуре 10°C снижается через 6-7 ч, при температуре 22°C – через 4-5 ч (рис. 2). Семена конопли наименее чувствительны к температуре замочной воды и процесс влагопоглощения развивается медленнее (рис. 3).

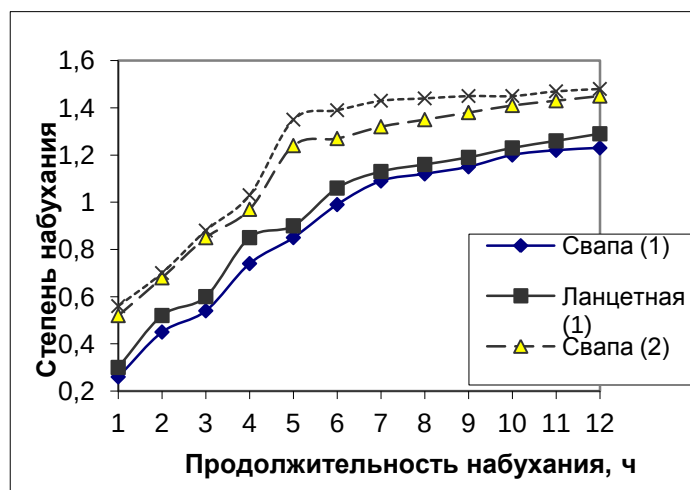


Рис. 1. Кривые набухания двух сортов семян сои при температуре замочной воды:
1) – 10°C; 2) – 22°C

Степень набухания при 22°C увеличивается в 1,2 раза только после 8 ч замачивания. Интенсивность набухания снижается при температуре 10°C через 10 ч, при температуре 22°C через 8 ч. Можно предположить, что это связано с морфологической особенностью строения семян – наличием очень плотного деревянистого околоплодника, со слабой капиллярностью покровных тканей, наличием воздушного слоя между наружной и семенной оболочкой. По этой причине наблюдается замедленное набухание в первые часы замочки и низкое потребление кислорода воздуха в начальной фазе до погружения семян в воду и через 3-4 ч после погружения.

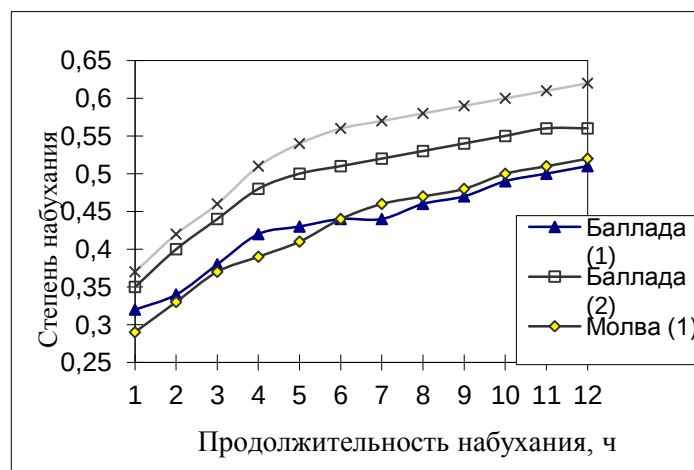


Рис. 2. Кривые набухания семян гречихи сорта Баллада и Молва при температуре замочной воды: (1) – 10°C; (2) – 22°C

В первые часы после погружения кислород, присутствующий между зародышем и оболочками обеспечивает нормальные условия дыхания и предотвращает замену процесса на анаэробный тип. Через плодную оболочку вода проникает внутрь семени под влиянием капиллярного эффекта, вступает в соприкосновение с семенной оболочкой, выстилающей плодную. Семенная оболочка постепенно разбухает и заполняет пространство между зародышем и оболочками, обеспечивая непосредственный контакт с водой самого зародыша и эндосперма. Внешне это выражается в погружении семени в воду. С этого момента начинается набухание зародыша, растяжение гипокотили и набухание эндосперма.

Семена сои имеют мягкую эластичную хорошо пронизанную порами оболочку, и процесс набухания ускорен по сравнению с семенами конопли, однако, в связи с большим содержанием белка, им требуется и большее количество влаги. Семена гречихи имеют плотную оболочку, однако легко раскрывающуюся при соприкосновении с водой, обеспечивая зародышу непосредственный контакт с водой.

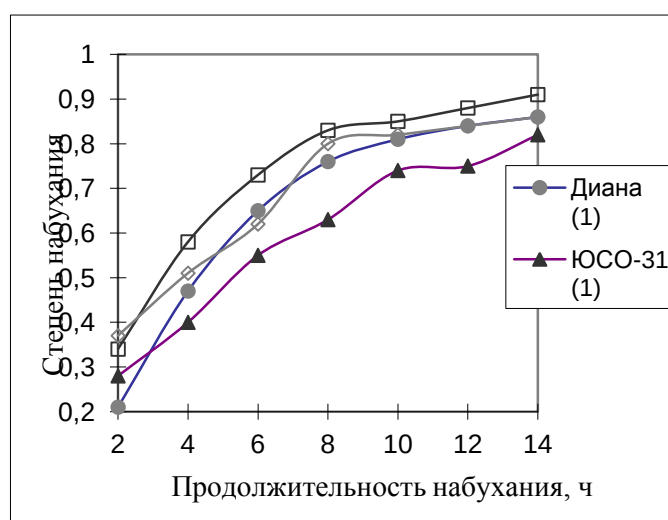


Рис. 3. Кривые набухания семян конопли сортов Диана и ЮСО-31 при температуре замочной воды: (1) – 10°C; (2) – 22°C

Вместе с тем, у сои и гречихи к концу рассматриваемого периода заметно повышение степени набухания при температуре 22°C – к 12 ч в 1,1-1,2 раза по сравнению с температурой 10°C, т.е. возможно перемачивание семян, которое по некоторым данным [12, 13] пагубно сказывается на энергии и даже способности к прорастанию, немаловажное значение имеют и потери питательных веществ. На основании полученных результатов, было определено время замачивания семян сои 8 ч, гречихи 6 ч, конопли – 10 ч. Далее семена инкубировали при влажности 85-90% при тех же температурах, с дробным орошением. Статистический анализ свидетельствует о высокой достоверности результатов исследований $R^2 = 0,9276-0,9805$.

Таблица

Содержание влаги и активность прорастания семян при двух температурных режимах, средние значения

	Семена, замачивание					
	Соя, 8 ч		Гречиха, 6 ч		Конопля, 10 ч	
	10°C	22°C	10°C	22°C	10°C	22°C
1	2	3	4	5	6	7
Начало наклёва единичных экземпляров, ч;	36	24	20	12	36	18
влажность, %	57,6	59,5	35,2	39,7	42,5	44,8
Содержание белка, %	39,9		17,39		23,6	
Соотношение белок / жир	1,78		3,75		0,68	
Коэффициент скорости прорастания, 100/ч	1,39 (72 ч)	2,08 (48 ч)	2,77 (36 ч)	4,16 (24 ч)	2,38 (42 ч)	2,08 (48 ч)
Способность к прорастанию, %	85	60	95	75	93	95
Определение диапазона критической влажности у наклюнувшихся семян, %						
12-18	-	-	-	39,7	-	44,8
20-24	-	59,5	35,2	42,2	-	45,2
30-36	57,6	62,8	35,8	43,5	42,5	45,8
42-48	59,8	64,2	36,5	44,0	44,2	44,5
60	61,3	63,5	-	-	44,8	-
72	62,7	-	-	-	-	-

*прочерк означает отсутствие наклюнувшихся семян

На втором этапе была поставлена задача: определить критическую влажность, т.е. минимум воды, необходимый для прорастания большей части семян каждой из трёх культур и диапазон влагосодержания, при котором семена начинают наклёвываться.

Для этого регистрировали начало наклёва семян, влагосодержание при наклёве на разных стадиях инкубации, скорость прорастания. Анализировали также способность к прорастанию, как критерий эффективности принятых параметров набухания и инкубации.

Из таблицы видно, что процесс влагопоглощения продолжается весь анализируемый период, причём более интенсивно при температуре 22°C. Энергия, скорость прорастания (интервал времени между моментом попадания в благоприятные условия и моментом явного прорастания), или же обратная величина – коэффициент скорости прорастания (100/ч проклёвывания 50% семян) определяются природой семени и условиями запуска процессов. Самый высокий коэффициент скорости прорастания установлен у семян гречихи при 22°C – 4,16; критическая влажность 42,2%, при температуре 10°C – 2,77, влажность 35,8%. Таким же образом определён диапазон критической влажности у семян сои – 62,7-64,2%; конопли – 44,2-44,5%. По некоторым данным [12] эта величина всегда завышена, т.к. семена, набухая, набирают запас воды несколько больший, позволяющий не только проклюнуться корешку но, и вырасти корню. Наиболее короткие сроки наклёва у семян гречихи – 24 и 36 ч, в зависимости от температуры, средние у конопли – 42 и 48 ч, и наиболее продолжительные у сои – 48 и 72 ч.

Как уже указывалось выше, скорость набухания связана с присутствием в составе семян гидрофильных (белки, крахмал) и гидрофобных (липиды) соединений. Нами ранее установлено самое высокое содержание гидрофильных веществ у семян гречихи до 70% (сумма белка и крахмал). Они набухают и прорастают быстрее всех. В семенах конопли соотношение белок/жир меньше единицы и для прорастания им требуется меньше влаги, однако, замедляет процесс наличие плотной оболочки.

Соя – теплолюбивое растение и содержит много белка, поэтому она нуждается в большем количестве поглощённой влаги и более высокой температуре инкубации. Растянутый наклёв семян сои от 36 до 72 ч связан с генетическим потенциалом изучаемых сортов и неоднородностью популяции – семя любой партии в общем объёме зерновой массы в физическом, биохимическом и физиологическом отношении неоднородно, что обусловлено многими биологическими, почвенно-климатическими и агротехническими факторами и особенностями.

Таким образом, для семян сои и гречихи применение повышенной температуры инкубации способствует увеличению скорости прорастания в 1,5 раза, однако приводит к снижению способности к прорастанию и, следовательно, применимо только на стадии набухания, с целью повышения интенсивности влагопоглощения. В отличие от них семена конопли более устойчивы к действию повышенной температуры и способность к прорастанию у них не снижается.

Диапазон влажности, при которой происходит наклёвывание семян у трёх культур, различен: у сои – 57,6-63,5%, у гречихи – 35,2-44,0, у конопли – 42,5-44,5. По данным параметрам можно ориентироваться в потребности семян в воде и определить расход при замачивании. Так установлено, что семена сои необходимо заливать водой в соотношении 1:4 – 1:6; семена гречихи – 1:2 – 1:4; конопли – 1:3 – 1:4.

Выводы

Анализ процесса проращивания в условиях *in vitro* семян сельскохозяйственных культур трёх классификационных групп позволил выделить общие методологические подходы в регистрации начальных этапов.

1. Критическими точками успеха набухания можно считать определение температуры замачивания и степень набухания, с учётом которых можно регулировать продолжительность фазы замачивания. При этом способность к прорастанию является критерием эффективности принятых параметров набухания и инкубации.

2. Диапазон критической влажности семян зависит от их химического состава и матрикальной неоднородности партий.

3. Выявление критических точек позволяет интегрировать процесс, а учёт особенностей химического состава семян – содержание белка, крахмала, жира, соотношение белок/жир позволяет ориентироваться в потребности семян в воде и определить расход при замачивании.

Полученные результаты дают возможность применения математического моделирования для прогнозирования успеха прорастания семян.

Литература

1. Полевой В.В., Саламатова Т.С. Физиология роста и развития растений: учебное пособие. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1991. – 240 с.
2. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян: пер. с англ. Н.А. Аскоческой, А.И. Ермакова, В.В. Арасимович и др.; под ред. А.И. Ермакова; 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Агропромиздат. Лен. отд-е, 1987.- 430 с.
3. Heydecker W. Department of Agriculture and Horticulture, University of Nottingham, Sutton Bonington, Loughborough LE 12 5RD, Technol. 1973-1974, pp. 50-67.
4. Булгаков Н.И. Биохимия солода и пива. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 258 с.
5. Калунянц К.А. Химия солода и пива. – М.: Агропромиздат, 1990. – 176 с.
6. Шустер (Вайнфуртнер), Нарцисс Л. Пивоварение. В трёх томах. Технология приготовления сусла: пер. с нем.; под ред. акад. МАХ С.А. Анисимова. – М.: НПО «Элевар», 2003.- 620 с.
7. Кольман Я., Рём К. Наглядная биохимия. 2-е изд.; пер. с нем. – М.: Мир, 2004. – 469 с.
8. Измайлов С.Ф. Азотный обмен в растениях. – М.: Наука, 1986. – 320 с.
9. Обручева Н.В. // Физиология семян. Формирование, прорастание, прикладные аспекты: материалы Всесоюзного симпозиума. Душанбе, 1990. – С. 118–122.
10. Обручева Н.В. Прорастание семян // Физиология семян. – М.: Наука, 1982. – С. 223–274.
11. Обручева Н.В., Ковадло Н.С. Физиология растений. 1985. – Т. 32. –С. 752 – 763.
12. Дженн Р.К., Амен Р.Д. Что такое прорастание семян. // Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. – М.: Колос, 1982. – С. 19–46.
13. Obroucheva N.V., Antipova O.V. Seed hydration as a trigger of cell elongation in bean hypocotyl and radicle. In: Structural and functional aspects of transport in roots /B. Loughman ed. / Kluwer Acad. Press, 1988.

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE GERMINATION OF SEEDS OF CROPS, TESTING THE SUCCESS OF GERMINATION

L. A. Samofalova, O. V. Safronova*

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»,

E-mail: lalsamof@rambler.ru

*FGBOU HE «OREL STATE UNIVERSITY NAMED AFTER I. S. TURGENEV»,

E-mail: hleb@ostu.ru

Abstract: Analysis of the germination of seeds of dicotyledonous soybean, buckwheat, hemp plants in vitro allowed us to identify common methodological approaches in recording the initial stages. Critical points of swelling success, soaking temperature and swelling degree test the duration of the soaking phase. As a criterion for the effectiveness of swelling and incubation parameters, the ability to germinate was analyzed. Identification of critical points makes it possible to integrate the process, and taking into account the chemical composition of seeds: protein, starch, fat content, protein/fat ratio allows you to orientate yourself in the requirements of seeds in water and determine the consumption when soaking.

Keywords: soybean seeds, buckwheat, hemp, swelling, germination, critical points, integration of the germination process in vitro.

КОРРЕКТИРОВКА АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ПОСЕВОВ С УЧЕТОМ ГИДРОМОРФИЗМА ПОЧВЫ

А.Г. КРАСНОПЁРОВ, Н.И. БУЯНКИН, доктора сельскохозяйственных наук

О.А. АНЦИФИРОВА,* кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «КАЛИНИНГРАДСКИЙ НИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»

E-mail: kaliningradniish@yandex.ru

*ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В работе показаны приемы совершенствования технологии возделывания смешанных посевов бобово-злаковых культур с учетом влияния гидроморфизма почвы. Применена методика выявления тренда по линейной регрессии зависимости определяемого свойства от расстояния. Пространственная неоднородность уровня рНКСI и содержания гумуса имеет тенденцию к убыванию и связана с развитием эрозионных процессов на пологом склоне. Достоверность различий свойств между ареалами почв по уровню рН, гумусу и обменному калию выше, чем по вариантам опытов. Поэтому различия почвенно-геоморфологических факторов приводят к формированию пестроты агрохимических свойств на поле. Наиболее чувствительными к влиянию повышенной кислотности являются смешанные посевы люпина с ячменем. Урожайность зеленой и воздушно-сухой массы, количество растений на единице площади, высота растений люпина различаются между двумя ареалами почв. Различия достоверны для смешанных посевов и люпина Витязь. Показатели продуктивности люпина варьируют в пространстве по убывающему тренду. В условиях преобладающей среднекислой реакции среды наиболее продуктивным оказался люпин сорта Сидерат 38. Изученные закономерности рекомендуется учитывать при совершенствовании агротехнологии возделывании озимых и яровых зернобобовых культур в смешанных посевах во избежание ошибок в интерпретации результатов.

Ключевые слова: дерново-подзолистые почвы, неоднородность почвенного покрова, люпин узколистый, продуктивность.

Понятие «смешанные посевы» включает совместные посевы двух и более культур в одном агроценозе. Наиболее простым и универсальным способом получения сбалансированного корма является переход к выращиванию бобовых и злаковых культур в смешанных посевах в озимой и яровой форме.

В настоящее время широко известна многофункциональная роль люпина и вики как кормовых и средоулучшающих культур [1]. Кормовые сорта люпинов, яровой и озимой вики являются источником дешевого растительного протеина, например, содержание белка в зерне люпина может достигать 35-47% [2]. Смеси люпина с зерновыми культурами для получения зеленого корма и особенно зернофуража еще мало распространены в производстве. Интерес к смешанным посевам культур определяется возможностью сбора с единицы площади большего урожая, чем при возделывании тех же культур в чистых посевах, а также получением продукции, сбалансированной по потребительским качествам с сохранением плодородия почвы [3].

В практическом отношении больше всего подходят люпиново-зерновые и вико-зерновые смеси, высеваемые в озимой и яровой форме. Оптимизация подбора сортов и соотношения компонентов вико-люпино-злаковых смесей позволит внедрить в производство экологически безопасную, безпестицидную, энергосберегающую технологию выращивания зернофуража, сбалансированного по переваримому протеину [4]. Цель – корректировка агротехнологических приемов возделывания бобово-злаковых посевов с учетом гидроморфизма почвы при формировании сбалансированного агроландшафта со смешанными посевами в полевых севооборотах при уборке их на корма и зернофураж.

Объект и методы

Исследования проводили в 2015-2017 гг. на стационаре опытного поля отдела земледелия Калининградского НИИСХ. В физико-географическом аспекте участок находится в пределах Полесской моренной равнины. Абсолютные отметки над уровнем моря 17-18 м. Почвы осушаются системой закрытого гончарного дренажа. Изучение агрохимических свойств пахотного горизонта (0-20 см) на делянках площадью по 100 м² с одновидовыми и смешанными посевами озимых и яровых бобово-злаковых культур проводилось в двух четырехпольных и двух пятипольных севооборотах (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Схема чередования культур в опытных севооборотах на стационаре в 2016-2017 гг.

Схема чередования культур в опытных севооборотах на стационаре в 2016-2017 гг.			
1	Ячмень Нур +люпин узколистный Белозерный 110	I севооборот	I повторность
2	Овес Буг +вика Юбилейная 110		
3	Тритикале Корнет+озимая вика Калининградская 6		
4	Люпин узколистный Витязь		
5	Овес Буг+пелюшка Зарянка	II севооборот	
6	Люпин узколистный Азуро		
7	Картофель Сиреневый туман		
8	Овес Буг +вика Юбилейная 110		
9	Пшеница озимая Зентос	III севооборот	
10	Овес Буг +вика Юбилейная 110		
11	Картофель Сиреневый туман		
12	Пшеница яровая Дарья+Люпин белый Дега		
13	Люпин Сидерат-38	IV севооборот	
14	Тритикале Торнадо+озимая вика Калининградская 6		
15	Люпин узколистный Витязь		
16	Ячмень Нур+люпин узколистный Белозерный 110		
17	Пшеница озимая Зентос		
18	Картофель Сиреневый туман		

Анализ почвенных образцов проводили по следующим методикам: рН_{KCl} определяли потенциометрически, обменный калий и подвижные фосфаты – по Кирсанову (ГОСТ Р 54650-2011), гумус – по Тюрину, гидролитическую кислотность – по Каппену, степень насыщенности основаниями – расчетным методом, обменный алюминий – по Соколову. Все анализы выполнены в 4-кратной повторности. Статистическая обработка данных проведена в Excel по стандартным и рекомендованным методам [5, 6].

Результаты и обсуждение

Делянки стационарных опытов располагаются на пологом склоне к р. Овражке. Общий уклон на юго-запад. В результате детальной почвенной съемки вскрыта неоднородность почвообразующих пород верхней двухметровой толщи и установлено, что в пределах полевого стационара расположена элементарная почвенная структура (ЭПС), включающая два основных компонента, дифференцированные по элементам рельефа: 1) элементарный почвенный ареал (ЭПА) дерново-подзолистой глееватой легкосуглинистой почвы на моренных супесях и легких суглинках в условиях ровного слабопологого (до 1⁰) участка; 2) ЭПА дерновоподзолистой глееватой слабосмытой легкосуглинистой почвы с подстилением карбонатными красно-коричневыми тяжелыми суглинками и глинами с глубины 30-70 см на пологом (1-2⁰) участке. За пределами опытов ЭПА 2 выходит в микроложбину. Таким образом, делянки пересекали оба ЭПА. Агрохимическое обследование проведено поделяночно. Обработка результатов сделана в двух вариантах: 1) с учетом почвенно-

геоморфологических особенностей по широкой (20 м) трансекте общей длиной 270 м; 2) по вариантам опытов.



Рис. 2. Космический снимок полевого стационара

В результате обобщения всей выборки установлено, что на изученных делянках опытов преобладает среднекислая реакция среды с варьированием от сильнокислой до слабокислой. Для оценки пространственного изменения pH_{KCl} применена методика выявления тренда по линейной регрессии зависимости определяемого свойства (y) от расстояния (x) (в начале трансекты принимается $x=0$). Результаты показывают, что неоднородность выражена в форме убывающего значимого тренда от ЭПА 1 к ЭПА 2 по мезорельефу. Различия между ЭПА достоверны.

Выяснение природы почвенной кислотности показало неоднозначную картину по делянкам. Однако в 72% случаев в составе обменных катионов преобладает водород над алюминием. Следовательно, кислотность обусловлена в большей степени антропогенными факторами: длительным применением гидролитически кислых удобрений (аммонийной селитры), а также гербицидов с кислой реакцией раствора (например, глифосатсодержащих препаратов).

Максимальное содержание алюминия в пахотном слое составило 2,9 мг на 100 г почвы. Корреляционная зависимость между pH_{KCl} и обменным алюминием средняя ($r = -0,60$ – коэффициент корреляции).

Количество обменных оснований среднее с варьированием от низкого до повышенного. Пестрота этого свойства связана с локальными неоднородностями содержания тонкодисперсной фракции в составе мелкозема, припашкой на слабосмытых почвах карбонатного горизонта подстилающей породы. Различия между ЭПА недостоверны.

Пространственное распределение гумуса аналогично изменению значений pH : обнаружен убывающий значимый тренд от ЭПА 1 к ЭПА 2. Различия между ЭПА достоверны и показывают, что на пологом склоне юго-западной экспозиции преобладают почвы слабой степени смытости.

Среднестатистическое содержание подвижного фосфора и обменного калия высокое с варьированием от повышенного до высокого. Различия между ЭПА по фосфору недостоверны, а по калию достоверны.

Таким образом, в пределах опытных посевов варьирование агрохимических свойств чаще всего укладывается в две соседние стандартные оценочные группы и является слабым. Исключение составляет pH_{KCl} , который и будет являться лимитирующим показателем.

При анализе неоднородности свойств без учета почвенных особенностей, а только по вариантам опытов видно, что пестрота сильнее выражена в повторностях вариантов «люпин Белозерный 110+ ячмень Нур и люпин Витязь». Размещение делянок в варианте севооборота с

алкалоидным люпином Сидерат 38 характеризуется минимальным пространственным варьированием всех свойств, за исключением содержания гумуса (табл. 2).

Таблица 2

Статистические показатели варьирования агрохимических свойств почв на стационаре с учетом компонентов почвенного покрова

Показатель	рН _{KCL}	Н _г	Сумма обменных оснований	Степень насыщенности основаниями, %	Гумус, %	Подвижный Р ₂ О ₅	Обменный К ₂ О
		мг-экв на 100 г почвы				мг/кг	
Повторности делянок на варианте люпин+ячмень, n=24							
X	4,8	3,5	10,4	74,5	2,1	188,8	195,7
m	0,03	0,05	0,3	1,0	0,02	8,9	7,3
V	5,3	8,3	12,6	9,8	9,1	19,5	13,8
lim	4,4-5,3	1,9-5,1	8,0-15,0	61,0-88,7	1,86-2,43	125-240	167-241
Повторности делянок на варианте с безалкалоидным люпином Витязь, n=24							
X	4,6	4,2	10,1	72,5	2,1	182,7	182,8
m	0,03	0,04	0,3	1,1	0,02	7,2	6,8
V	4,6	6,8	13,4	10,1	9,6	18,4	12,5
lim	4,2-5,0	2,9-5,6	6,6-14,8	54,0-85,1	1,76-2,38	115-220	132-218
Повторности делянок на варианте с алкалоидным люпином Сидерат38, n=24							
X	4,6	3,9	10,3	71,5	2,0	147,8	183,2
m	0,01	0,03	0,30	0,80	0,02	6,40	5,80
V	204	5,7	12,5	7,9	9,9	15,4	11,0
lim	4,5-4,8	3,5-4,7	8,0-14,8	61,0-77,9	1,66-2,54	104-188	141-200
НСР ₀₅	0,2	0,3	0,9	2,9	0,08	16,1	9,5

Учет надземной фитомассы проведен в фазу сизых бобов, оптимальную для использования люпинов на сидеральные цели. В условиях пространственной пестроты агрохимических свойств наиболее чувствительными к уровню рН_{KCL} оказались смешанные посевы (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность зеленой массы (кг/м²) одновидовых и смешанных посевов в вариантах севооборота и с учетом ЭПА

Зеленая масса	Варианты севооборота с люпинами		
	Люпин+ячмень	Витязь	Сидерат 38
По вариантам	3,54 ± 0,15 19,5	4,18 ± 0,14 18,7	4,90 ± 0,18 12,7
В пределах ЭПА 1	4,01 ± 0,17 8,7	4,72 ± 0,15 7,7	4,73 ± 0,13 6,0
В пределах ЭПА 2	3,07 ± 0,15 16,1	3,67 ± 0,13 8,1	5,02 ± 0,20 11,8
НСР ₀₅	0,51	0,45	0,52

Оптимальная реакция среды почвенного раствора для ячменя 6-7,5. На изученных делянках значения ниже оптимальных и варьируют в пространстве. Поэтому в варианте «люпин + ячмень» при статистической обработке урожая зеленой массы с делянок повторов выявлен высокий коэффициент корреляции именно с рН_{KCL} (r = 0,81).

Безалкалоидный люпин Витязь реагирует снижением общей урожайности на увеличение кислотности почв. Несмотря на то, что культура люпина является максимально устойчивой к почвенной кислотности, при низких рН блокируется симбиотическая азотфиксация и, соответственно, прирост зеленой массы. Оптимальный рН для узколистного

люпина лежит в слабокислой области. Эффективность симбиоза возрастает с увеличением pH от 4 до 6,5.

В исследованных нами вариантах севооборотов выражены сортовые особенности люпинов. Так, люпин Сидерат 38 в условиях сильно- и среднекислых почв не только не снижал урожайности зеленой массы, но она в среднем оказалась выше на ЭПА 2 по сравнению с ЭПА 1. Однако эти различия недостоверны (табл. 3).

На урожайность зеленой массы при учете по ЭПС, наряду с агрохимическими свойствами, оказали влияние и условия увлажнения. Запас продуктивной влаги в апреле-июне на ЭПА 1 был выше по сравнению с ЭПА 2 с близким подстиланием тяжелыми слабоводопроницаемыми породами.

Анализ других показателей продуктивности – воздушно-сухой фитомассы, количества растений на единице площади (1 м^2), высоты растений – показал однозначную картину различий между компонентами ЭПС (табл. 4-7).

Однако в ряде случаев различия недостоверны при 5%-ном уровне значимости. Так, высота растений достоверно различается только в варианте с люпином сорта Витязь. Разница между ЭПА по воздушно-сухой фитомассе и количеству растений на единице площади недостоверна в варианте с люпином сорта Сидерат 38.

Таблица 4

Урожайность воздушно-сухой надземной массы ($\text{кг}/\text{м}^2$) одновидовых и смешанных посевов люпина по вариантам севооборотов и с учетом ЭПА

Воздушно-сухая масса	Варианты севооборота с люпинами		
	Люпин+ячмень	Витязь	Сидерат 38
По вариантам	$646,7 \pm 19,6$	$613,3 \pm 22,4$	$726,7 \pm 24,7$
В пределах ЭПА 1	$773,3 \pm 23,6$	$775,0 \pm 13,9$	$760,2 \pm 24,6$
В пределах ЭПА 2	$520,0 \pm 10,6$	$440,0 \pm 20,1$	$735,1 \pm 23,1$
НСР ₀₅ для ЭПА	71,4	64,2	41,7

На основании исследования можно заключить, что люпин Сидерат 38 в условиях преобладающей среднекислой реакции среды по всем изученным показателям продуктивности превосходит люпин Витязь в чистых посевах и люпин Белозерный 110 в смешанных посевах.

Таблица 5

Количество растений люпина на 1 м^2 в одновидовых и смешанных посевах по вариантам севооборотов и с учетом ЭПА

Число растений на 1 м^2	Варианты севооборота с люпинами		
	Люпин+ячмень	Витязь	Сидерат 38
По вариантам	$54 \pm 9,7$	$147 \pm 7,6$	$134 \pm 2,6$
В пределах ЭПА 1	$79 \pm 10,2$	$167 \pm 6,0$	$142 \pm 3,5$
В пределах ЭПА 2	$37 \pm 8,0$	$126 \pm 8,1$	$132 \pm 2,0$
НСР ₀₅ для ЭПА	37,1	27,0	10,2

Таблица 6

Высота растений люпина (см) в одновидовых и смешанных посевах по вариантам опытов и с учетом ЭПА

Высота растений люпина, см	Варианты севооборота с люпинами		
	Люпин+ячмень	Витязь	Сидерат 38
По вариантам	$39,5 \pm 2,9$	$40,2 \pm 2,2$	$45,6 \pm 3,9$
В пределах ЭПА 1	$44,0 \pm 0,8$	$47,7 \pm 1,3$	$50,5 \pm 3,8$
В пределах ЭПА 2	$35,0 \pm 3,5$	$32,7 \pm 2,4$	$43,2 \pm 3,8$
НСР ₀₅ для ЭПА	9,2	15,0	13,8

Таблица 7

Урожайность зерна (ц/га) одновидовых и смешанных посевов люпина по вариантам севооборотов и с учетом ЭПА, среднее 2015-2017 гг.

Масса зерна	Варианты севооборота с люпинами		
	Люпин+ячмень	Витязь	Сидерат 38
По вариантам	23,5 ± 0,3	21,2 ± 0,1	25,7 ± 0,3
В пределах ЭПА 1	25,0 ± 0,1	25,5 ± 0,2	27,3 ± 0,3
В пределах ЭПА 2	21,1 ± 0,1	23,5 ± 0,1	24,8 ± 0,2
НСР ₀₅ для ЭПА	1,5	1,4	1,3

Мы проверили гипотезу о влиянии почвенно-агрохимических свойств на продуктивность люпина в пространстве с помощью построения трендов линейной регрессии по трем показателям – высоте растений, воздушно-сухой надземной фитомассе и массе зерна. При расчетах использовалась общая выборка средних значений по всем вариантам. Полученные результаты выявили наличие значимого убывающего тренда.

Выводы

1. В пределах полевого стационара отдела земледелия расположена элементарная почвенная структура, включающая два ареала дерново-подзолистых легкосуглинистых глееватых почв: 1) незэродированных, сформировавшихся на моренных супесях и суглинках; 2) слабоэродированных с подстиланием тяжелыми суглинками и глинами.

2. Установлено, что пространственная неоднородность уровня pH_{KCl} и содержания гумуса имеет убывающий значимый тренд и связана с развитием эрозионных процессов на пологом склоне. Достоверность различий свойств между ЭПА по уровню pH , гумусу и обменному калию выше, чем по вариантам севооборотов. Поэтому следует признать ведущую роль почвенно-геоморфологических факторов в формировании пестроты агрохимических свойств на изученном опытном поле.

3. Наиболее чувствительными к влиянию повышенной кислотности являются смешанные посевы люпина Белозерный 110 с ячменем сорта Нур.

4. Урожайность зеленой и воздушно-сухой массы, количество растений на единице площади, высота растений люпина отличаются на различных ЭПА. В пространстве это выражается в наличии убывающего тренда в связи с варьированием почвенно-агрохимических факторов.

5. В условиях преобладающей среднекислой реакции среды на разных ЭПА дерново-подзолистых глееватых почв при проведении опыта наиболее продуктивным из трех вариантов – люпин Белозерный 110 + ячмень Нур, люпин Витязь, люпин Сидерат 38 оказался алкалоидный сорт люпина Сидерат 38. Поэтому его целесообразно использовать в севооборотах как предшествующую культуру для картофеля, зерновых культур, рапса, льна и рекультивации почв.

6. Изученные закономерности рекомендуется учитывать при дальнейшем совершенствовании агротехнологии возделывания озимых и яровых бобово-злаковых культур в смешанных посевах.

Литература

1. Агеева П.А., Почутина Н.А. Актуальные требования к новым сортам узколистного люпина в условиях меняющегося климата // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 1. – С.99-103.
2. Буянкин Н.И., Краснощёров А.Г. Научные основы ресурсосберегающего производства кормов в смешанных посевах озимых и яровых бобово-злаковых культур//Кормопроизводство. 2014. № 5. – С. 24-28.
3. Зотиков В.И., Нечаев Л.А., Буянкин Н.И., Краснощёров А.Г. Способ сохранения плодородия почв путем выращивания зеленых кормов // Патент на изобретение № 2478301 МПК А01С7/00 (2006.01); А01В79/00 (2006.01). Опубликовано 10.04.2013 в Официальном Бюллетене Федеральной Службы по интеллектуальной собственности «Изобретения и полезные модели» № 10, 2013.
4. Артюхов А.И. Научное обеспечение развития кормопроизводства на основе люпина // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: средообразующие функции кормовых растений и экосистем: сб. науч. тр., // ВИК им. В.Р. Вильямса. 2014. Вып.2 (50). – С.43-54.

5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении. – Москва: Изд-во МГУ, 1995.

CORRECTION OF AGROPROCESSING METHODS OF CULTIVATION OF BEAN AND CEREAL CROPS TAKING INTO ACCOUNT THE SOIL HYDROMORPHISM

A.G. Krasnoperov, N.I. Buyankin, O.A. Ancifirova*

FGBNU «KALININGRAD RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

***FGBOU HE «KALININGRAD TECHNICAL UNIVERSITY»**

Abstract: *In work methods of improvement of technology of cultivation of the mixed crops of bean and cereal cultures taking into account influence of a hydromorphism of the soil are shown. We apply the method to identify the trend by linear regression of the dependence of the definable property on the distance. Spatial heterogeneity of pH (KCl) level and humus content is decreasing significantly and is associated with the development of erosion processes on a smooth slope. The significance of differences between the areas of soil properties on the level of pH, humus and exchange potassium is higher than on experimental options. Therefore, differences in soil and geomorphologic factors lead to diversity of agrochemical properties in the field. The most sensitive to the effects of increased acidity are mixed sowings of lupine with barley. Yields of green mass and air- dry weight, number of plants per unit area, and the height of lupine differ between the two areas of soil. Differences are valid for mixed crops and Vitiaz lupine. Indicators of lupine productivity vary in space according to a downward trend. Under the conditions of prevailing medium acid reaction, the most productive was siderat lupine. It is recommended to consider investigated patterns when planning future scientific experiments with bacterial fertilizers and nitrogen-fixing bacteria strains in order to avoid errors in interpretation of results.*

Keywords: *sod-podzolic soils, soil heterogeneity, blue lupine, productivity.*

УДК 633.15:631.5

ЭФФЕКТИВНЫЕ БЕЗОПАСНЫЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

В.Н. НАУМКИН, Л.А. НАУМКИНА, А.М. ХЛОПЯНИКОВ*,

доктора сельскохозяйственных наук

А.Н. КРЮКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО «БЕЛГОРОДСКИЙ ГАУ ИМЕНИ В.Я. ГОРИНА»

***ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГУ ИМЕНИ И.Г. ПЕТРОВСКОГО»**

Приведены результаты полевых исследований по влиянию приемов основной обработки почвы, минеральных удобрений и регуляторов роста растений на плотность сложения, скважность, запасы продуктивной влаги, основные элементы питания чернозема типичного, а также физиологические показатели посева, урожайность и эффективность возделывания кукурузы на зерно. Опыты проводили в Белгородском НИИСХ в многолетнем, зернопаропропашином севообороте, предшественник – яровой ячмень. Почва опытного участка чернозем типичный, тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Объектом исследования служил среднеранний гибрид кукурузы Прогноз152 СВ универсального типа использования.

В статье определены оптимальные приемы основной обработки почвы, дозы минеральных удобрений и регуляторов роста растений при возделывании кукурузы на зерно. Полученные данные подтверждают возможность при возделывании кукурузы на зерно на черноземе типичном замены традиционной вспашки на 25-27см на безотвальную обработку

почвы по типу «Параплау» (ПРН 3100) на ту же глубину, а минеральные удобрения вносить в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$ в сочетании с регуляторами роста Гуматом калия и Биосилом. Изученные агротехнические приемы обеспечивают оптимальную плотность сложения, скважность и влажность почвы, высокие показатели фотосинтетической деятельности посева и урожайность кукурузы на уровне 8,08 и 8,25 т/га зерна при достаточно высокой биоэнергетической эффективности ее возделывания: прирост чистой энергии 74,3-75,6 ГДж/га, биоэнергетическом коэффициенте 2,92 и 2,97 в условиях Центрально-Черноземного региона.

Ключевые слова: кукуруза, обработка почвы, минеральные удобрения, регуляторы роста, засоренность посева, урожайность зерна, биоэнергетическая эффективность.

В современном сельскохозяйственном производстве Центрально-Черноземного региона в группе поздних яровых зерновых культур первое место принадлежит кукурузе – культуре больших потенциальных возможностей. Ведение отечественного семеноводства и спрос внутреннего рынка на семена и фуражное зерно существенно повышает значение этой ценной, универсальной зерновой культуры [1, 2].

В адаптивных условиях земледелия в комплексе мер по увеличению производства кукурузы необходимы обоснованные и экологически безопасные агроприемы возделывания кукурузы, направленные на повышение урожайности и качества получаемой продукции. Важнейшими из них является оптимизация приемов основной обработки почвы, применения минеральных удобрений и регуляторов роста [3, 4, 5, 6]. Однако до настоящего времени недостаточно определена их эффективность в создании оптимальных условий для роста и генеративного развития кукурузы, при котором растения наиболее полно реализуют свои биологические возможности [7, 8, 9].

Материалы и методика исследований

Исследования проводили в 2006-2008 гг. на опытном поле Белгородского НИИСХ в многолетнем полевом опыте и производственном опыте в ООО «Белгород-Семена». Объект исследования – гибрид кукурузы Прогноз 152 СВ универсального типа использования.

Почва опытного участка чернозем типичный, тяжелосуглинистого гранулометрического состава, с содержанием гумуса в пахотном горизонте 5,0-5,2%, рН солевой вытяжки 5,8-6,0, содержание подвижного фосфора 5,5-6,0 мг на 100 г почвы и обменного калия 10,5-12,5 мг на 100 г почвы.

Исследования проводили в зернопаропропашном севообороте типичном для Центрально-Черноземного региона: 1. Чистый пар, 2. Озимая пшеница, 3. Сахарная свекла, 4. Ячмень, 5. Кукуруза на зерно.

Полевые опыты закладывали согласно существующим методическим указаниям. Площадь учетной делянки по изучению обработки почвы – 1800 м², удобрений – 300 м², средств защиты и регуляторов роста растений – 100 м², повторность трехкратная. В опыте использовали метод расщепленных делянок, включающих два варианта основной обработки почвы – вспашку на глубину 25-27 см и безотвальное рыхление по типу «Параплау» (ПРН 3100) на 25-27 см. На приемы основной обработки почвы наложены четыре варианта удобрений: контроль без удобрений, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$, $N_{120}P_{120}K_{120}$ и четыре варианта применения регуляторов роста растений в комплексе со средствами защиты растений: протравливание семян (ТМТД) + почвенный гербицид Харнес 3 л/га до посева + страховой гербицид по вегетации Титус 0,05 кг/га в фазу 3-4 листьев – контроль (фон), фон + обработки посевов Агrostимом У – 150 мл/га в фазу 4-6 листьев, фон + обработка посевов Гуматом К – 150 мл/га и фон + обработки посевов Биосилом – 30 мл/га. Минеральные удобрения вносили под основную обработку почвы в виде нитроаммофоски (16:16:16).

Уборку урожая кукурузы на зерно проводили вручную поделочно. Собранный урожай взвешивали и приводили к 100% чистоте и 14% влажности.

Погодные условия за время исследований существенно различались по годам. Отклонение в количестве осадков и среднемесячных температур отразилось на росте и

развитии растений кукурузы, что позволило наиболее полно и всесторонне оценить изучаемые агроприемы.

Результаты и обсуждения

На основании проведенных исследований, анализа экспериментальных данных на черноземе типичном определены и научно обоснованы для современного земледелия приемы основной обработки почвы, дозы минеральных удобрений и виды регуляторов роста, обеспечивающие максимальную реализацию биологического потенциала растений кукурузы, формирование высокого урожая зерна в лесостепи Центрально-Черноземного региона. Установлено, что вспашка на глубину 25-27 см и безотвальное рыхление по типу «Параплау» (ПРН 3100) на 25-27 см не приводили к изменению плотности и общей скважности почвы в слое 0-40 см, как на контроле без минеральных удобрений, так и с внесением их в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$. Они были оптимальными для роста и развития растений кукурузы и составляли в начале вегетации 1,16-1,19 г/см³ и 51,0-58,8% и в конце вегетации 1,20-1,22 г/см³ и 51,2-55,9% соответственно.

Запасы продуктивной влаги в посевах кукурузы в начале вегетации отличались хорошей обеспеченностью в слое почвы 0-30 см 48,6-52,2 мм, в слое 0-100 см 160,7-175,6 мм и также не зависели от приемов основной обработки почвы. Перед уборкой запасы влаги сокращались до 29,2-35,2 мм и 94,2-113,2 мм по слоям почвы. Внесение минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{90}$ приводили к уменьшению продуктивной влаги в слоях почвы 0-30 см на 4,5-5,1 мм и 0-100 см на 13,1-17,0 мм.

Новый прием безотвального рыхления почвы по типу «Параплау» (ПРН 3100) на 25-27 см на вариантах без удобрений способствовал усилению активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов на 1,9-4,2%, по сравнению с традиционной вспашкой на 25-27 см. Минеральные удобрения и регуляторы роста растений создавали хорошие условия для разложения клетчатки в слое 0-30 см, которая в первую половину вегетации составила 37,0-42,6%, во вторую – 32,4-39,3%, что соответственно на 6,7-7,0% и 5,3-5,4% больше, чем на контрольном варианте без их внесения.

Безотвальное рыхление почвы по типу «Параплау» (ПРН 3100) на 25-27 см также способствовало улучшению агрохимических свойств почвы. Так на контрольном варианте в начале вегетации в слое почвы 0-30 см нитратного азота было 8,2 мг на 100 г почвы, подвижных фосфора и калия 8,0 и 11,4 мг на 100 г почвы, тогда как по вспашке содержалось 7,9 мг на 100 г почвы и 6,1 мг и 11,3 мг на 100 г почвы соответственно. С внесением минеральных удобрений по безотвальному рыхлению содержание нитратного азота повышалось до 10,2-17,8 мг на 100 г почвы, фосфора и калия – до 11,3-20,7 и 12,6-19,8 мг на 100 г почвы соответственно, тогда как по вспашке эти показатели были ниже. За время вегетации растений безотвальное рыхление способствовало более экономному расходованию элементов питания в почве.

Засоренность посева кукурузы зависела от приемов основной обработки почвы и минеральных удобрений. Безотвальная обработка по типу «Параплау» (ПРН 3100) на 25-27 см увеличивала в посевах количество и массу однолетних и многолетних сорняков по сравнению с традиционной вспашкой. Применение минеральных удобрений приводило к повышению воздушно-сухой массы сорных растений на обоих приемах основной обработки почвы. Однако применение гербицидов снижало засоренность посевов кукурузы в 1,3-1,4 раза.

Изучаемые агротехнические приемы оказывали положительное влияние на морфологические и фотометрические показатели растений кукурузы. Применение минимальных удобрений и регуляторов роста повышало линейный рост, накопление массы абсолютно сухого вещества и листовой поверхности растений. На фонах минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{90}$ и $N_{120}P_{120}K_{120}$ с применением регуляторов роста Гумата К и Биосила в фазу восковой спелости зерна кукурузы формировалась наибольшая высота растений, максимальная масса абсолютно сухого вещества, листовая поверхность и составили по вспашке 258,5-260,5 и 283,9-287,5 см, 246,5-250,7 и 251,6-255,0 г и 64,1-64,3 и 71,2-71,4

тыс.м²/га, по безотвальному рыхлению 245,8-246,4 см, 240,1-243,7 г и 254,3-257,9 г и 64,9-65,4 и 71,5-71,9 тыс. м²/га соответственно (табл. 1).

Наиболее мощный фотосинтетический потенциал посева (ФП) кукурузы в пределах 3360-3369 и 3686-3712 тыс.м²суток/га сформировался на вариантах по вспашке с применением минеральных удобрений N₉₀P₉₀K₉₀ и N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ и регуляторов роста Гумата К и Биосила.

Таблица 1

Фотосинтетическая деятельность посева и урожайность зерна кукурузы в зависимости от технологических приемов возделывания (ср. 2006-2008 гг.)

Доза удобрений	Регуляторы роста растений	Максимальная площадь листьев, тыс.м ² /га	Максимальная масса абсолютно сухого вещества растения, г	Фотосинтетический потенциал, млн. м ² суток/га (ФП)	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² суток (ЧПФ)	Урожайность, т/га
Вспашка на 25-27 см						
Контроль (без удобрений)	контроль	50,5	192,8	2675	10,16	4,48
	Агростим У	52,8	204,3	2767	10,28	4,69
	Гумат К	53,0	207,8	2778	10,29	4,74
	Биосил	53,1	210,9	2806	10,23	4,77
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	контроль	55,0	197,5	2931	11,34	6,38
	Агростим У	58,6	209,8	3075	11,52	6,73
	Гумат К	58,8	215,9	3086	11,52	6,94
	Биосил	59,0	218,8	3090	11,54	6,99
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	контроль	58,5	223,3	3136	11,42	7,64
	Агростим У	63,8	239,5	3331	11,62	8,06
	Гумат К	64,1	246,5	3360	11,62	8,42
	Биосил	64,3	250,7	3369	11,69	8,46
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	контроль	62,7	225,4	3382	12,07	7,67
	Агростим У	69,0	241,8	3617	12,14	8,12
	Гумат К	71,2	251,6	3686	12,14	8,49
	Биосил	71,4	255,0	3712	12,26	8,57
Безотвальная обработка на 25-27 см						
Контроль (без удобрений)	контроль	50,7	187,3	2683	10,12	4,47
	Агростим У	53,1	198,5	2774	10,25	4,68
	Гумат К	53,4	202,0	2787	10,24	4,73
	Биосил	53,6	205,0	2791	10,26	4,76
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	контроль	56,6	196,7	2940	11,30	6,52
	Агростим У	60,0	209,2	3085	11,47	6,88
	Гумат К	60,6	214,8	3095	11,48	7,10
	Биосил	60,7	218,3	3099	11,51	7,13
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	контроль	59,2	217,5	3120	11,37	7,39
	Агростим У	64,5	233,4	3340	11,58	7,79
	Гумат К	64,9	240,1	3347	11,58	8,08
	Биосил	65,4	243,7	3360	11,61	8,15
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	контроль	63,1	227,7	3366	11,86	7,64
	Агростим У	70,3	244,5	3626	11,94	8,08
	Гумат К	71,5	254,3	3703	11,94	8,45
	Биосил	71,9	257,9	3720	12,07	8,51

НСР₀₅ для частных различий по урожайности зерна, т/га; в 2006 г. - 0,19; 2007 г. - 0,20 и 2008 г. - 0,38.

Примечание. Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) приводится в межфазный период 8-9 листьев – выметывание метелки растений кукурузы.

По безотвальному рыхлению по типу «Параплау» (ПРН 3100) фотосинтетический потенциал посева также был высоким и составил 3347-3360 и 3703-3720 тыс. м² суток/га

соответственно. На повышенных фонах минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{90}$ и $N_{120}P_{120}K_{120}$ в сочетании с регуляторами роста в межфазный период 8-9 листьев – выметывание метелки также отмечалась самая высокая чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), достигая по вспашке 11,62-12,26 г/м² сутки и по безотвальному рыхлению 11,58-12,07 г/м² сутки, что положительно сказалось на продуктивности растений кукурузы. Установлено, что в сочетании с минеральными удобрениями в дозах $N_{90}P_{90}K_{90}$ и применения Гумата К и Биосила формировалась высокая урожайность зерна кукурузы: по вспашке – 8,42-8,46 т/га, безотвальному рыхлению – 8,08-8,15 т/га. Более высокая доза внесения минеральных удобрений $N_{120}P_{120}K_{120}$ в сочетании с применением регуляторов роста способствовало повышению урожайности зерна: по вспашке – до 8,49 и 8,57 т/га и безотвальному рыхлению до 8,45 и 8,51 т/га, однако различия были в пределах ошибки опыта (НСР₀₅ в 2006 г.- 0,19, 2007г.- 0,20, 2008г.- 0,38) (табл. 2).

По основным экономическим показателям возделывания кукурузы на зерно выделились варианты с внесением минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{90}$ совместно с применением регуляторов роста Гумата К и Биосила. Они позволили получить самую высокую прибыль по вспашке 45,6 и 45,9 тыс. руб./га, безотвальному рыхлению 44,3 и 44,8 тыс. руб./га при довольно высокой рентабельности производства 209,6 и 211,5%, 217 и 220%.

Важным показателем эффективности возделывания кукурузы на зерно является биоэнергетическая оценка агротехнических приемов ее возделывания (табл. 2). По биоэнергетической эффективности в наших опытах выделились варианты с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$ совместно с обработкой растений Биосилом и Гуматом К. Они позволили получить чистую энергетическую прибыль в размере 78,6 и 77,7 ГДж/га по вспашке и 75,6 и 74,3 ГДж/га по безотвальной обработке при довольно высоких биоэнергетических коэффициентах – 2,94-2,96 и 2,92-2,97. При этом на единицу затраченной энергии 39,7 и 40,0 ГДж/га по вспашке и 38,3 и 38,7 ГДж/га по безотвальной обработке производится наибольшее количество энергии в урожае 118,3 и 117,7 ГДж/га и 113,9 и 113,0 ГДж/га.

Таблица 2

Биоэнергетическая эффективность применения минеральных удобрений и регуляторов роста растений при разных способах основной обработки почвы, (2006-2008 гг.)

Вариант		Урожай- ность зерна, т/га	Получено энергии с урожаем, ГДж/га	Затрачено энергии на производство урожая, ГДж/га	Прирост чистой энергии, ГДж/га	Биоэнергетический коэффициент
1		2	3	4	5	6
Вспашка 25-27 см						
Контроль (без удобрений)	Контроль	4,48	62,6	21,5	41,1	2,91
	Агростим У	4,69	65,5	21,7	43,9	3,02
	Гумат К	4,74	66,3	22,0	44,3	3,01
	Биосил	4,77	66,7	21,6	45,1	3,09
(NPK) ₆₀	Контроль	6,38	89,2	35,4	53,8	2,52
	Агростим У	6,73	94,1	35,6	58,5	2,64
	Гумат К	6,94	97,0	35,9	61,1	2,07
	Биосил	6,99	97,7	35,5	62,2	2,75
(NPK) ₉₀	Контроль	7,64	106,8	39,6	67,2	2,70
	Агростим У	8,06	112,7	39,8	72,9	2,83

Продолжение табл. 2						
	Гумат К	8,42	117,7	40,0	77,7	2,94
	Биосил	8,46	118,3	39,7	78,6	2,96
(NPK) ₁₂₀	контроль	7,67	107,2	43,7	63,5	2,45
	Агростим У	8,12	113,5	43,9	69,6	2,59
	Гумат К	8,49	118,7	44,1	74,6	2,69
	Биосил	8,57	119,8	43,8	76,0	2,74
Безотвальная обработка 25-27 см						
Контроль (без удобрений)	контроль	4,47	62,3	20,9	41,4	2,98
	Агростим У	4,68	65,4	21,1	44,3	3,09
	Гумат К	4,73	66,0	21,4	44,6	3,08
	Биосил	4,76	66,5	21,0	45,5	3,17
(NPK) ₆₀	контроль	6,52	91,1	34,0	57,1	2,68
	Агростим У	6,88	96,2	34,2	62,0	2,81
	Гумат К	7,10	99,3	34,5	64,8	2,88
	Биосил	7,13	99,7	34,1	65,6	2,92
(NPK) ₉₀	контроль	7,39	103,3	38,2	65,1	2,70
	Агростим У	7,79	108,9	38,4	70,5	2,84
	Гумат К	8,08	113,0	38,7	74,3	2,92
	Биосил	8,15	113,9	38,3	75,6	2,97
(NPK) ₁₂₀	контроль	7,64	108,8	42,3	64,5	2,52
	Агростим У	8,08	113,0	42,5	70,5	2,66
	Гумат К	8,45	118,1	42,7	75,4	2,76
	Биосил	8,51	119,0	42,4	76,6	2,81

НСР₀₅ для частных различий по урожайности зерна, т/га в 2006г. – 0,19; 2007г. – 0,20 и 2008г. – 0,38.

Заключение

В условиях Центрально-Черноземного региона на черноземной почве при возделывании кукурузы на зерно с уровнем урожайности 8,08 и 8,15 т/га целесообразно традиционную вспашку на 25-27 см заменить на безотвальное рыхление по типу «Параплау» (ПРН 3100) на ту же глубину, минеральные удобрения в дозе N₉₀P₉₀K₉₀ следует применять в сочетании с регуляторами роста Биосил 30 мл/га и Гумат К 150 мл/га в фазу 5-6 листьев в виде листовой подкормки растений. Это обеспечивается высокими показателями агрофизических, агрохимических и биологических свойств почвы, фотосинтетической деятельности и продуктивности посева, экономической и биоэнергетической эффективностью возделывания кукурузы.

Литература

1. Шелганов И.И., Доманов Н.М., Ибадуллаев К.Б., Крюков А.Н. Технология возделывания кукурузы на зерно // Земледелие. 2008. – № 6. – С.44-45.
2. Хлопяников А.М., Крюков А.Н., Ибадуллаев К.Б. Урожайность зерна кукурузы в зависимости от приемов основной обработки почвы и средств химизации // Вестник Брянского государственного университета. 2012. – № 4. – С. 280-282.
3. Макаров И.П. Совершенствовать научные основы обработки почвы // Земледелие. – 1983. № 1. – С.12-15.
4. Кореньков Д.А. Минеральные удобрения при интенсивных технологиях. // – М.: Росагропромиздат. 1990. – С.167-169.
5. Минев В.Г. Оптимизация применения удобрения и экологические аспекты современного земледелия // Вестник сельскохозяйственной науки. 1987. – № 6. – С.23-30.
6. Наумкин В.Н., Малявко Г.П., Наумкина Л.А. Эффективность основной обработки почвы и удобрений // Кукуруза и сорго. 1993. – № 6. – С.5-7.
7. Наумкин В.Н., Мальцев В.Ф., Наумкина Л.А. Влияние технологий возделывания на посевы кукурузы Нечерноземной зоне РСФСР // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1990. – № 5. – С.107-113.

8. Наумкин В.Н., Хлопяников А.М., Зверев В.А. Какая технология лучше? // Земледелие. 1993. – № 8. – С.23-24.
9. Хлопяников А.М., Хлопяникова Г.В., Наумкин В.Н., Зверев В.А. Эффективность химизации на посевах кукурузы // Кукуруза и сорго. 2006. – № 4. – С.18-20.

EFFECTIVE SECURITY METHODS OF INCREASING PRODUCTIVITY CORN

V.N. Naumkin, L.A. Naumkina, A.M. Hlopyanikov*, A.N. Kryukov

FGBOU HE «BELGOROD STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED
AFTER V.YA. GORIN»

*FGBOU HE «BRYANSK STATE UNIVERSITY NAMED AFTER I.G. PETROVSKY»

Abstract: The article presents the results of field research on the effect of basic tillage, fertilizers and plant growth regulators on the bulk density, duty cycle, moisture reserves, wasps main elements of black earth supply typical and basic physiological and agrochemical crop performance, productivity and efficiency of cultivation of corn. Field experiments were carried out in the Belgorod Agricultural Research Institute in long-term field experiment, Grain-and-fallow crop rotation predecessor - spring barley. The soil is black earth typical pilot area, heavy-particle size distribution. The object of the study served as a middle-early hybrid corn Prognoz152 CB universal type of use.

The optimal methods of the basic processing of soil, minerals, fertilizers and plant growth regulators reveal the possibilities are elevated fertility of chernozem typical, photosynthetic activity of crop, yield and efficiency of maize grain.

The findings reveal the possibility of the cultivation of corn with high levels of productivity by replacing traditional chernozem plowing on 25-27cm in the subsurface soil treatment in an "paraglider" (EOP 3100) on tighter depth and mineral fertilizers in $N_{90}P_{90}K_{90}$ dose should be used in conjunction with regulators potassium Humate growth and Biosilom. These farming techniques provide optimum bulk density, duty cycle, and soil moisture, high levels of photosynthetic activity of crop yields and at the level of 8,0 and 8,2t / ha of grain at a bio-energy efficiency of its cultivation (net energy gain 74,3-75,6 GJ / ha), while bioenergy coefficient of 2,92 and 2,97 in a chernozem Central Black Earth region.

Keywords: corn, basic tillage reception, mineral fertilizers, growth regulators, agronomical properties of soil, photosynthetic planting activity grain yield, bioenergy production efficiency.

УДК 633.853.483+631.526.32

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ В УСЛОВИЯХ ЦЧР

Н.И. ВЕЛКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук

В.П. НАУМКИН, доктор сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.В. ПАРАХИНА»

E-mail: nvelkova@yandex.ru

Горчица белая – северная культура и может возделываться вплоть до полярного круга, давая высокие урожаи. Поэтому изучение горчицы белой, оценка ее урожайности, пыльцевой продуктивности, содержания сырого жира и белка, посещения пчелами и определение энергоэкономической эффективности имеет большое значение для улучшения кормовой базы пчеловодства. Материалом для наших исследований служили 42 сорта

горчицы белой из коллекции ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург). Для выяснения экономической эффективности сортов горчицы белой был проведен учет всех затрат у восьми сортов этой культуры характеризующихся высокой урожайностью по методике ВНИИ экономики сельского хозяйства. Одним из обобщающих показателей экономической эффективности деятельности сельскохозяйственных предприятий является рентабельность. По сортам она колебалась от 209,3 (к-4078) Россия до 295,8% (к-4113) Дания, значительно превышая контроль ВНИИМК-518 (154,7%).

Ключевые слова: сорта, горчица белая, экономическая эффективность, продуктивность, признаки.

Горчица белая (*Sinapis alba* L.) является одной из важнейших масличных, кормовых, медоносных и сидеральных капустных культур. Масло находит широкое применение, как в пищевой промышленности, так и в технических целях. Она является хорошим предшественником для озимых культур.

Горчица белая – северная культура и может возделываться вплоть до полярного круга, давая высокие урожаи. Потенциальная продуктивность сортов достигает 20-25 ц/га при масличности семян 25-40%.

Жмых, получаемый после обработки семян, содержит много белка и масел. Зеленая масса горчицы белой богата кальцием, фосфором, каротином, до появления плодов она хорошо поедается скотом [1].

Ценность семян горчицы белой определяется в основном содержанием жиров. В тоже время, важное пищевое и кормовое значение имеют и белки, содержание которых колеблется у масличных культур от 19 до 42%.

Горчица белая – важнейшее медоносное растение, обеспечивающее большие сборы меда. Нектаропроductивность её зависит от погодно-климатических условий, агротехники, сорта и колеблется от 30 до 341 кг/га. По характеру опыления горчица белая относится к перекрестноопыляемым растениям. Опыление пчелами повышает её урожайность на 30-60% [2].

Горчица белая относится к группе нектаропыльценосов, кроме нектара с нее собирается много первоклассной пыльцы, необходимой для роста и развития пчелиной семьи. Поэтому изучение горчицы белой, оценка ее урожайности, пыльцевой продуктивности, содержания сырого жира и белка, посещения пчелами и определение энергоэкономической эффективности имеет большое значение для улучшения кормовой базы пчеловодства.

Методика

Исследования проводили на базе ФГБНУ ВНИИЗБК в 2000-2014 гг. (г. Орел). Материалом для наших исследований служили 42 сорта горчицы белой из трех эколого-географических групп, полученные из коллекции ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург).

Посев проводили широкорядным способом с нормой высева 10 кг/га. Глубина заделки семян 3-4 см. Площадь делянки – 2 м². Повторность опыта четырехкратная. Почва опытных участков темно-серая лесная, хорошо окультуренная. Полевые наблюдения, учеты и оценку морфологических и хозяйственно-биологических признаков сортов горчицы белой проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985). Учет посещаемости сортов горчицы белой пчелами проводили согласно «Методическим указаниям по оценке нектаропроductивности важнейших медоносных культур». Пыльцевую продуктивность сортов оценивали способом, предложенным В.К. Пельменевым [3]. Определение содержания сырого жира проводили по методике «Определения сырого жира по количеству обезжиренного остатка». Содержание белка оценивали по «Методу определения белка» ГОСТ 10846-91.

Результаты исследований

Проведенное нами изучение продолжительности вегетационного периода и составляющих его фаз у сортов, показало, что наибольший интерес представляют сорта из северной группы (к-4199), (к-4220) Канада и (к-4213) Бельгия, так как у них в среднем за годы изучения был самый короткий период всходы-цветение (36-38 суток) и весь период вегетации в целом (92-93 суток).

Морфологический анализ сортов горчицы белой показал, что изучаемые нами группы сортов различались между собой по высоте растения. Более высокорослыми оказались сорта из северной эколого-географической группы. Высота растения у них составила $84,5 \pm 2,13$ см, что выше, чем у стандарта ВНИИМК-518. Среди высокорослых были отмечены сорта (к-4113) Дания, (к-4141) Швеция, (к-4160) Чехословакия, (к-4116) Германия и (к-4131) Удмуртия. Число ветвей с растения у сортов из разных эколого-географических групп различалось незначительно и составило в среднем 6-7 ветвей на растении. Среди сортов горчицы белой с наибольшим числом ветвей на растении были (к-4199) Канада, (к-4141) и (к-4164) Швеция, (к-4221) Франция, (к-4218) Бразилия.

Число стручков, образующихся на растении, у изучаемых эколого-географических групп колебалось от $59,5 \pm 7,64$ шт. (северная группа) до $54,8 \pm 7,36$ шт. (средиземноморская группа), а южная группа занимала промежуточное положение.

Внутри каждой группы наблюдалось варьирование этого признака по сортам: от 40,1 шт. (к-4220) Канада до 77,8 шт. (к-4113) Дания (северная группа); от 42,6 шт. (к-4192) Чехословакия до 71 шт. (к-4078) Россия (южная группа); от 41,1 шт. (к-4214) Греция до 65,6 шт. (к-4218) Бразилия (средиземноморская группа).

Признак масса абсолютно сухого растения характеризует биологический урожай сорта. Изучаемые группы сортов горчицы белой различались по этому признаку с колебанием по группам от $9,6 \pm 1,17$ г у средиземноморской группы до $10,2 \pm 1,31$ г у северной группы. Среди сортов горчицы белой с наибольшей массой абсолютно сухого растения выделились (к-4228 п) Канада – $13,2 \pm 4,22$, (к-4116) Германия – $13,4 \pm 1,59$ г, (к-4141) Швеция – $13,8 \pm 1,87$ г, (к-308) Дальний Восток – $13,0 \pm 1,75$ г.

Семенная продуктивность растения колебалась от $1,5 \pm 0,25$ г (северная группа) до $1,7 \pm 0,23$ г (средиземноморская группа) достоверно превысив контроль ВНИИМК-518 [4].

Изучение пыльцевой продуктивности сортов представляет большой практический интерес для пчеловодства области. Полученные нами данные, свидетельствуют о том, что по признаку пыльцевая продуктивность между разными эколого-географическими группами данного набора сортов различий не было. Наряду с этим установлены значительные колебания внутри групп. Наибольшее количество пыльцы образовали сорта (к-4198) Швеция – 0,344 мг/цв., (к-4131) Удмуртия – 0,317 мг/цв., (к-4210) ГДР – 0,334 мг/цв., (к-4190) Чехословакия – 0,304 мг/цв, достоверно превышающие контроль (0,258 мг/цв) [5-6].

Содержание сырого жира в семенах сортов горчицы белой незначительно различалось по эколого-географическим группам от 27,33% (средиземноморская группа) до 27,87% (южная группа). Однако по сортам различия были значительные. Высокое значение признака было отмечено у сортов (табл.3): (к-4113) Дания, (к-4198) Швеция, (к-4187) ФРГ, (к-4174) Венгрия, (к-4194) Чехословакия, (к-4078) Россия [7].

Анализ семян сортов горчицы белой показал, что среднее содержание белка по сортам составило 29,4% с колебаниями от 26,1% (к-4215) Венгрия до 31,4% (к-4213) Бельгия.

Значение коэффициента вариации в среднем за годы изучения было равно 3,9% с колебанием от 3,2% до 4,8%, что говорит о слабой изменчивости признака.

Содержание белка в семенах сортов горчицы белой различалось в пределах эколого-географических групп. Так, в среднем за годы изучения наиболее высоким содержанием белка характеризовалась средиземноморская группа 29,4%, варьируя по годам от 28,8% до 30,2%, что превышает контроль на 0,9%. Наименьшее содержание белка отмечено у южной группы 28,2% с колебанием по годам от 27,7% до 29,0%. Северная группа занимала

промежуточное положение, среднее содержание белка в ней было выше всего на 0,1%, чем у ВНИИМК-518.

В результате исследований выделились три сорта с высоким содержанием белка: (к-4200) Канада – 29,8%, (к-4214) Греция – 29,7%, (к-4197) Индия – 30,3%, которые превышают контроль на 0,3-0,9%.

Установлено, что в условиях Орловской области в годы изучения содержание белка в семенах горчицы белой колебалось в среднем от 24,9% до 31, 4% [8].

Посещаемость сортов горчицы белой пчелами представляет большой интерес для изучения, так как она является фактором, тесно связанным с урожаем. Количество медоносных пчел различалось, в течение дня пчелы на сортах горчицы белой распределялись неравномерно с пиками лета у сорта из северной группы (к-4228 п) в 11 и 14 часов, у южной группы сорт (к-307) – в 10и 14 часов, средиземноморской группы сорт (к-4197) – в 10 и 15 часов [9].

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что величина урожая семян горчицы белой находится в прямой зависимости от метеорологических условий и особенности возделываемого сорта. Наиболее урожайными были сорта горчицы белой из северной эколого-географической группы – 8,13 ц/га, с низкой урожайностью – сорта из средиземноморской группы – 6,90 ц/га, южная группа занимала промежуточное положение – 7,58 ц/га. Среди изученных сортов горчицы белой наиболее высокий урожай за годы исследований, превышающий контроль на 1,43-3,74 ц/га показали: (к-4228 п) Канада – 10,32 ц/га, (к-4217) Венгрия – 10,41 ц/га, (к-308) Дальний Восток – 9,85 ц/га, (к-4131) Удмуртия – 10,51 ц/га, (к-4189) Чехословакия – 10,89 ц/га, (к-4113) Дания – 9,94 ц/га, (к-4078) Россия – 8,58 ц/га [10].

Сравнение урожая стандартного сорта с другими высокоурожайными сортами не дает полного и четкого представления о преимуществе возделывания одних сортов над другими без экономической оценки эффективности агротехнических приемов выращивания горчицы белой.

Основными показателями экономической эффективности использования сортов горчицы белой являются: себестоимость продукции, затраты труда на единицу площади, а также чистый доход и рентабельность производства.

Для выяснения экономической эффективности сортов горчицы белой был проведен учет всех затрат у восьми сортов этой культуры характеризующихся высокой урожайностью по методике ВНИИ экономики сельского хозяйства: (к-4228п) Канада, (к-4189) Чехословакия, (к-4113) Дания, (к-4217) Венгрия, (к-308) Дальний Восток, (к-4131) Удмуртия, (к-4078) Россия и ВНИИМК-518 (контроль) (табл.).

Таблица

Экономическая эффективность возделывания сортов горчицы белой, Орел

Сорт	Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	Производственные затраты, тыс. руб	Себестоимость, руб./ц.	Чистый доход, тыс. руб.	Рентабельность, %
(к-4228п) Канада	898,4	248,1	240	650,3	262,1
(к-4189) Чехословакия	971,4	250,8	230	720,6	287,3
(к-4113) Дания	847,3	214,1	215	633,3	295,8
(к-4217) Венгрия	921,0	249,4	239	671,6	269,3
(к-308) Дальний Восток	882,2	248,7	252	633,4	254,7
(к-4131) Удмуртия	928,4	249,5	237	678,8	272,1
(к-4078) Россия	763,6	246,9	287	516,7	209,3
ВНИИМК-518 (контроль)	622,3	244,3	392	378,0	154,7

Исходные данные для расчетов были взяты из разработанных нами технологических карт для каждого сорта горчицы белой. Расчеты показателей экономической эффективности проводились исходя из фактического уровня цен на материально-технические ресурсы и продукцию.

Сравнительный анализ экономической эффективности возделывания стандартного сорта горчицы белой ВНИИМК-518 с другими урожайными сортами (к-4228п) Канада, (к-4189) Чехословакия, (к-4113) Дания, (к-4217) Венгрия, (к-308) Дальний Восток, (к-4131) Удмуртия, (к-4078) Россия позволяет установить экономический эффект от внедрения в производство новых высокоурожайных сортов современного типа и выгоду их возделывания в условиях Центрального Черноземного района.

Так, наименьшая себестоимость продукции отмечена у сортов горчицы белой (к-4113) Дания и (к-4189) Чехословакия (215...230 руб.) при высоком значении рентабельности (295,8...287,3%) и чистого дохода (633,3...720,6 тыс. руб.). Себестоимость 1 ц семян у стандартного сорта горчицы белой ВНИИМК-518 составила 392 руб., тогда как у высокопродуктивных сортов она была в пределах 215...287 руб. У контрольного сорта горчицы белой чистый доход 1 га посева составил 378,0 тыс. руб., а у изучаемых сортов 519,7...720,6 тыс.руб.

Одним из обобщающих показателей экономической эффективности деятельности сельскохозяйственных предприятий является рентабельность.

По сортам она колебалась от 209,3 (к-4078) Россия до 295,8% (к-4113) Дания, значительно превышая контроль ВНИИМК-518 (154,7%) [11].

Сопоставимость экономических показателей производства сельскохозяйственной продукции возможно в том случае, когда экономика страны опирается на баланс затрат и твердого курса стоимостного выражения получаемой продукции.

Однако, в любом случае такой подход, особенно в рыночных отношениях не может быть достаточно объективным. Так цена опирается не только на стоимость вложенного труда, но и спроса-предложения. В связи с мировым энергетическим кризисом цены на энергоносители колеблются в весьма широких пределах. Тем не менее, они всегда выше своей номинальной стоимости в связи с невосполнимостью в природе.

Требованиям основного экономического закона соответствует критерий минимизирующий совокупные затраты живого и овеществленного труда на производство общественно необходимого объема продукции. В качестве отраслевого критерия оптимизации используются показатели прибыли, производное от затрат и стоимости реализованной продукции. В таких расчетах отмечается несколько независимых переменных, что снижает объективность оценки.

Затраты совокупной энергии (МДж/га) на производство семян горчицы определяли на основе технологической карты. По ней выделяли затраты переносимыми основными средствами производства (тракторы, комбайны, сельскохозяйственные машины), затраты на оборотные средства (топливо, семена, удобрения и т.п.) и затраты живого труда (механизаторов и обслуживающего персонала). Их исчисляли умножением показателей на энергетический эквивалент по каждой категории и суммировали.

Затраты совокупной энергии (МДж/га) исчисляются умножением затрат по технологической карте на энергетический эквивалент по каждой категории затрат.

Анализ биоэнергетической эффективности сортов горчицы белой показал, что все представленные для анализа сорта превосходят контроль ВНИИМК-518 по содержанию энергии в урожае семян на 2546,91...6661,16 МДж/га при незначительной разнице затрат совокупной энергии на производство. Энергетический коэффициент лучшего сорта превзошел стандарт ВНИИМК-518 на 0,81 с колебанием по сортам от 1,98 до 2,47.

По приращению энергии все изучаемые сорта превосходили стандарт на 2472-6465 МДж/га, что свидетельствует о высоком уровне воспроизводства продукции.

Выводы. Проведенный анализ полученных данных показывает, что возделывание сортов горчицы белой значительно повышает рентабельность, чистый доход и обеспечивает наименьшую себестоимость продукции. Биоэнергетическая оценка изучаемых сортов горчицы белой свидетельствует об их высокой эффективности, при относительно высоких затратах совокупной энергии в сравнении с контролем, приращение энергии у них наибольшее, а коэффициент энергетической эффективности выше на 0,32-0,81, чем у сорта ВНИИМК-518 [12].

Таким образом, горчица белая является ценной для возделывания в условиях Орловской области культурой, позволяющей значительно улучшить кормовую базу пчеловодства.

Литература

1. Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Кончаров П.Л. Кормовые растения России // Москва. – 1999. – 370 с.
2. Дорофеев В.Д., Лаптев Ю.П., Чекалин Н.М. Цветение, опыление и гибридизация растений // Агропромиздат. – 1990. – С.69.
3. Пельменев В.И. Медоносные растения /В.И. Пельменев // – М.: Россельхозиздат. – 1985. – 143 с.
4. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Влияние элементов технологии возделывания на продуктивность горчицы белой // Зерновое хозяйство России. 2013, № 4, – С.55-58.
5. Наумкин В.П., Велкова Н.И. Пыльцевая продуктивность горчицы белой // Пчеловодство, 2007, № 9. – С. 21.
6. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Изучение пыльцевой продуктивности сортов горчицы белой разных сроков и способов посева // В сборнике: Наука и образование в XXI веке сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 17 частях. 2014. – С. 34-35.
7. Велкова Н.И. Использование горчицы белой (*Sinapis alba* L.) для расширения медоносных ресурсов ЦЧР / автореферат на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук // Орловский государственный аграрный университет. Орел, 2004.
8. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица белая – перспективный медонос // Пчеловодство, 2013, № 7. – С. 20-22.
9. Наумкин В.П., Велкова Н.И. Медонос – горчица белая // Пчеловодство, 2000, № 2. – С.43.
10. Наумкин В.П., Велкова Н.И., Куликов Н.И. Насекомые на горчице белой // Пчеловодство, 2004, № 6, – С. 20.
11. Наумкин В.П., Велкова Н.И. Использование агротехнических приемов для повышения урожайности горчицы // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. Материалы Международной научно-практической конференции, 2012. – С.106-108.
12. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица белая – медоносная культура // ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», Орел, 2015.

ECONOMIC AND BIOENERGETIC EFFICIENCY OF CULTIVATION OF WHITE MUSTARD IN CONDITIONS OF CENTRAL BLACK EARTH REGION

N.I. Velkova, V.P. Naumkin

FGBOU HE «OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER N.V. PARAKHIN»

Abstract: white mustard-Northern culture and can be grown up to the Arctic Circle, giving the highest yields. Therefore, the study of mustard white, score it yields pollen performance, of the content of crude fat and protein, visiting bees and energy-economic definition of efficiency is important to improve the forage base of beekeeping. Material for our research served 42 varieties of mustard white from the collection of the institute of plant growing named after N.I. Vavilov (St.-Petersburg). To determine cost-effectiveness of mustard varieties White was carried out taking into account all costs from eight varieties of this culture with high yield by a technique of all-Union Research Institute of agricultural economics. One of the General indicators of the economic efficiency of agricultural enterprises is ROI. Grade it ranged from 209,3 (k-4078) Russia to 295,8% (4113) Denmark, considerably exceeding the control of VNIIMK-518 (154,7%).

Keywords: class, white mustard, cost effectiveness, efficiency, features.