

ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 2(22), 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., АО «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: 20.06.2017 г.

Формат 60x84/8.

Гарнитура Times New Roman.

Тираж 300 экз.

Отпечатано в ФГБНУ ВНИИЗБК

Цена свободная.

СОДЕРЖАНИЕ

Зотиков В.И. Роль генетических ресурсов в повышении продуктивности и экологической устойчивости растениеводства	4
Зеленов А.А., Зеленов А.Н., Наумкина Т.С., Новикова Н.Е., Задорин А.М., Бударина Г.А., Бобков С.В. Создание и использование в селекции генетического разнообразия рассечённолисточкового морфотипа гороха	8
Шафигуллин Д.Р., Гинс М.С., Романова Е.В., Пронина Е.П. Изучение изменчивости количественных признаков у овощных и зерновых форм сои в условиях центральной части Нечернозёмной зоны	16
Булынец С.В., Новикова Л.Ю., Гриднев Г.А., Сергеев Е.А. Влияние предпосевной обработки разными штаммами <i>Rhizobium cicer</i> семян образцов нута из коллекции ВИР на продуктивность в условиях Тамбовской области	23
Овчарук О.В., Овчарук О.В., Околотко Ю.В. Результаты исследований сортов фасоли обыкновенной и влияния направления проведения посева в условиях лесостепи Украины.29	
Соболева Г.В., Бударина Г.А., Соболев А.Н. Комплексная оценка регенерантных линий гороха полученных методом клеточной селекции <i>in vitro</i>	36
Ерохин А.И., Павловская Н.Е. Предпосевная обработка семян гороха препаратом на основе лектинов зернобобовых культур	42
Мурзёнок В.И., Черненькая Н.А. Использование новых фунгицидных протравителей в предпосевной подготовке семян гороха	46
Фесенко А.Н., Фесенко И.Н., Фесенко Н.Н., Бирюкова О.В. Элементы генетического контроля морфологических различий между <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench и <i>F. homotropicum</i> Ohnishi, и некоторые результаты использования межвидовой гибридизации в селекции гречихи обыкновенной	50
Лобков В.Т. Опыт Орловской области в разработке и практической реализации биологизированных систем земледелия	55
Кононов А.С., Белоус Н.М., Ториков В.Е., Мельникова О.В., Шкотова О.Н. Теория экологической ниши в сельском хозяйстве и методика расчета взаимодействия видов в гетерогенном агроценозе	59
Фадеева А.Н., Шурхаева К.Д., Фадеев Е.А., Абросимова А.Н. Конкурентная способность компонентов смешанного агроценоза гороха с овсом	67
Безгодов А.В., Ахметханов В.Ф., Аплаева А.Д. Новый способ выращивания вики посевной в бинарных посевах с яровым рапсом и горчицей белой	73
Донская М. В., Велкова Н.И., Наумкин В.П. Изучение морфобиологических особенностей гороха посевного в совместных посевах с горчицей белой	79
Дебелый Г.А., Гончаров А. В., Меднов А.В., Вольпе А.А. Новые сорта яровой вики Московского НИИСХ «Немчиновка»	84
Цуканова З.Р., Кирсанова Е.В., Латынцева Е.В., Котов Н.В. Ускоренное размножение и получение высококачественных оригинальных семян сои	87
Фоменко М.А., Грабовец А.И. Новый сорт озимой мягкой пшеницы Донэра – инновация в производство зерна	93
Медведев А.М., Осипов В.В., Осипова А.В., Лисеенко Е.Н., Пома Н.Г., Дьяченко Е.В., Тупатилова О.В. Результаты и перспективы селекции озимой тритикале для хлебопекарных целей в Центральном Нечерноземье	99
Скатова С.Е., Тысленко А.М. Селекция сортов ярового тритикале на стабильность урожайности как фактор устойчивого кормопроизводства	106
Шляхтина Е.А., Уткина Е.И., Кедрова Л.И. Влияние почвенно-климатических условий на зимостойкость и урожайность озимой ржи	111
Пимохова Л.И., Царапнева Ж.В. Амистар экстра – эффективный фунгицид в технологии защиты люпина от антракноза	115
Эседуллаев С.Т. Формирование травостоев на основе люцерны изменчивой на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья	121

CONTENT

Zotikov V.I. The role of genetic resources in improving the productivity and environmental sustainability of crop production	4
Zelenov A.A., Zelenov A.N., Naumkina T.S., Novikova N.E., Zadorin A.M., Budarina G.A., Bobkov S.V. Creation and use of genetic diversity in breeding of dissected leaf morphotype of pea	8
Shafigullin D.R., Gins M.S., Romanova E.V., Pronina E.P. The study of quantitative traits variability of soybean vegetable and grain forms in a central part of the Non-Chernozem zone ..	16
Bulyntsev S.V., Novikova L.Yu., Gridnev G.A., Sergeev E.A. The effect of seed pre-treatment with different <i>Rhizobium cicer</i> strains on productivity of chickpea accessions from the VIR collection in conditions of the Tambov province	23
Ovcharuk O.V., Ovcharuk O.V., Okolod'ko Y.V. The results of studies of varieties of common bean and influence the directions of sowing in the conditions of forest-steppe of Ukraine	29
Soboleva G.V., Budarina G.A., Sobolev A.N. Comprehensive evaluation of regenerant pea lines obtained by cell selection method <i>in vitro</i>	36
Erohin A.I., Pavlovskaya N.E. Pre-sowing treatment of seeds of peas with prepration based on lectins of legumes	42
Murzenkova V.I., Chernenkaya N.A. Use of new fungicidal disinfectants in presowing treatment of pea seeds	46
Fesenko A.N., Fesenko I.N., Fesenko N.N., Biryukova O.V. Elements of the genetic control of the morphological differences between <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench and <i>F. homotropicum</i> Ohnishi, and some results of the use of interspecific hybridization in breeding of common buckwheat	50
Lobkov V.T. Experience of the Oryol region in the development and practical implementation of biologic systems of agriculture	55
Kononov A.S., Belous N.M., Torikov V.E, Melnikova O.V., Shkotova O.N. The theory of ecological niches in agriculture and the method of calculation of species interactions in heterogeneous agro-ecosystem	59
Fadeeva A.N., Shurchaeva K.D., Fadeev E.A., Abrosimova A.N. Competitive ability of components of mixed agrocenous pea with oats	67
Bezgodov A.V., Akhmetkhanov V.F., Aplaeva A.D. New way cultivation of <i>Vicia sativa</i> in binary crops with spring colza and mustard white	73
Donskaya M.V., Velkova N.I., Naumkin V.P. Study of morphobiological features of common pea in joint crops with white mustard	79
Debelyj G.A., Goncharov A.V., Mednov A.V., Vol'pe A.A. New varieties of spring vetch from the Moscow Scientific Research Institute of Agriculture «Nemchinovka»	84
Tsukanova Z.R., Kirsanova E.V., Latynceva E.V., Kotov N.V. Accelerated reproduction and development of high-quality original seeds of soya	87
Fomenko M. A., Grabovets A. I. New variety of soft winter wheat of Donera	93
Medvedev A.M., Osipov V.V., Osipova A.V., Lisenko E.N., Poma N.G., Dyachenko E.V., Tupatilova O.V. Results and prospects of breeding of winter triticale for baking purposes in the Central Nechernozemie	99
Skatova S.E., Tyslenko A.M. The selection of varieties of the spring triticale for the stability of crop production as a factor of sustainable feed production	106
Shlyakhtina E.A., Utkina E.I., Kedrova L.I. Influence of soil-and-climatic conditions on winter rye productivity, winter hard	111
Pimokhova L.I., Tsarapneva Zh.V. Amistar extra is an effective fungicide for lupin protection against anthracnose	115
Esedullaev S.T. Formation of herbage on the basis of changeable alfalfa on sod-podzolic soils of the Upper Volga region	121

РОЛЬ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

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

Сохранение, использование и мобилизация генетических ресурсов необходимо для обеспечения производства продукции растениеводства и является одним из важнейших приоритетов в решении продовольственной безопасности. В связи с отмечаемой в последние годы тенденцией в ухудшении безопасности продовольствия принимаемые меры во всех странах направлены на: сохранение национальных генетических ресурсов – пород животных и сортов растений; усиление контроля и ужесточение норм по содержанию вредных ингредиентов, которые оказывают влияние на здоровье человека; развитие экологического сельского хозяйства, когда при взаимоотношении хозяйственной деятельности человека и природы решаются экологические проблемы.

Ключевые слова: генетические ресурсы, селекция, продуктивность, растениеводство, экологическое испытание, сорт.

По данным Международного института генетических ресурсов растений (Рим) значительные потери – до 75% генетического разнообразия сельскохозяйственных культур с начала 20 века представляют определённую угрозу для развития мирового сообщества. Следует отметить, что на сегодня функционируют свыше 600 генных банков, из них 300 – крупных. Мировые коллекции растений насчитывают в национальных и международных генетических банках свыше 3 миллионов образцов: из них – 1,2 млн. зерновых, 400 тыс. продовольственных бобовых, 215 тыс. кормов, 10 тыс. овощей, 70 тыс. корнеплодов.

В России основная роль в сборе, сохранении, изучении и использовании генетических ресурсов культурных растений и их диких сородичей принадлежит Федеральному исследовательскому центру «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова». Мировая коллекция ВИГРР располагает ценным исходным материалом из различных стран мира. И ценность коллекции как источника коллекционного материала для селекции возрастает с повышением степени её изученности. Кроме того, огромные резервы находятся практически в каждом научном учреждении, где занимаются селекцией, созданы коллекции на основе выделенных источников и доноров ценных признаков и свойств. Однако, их хранение, обновление, расширение должно быть поддержано финансово со стороны РАН и ФАНО. Благодаря возросшей интеграции мирового рынка продовольствия увеличился обмен генетическими ресурсами растений между странами и научными учреждениями.

Учитывая постоянно возрастающую потребность в качественных продуктах питания и ухудшающееся состояние окружающей среды, необходимость более полного освоения биоклиматического потенциала страны, привлечение нового материала в коллекции сельскохозяйственных растений проводится с учётом его использования, ботанической и эколого-географической дифференциацией и селекционной проработки.

В условиях России, где более 200 природных климатических зон, роль мобилизации генофонда и селекции значительно возрастает и связана с необходимостью более эффективной реализации агроклиматического потенциала. В последние десятилетия в почвенно-климатических регионах России резко увеличилось проявление экстремальных факторов – засух, морозов, короткого вегетационного периода, расширился ареал и вредоносность заболеваний, интенсивность размножения и миграции вредителей. Эти стресс-факторы обострили проблему климатической зависимости величины и качества урожая у сельскохозяйственных культур.

В решении задач современного растениеводства, устойчивом росте его продуктивности, природоохранности, рентабельности, созданию и использованию новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур принадлежит центральное место. При этом, приоритетным является: повышение потенциальной урожайности, качества продукции и технологичности культур, обладающих высокой устойчивостью к действию абиотических и биотических стрессоров; сочетающих высокую потенциальную продуктивность с экологической устойчивостью; увеличение средоулучшающих возможностей агроценозов за счёт совершенствования их видовой структуры, адаптивной системы селекции и конструирования агроэкосистем; широкое использование методов молекулярной биологии на всех этапах мобилизации генофонда – от введения в культуру новых видов до отбора ценных генотипов.

Вклад селекции в повышение урожайности с учетом изменяющегося климата за последние десятилетия оценивается в 30-70%. Но повышение урожайности на современном этапе развития не является единственной целью селекционеров, ставится задача шире – изменить химический состав растения в нужном для человека направлении. К сожалению, такая селекция часто направлена не на развитие природных свойств растения, а в противовес им, так как в природе запас питательных веществ регулируется естественным отбором и определяется лишь созданием необходимого «запаса прочности». С целью повышения пищевых достоинств и качества продукции растений учёные ведут селекцию не только на повышение содержания питательных веществ, но и на уменьшение вредных для человека соединений. А эти соединения являются важными факторами неспецифической защиты растений от болезней и вредителей.

Селекция на качество продукции является одной из важнейших задач создания новых более ценных не только по количеству, но и по качеству получаемой продукции сортов. Так, качество зерна определяет его технологическую и потребительскую ценность, служит своеобразным индикатором развития зернового хозяйства и основой эффективного производства зерна в стране (Алтухов А.И., 2004). Селекция на повышение качества продукции должна рассматриваться по каждой культуре отдельно в зависимости от ее назначения. Например, с качеством зерна связана пищевая и кормовая ценность, выход конечной продукции после переработки, конкурентность и цена на рынке. Поэтому повышение качества зерна равнозначно, а в отдельных случаях более эффективно, чем увеличение его количества. Не случайно, в 2000 году в стране вступил в силу закон «О качестве и безопасности пищевых продуктов», в котором чётко изложены требования к качеству зерна на всех этапах от производства до реализации поставщиками. Зерно ценных сортов пшеницы обладает высокими хлебопекарными качествами, которые зависят от содержания белка, клейковины, упругости теста и силы муки. Зерновые культуры, выращиваемые на корм скоту должны иметь более высокое содержание белка и аминокислот. Ячмень, например, для кормовых и пищевых целей содержит более 12% белка, а для пивоваренных целей – от 9 до 12%. Для улучшения крупяных качеств и снижения затрат на их производство создаются голозерные сорта ячменя, овса и проса.

Сортовые различия по содержанию некоторых важных аминокислот (лизин и триптофан) в белках пшеницы позволили вести селекцию на улучшение качества белка этой культуры. Качество хлеба во многом зависит от технологических свойств муки, одним из которых является сила муки. Сорта мягкой пшеницы, из муки которых выпекается высококачественный хлеб, называются сильными. Почти все площади пшеницы в нашей стране засевают теперь сортами сильной пшеницы или сортами, ценными по качеству зерна. Важнейшее качество зерна сильных пшениц – его способность при смешивании в количестве 20-40% с зерном обычных сортов давать муку таких же технологических свойств, как и в чистом виде, поэтому сорта сильных пшениц называют сортами-улучшителями. Наряду с сортами сильной пшеницы возделывается большое число сортов, не являющихся улучшителями, но ценных по качеству зерна. Прямой связи между содержанием белка, клейковины и силой муки нет. Количество белка и клейковины – это признаки, очень сильно

изменяющиеся под влиянием условий выращивания. Они в большей степени зависят от уровня агротехники, в частности от количества и сроков внесения удобрений. Технологические свойства муки, ее сила – это признак генетический. Не количество, а качество клейковинных белков, их компактность определяют силу муки.

Зернобобовые и крупяные культуры за счёт питательной ценности стоят на одном из ведущих мест в развитии пищевых технологий, которые обеспечивают более полную и глубокую переработку сырья, регулируют химический состав по критериям пищевой и биологической ценности и признаны частью «здорового питания». Современные сорта зернобобовых культур, гречихи и проса обладают высокими пищевыми, кормовыми и технологическими достоинствами. Являясь богатейшим источником уникального по качеству растительного белка, зернобобовые и крупяные культуры играют исключительно важную роль в улучшении белкового баланса населения страны.

Мировая и отечественная селекция важнейших сельскохозяйственных культур направлена на использование всего генетического потенциала вида, требует постоянного расширения генотипического разнообразия исходного селекционного материала.

В России селекция представлена в 40 селекционных центрах Российской академии наук, в которых ежегодно создаются от 300 до 400 новых сортов и гибридов различных растений с улучшенными качественными показателями. Этот путь к получению высококачественной продукции селекционными методами является наиболее чистым с точки зрения экологии. Биологически чистая продукция – это продукция естественного химического состава, свойственного данному виду растений. Учитывая, что 2017 год объявлен Годом экологии, следует отметить, что из-за интенсификации земледелия, бессистемного применения минеральных удобрений и пестицидов, интенсивных обработок в почве практически повсеместно значительно уменьшилось содержание гумуса и питательных веществ, ухудшились водные, физико-химические свойства и фитосанитарное состояние, а вместе с этим накопились значительные количества нитратов, солей тяжелых металлов, пестицидов и других вредных веществ. Все это в процессе вегетации культур поступает в растения, в результате их продукция становится для человека и животных биологически небезопасной. Поэтому возникла острая необходимость в производстве биологически чистой продукции (выращивание продукции, лишенной вредных соединений). Основные принципы решения этой проблемы – создание экологически устойчивого сельского хозяйства; сохранение и развитие естественных ландшафтов; перевод растениеводства на экологически чистые технологии, включающие агротехнические и биологические методы защиты растений.

Создавая новые селекционные сорта различных сельскохозяйственных культур необходимо оценивать селекционный материал, как по количеству урожая, так и по его качеству в различных экологических условиях. Создание и внедрение сортов и гибридов с высокой стабильной урожайностью, высоким качеством продукции, устойчивых или толерантных к засухе, низким температурам, наиболее агрессивным патогенам и вредителям, низкому агрофону используется при решении задач ресурсосбережения и охраны окружающей среды от разрушения и загрязнения, способствует получению экологически чистой продукции. При создании нового сорта с высоким генетически обусловленным потенциалом продуктивности большое внимание уделяется его пластичности, чтобы сорт в кратчайшие сроки после районирования занял значительные площади. Для этого предусмотрена широкая сеть экологического сортоиспытания в нашей стране, контрастная по природно-климатическим условиям.

Шатиловскую СХОС как наиболее подходящую точку для экологического испытания самых разнообразных полевых культур определил более 20 лет назад вице-президент РАСХН академик Александр Александрович Жученко. Идея была положительно воспринята и активно поддержана Губернатором Орловской области академиком РАН Е.С. Строевым. Научно-методическое руководство возлагалось на Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур. Большую роль в организации испытания сортов

и гибридов сельскохозяйственных культур на станции сыграли академик РАН Н.В. Парахин и член-корреспондент РАН А.Д. Задорин. Следует отметить, что организация экологического испытания в определённой мере способствовала восстановлению производственной базы и научного развития Шатиловской СХОС.

Расположенная в зоне северных чернозёмов Центральной России Шатиловская станция удачно подходит для широкого экологического сортоиспытания, о чём ещё в своё время говорил В.В. Докучаев. Именно здесь, на Шатиловской СХОС, были созданы первые отечественные селекционные сорта сельскохозяйственных культур – шедевры, которые имели огромное значение, как в сельскохозяйственном производстве, так и в качестве исходного материала в селекционном процессе.

В музее станции хранится ПОЧЁТНЫЙ ДИПЛОМ Сельскохозяйственной и кустарно-промышленной Областной Выставки Орловского Земства от 1903 года «О награждении Шатиловской СХОС за представленные образцы растений, зерна, почвы, картограммы и прочее. Представленные работы признаны заслуживающими особого внимания, как по своей полноте, так и по научной постановке дела».

В последние годы на Шатиловской СХОС экологическое испытание проходят до 500 сортов, гибридов, перспективных линий различных сельскохозяйственных культур: озимой и яровой пшеницы, озимой ржи, ячменя, тритикале, овса, гороха, сои, вики, люпина, рапса, гречихи, проса, кукурузы, подсолнечника, многолетних трав, лекарственных растений. Опытные делянки экологического испытания сортов являются демонстрацией селекционных достижений по культурам, площадкой для гармоничного объединения теории и практики, своеобразной школой по обмену опытом.

С целью ознакомления с результатами испытания ВНИИзернобобовых и крупяных культур ежегодно организует и проводит на базе Шатиловской СХОС научно-методический семинар «День поля», а с 2008 года и Ярмарку сортов и гибридов с приглашением авторов сортов и гибридов, специалистов сельского хозяйства. Данные сравнительной урожайности и некоторые показатели качества семян сортов обобщаются и в виде обратной связи доводятся до оригинаторов и авторов.

В век информационных технологий растениеводство является отраслью, требующей быстрого и оперативного внедрения новых разработок и технологий. Для получения стабильных урожаев растениеводство ориентируется на комплексный подход к реализации адаптивного потенциала каждого культивируемого вида, сорта за счёт их оптимального агроэкологического районирования, точных технологий возделывания, целенаправленного создания агроценозов и агросистем. В последнее время большое внимание уделяется расширению исследований по агроэкологическому районированию с целью адаптивного размещения сельскохозяйственных культур с учётом всех природных и экономических факторов. Именно агроэкологическое районирование обеспечивает экологическое равновесие в численности популяций полезных и вредоносных видов, позволяет агроэкосистемам реализовать свои средообразующие возможности (Жученко А.А., 2004).

Поэтому задача растениеводства да и сельского хозяйства в целом заключается в решении экологических проблем современности, в повышении культуры землепользования и земледелия, в формировании более ответственного подхода к использованию природных ресурсов. В настоящее время проводятся комплексные исследования по совершенствованию форм ведения сельского хозяйства с использованием как классических методов селекции, так и основанных на современных биотехнологических, включая генную инженерию. Создаются новые виды растений, сорта, гибриды, более устойчивые к вредителям и с высоким качеством продукции.

Сельское хозяйство наряду с промышленностью стало мощным экологическим фактором развития страны. Начиная с 1980 года, ООН считает угрозой живой природе, исходящую от сельского хозяйства в числе четырёх самых опасных.

THE ROLE OF GENETIC RESOURCES IN IMPROVING THE PRODUCTIVITY AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY OF CROP PRODUCTION

V.I. Zotikov

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

Abstract: Conservation, use and mobilization of genetic resources is necessary to ensure crop production and is one of the most important priorities in addressing food security. In connection with the recent trend in the deterioration of food safety in recent years, the measures taken in all countries are aimed at: the preservation of national genetic resources – breeds of animals and plant varieties; strengthening control and tightening standards for the content of harmful ingredients that affect human health; the development of ecological agriculture, where environmental problems are resolved when the economic activities of man and nature are interrelated.

Keywords: genetic resources, selection, productivity, crop production, environmental testing, variety.

УДК 635.656:576.1:631.527

СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЕКЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАССЕЧЁННОЛИСТОЧКОВОГО МОРФОТИПА ГОРОХА

А.А. ЗЕЛЕНОВ, научный сотрудник

А.Н. ЗЕЛЕНОВ, Т.С. НАУМКИНА, Н.Е. НОВИКОВА*,

доктора сельскохозяйственных наук

А.М. ЗАДОРИН, Г.А. БУДАРИНА, С.В. БОБКОВ,

кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»

E-mail: Zelenov-a-a@yandex.ru

Рассечённолисточковая форма гороха благодаря высоким физиологическим показателям продукционного процесса и другим достоинствам представляет интерес для её использования в биоэнергетическом направлении селекции. В качестве предварительного этапа поставлена задача создания достаточно обширной и разнообразной коллекции генисточников. В статье описаны селекционные линии рассечённолисточкового морфотипа, которые могут быть использованы для создания неполегающих, высокоурожайных и высококачественных, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессорам сортов. Указаны особенности использования этих источников в селекционном процессе.

Ключевые слова: горох, рассечённолисточковый морфотип, селекция, генисточники.

Широко возделываемые в настоящее время безлисточковые сорта гороха, превосходя остальные морфотипы по устойчивости к полеганию, уступают им по площади фотоассимилирующей поверхности, степени развития корневой системы и некоторым другим показателям, которые делают усатые сорта уязвимыми в критические периоды вегетации [1, 2]. Принимая во внимание эти особенности, В.В. Хангильдин [3] предположил, что «идеальным случаем было бы совмещение простого по конструкции листа с усиками у базальной части листа».

Практически именно такой идеальной формой явился выявленный в 2002 г. во ВНИИЗБК в посевах усатого сорта Батрак спонтанный мутант, характерным отличием которого является сложный лист с глубоко рассечёнными в верхней части листочками и отходящими от их базальной части усиками.

Рассеченнолисточковая форма гороха обладает высокими параметрами фотосинтетической деятельности: содержанием хлорофиллов в листовых органах, интенсивностью и чистой продуктивностью фотосинтеза, фотосинтетическим потенциалом. Вследствие этого в благоприятных условиях она формирует и более высокую по сравнению с усатыми и листочковыми сортами биомассу. Изученные линии этого морфотипа превосходят безлисточковые сорта по объёму и массе корней, а также по клубенькообразующей способности. Адаптивный потенциал рассечённолисточковых растений характеризуется высокой активностью ферментов антиоксидантной системы, которая является фактором неспецифической устойчивости к различным стрессам. Некоторые линии устойчивы как к отдельным так и к группам патогенов. Большинство линий имеют повышенное содержание белка в семенах [3, 4].

Указанные достоинства рассечённолисточковой формы послужили основанием для её использования в селекции на повышение биоэнергетического потенциала растения. Необходимым условием установления в геноме регуляторных связей, соответствующих новому уровню организации метаболических процессов является свободное скрещивание рассечённолисточковых генотипов в изоляции от других листовых форм. В связи с этим была поставлена задача создать достаточно обширную и разнообразную коллекцию генисточников для развёртывания селекционной работы в этом направлении.

Материал и методы исследований

Работа по созданию генисточников рассечённолисточкового морфотипа началась сразу после обнаружения в 2002 г. спонтанного мутанта. Опытные посеы размещались в селекционном севообороте ВНИИЗБК. Почвы тёмно-серые лесные, среднесуглинистые, среднеокультуренные. Содержание гумуса (по Тюрину) 4,4-5,4%. В 100 г почвы в среднем содержалось 12,5 мг легкогидролиземого азота (по Кононовой), 10,1 мг K_2O и 19,5 мг P_2O_5 (по Кирсанову), рН солевой вытяжки 4,9-5,3. Погодные условия в годы проведения исследований отличались большим разнообразием, что позволило объективно оценить селекционный материал.

В 2011, 2012 и 2015 гг. осенью проводили культивацию на глубину 10-12 см. В предшествующие годы и в 2013 и 2014 гг. – зяблевую вспашку на 20-25 см. В 2002-2008 гг. под предпосевную культивацию вносили $N_{60}P_{60}K_{60}$, позднее $N_{15-30}P_{15-30}K_{15-30}$. Предшественник – пар.

Генетическое разнообразие рассечённолисточкового морфотипа создавали методом внутривидовой гибридизации. В начальный период работы донором рассечённолисточковости служил рассечённолисточковый мутант (обозначен символом Рас-тип). Впоследствии добавились производные от него рассечённолисточковые линии. В качестве источников и доноров хозяйственно ценных признаков и свойств привлекали сорта и селекционные линии ВНИИЗБК, сорта других селекционных учреждений, генетические ресурсы мировой коллекции ВИГРР (ВИР) им. Н.И. Вавилова. В качестве стандарта до 2009 г. включительно использовали листочковый сорт Орловчанин, с 2010 г. – усатый сорт Фараон.

Учёты и наблюдения осуществляли в соответствии с методическими указаниями «Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение» (под ред. М.А. Вишняковой, 2010). Содержание сырого протеина ($N \times 6,25$) в семенах определяли по Кьельдалю на автоматической системе ИДК-152 и дигесторе ДК-6 формы Velp scientifica. Оценку образцов по устойчивости к болезням и вредителям проводили на инфекционном, инвазионном и провокационном фонах по разработанной во ВНИИЗБК методике (А.М. Овчинникова и др., 1990). Анатомическое строение стебля изучали в фазу начала налива бобов на отрезках шестого-седьмого междоузлия, где обычно происходит изгиб стебля при полегании. Сделанные с помощью ручного микротомы срезы рассматривали под микроскопом Levenhuk 40L (США) при 60-кратном увеличении и фотографировали фотокамерой, подключённой к микроскопу.

С целью изучения реакции растений на симбиотическую азотфиксацию перед посевом семена обрабатывали водной суспензией бактерий производственного штамма *Rhizobium leguminosarum* bv.viciae 250a при разведении 10^7 - 10^8 клеток на растение. Для учёта числа клубеньков на корнях использовали метод монолитов (Г.В. Посыпанов, 1992). Азотфиксирующую способность определяли по активности нитрогеназы методом редукции ацетилена по методике ВНИИ с.-х. микробиологии (1982) на газовом хроматографе с использованием сорбента «Parapak».

Результаты и обсуждение

Первые скрещивания с рассечённолисточковым мутантом были направлены на изучение наследования новой формы, её биологических и хозяйственных особенностей и на определение целесообразности и путей использования в селекции. Было установлено, что рассечённолисточковая форма листа определяется комплементарным взаимодействием аллелей безлисточковости – *af* и усиковой акации – *tac^A*. Последний при фенотипической схожести с *uni^{tac}* отличается генетическим эффектом. Предполагается, что тандем аллелей не только формирует архитектуру листа, но и участвует в процессе фотосинтеза. В результате изучения 40 образцов, представляющих различные морфотипы, наиболее высокая интенсивность фотосинтеза в фазу плоского боба отмечена у рассечённолисточковой линии Рас-657/7-16,53 $\mu\text{ml CO}_2/\text{m}^2\text{s}$, в то время как у высокоурожайного листочкового сорта Орловчанин она составила только 11,56 $\mu\text{ml CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ [6].

В благоприятных погодных и почвенных условиях 2008 г. урожай семян лучших из первых рассечённолисточковых линий Рас-657/7 и Рас-675/7 (обе получены от скрещивания Рас-тип x Батрак), Рас-712/7 (Рас-тип x Опорный 1) и Рас-1006/6 (Рас-тип x Спартак) составил, соответственно, 5,57; 5,75; 5,68 и 5,65 т/га, в то время как стандартный сорт Орловчанин дал 5,37 т/га. При этом и по содержанию сырого протеина в семенах эти линии превосходили стандарт на 2,4-5,3%. Тем самым было показано, что рассечённолисточковый морфотип обладает высоким урожайным потенциалом.

Однако, в худших условиях образцы рассечённолисточкового, как и гетерофильного, морфотипов в большей степени, чем традиционные листочковые и усатые генотипы, снижали семенную продуктивность. Так, в 2014 г. в селекционном севообороте урожайность семян сорта Батрак составила 2,96 т/га, линии Рас-678/7 также 2,96 т/га, Рас-828/9 – 2,63 т/га (-11,2% к Батраку). В более плодородном овощном севообороте наибольшая урожайность – 3,79 т/га (+12,5% к Батраку) отмечена у линии Рас-828/9, линия Рас-678/7 дала 3,68 т/га (+9,2%). А урожай семян Батрака оказался наименьшим – 3,37 т/га.

Следовательно, нижним порогом агроэкологической ниши для двойных листовых мутантов является наличие питательных элементов в почве, обеспечивающим получение не менее 3 т/га семян при относительно благоприятных погодных условиях.

Установлено, что потомства наиболее продуктивных элитных растений, отобранных из гибридных популяций в плохих условиях, в благоприятной среде показывают самую низкую урожайность. В связи с этим, «контрастные условия, пестрота почвенного плодородия и стремление селекционера отбирать лучшие по продуктивности формы на всех этапах селекционного процесса могут привести к весьма быстрой потере генетически ценных форм» [7]. Объясняя трудность селекции бобовых культур на высокую урожайность, S.Ramanujam [8] предположил, что мутантные аллели интенсивного морфотипа могли элиминировать из популяций из-за возделывания многих бобовых в плохих условиях. Селекционеры в своей работе должны всегда иметь в виду эту опасность.

Селекция на повышение биоэнергетического потенциала растения предусматривает полимеризацию на генетическом уровне, т.е. увеличение числа аллелей продукционного процесса, несущих сходные функции, интенсификацию обмена веществ и коренную перестройку регуляторного механизма. Идеальным способом полимеризации могла бы явиться полиплоидия. Однако, экспериментально полученные полиплоиды гороха оказались стерильными или малопродуктивными (П.А. Дьячук, 1975). В связи этим, перестройку генома в биоэнергетическом, в данном случае – ароморфозном направлении селекции

следует осуществлять путём формирования новых полимерных генных комплексов. С учетом этих особенностей должен комплектоваться генбанк (коллекция) рассечённолисточкового морфотипа.

Наряду с отмеченными достоинствами, рассечённолисточковая форма имеет и некоторые недостатки: обусловленная неустойчивым стеблем и короткими усиками полегаемость растений и пониженная аттрагирующая активность плодов, которая выражается в величине уборочного индекса.

В селекции на неполегаемость были использованы генетические источники с укороченным, прямостоящим стеблем и усатыми листьями: сорта Батрак, Софья, Фараон, Опорный 1, Мадонна, Стабил. Однако успеха добиться не удалось. Даже у полуизогенной к Батраку линии Рас-828/9 [(Рас-тип х Батрак) х Батрак] устойчивость растений к полеганию в фазу созревания в среднем за два года (2012, 2013) составила 65% (отношение высоты стеблестоя к длине стебля), в то время как у сорта Батрак – 89%.

Причина неудачи, главным образом, состоит в том, что способность растений сохранять вертикальное положение, как за счёт неполегающего прямостоящего стебля, так и за счёт неустойчивого к полеганию цепляющегося или вьющегося стебля, является выработанным эволюцией сложным, многофакторным, контролируемый генным комплексом, свойством всего целостного организма [9]. В наших скрещиваниях генисточники неполегаемости в геноме рассечённолисточкового морфотипа такие комплексы не сформировали. В то же время в результате гибридизации полегающей гладкозёрной линии морфотипа хамелеон Аз-23 с овощным (морщинистые семена) листочковым, также полегающим образцом San Cipriano (Италия) получен устойчивый к полеганию гладкозёрный гетерофилльный сорт Спартак.

Геном овощных сортов содержит много рецессивных аллелей. Блокирующий биосинтез амилопектина в крахмале семян аллель *r* – только один из них. Вследствие разного географического происхождения компоненты скрещивания имеют также отличающиеся наборы генов адаптивности. Образовавшиеся в данной комбинации «депо» избыточных рецессивов, часть из которых, вероятно, изменила свои функции, позволило сформировать генный комплекс устойчивости стебля к полеганию. Многочисленные исследования с зернобобовыми культурами показали положительное влияние рецессивных аллелей на многие другие гены, контролирующие компоненты формирования урожая и механизмы адаптации растений [10].

Хотя неполегаемость растения определяется всем генотипом, по мнению многих исследователей, определяющими факторами, влияющими на устойчивость стебля, являются элементы его внутренней структуры. Показано, что неполегающий сорт гороха, в частности, должен иметь зигзагообразный стебель с короткими междоузлиями, на поперечном срезе которого должны быть чётко выражены границы тканей, а паренхима занимать большую часть площади среза. Склеренхимные пучки, образуя тяжи механической ткани, располагаются в хлорофиллоносной паренхиме [11].

В наших исследованиях получена линия Рас-665/7 (Рас-тип х Батрак), у которой анатомическая структура стебля примерно соответствует указанным параметрам (рис. 1). В 2015 г. в посевах селекционной линии Рас-1002/13, отобранной из внутриморфной гибридной комбинации Рас-678/7 х Рас-662/7, выявлен спонтанный мутант Рас-1014/15 с зигзагообразным стеблем (рис. 2). Оба образца среди других рассечённолисточковых линий отличаются повышенной устойчивостью к полеганию, хотя и уступают Батраку.

Благодаря изменчивой экспрессивности признака длины усиков, удалось выделить линии с наибольшим его выражением: Рас-322/13 из комбинации Рас-1006/6 х Пап – 986/6, Рас-1330/16, Рас-1348/16, Рас-1360/16 (все три из комбинации Рас-657/7 х Carrera, Франция). Преобладание усиков над листочками отмечено у мутантной линии Рас-812/15 (рис. 3). Таким образом, имеются предпосылки для решения наиболее актуальной проблемы в селекции рассечённолисточкового морфотипа – создание неполегающих сортов.

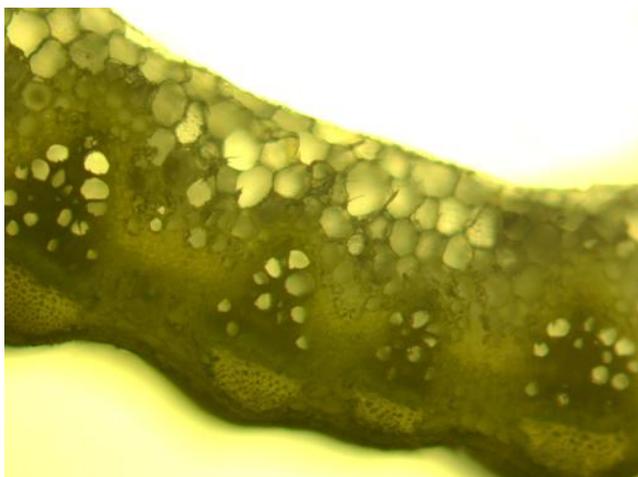


Рис. 1. Анатомическое строение стебля у линии Рас-665/7



Рис. 2. Линия Рас-1014/15 с зигзагообразным стеблем

В целях совершенствования транспортных путей растений и повышения аттрагирующей активности бобов были проведены скрещивания рассечённолисточковых линий с образцами морфотипа люпиноид, у которого хорошо развита сосудистая система стебля [12], а одновременное созревание большого числа бобов способствует формированию высокой аттрагирующей активности. Результаты таких скрещиваний, в целом, оправдали ожидания: были получены высокопродуктивные линии, в том числе с многоплодным плодоносом. Однако совместить в одном генотипе люпиноидное соцветие с гетерофилльным (хамелеон) или рассечённолисточковым типом листа методом гибридизации не удаётся. В расщепляющихся популяциях, как правило, такие рекомбинанты не проявляются, а если в редких случаях и возникают, то в последующих генерациях наблюдается расщепление и активный формообразовательный процесс.

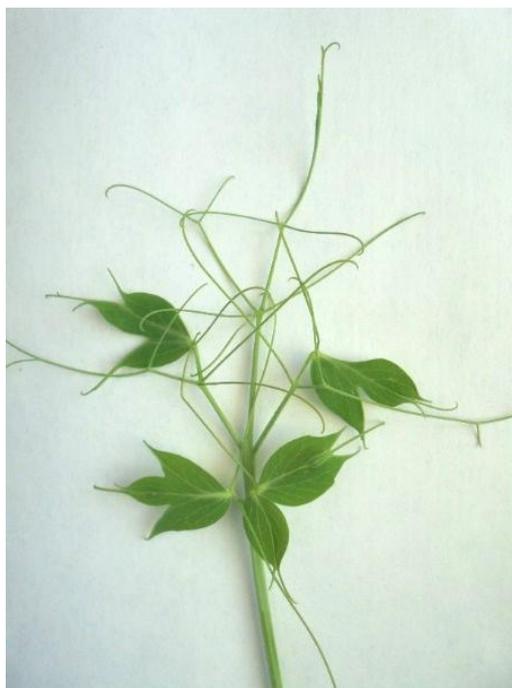


Рис. 3. Преобладание длины усиков у линии – Рас-812/15

За 15 лет работы с рассечённолисточковой формой создана достаточно обширная и разнообразная коллекция генисточников хозяйственно ценных признаков, которая позволяет развернуть полномасштабную селекцию с целью создания сортов нового поколения, отличающихся исключительно высоким потенциалом урожайности, повышенным содержанием белка в семенах и другими качественными показателями, высокими адаптивными возможностями.

Среди образцов, определяющих элементы продуктивности, по числу продуктивных узлов выделились: Рас—1006/6 (Рас-тип × Спартак), Рас-1016/6 (Пап-485/4× Рас-тип), Рас-782/7 (Рас-тип ×Адепт, Чехия), Рас-1070/8 (Рас-тип ×Madonna, Германия), Рас-302/13 (Рас-667/7× Опорный 1), Рас-812/15 (спонтанный мутант из линии Рас-828/9);

– с тремя бобами на плодоносе: Рас-716/7 (Рас-тип × Опорный 1), Рас-810/7 (Рас-тип × Спартак), Рас-370/13 и Рас-402/13 (оба Рас-710/7 × ЛУ-194-04);

– с большим числом семян в бобе (>4, 5): Рас-714/7 (Рас-тип × San Cipriano, Италия), Рас-730/7 (Пап-485/4 × Рас-тип), Рас-218/10 (Рас-710/7 × ЛУ-194-04), Рас-1076/8 (Рас-тип × Madonna), Рас-1098/8 (Рас-тип × Опорный 1), Рас-338/13 (Рас-1006/6 × Мультик);

– с крупными семенами (>240 г): Рас-672/7 и Рас-731/7 (оба – Рас-тип × Батрак), Рас-302/13 (Рас-667/7 × Опорный 1), Рас-5415 (В-агримут ×Изумруд) и Рас-812/15).

Мелкосемянность может быть не менее ценным признаком, чем крупосемянность. Мелкие семена требуют меньше влаги для набухания семян, быстрее прорастают. В бобах мелкосемянных образцов выше завязываемость семян. Мелкосемянные сорта имеют высокий коэффициент размножения, у них низкая весовая норма высева. Все эти достоинства имеют место у сорта Мультик. От скрещивания линии Рас-1006/6 с этим сортом получена мелкосемянная рассечённолисточковая линия Рас-337/13 (МТС<170 г).

Горох относится к высокобелковым культурам. Поэтому важным показателем является содержание сырого протеина в семенах. Исследование большого набора образцов позволило установить, что рассечённолисточковый морфотип в целом характеризуется высокой белковостью семян. Так, по данным за 2008 и 2009 гг. среднее содержание сырого протеина в 19 образцах составило 24,1%, в то время как у стандартного листочкового сорта Орловчанин было 21,2%, у исходного сорта Батрак – 22,4%. Рассечённолисточковый мутант Рас-тип высокой белковостью не отличается – 23,4% [4].

Наиболее высоким (>3%) по отношению к стандартным сортам Орловчанин и Фараон и стабильным содержанием сырого протеина в семенах отличались линии Рас-712/7, Рас-716/7, Рас-1016/6, Рас-1070/8, Рас-1098/8, Рас-282/9 и полученная в результате внутриморфного скрещивания линия Рас-1002/13 (Рас-678 × Рас-662/7).

Накопление белка в семенах находится в прямой зависимости от уровня усвоения растением минерального и симбиотического азота. Многие линии рассечённолисточкового морфотипа обладают отличными показателями симбиотической деятельности. Так, в исследованиях 2009 и 2010 гг. 9 линий из 10 по числу клубеньков на растении превысили сорт Орловчанин [3]. Особенно выделились: рассечённолисточковый мутант Рас-тип (34 кл.), гибриды от скрещивания Рас-тип × Батрак – Рас-658/7 (41 кл.), Рас-660/7 (37 кл.), Рас-660/7 (34 кл.), Рас-661/7 (30 кл.); линия Рас-782/ (32 кл.), которая получена в результате скрещивания Рас-тип × Carraera(Франция). Нитрогеназная активность сорта Орловчанин в этом опыте составила 35 мкг/раст в час, а у линий Рас-661/7 – мкг, Рас-660/7 – 82 мкг, Рас - 658/7 – 80 мкг, Рас-тип – 79 мкг. В опытах 2012-2014 гг. по числу клубеньков на растении лучшие результаты показали селекционные линии Рас665/7 (в среднем 42,2 кл), Рас-1070/8 (39,3 кл) и Рас-828/9 (41,0 кл). У сорта Батрак – только 25,9 клубеньков на растении.

В условиях Орловской области наибольший среди патогенов ущерб растениям гороха наносят фузариозная корневая гниль, аскохитоз и распространившаяся в последние годы ржавчина, из вредителей наиболее вредоносны гороховая тля, гороховая плодожорка и гороховая зерновка. В опытах 2013-2015 гг., при испытании на инвазионном, инфекционном и провокационном фонах, среди рассечённолисточковых линий были выявлены источники комплексной устойчивости к аскохитозу, ржавчине, гороховой тле и гороховой плодожорке: Рас-665/7, Рас-678/7, Рас-828/9 [13]. В 2016 г. у линий Рас-305/13 (Рас-667/7 × Опорный 1), Рас-218/10 и Рас-322/13 (Рас-828/9 × Софья) в фазу бутонизации поражаемость корневыми гнилями была на уровне стандарта устойчивости к этому патогену Dun-Dale но по степени развития инфекции все они уступили стандарту. В период плодообразования фузариозом полностью поразились все образцы, включая стандарт устойчивости, но % развития болезни у рассечённолисточковых линий, кроме Рас-218/10 и Рас-322/3 был ниже стандарта. Линии Рас-447/13 (Рас-710/7×ЛУ-194-04), Рас-1006/6 и Рас-218/10 во время бутонизации оказались невосприимчивыми к ржавчине, но в период плодообразования поразились все без исключения образцы.

В противостоянии как абиотическим, так и биотическим стрессорам первостепенную роль в поддержании внутриклеточного гомеостаза играет ферментативная система как фактор неспецифической устойчивости растений. В этой системе каталаза и пероксидаза являются компонентами комплексной защиты клетки от агрессивных форм кислорода, в частности, от накопления перекиси водорода, которые в условиях стресса накапливаются в клетках в повышенных концентрациях и оказывают на неё токсическое действие. Линии Рас-828/9 и, особенно, Рас-1098/8 на инфекционном фоне были восприимчивы к патогенам. На естественном же фоне эти линии благодаря высокой активности антиоксидантов выдержали полевой уровень инфекционной нагрузки и были слабо поражаемыми, а линия Рас-1098/8 выделилась среди других рассечённолисточковых линий по урожайности семян [14].

Все вышеупомянутые генисточники созданы в результате парных или сложных скрещиваний первоначально выявленного рассечённолисточкового мутанта (Рас-тип) с донорами хозяйственно полезных признаков других морфотипов. Однако существует и другой путь создания высокоценных рассечённолисточковых линий. Он был успешно опробован при повторном синтезе гетерофилльной формы хамелеон. Относительно продуктивную линию усиковой акации *tac-6 (uni^{iac})*, которая была выделена из F₂ гибридной комбинации Спартак × Темп, скрестили с урожайным безлисточковым (*af*) сортом Орлус. Отобранная из этого материала гетерофилльная линия X₂-12-90 (*af uni^{iac})* при урожайности семян 45,7 ц/га на 7,6 ц/га (17,7%) превысила высокоурожайный сорт Фараон [15]. Впервые полученные нами от скрещивания малоурожайного генотипа Индийский мутант (*tendrilled asacia*) с сортом Filbu гетерофилльные линии также отличались низкой семенной

продуктивностью. Потребовались долгие поиски, чтобы создать первый высокоурожайный сорт этого морфотипа – Спартак.

Ресинтез целесообразно использовать и для селекции высокоурожайных сортов рассечённолисточкового сортотипа. Для этого следует скрещивать носители аллеля *af* с носителем аллеля *tac^A*. К первым относятся безлисточковые генотипы (*af*), многократно непарноперистые (*af tl*), хамелеон (*af uni^{tac}*), дважды непарноперистые без усиков (*af tl uni^{tac}*), ко вторым – усиковая акация-А (*tac^A*), баттерфляй (*tl tac^A*), дважды непарноперистая с усиками (*af tl tac^A*). Полученные в результате ресинтеза сестринские рассечённолисточковые линии в целях «тонкой наладки» регуляторного механизма (повышения гомеостатичности) целесообразно скрестить между собой.

Таким образом, в результате многолетних комплексных исследований во ВНИИЗБК создана коллекция рассечённолисточковых генотипов, которая позволяет развернуть практическую селекцию высокоурожайных и высококачественных сортов с высоким биоэнергетическим потенциалом.

Литература

1. Амелин А.В. Морфобиологические особенности растений гороха в связи с созданием сортов усатого типа // Селекция и семеноводство. – 1997. – № 2. – С. 9-14.
2. Новикова Н.Е. Проблемы засухоустойчивости растений в аспекте селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 1. – С. 53-58.
3. Хангильдин В.В. Исследование новых мутантных генов у гороха посевного. Сообщение II. Гены *leaf*, *tl*, *le* и их влияние на конкурентоспособность и семенную продуктивность растений // Генетика. –1984. –Т.XX. –№ 8. – С. 1325-1330.
4. Зеленов А.Н., Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Новикова Н.Е., Щетинин В.Ю., Борзёнок Г.А., Бобков С.В., Зеленов А.А., Азарова Е.Ф., Уварова О.В. Биологический потенциал и перспективы селекции рассечённолисточкового морфотипа гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 4 (8). – С. 3-11.
5. Зеленов А.Н., Зеленов А.А., Новикова Н.Е. Физиологический и адаптивный потенциал рассечённолисточкового морфотипа гороха в чистых и смешанных посевах // Зернобобовые и крупяные культуры. –2015. –№ 4 (16). – С. 3-12.
6. Панарина В.И. Эндо – и экзогенные факторы регуляции плодо– и семяобразования у современных сортов гороха. Автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Орёл, 2011. – 24 с.
7. Фомин В.С., Кузьмин Н.А. Влияние метеорологических условий на результативность отбора у самоопылителей // Селекция и семеноводство. –1978. –№ 3. – С. 14-16.
8. Ramanujam S. Genetic diversity, stability and plant type in pulse crop // International Workshop Crain Legumes, 1975. –V.1. – P.167.
9. Кубарев П.И. Различия между полегающими и неполегающими сортами ячменя // Пути повышения урожайности полевых культур. – Минск: «Ураджай», 1985. – Вып. 16.
10. Агаркова С.Н., Новикова Н.Е., Беляева Р.В., Головина Е.В., Беляева Ж.А., Цуканова З.Р., Митькина Н.И. Особенности формирования продуктивности и адаптивных реакций у сортов зернобобовых культур с рецессивными аллелями генов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2016. – Т. 77. – № 2. – С. 22-39.
11. Котляр И.П., Шмыкова Н.А. Повышение устойчивости гороха овощного к полеганию // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – № 4 (12). – С. 79-82.
12. Синюшин А.А., Гостимский С.А. Генетический контроль признака фасциации у гороха посевного (*Pisum sativum* L.) // Генетика. – 2008. –Т. 44. –№ 6. – С. 807-814.
13. Бударина Г.А., Зеленов А.Н., Уваров В.Н., Задорин А.М., Соболева Г.В. Изучение селекционного материала гороха на устойчивость к патогенам и фитофагам и выделение источников устойчивости для практической селекции // Вестник ОрёлГАУ. – 2015. – № 6 (57). – С. 120-127.
14. Зеленов А.А., Бударина Г.А., Новикова Н.Е. Формы гороха с изменённой архитектоникой листа в селекции на устойчивость к фитопатогенам // Биотика.–2015.–№ 4 (5). – С. 7-10.
15. Зеленов А.Н., Задорин А.М., Уваров В.Н., Зеленов А.А. Генисточники для селекции гороха на повышение биоэнергетического потенциала растения и методы работы с ними // Земледелие. – 2016. – № 4. – С. 29-33.

CREATION AND USE OF GENETIC DIVERSITY IN BREEDING OF DISSECTED LEAF MORPHOTYPE OF PEA

A.A. Zelenov, A.N. Zelenov, T.S. Naumkina, N.E. Novikova*,

A.M. Zadorin, G.A. Budarina, S.V. Bobkov

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

*RUSSIAN HE OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER N.V. PARAKHIN

Abstract: *Dissected leaf form of pea due to the high physiological indices of the production process and other advantages is of interest for its use in the bioenergetic direction of selection. As a preliminary stage, the task is to create a sufficiently extensive and diverse collection of genetic sources. The article describes selection lines of dissected leaf morphotype, which can be used to create non-spread, high-yield and high-quality varieties resistant to biotic and abiotic stressors. Specific features of the use of these sources in the selection process are indicated.*

Keywords: pea, dissected leaf morphotype, selection, genetic sources.

УДК 635.6

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У ОВОЩНЫХ И ЗЕРНОВЫХ ФОРМ СОИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ

Д.Р. ШАФИГУЛЛИН^{1,2}, аспирант

М.С. ГИНС^{1,2}, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН

Е.В. РОМАНОВА¹, Е.П. ПРОНИНА², кандидаты сельскохозяйственных наук

¹ФГБОУ ВО «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ДРУЖБЫ НАРОДОВ (РУДН)»

E-mails: evroma2008@yandex.ru, shafigullin89@yandex.ru

²ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА
ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР»

E-mails: anirr@bk.ru, epronina14@yandex.ru

В селекционной работе по сое важную роль играет изучение изменчивости количественных признаков. Размах варибельности связан с влиянием внешней среды и наследственными особенностями сортов или линий.

Вариационные характеристики элементов структуры урожая изучались на сортообразцах, представляющих собой овощные и зерновые формы сои российской и иностранной селекции очень ранней и ранней групп спелости в условиях Центрального Нечерноземья (55° с.ш.) в течение 2015-2016 гг.

Введён в исследование коэффициент осцилляции (V_r) для определения крайних значений признаков у популяций исходного материала – важный признак в селекционной оценке наилучших и наихудших образцов. Описана степень изменчивости следующих количественных показателей: высота растения, высота прикрепления нижнего боба, число ветвей на 1 растении, число бобов на 1 растении, число продуктивных узлов, среднее число бобов на узле, число семян с 1 растения, среднее число семян в бобе, масса семян с растения, масса 1000 семян. Выявлена различная интенсивность их вариаций, особенности по годам.

Отмечена низкая варибельность некоторых элементов структуры урожая у зерновых и овощных форм сои: среднее число бобов на 1 продуктивном узле, среднее число семян в одном бобе, а также важный для овощной сои признак – масса 1000 семян. Также между сортообразцами зернового и овощного направлений были установлены существенные различия по средней длине растений, индексам продуктивности сои: числу бобов, семян с растения, среднему числу семян в бобе, массе 1000 семян, массе семян с растения, что важно учитывать при создании новых селекционных овощных линий.

Ключевые слова: соя, изменчивость, коэффициент вариации, коэффициент осцилляции, количественный признак, масса семян с растения, масса 1000 семян.

Соя (*Glycine max* L.) относится к однолетним травянистым растениям семейства Бобовые (*Fabaceae*). Продукты из сои были известны еще в третьем тысячелетии до н.э. благодаря своим полезным свойствам. Так, соевые продукты помогают в лечении сердечно – сосудистых заболеваний, в укреплении костей, содержат высокий процент полноценного

белка, витаминов группы В, железа, кальция, калия и незаменимых полиненасыщенных жирных кислот. В настоящее время они широко распространены в странах Азии, и набирают популярность в США, Канаде, Западной Европе [1, 2].

По посевным площадям соя занимает первое место в мире среди зернобобовых культур благодаря уникальным биологическим и хозяйственным свойствам [3]. По темпам роста площади посевов она опережает все другие сельскохозяйственные культуры [4].

Расширение зоны возделывания сои уже более 100 лет связано с продвижением ее в более северные регионы [5, 6, 7].

Однако, отмечающаяся в последние десятилетия тенденция изменения климата в сторону потепления, позволяет вводить в севооборот сорта с более продолжительным вегетационным периодом и более высоким уровнем продуктивности [8].

В селекционной работе играет большую роль степень влияния внешней среды на изменчивость количественных признаков и экологическую пластичность будущего сорта. Для оценки степени их вариабельности используются коэффициент вариации, а также коэффициент осцилляции для определения размаха вариации [9, 10].

Вариабельность элементов структуры урожая сои в сильной степени зависит от условий произрастания и генетической специфичности сортов, при этом количественные признаки значительно меняются по годам с разными погодными условиями, что подтверждается данными отечественной и иностранной литературы [11, 12, 13].

Цель работы – проведение сравнительного анализа вариабельности количественных признаков овощных и зерновых форм сои, выявление возможных путей дальнейшей исследовательской работы для создания новых селекционных линий.

Материалы и методика исследований

Объект исследований – популяции *Glycine max* различной селекционной направленности и биотипов. Были представлены 16 коллекционных образцов сои овощного типа (Канада, Россия, Франция, Швеция, Япония), 174 коллекционных образца сои зернового использования (Австрия, Белоруссия, Бурунди, Великобритания, Германия, Ирак, Канада, Китай, Молдавия, Нидерланды, Польша, Сербия, США, Украина, Франция, Чехия, Швеция). Всего в изучении находилось 190 образцов, из них доля сортов иностранной селекции составила 74,7%. Большая часть коллекционного материала любезно предоставлена Федеральным исследовательским центром «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова».

Овощные формы выделены по результатам фенотипической оценки архитектоники растения, размера и формы семян, их биохимического состава, органолептической оценки сои – «эдамаме». К формам сои зернового использования относились остальные сорта и линии масличной направленности. Сортом-стандартом был сорт Окская селекции Рязанского НИИСХ.

Изучение овощных и зерновых форм сои проводилось на опытных полях лаборатории селекции и семеноводства овощных бобовых культур ВНИИССОК в 2015-2016 гг. в соответствии с методикой оценки исходного материала (Доспехов Б.А. (1979).

Анализ количественных признаков овощных форм и линий сои зернового использования проводился в программе Microsoft Office Excel по следующим показателям изменчивости:

1. Средняя арифметическая: \bar{x} ,
где x_i – значение признака, варианты; n – число всех вариантов (объем выборки).
2. Ошибка выборки: $S_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, где σ – среднее квадратическое отклонение.
3. Коэффициент вариации: $V_\sigma = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%$.
4. Коэффициент осцилляции: $V_r = \frac{R}{\bar{x}} \times 100\%$, где R – размах вариации.

Описания признаков излагались согласно международному классификатору СЭВ для рода *Glycine Willd.* (1990).

Результаты исследований

Вариации количественных признаков форм сои зернового использования.

Признак «длина растения» показал умеренную степень изменчивости (в среднем за 2 года $V_{\sigma}=20\%$), отсутствовали существенные различия по коэффициенту вариации в 2015 и 2016 годах ($V_{\sigma}=21$ и 18% соответственно). Средняя длина растения имела малое значение и составила 60,2 см. Коэффициент осцилляции не выявил значительный разброс коллекционных образцов зерновой направленности по высоте растений как по годам ($V_r=89$ и 85% в 2015 и 2016 гг. соответственно), так и в среднем ($V_r=87\%$).

Высота прикрепления нижнего боба, в среднем, по двум годам показала существенную степень вариации ($V_{\sigma}=27\%$). Варьирование изменчивости по годам незначительно и составило 5,7 см ($V_{\sigma}=32$ и 22% в 2015 и 2016 гг., соответственно). За 2 года наблюдений высота прикрепления нижнего боба показала среднее значение 12,4 см. Осцилляция высоты прикрепления нижнего боба, в среднем, оказалась выше среднего ($V_r=132\%$); при этом, в 2016 году коэффициент осцилляции показал значения ниже предыдущего года на 65%, поскольку данный признак подвержен колебаниям крайних значений.

Признак «число ветвей на растении» показал самую высокую степень вариабельности среди всех исследуемых показателей у форм сои зернового использования ($V_{\sigma}=56\%$, $V_r=219\%$, в среднем, за 2 года). Он практически не варьировал по годам ($V_{\sigma}=55$ и 56% в 2015 и 2016 гг., соответственно), однако коэффициент осцилляции в 2015 году показал значения несколько выше, чем в 2016 году ($V_r=247$ и 191% в 2015 и 2016 гг., соответственно). По градации степень ветвистости мала (2,6 шт. за 2 года).

Показатели «число бобов на растении» и «число продуктивных узлов» показали сильную изменчивость ($V_{\sigma}=40$ и 35% , $V_r=193$ и 170% в среднем, соответственно). Число бобов на растении и число продуктивных узлов в 2016 году было на 14,4 и 4,6 шт. больше, чем в 2015 году, соответственно, и, в среднем, за 2 года составило 59,1 и 25,8 шт. За 2 года исследований обнаружены осцилляционные изменения: в 2016 году они оказались существенно слабее. В 2015 году формы сои зернового использования имели отклонение крайних значений признака от средней в большей степени.

Однако, признак «среднее число бобов на 1 продуктивном узле» более стабилен (среднее значение $V_{\sigma}=22\%$), и по годам его изменчивость отсутствовала. За 2 года число бобов в одном продуктивном узле находилось на уровне среднего значения – 2,3 шт. Между тем, коэффициент осцилляции показал низкий уровень (в среднем 89%), в 2015-2016 годах его вариабельность незначительна.

Признак «число семян с растения», который является одним из составляющих семенной продуктивности, непостоянен ($V_{\sigma}=38\%$, $V_r=180\%$, в среднем, за 2 года). Он имел существенные изменения по годам как по коэффициенту вариации ($V_{\sigma}=45$ и 32% в 2015 и 2016 гг., соответственно), так и по осцилляции ($V_r=238$ и 122%). Среднее число семян в 2016 году было больше на 32,3 шт., поскольку в фазу формирования генеративных органов сои наблюдалось обильное выпадение осадков на фоне оптимальной температуры воздуха.

Самую низкую степень изменчивости ($V_{\sigma}=11\%$) среди всех количественных признаков имел показатель «среднее число семян в бобе». В 2016 году отмечены более стабильные показатели вариабельности ($V_{\sigma}=8\%$, $V_r=36\%$). Среднее число семян составило 2,0 шт.

Высокую степень вариабельности (в среднем, $V_{\sigma}=42\%$, $V_r=209\%$) имел признак «масса семян с растения», который является комплексным по семенной продуктивности. Обнаружено увеличение семенной массы в 2016 году по сравнению с предыдущим годом на 6,2 г, ввиду большего числа семян в бобе и числа семян с растения. Коэффициент осцилляции в 2015 году оказался в 2 раза больше ($V_r=284\%$). За 2 года семенная продуктивность находилась на уровне среднего значения и составила 19,3 шт.

Один из самых низких и стабильных коэффициентов вариации имел хозяйственно-ценный признак «масса 1000 семян» (в среднем, $V_{\sigma}=16\%$). Осцилляция имела самую слабую

степень проявления среди количественных признаков (в среднем, $V_r=61\%$), также устойчивой по годам. По градации дискриптора из международного классификатора СЭВ для рода *Glycine Willd*, значение массы 1000 семян за 2 года показало среднее значение и составило 157,5 г (табл. 1).

Таблица 1

Вариации количественных признаков форм сои зернового использования
Вариации количественных признаков овощных форм сои

№ п/п	Признак	2015 год			2016 год			Среднее за 2 года		
		$\bar{x} \pm S_x$	$V_{\sigma}, \%$	$V_r, \%$	$\bar{x} \pm S_x$	$V_{\sigma}, \%$	$V_r, \%$	\bar{x}	$V_{\sigma}, \%$	$V_r, \%$
1	Длина растения, см	62,9±1,2	21	89	57,5±2,4	18	85	60,2	20	87
2	Высота прикрепления нижнего боба, см	15,2±0,4	32	164	9,5±0,5	22	99	12,4	27	132
3	Число ветвей на 1 растении, шт	3,2±0,2	55	247	2,6±0,3	56	191	2,6	56	219
4	Число бобов на 1 растении, шт	51,9±2,2	45	262	66,3±5,3	34	124	59,1	40	193
5	Число продуктивных узлов, шт	23,5±0,8	36	208	28,1±2,2	34	132	25,8	35	170
6	Среднее число бобов на 1 продуктивном узле, шт	2,1±0,1	22	102	2,4±0,1	22	76	2,3	22	89
7	Число семян с 1 растения, шт	106,4±4,5	45	238	138,7±10,3	32	122	122,6	38	180
8	Среднее число семян в 1 бобе, шт	2,0±0,0	15	101	2,1±0,0	8	36	2,0	11	69
9	Масса семян с 1 растения, г	16,1±0,7	45	284	22,3±2,0	38	134	19,3	42	209
10	Масса 1000 семян, г	155,8±2,5	17	72	159,3±5,9	16	50	157,5	16	61

Длина растения и высота прикрепления нижнего боба значительно варьировались ($V_{\sigma}=27\%$, $V_r=101\%$; $V_{\sigma}=34\%$, $V_r=156$, в среднем, соответственно). По длине растения показатели вариации в 2016 году проявились в 2 раза сильнее, чем в 2015 году, поскольку данный признак в значительной степени подвержен влиянию погодно-климатических условий. Высота растения и прикрепления нижнего боба в 2016 году выдalisь на 8,1 см и 7,3 см меньше, соответственно, чем годом ранее, поскольку наблюдалась нехватка влаги в период интенсивного роста растения. Согласно дискрипторам из международного классификатора СЭВ для рода *Glycine Willd*, длина растения и высота прикрепления нижнего боба были малой и средней, соответственно.

Число ветвей на растении также сильно подвержено влиянию внешней среды ($V_{\sigma}=46\%$, $V_r=181\%$, в среднем, за 2 года). Осцилляция в 2015 году оказалась практически в 2 раза больше, поскольку этот признак имеет высокую вариабельность крайних значений популяции как по годам, так и в среднем. По классификатору ветвистость показала среднее значение (3,6 шт за 2 года).

Показатели «число бобов на растении» и «число продуктивных узлов» сильно изменялись ($V_{\sigma}=39$ и 34% , $V_r=159$ и 142% , в среднем, соответственно), с минимальными

изменениями по годам. Число бобов на растении и продуктивных узлов в 2015 году было на 13,6 и 4,9 шт. меньше, чем в 2016 году, соответственно, в среднем они составили за 2 года исследований 50,6 и 24,1 шт., соответственно, по причине менее благоприятных погодных условий в 2015 году (табл. 2).

Таблица 2

Вариации количественных признаков овощных форм сои

№ п/п	Признак	2015 год			2016 год			Среднее за 2 года		
		$\bar{x} \pm S_x$	$V_{\sigma}, \%$	$V_r, \%$	$\bar{x} \pm S_x$	$V_{\sigma}, \%$	$V_r, \%$	\bar{x}	$V_{\sigma}, \%$	$V_r, \%$
1	Длина растения, см	51,9±1,7	18	66	43,8±3,3	35	137	47,8	27	101
2	Высота прикрепления нижнего боба, см	16,7±0,9	30	131	9,4±0,7	37	180	13,1	34	156
3	Число ветвей на 1 растении, шт.	3,4±0,3	56	235	3,9±0,3	37	127	3,6	46	181
4	Число бобов на 1 растении, шт.	43,8±2,8	35	148	57,4±5,3	42	169	50,6	39	159
5	Число продуктивных узлов, шт	21,7±1,3	33	152	26,6±2,0	35	131	24,1	34	142
6	Среднее число бобов на 1 продуктивном узле, шт.	1,9±0,0	15	78	2,1±0,1	17	72	2,0	16	75
7	Число семян с 1 растения, шт.	81,4±6,7	46	193	108,4±11,0	47	206	94,9	46	199
8	Среднее число семян в 1 бобе, шт	1,8±0,0	12	43	1,8±0,0	14	50	1,8	13	47
9	Масса семян с 1 растения, г	17,0±1,5	49	199	28,5±2,8	45	210	22,7	47	205
10	Масса 1000 семян, г	207,6±6,0	16	62	274,6±13,5	23	80	241,1	19	71

Среднее число бобов на 1 продуктивном узле продемонстрировало одни из самых низких показателей изменчивости среди количественных признаков овощных форм ($V_{\sigma}=16\%$, $V_r=75\%$, в среднем, за 2 года). По годам их вариабельность не найдена. Данный признак, согласно градациям, имел малое число бобов на 1 продуктивном узле – 2,0 шт. [15].

Число и масса семян с растения, как признаки семенной продуктивности, показали самые высокие коэффициенты изменчивости и осцилляции ($V_{\sigma}=46$ и 47% , $V_r=199$ и 205% , в среднем, соответственно), причём в 2015 и 2016 годах их колебания проявили себя в минимальной степени. Найдено, что число семян оказалось больше в 2016 году по сравнению с предыдущим годом (108,4 шт.) по причине, как указано выше, более благоприятной погоды в фазу формирования семенной продуктивности. Масса семян имела более высокое значение в 2016 году (28,5 г), поскольку складывалась из показателей числа семян с растения и массы 1000 семян. Семенная масса показала среднее значение по градациям дискриптора – 22,7 г.

Среднее число семян в бобе показало самую слабую вариабельность среди количественных признаков овощных форм сои как в целом ($V_{\sigma}=13\%$, $V_r=47\%$ в среднем), так и по годам.

Масса 1000 семян также подвержена влияниям внешней среды в малой степени ($V_{\sigma}=19\%$, $V_r=71\%$, в среднем, за 2 года); при этом, стабильной по годам; однако в 2016 году она была выше, по сравнению с предыдущим годом, на 67 г, так как благоприятные погодные условия положительно повлияли на формирование семян и их крупность. Масса

1000 семян составила 241,1 г и, согласно грациям дискриптора, показала большое значение.

Сравнение показателей вариации количественных признаков овощных и зерновых форм сои.

Существенных различий показателей вариации (коэффициент изменчивости, коэффициент осцилляции) количественных признаков у овощных и зерновых форм сои по итогам двухгодичных опытов не обнаружено. Однако, сравнивая их средние арифметические значения, выделены некоторые специфические особенности.

Найдено, что длина растений у овощных форм ниже на 12,4 см, чем у форм сои зернового использования, что обусловлено наследственными факторами. Также обнаружена более высокая прикреплённость нижнего боба (+0,7 см) и ветвистость (+1,0 шт.) у овощных линий. Число бобов (на 8,5 шт.) т, семян с растения (на 27,7 шт.) и среднее число семян в бобе (на 0,2 шт.) у овощных форм меньше, чем у зерновых, по причине генетических особенностей, однако общая семенная продуктивность у них больше за счёт значительно более высокой массы 1000 семян (на 83,6 г) (табл. 3).

Таблица 3

Показатели вариации количественных признаков овощных и зерновых форм сои (2015-2016 годы)

№ п/п	Признак	Овощные формы			Зерновые формы		
		\bar{x}	V _σ , %	V _τ , %	\bar{x}	V _σ , %	V _τ , %
1	Длина растения, см	47,8	27	101	60,2	20	87
2	Высота прикрепления нижнего боба, см	13,1	34	156	12,4	27	132
3	Число ветвей на 1 растении, шт.	3,6	46	181	2,6	56	219
4	Число бобов на 1 растении, шт.	50,6	39	159	59,1	40	193
5	Число продуктивных узлов, шт.	24,1	34	142	25,8	35	170
6	Среднее число бобов в 1 продуктивном узле, шт.	2,0	16	75	2,3	22	89
7	Число семян с 1 растения, шт.	94,9	46	199	122,6	38	180
8	Среднее число семян в 1 бобе, шт.	1,8	13	47	2,0	11	69
9	Масса семян с 1 растения, г	22,7	47	205	19,3	42	209
10	Масса 1000 семян, г	241,1	19	71	157,5	16	61

Выводы

1. У зерновых и овощных форм сои отмечена невысокая изменчивость количественных признаков «среднее число бобов на 1 продуктивном узле» и «среднее число семян в бобе». Они значительно обуславливаются генотипически, что необходимо принимать во внимание при планировании отборов.

2. Определено, что важнейший признак сои овощной – масса 1000 семян – в меньшей степени подвержен модификационной изменчивости. При селекции овощных форм важно учитывать низкую вариативность крупносемянности сои.

3. В условиях Центрального Нечерноземья средняя высота растений, а также показатели продуктивности – число бобов, семян с растения и среднее число семян в бобе у овощных форм ниже, чем у форм сои зернового использования, при этом, общая масса семян с растения у них больше в силу повышенной массы 1000 семян.

Литература

1. Габайдуллина Р.С., Дорохина О.А. Анализ влияния соевых продуктов на жизнедеятельность лабораторных мышей // Альманах молодой науки. – 2015. – № 1. – С. 18-20.
 2. Бобков С.В., Зотиков В.И., Сопова И.И., Селихова Т.Н., Сучкова Т.Н., Зайцев В.Н. Аминокислотный состав запасных белков современных сортов сои // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1 (40). – С. 66-69.

3. Шафигуллин Д.Р., Романова Е.В., Гинс М.С., Гинс В.К., Пронина Е.П. Особенности корреляционных связей между количественными признаками селекционных образцов сои // Овощи России. – 2017. – № 2. – С. 21-24.
4. Синеговская В.Т. Итоги и перспективы научных исследований по сое // Итоги исследования по сое за годы реформирования и направления НИР 2005-2012 гг. – Краснодар: ГНУ ВНИИМК. – 2004. – С.16-23.
5. Сеферова И.В. Соя в условиях северо-запада Российской Федерации // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2016. – № 3 (167). – С. 101–105.
6. Шафигуллин Д.Р., Романова Е.В., Гинс М.С., Пронина Е.П., Гинс В.К. Оценка и подбор исходного материала для селекции сои на хозяйственно ценные признаки в условиях Центрального района Европейской части России // Овощи России. – 2016. – № 2. – С. 28-32.
7. Гинс М.С., Селихова О.А., Семенова Е.А., Иваченко Л.Е., Романова Е.В., Самир Р.Е.А.Х. Изменение биохимического состава семян сои сортов Соната и Гармония при различных условиях выращивания // Российская сельскохозяйственная наука. – 2005. – № 5. – С. 10-12.
8. Васильчиков А.Г. Оценка отзывчивости на инокуляцию перспективных линий сои // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – № 3 (11). – С. 35-40.
9. Лукомец В.М., Кочегура А.В., Ткачёва А.А. Пути повышения эффективности отбора растений в популяциях сои при селекции на урожай // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2012. – № 2 (151-152). – С. 44-48.
10. Zafar Iqbal. Genetic divergence and correlation studies of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill.] genotypes [Text] / Zafar Iqbal, Muhammad Arshad, Muhammad Ashraf, Abdul Waheed // Pakistan Journal of Botany. – 2010. – 42(2). – P. 971-976.
11. Лукомец В.М., Кочегура А.В., Дьяков А.Б., Ткачёва А.А. Новые фоновые признаки для идентификации высокоурожайных генотипов сои на ранних этапах селекции // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2012. – № 2 (151-152). – С. 39-43.
12. M. A. Malek. Morphological Characterization and Assessment of Genetic Variability, Character Association, and Divergence in Soybean Mutants [Text] / M. A. Malek, Mohd Y. Rafii, Most. Shahida Sharmin Afroz, Ujjal Kumar Nath, M. Monjurul Alam Mondal // The Scientific World Journal. – 2014. – 2014. – P. 1-12.
13. Ayda Krisnawati. Variability of Biomass and Harvest Index from Several Soybean genotypes as Renewable Energy Source / Ayda Krisnawati, M. Muchlish Adie // Conference and Exhibition Indonesia - New, Renewable Energy and Energy Conservation – Energy Procedia. – 2015. – 65. – P. 14-21.

THE STUDY OF QUANTITATIVE TRAITS VARIABILITY OF SOYBEAN VEGETABLE AND GRAIN FORMS IN A CENTRAL PART OF THE NON-CHERNOZEM ZONE

D.R. Shafigullin^{1,2}, M.S. Gins^{1,2}, E.V. Romanova¹, E.P. Pronina²

¹ PEOPLES FRIENDSHIP UNIVERSITY OF RUSSIA.

E-mails: shafigullin89@yandex.ru, evroma2008@yandex.ru,

² FEDERAL STATE BUDGETARY SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTION «ALL-RUSSIAN SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF VEGETABLE BREEDING AND SEED PRODUCTION». E-mails: anirr@bk.ru, epronina14@yandex.ru

Abstract: *The study of quantitative traits variability plays an important role in selection work of soybean. The limits of variability are associated with the environmental influence and hereditary characteristics of the soybean varieties or lines.*

Variation characteristics of yield structure elements were studied on variety samples representing soybean vegetable and grain forms of Russian and foreign breeding of very early and early maturity groups in the conditions of the central part of the Non-chernozem zone (55°N) in 2015-2016.

We introduced into the study the coefficient of oscillation (V_r) to determine the extreme values of source material populations, it is an important selection evaluation feature of the best and worst samples.

We determined the variability of the following indicators: plant height, height of attachment of the lower bean, number of branches per plant, number of beans per plant, number of productive nodes, average number of beans in a node, number of seeds per plant, average number of seeds in a bean, weight of seeds per plant, weight of 1000 seeds. We identified different intensities of their variations, features by years.

Soybean vegetable and grain forms showed low variability of some yield structure elements: average number of beans in a node, average number of seeds in a bean, also the weight of 1000 seeds, the defining sign for the vegetable soybean. We found significant differences in the average

length of the plant, soybean productivity indices among vegetable and grain samples: number of beans, number of seeds per plant, average number of seeds in a bean, weight of 1000 seeds, seed weight per plant. It is important to consider at making the new soybean selection vegetable lines.

Keywords: soybean, variability, coefficient of variation, coefficient of oscillation, quantitative trait, seed weight per plant, weight of 1000 seeds, number of seeds in a bean.

УДК 635.657:631.847.21(470.326)

ВЛИЯНИЕ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ РАЗНЫМИ ШТАММАМИ *RHIZOBIUM CICER* СЕМЯН ОБРАЗЦОВ НУТА ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР НА ПРОДУКТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. БУЛЫНЦЕВ, Л.Ю. НОВИКОВА, Г.А. ГРИДНЕВ, Е.А. СЕРГЕЕВ
ФИЦ «ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ
ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА»
E-mail: s_bulyntsev@mail.ru

В статье приведены результаты испытания в 2012-2014 годах четырёх штаммов ризоторфина на образцах нута из коллекции ВИР в условиях Тамбовской области, где ранее нут не возделывался. Предпосевная обработка семян нута ризоторфином позволила увеличить семенную продуктивность растений различных образцов нута в 1,2-1,6 раз. На растениях изученных образцов после обработки семян нута штаммами ризоторфина увеличился вес бобов и семян с растения за счет значительного увеличения числа бобов и семян на одном растении, в меньшей степени за счет увеличения массы 1000 семян. Содержание белка в семенах нута после обработки штаммами ризоторфина увеличилось по сравнению с контролем на 0,51% после обработки штаммом № 522 и на 4,52% после обработки штаммом № 2113. В результате исследований были выявлены наиболее эффективные штаммы ризоторфина для Тамбовской области – 065 и 2113, при использовании которых существенно увеличивалась семенная продуктивность растений.

Ключевые слова: нут, штаммы ризоторфина, семенная продуктивность.

Во многих сельскохозяйственных регионах Российской Федерации, подверженных периодическому влиянию засухи, в последние годы происходит увеличение посевных площадей нута, как одной из самых засухоустойчивых и жаростойких зерновых бобовых культур. Нут стали возделывать в регионах, где ранее в производстве его не выращивали, например, в Воронежской, Белгородской, Тамбовской, Орловской, Пензенской, Омской, Кемеровской и других областях [1, 2].

В результате симбиоза с бактериями вида *Rhizobium cicer* нут накапливает в почве от 40 до 150 кг/га биологического азота, в связи с чем в районах возделывания его считают лучшим предшественником. Для того чтобы растения нута могли образовать на своих корнях азотфиксирующие клубеньки, в почве должны присутствовать специфические для данной культуры бактерии. Это особенно актуально при возделывании нута в тех регионах, где он приходит на поля впервые. В производстве широко применяют предпосевную обработку семян нута специфическими для культуры штаммами ризоторфина, выделенными и поддерживаемыми во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. При этом наиболее эффективные штаммы необходимо определять непосредственно в регионе, где предполагается выращивание нута.

В статье приведены результаты испытания в 2012-2014 гг. четырёх штаммов ризоторфина на образцах нута из коллекции ВИР в условиях Тамбовской области, где ранее культуру не возделывали.

Опыт был поставлен в условиях Екатерининской опытной станции ВНИИР им. Н.И. Вавилова (Тамбовская обл.) в 2012-2014 гг. В 2012 г. исследовалось влияние штамма

ризоторфина *Rhizobium cicer* № 522 на три сорта нута: Волгоградский 10 (к-2197, российская селекция, районированный), Степной 1 (к-1335, Россия), Lyson (к-2764, Австралия) – перед посевом были обработаны штаммом ризоторфина. В качестве контроля были высеяны эти же сорта без обработки ризоторфином. Семена были высеяны на делянках размером 1 м² в количестве 100 семян на делянку.

Изучение коллекционных образцов проводили в соответствии с методическими указаниями ВИР [3]. На каждой делянке регистрировались даты наступления фенологических фаз растений нута. В конце вегетации были измерены вес семян с делянки, масса 1000 семян. На 10 растениях с каждой делянки был проведен структурный анализ: измерены вес сухого растения, высота растения от почвы, высота прикрепления нижнего боба, число ветвей первого порядка, число ветвей второго порядка, число бобов на одном растении, вес бобов с семенами, число семян на одном растении, вес семян с одного растения. На 10 растениях каждого сорта, обработанных ризоторфином в конце бутонизации, начале цветения, было определено количество клубеньков на корнях. На корнях контрольных растений клубеньков не было.

В опыте 2013 г. сравнивалось действие четырех штаммов ризоторфина *Rhizobium cicer* (№ 065, № 522, № 527 и № 2113) на растения сорта Волгоградский 10 (к-2197). Растения высеивались на делянках размером 1 м² в количестве 100 семян на делянку. Одновременно с посевом семян нута в рядки были внесены различные штаммы ризоторфина. Каждый штамм исследовался на одной делянке. Все штаммы ризоторфина для проведения опытов были получены в лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии.

В конце фазы бутонизации, начале цветения на каждой делянке измерялся вес семян с делянки, у пяти растений с делянки определялось число клубеньков, из них число крупных и мелких. Достоверность различий вариантов опыта сравнивалась методом двухфакторного дисперсионного анализа. В исследовании принят уровень значимости 5%.

В 2014 году был заложен опыт с целью определения влияния предпосевной обработки семян нута штаммами ризоторфина *Rhizobium cicer* (№ 065, № 522, № 527 и № 2113) на накопление белка в семенах растений сорта Волгоградский 10. Изучение растений нута проводили по той же методике, что и в 2013 году.

Результаты

Сравнение эффективности обработки ризоторфином штамма № 522 различных сортов нута (опыт 2012 г.).

Погодные условия 2012 г. были благоприятны для роста и развития растений нута. Посев был произведен 26 апреля. Даты наступления фенологических фаз растений у контроля и в опыте с ризоторфином совпали. Начало всходов у трех сортов отмечалось 6 мая, полные всходы 8 мая. Продолжительность периода от полных всходов до полного цветения составила 41 день у сорта Волгоградский 10, 44 – у сорта Степной 1 и 31 – у сорта Lyson. Полное созревание у сорта Волгоградский 10 наступило 30 июля, у сорта Степной 1 – 1 августа, Lyson – 22 июля.

Продолжительность периода от полных всходов до полного созревания составила таким образом 83 дня у сорта Волгоградский 10, 85 дней у сорта Степной 1 и 75 дней у сорта Lyson.

Результаты структурного анализа элементов продуктивности 10 растений нута в каждом варианте опыта представлены в табл. 1 и на рис. 1.

В таблице приведены средние значения и стандартная ошибка средней. Для массы 1000 семян и веса с делянки опыты не имели повторностей. Подчеркнуты значимо различающиеся значения для одного сорта в опыте и контроле.

Таблица 1

Сравнение элементов продуктивности образцов нута с предпосевной обработкой ризоторфином в 2012 г.

Название образца	Опыт	Вес семян с деланки, г		Вес семян с 1-го растения, г	Вес сухого растения, г	Высота растения от почвы до высшей точки, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Число ветвей 1-го порядка	Число ветвей второго порядка	Число бобов на одном растении	Вес бобов с семенами, г	Число семян на одном растении
		Вес семян с деланки, г	Масса 1000 семян, г									
Волгоградский 10	Контроль	315	225	3,6±0,6	8,1±1,3	52,6±1,7	30,9±0,9	1,0±0,0	2,3±0,3	15,6±2,5	4,9±0,8	15,6±3,0
	Ризоторфин	497	230	8,0±1,6	16,6±3,6	53,2±1,4	27,6±1,4	2,0±0,3	4,0±0,6	28,5±5,3	10,6±2,2	33,8±6,7
Степной 1	Контроль	322	260	8,1±2,4	21,2±6,3	60,9±1,9	34,9±1,5	1,7±0,3	5,1±0,9	28,6±7,9	11,3±3,5	28,1±7,7
	Ризоторфин	444	295	13,3±3,4	36,1±10,0	66,7±0,8	40,5±2,0	2,0±0,3	8,7±1,9	46,5±12,6	18,8±5,0	49,5±12,5
Lyson	Контроль	357	135	6,5±1,6	10,6±2,7	30,0±0,6	14,3±1,4	1,9±0,1	3,8±0,9	27,4±6	8,2±2,1	44,9±10,2
	Ризоторфин	429	140	10,0±3,0	16,7±5,4	34,6±2,4	15,8±0,7	1,5±0,2	5,2±1,3	42,1±13,4	12,4±4	67,7±21,8

В опыте с ризоторфином у всех сортов увеличился вес семян с деланки, с одного растения, вес сухого растения, число ветвей второго порядка, число бобов на одном растении, число семян на одном растении, вес бобов с семенами с растения. Для совокупности трех сортов эффект достоверен. Вес семян с деланки увеличился у сорта Волгоградский 10 в 1,6 раз, у сорта Степной 1 в 1,4 раза, у сорта Lyson в 1,2 раза. Вес семян с растения увеличился у сорта Волгоградский 10 в 2,2 раза, у сортов Степной 1 (в 1,6 раза), у сорта Lyson (в 1,5 раза). Таким образом, сорт Волгоградский 10 оказался наиболее отзывчив на обработку ризоторфином. У всех сортов несколько (недостоверно) увеличилась масса 1000 зерен. Влияние на высоту растения, высоту прикрепления нижнего боба, число ветвей первого порядка выражено слабее. У Волгоградского 10 на ризоторфине наблюдалось небольшое уменьшение высоты прикрепления нижнего боба, у сорта Lyson – число ветвей первого порядка. На корнях трех изученных сортов образовалось значительно отличающееся количество клубеньков (табл. 2).

Таблица 2

Среднее число клубеньков на растениях нута различных сортов после обработки ризоторфином, 2012 г.

Сорт	Среднее	Минимум	Максимум
Волгоградский 10	28,2±5,4	13	66
Степной 1	72,8±13,7	24	166
Lyson	29,2±5,8	6	57

У сорта Lyson в среднем у 10 исследованных растений было 29 клубеньков на растение, Волгоградский 10 – 28, Степной 1-73 клубенька на растение. Наибольший вес сухого растения имел сорт Степной 1, у него же наблюдалось наибольшее число клубеньков. Насколько можно судить по трем значениям, наиболее тесно число клубеньков связано с весом сухого растения. Отношение числа клубеньков к весу сухого растения составило 1,7 у сортов Волгоградский 10 и Lyson, 2,0 – у сорта Степной 1.

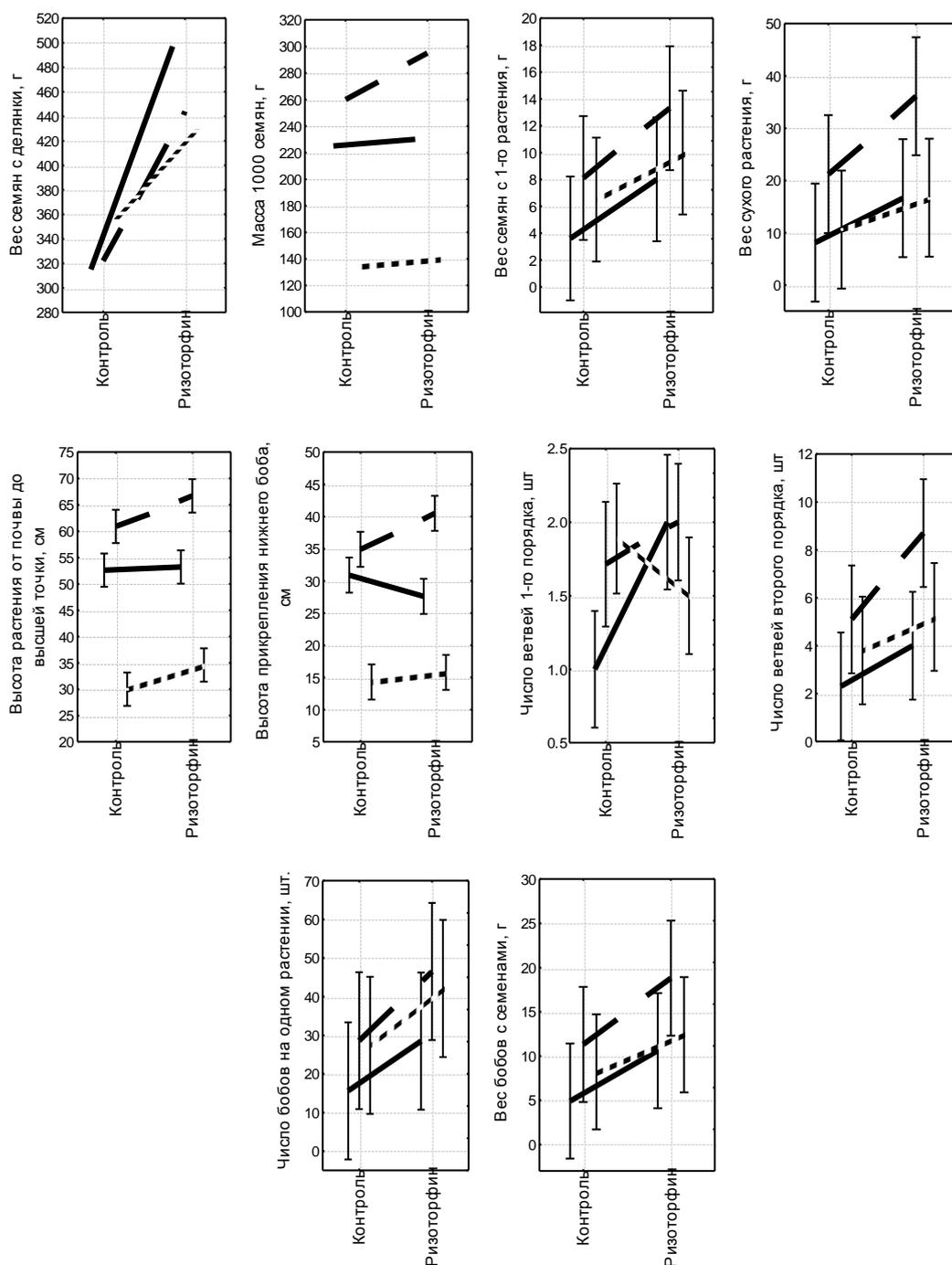


Рис. 1. Влияние обработки семян нута ризоторфином на хозяйственно ценные признаки трех сортов нута, Екатеринбургская опытная станция ВИР (Тамбовская обл.), 2012 г. Приведены средние значения и (кроме массы 1000 семян и веса семян с делянки, у которых не было повторностей) 95%-ные доверительные интервалы средних. Обозначения: — Волгоградский 10; — — Степной 1;Lyson

Сравнение эффективности различных штаммов ризоторфина (опыт 2013 г.).

В 2013 году посев был проведен 7 мая. Погодные условия были благоприятными для роста и развития растений нута. Результаты опыта 2013 г. по предпосевной обработке делянок семян сорта Волгоградский 10 различными штаммами ризоторфина приведены в таблице 3.

Таблица 3

Сравнение результатов обработки семян нута сорта Волгоградский 10 разными штаммами ризоторфина

№ штамма	Число клубеньков			Число крупных			Число мелких			Вес семян с делянки, г
	Среднее	Min	Max	Среднее	Min	Max	Среднее	Min	Max	
контроль	0	0	0	0			0			62
065	44,4±4,6	32	60	14,8±2,1	10	20	29,6±3	22	40	120
522	38,4±3,1	30	45	19±2,8	10	25	19,4±0,9	17	22	80
527	34,6±9,2	8	65	23,2±5,5	8	40	11,4±7,9	0	40	94
2113	49±5,7	28	62	22,8±4,5	10	34	26,2±3,2	18	35	113

Однофакторный дисперсионный анализ показывает, что достоверных отличий по среднему количеству клубеньков всего, крупных клубеньков, мелких клубеньков на растении после обработки семян различными штаммами не наблюдалось. Вес семян с делянки при обработке любым из исследованных штаммов увеличивался. Штаммы, образующие большее количество клубеньков на растении, имели тенденцию к большему весу семян с делянки (рис. 2). Наибольшее количество клубеньков на растении дали штаммы 065 (44 шт. на растение) и 2113 (49 шт. на растение). У них же наблюдались наибольшие урожайности: 120 г/делянки при обработке штаммом № 065 и 113 г/делянки при обработке штаммом № 2113.

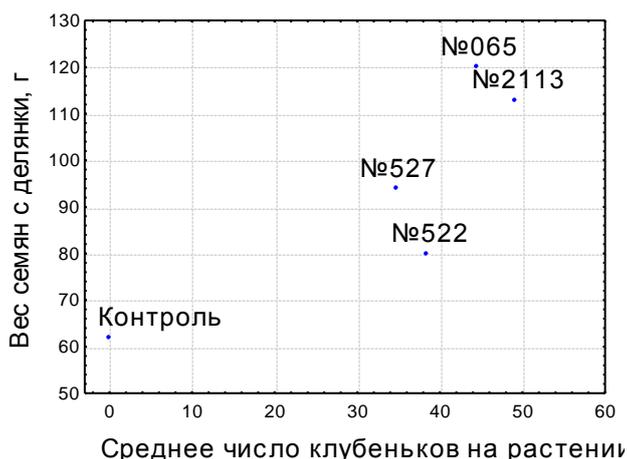


Рис. 2. Связь количества клубеньков на корнях нута с весом семян с делянки, 2013 г.

В 2014 году посев был проведён 12 мая. Погодные условия были благоприятными для роста и развития растений нута. Опыт был заложен на шести делянках, включая контроль. Семена нута сорта Волгоградский 10 в опытных делянках перед посевом были обработаны разными штаммами ризоторфина: № 065; № 522; № 527 и № 2113. Растения нута были убраны 14 августа. Биохимический анализ семян на содержание белка был проведен в отделе биохимии в ВИРе. Результаты анализа свидетельствуют о том, что все штаммы оказались эффективными и повысили содержание белка в семенах нута. Штаммы ризоторфина № 522, № 065, № 2113 и № 527 способствовали большему накоплению белка в семенах нута по сравнению с контролем – на 0,51; 3,34; 4,03 и 4,52% соответственно. В таблице 4 представлены данные биохимического анализа на содержание белка в семенах растений сорта Волгоградский 10, выращенных после предпосевной обработки семян нута разными штаммами ризоторфина.

Содержание белка в семенах нута в зависимости от предпосевной обработки семян разными штаммами ризоторфина, 2014 г.

№ п/п	Каталог ВИР	Название образца	Штамм ризоторфина	Белок, %
Контроль	2197	Волгоградский 10	-	18,51
2	2197	Волгоградский 10	065	21,85
3	2197	Волгоградский 10	522	19,02
4	2197	Волгоградский 10	527	23,03
5	2197	Волгоградский 10	2113	22,54

Выводы

Обработка ризоторфином позволила повысить вес семян с делянки у трех изученных сортов нута в 1,2-1,6 раз и сухой вес растения в 1,6-2,6 раз.

У всех сортов увеличился вес бобов и семян с растения за счет значительного увеличения числа бобов и семян на одном растении, в меньшей степени за счет увеличения массы 1000 семян.

Количество клубеньков на корнях было больше у сорта с большей сухой массой растения. Отношение числа клубеньков к сухой массе растения, выраженной в граммах, составило 1,7-2,0 у изученных сортов. Наибольшее количество клубеньков на растении дали штаммы 065 (44) и 2113 (49). У них же наблюдался наибольший вес семян с делянки: 120 г/делянки при обработке штаммом 065 и 113 г/делянки при обработке штаммом 2113. Содержание белка в семенах нута сорта Волгоградский 10 увеличилось после предпосевной обработки семян штаммами ризоторфина, используемыми в опытах по сравнению с контролем. Штаммы ризоторфина № 065, № 2113 и № 527 способствовали большему накоплению белка в семенах нута по сравнению с контролем – на 3,34; 4,03 и 4,52 % соответственно.

Литература

1. Булынтцев С.В., Гриднев Г.А., Сергеев Е.А., Гуркина М.В., Некрасов А.Ю. Селекционная ценность новых поступлений нута для основных регионов возделывания в Российской Федерации // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции т. 170, Санкт-Петербург 2012. – С. 200-207.
2. Булынтцев С.В., Гриднев Г.А., Сергеев Е.А., М.В. Гуркина, Некрасов А.Ю., Маруха Н.Н. Расширение ареала возделывания нута в РФ как один из способов решения кормовой проблемы. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры луговодства Санкт-Петербургского аграрного университета «Ресурсосберегающие технологии в луговом кормопроизводстве», Сборник научных трудов, СПбГАУ, 2013. – С. 124-129.
3. Методические указания. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых культур ВИР: пополнение, сохранение и изучение. СПб, 2010. – 142 с.

THE EFFECT OF SEED PRE-TREATMENT WITH DIFFERENT *RHIZOBIUM CICER* STRAINS ON PRODUCTIVITY OF CHICKPEA ACCESSIONS FROM THE VIR COLLECTION IN CONDITIONS OF THE TAMBOV PROVINCE

S.V. Bulyntsev, L.Yu. Novikova, G.A. Gridnev, E.A. Sergeev

FEDERAL RESEARCH CENTER THE N.I. VAVILOV ALL-RUSSIAN INSTITUTE OF PLANT GENETIC RESOURCES, St. Petersburg, Russia, e-mail: s_bulyntsev@mail.ru

Abstract: The article presents the results of the test in 2012-2013 four strains rизоторфина samples of chickpea VIR collection under the Tambov region, where before not cultivated chickpeas. Seed pre-treatment chickpea rизоторфина allowed increasing seed production plants of different samples of chickpea in 1,2-1,6 times. At the plants studied accessions after treatment with chickpea seed strains rизоторфина increased weight of pods and seeds per plant due to a significant increase in the number of beans and seeds per plant, to a lesser extent due to the increase in the mass of 1000 seeds. The protein content of the seeds after treatment chickpea strains rизоторфина increased compared to control at 0,51% strain after treatment number 522 and 4,52% after processing strain number 2113. As a result, studies have revealed the most effective strains for rизоторфина Tambov region – 065 and 2113, the use of which significantly increased seed production plants.

Keywords: chickpea, rизоторфина strains, seed production.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СОРТОВ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ И ВЛИЯНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОСЕВА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

О.В. ОВЧАРУК, доктор сельскохозяйственных наук
О.В. ОВЧАРУК, кандидат сельскохозяйственных наук
Ю.В. ОКОЛОДЬКО, ассистент

ПОДОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ,
УКРАИНА

Рассмотрены результаты изучения сортов фасоли обыкновенной и влияние направления сева на их продуктивность и урожайность. Установлено, что испытываемые сорта фасоли по-разному отзывались на направление посева. Так, у большинства сортов высота растений была выше от посева с Юга на Север. Высота от кончика боба до поверхности почвы наоборот, была выше от посева с Востока на Запад.

Показатели урожайности наибольшими были у сорта Подольнка – 3,14 т/га от направления посева с Востока на Запад. При этом от направления посева с Юга на Север наибольшая урожайность была у сорта Славия – 2,80 т/га.

Ключевые слова: фасоль обыкновенная, сорт, направление посева, урожайность.

В успешном решении задач по увеличению производства зерновых бобовых культур, в частности, фасоли первостепенное значение имеют создание высокопродуктивных сортов и разработка дифференцированных индустриальных технологий с учётом биологических особенностей сортов и почвенно-климатических условий [1]. Среди продовольственных бобовых культур фасоль обыкновенная выделяется по питательности и многообразию использования для пищевых целей, обладает прекрасными вкусовыми качествами и целебными свойствами. В белке семян фасоли содержатся все необходимые для человеческого организма незаменимые аминокислоты, поэтому фасоль часто называют концентратом незаменимых аминокислот. Белок фасоли отличается высокой переваримостью [2, 3].

Главные причины слабого внедрения фасоли в производство – отсутствие сортов, адаптированных к конкретной почвенно-климатической зоне, незначительный объем семеноводства, высокая трудоемкость уборки урожая, недостаточная пропаганда ценных качеств культуры [4, 5].

Одной из важнейших задач аграрного производства является использование высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур с высокими адаптивными свойствами и урожайностью. Широкое их внедрение в сельскохозяйственных предприятиях с применением интенсивных технологий выращивания направлено на максимальную реализацию потенциала урожайности, разрешенного уровня безопасности и высокого качества продукции. Созданные в последние годы новые сорта фасоли обыкновенной характеризуются пригодностью для механизированного возделывания и уборки [4, 6].

Материал и методика исследований

Экспериментальную работу проводили на опытном поле Подольского государственного аграрно-технического университета (НИХ «Подолье») в полевом севообороте, в течение 2013-2015 годов. Задачей было изучение особенностей сортов фасоли обыкновенной, а также влияние направления посева на продуктивность и урожайность растений.

Климат южной части западной Лесостепи Украины умеренно континентальный. Годовая сумма осадков составляет в среднем 581 мм, из них 68% выпадает в теплое время года. Суммарная фото активная радиация достигает 51,8 ккал/см², а за период «апрель-октябрь» – 42,2 ккал/см². Это позволяет выращивать в зоне высокие урожаи фасоли.

Почва – чернозем глубокий, малогумусный, среднесуглинистый на лессе. Содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном слое – 3,4-3,8%, легкогидролизного азота (по Корнфильду) – 10,5-12,2 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Чирикову) – 16,5 мг/100 г почвы, калия (по Чирикову) – 21,0 мг/100 г почвы.

Изучались сорта фасоли обыкновенной: Мавка, Днепрянка, Первомайская, Буковинка, Славия, Подоляночка, Харьковская штамбовая, Докучаевская, Перлина, Юбилейная 287, Надия, Панна, Отрада, Несподиванка, Станичная, Галактика, Веселка и Щедра. Направление посева: с Востока на Запад и с Юга на Север.

Результаты исследований

Для определения эффективности выращивания и оценки сортов фасоли большое значение имеют морфологические признаки – высота растений и прикрепления нижнего боба. Большинство из этих показателей используются в современных технологиях выращивания культуры.

Высота растений и высота прикрепления нижнего боба являются главными характеристиками использования сорта для пригодности к механизированной уборке. Высота растений определяется высотой главного стебля и обусловлена генотипом растений, а также условиями их роста и развития. На основе проведенных исследований установлено, что у сорта Харьковская штамбовая от направления посева с Востока на Запад и с Юга на Север растения имели наивысшую высоту стебля 66,3 см и 74,1 см, соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика сортов фасоли обыкновенной в фазу полной спелости в зависимости от направления посева (среднее 2013-2015 гг.)

Сорт	Высота стебля, см		Высота, см				Длина нижнего боба, см	
			крепление нижнего боба		от поверхности почвы до кончика боба			
	Направление посева*							
	I	II	I	II	I	II	I	II
Мавка (к)	46,8	46,9	14,9	14,7	6,1	5,9	8,3	8,5
Перлина	42,8	42,4	17,8	13,7	9,8	7,2	7,8	6,4
Галактика	33,1	33,9	17,8	19,1	6,8	8,0	10,5	11,0
Харьковская штамбовая	66,3	74,1	14,1	12,8	5,2	4,8	8,2	8,1
Щедра	37,3	36,3	14,6	19,7	6,4	5,3	7,7	12,4
Веселка	59,4	65,7	17,6	19,4	6,3	8,6	10,2	10,6
Отрада	41,8	41,3	14,3	15,4	7,0	6,9	6,8	8,2
Докучаевская	50,6	41,7	13,2	13,3	4,7	4,6	8,0	8,5
Несподиванка	47,2	47,0	13,7	15,5	4,6	6,3	8,8	8,8
Юбилейная 287	34,6	32,2	12,5	14,1	3,9	5,7	8,3	8,0
Первомайская	41,3	43,4	11,8	11,6	4,0	3,8	7,2	7,5
Днепрянка	57,9	63,8	9,2	9,3	2,9	3,4	5,9	5,6
Станичная	36,5	41,8	18,7	18,9	7,2	6,4	11,1	12,3
Буковинка	44,2	45,3	13,1	12,2	5,0	4,3	7,6	7,8
Надия	45,2	46,4	13,6	14,3	5,4	5,6	7,9	8,5
Подоляночка	48,4	45,7	13,9	12,6	5,6	5,2	8,0	7,2
Славия	29,8	30,3	11,4	12,3	4,4	5,3	6,7	6,9
Панна	33,9	32,7	15,0	14,8	5,0	4,6	9,4	9,8

Примечание: (к) – контроль. направление посева*: I – с Востока на Запад; II – с Юга на Север

Среди сортов выделяется сорт Веселка с высотой растения 59,4 см от направления посева с Востока на Запад. У сорта Днепрянка высота растения от направления посева с Востока на Запад составляла 57,9 см, и с Юга на Север – 63,8 см. У сорта Докучаевская по направлению с Востока на Запад – 50,6 см. Наименьшая высота стебля была отмечена у сортов Славия от направления посева с Востока на Запад – 29,8 см, Галактика – 33,1 см,

Панна – 33,9 см, Юбилейная 287 – 34,6 см, Станичная – 36,5 см и Щедра – 37,3 см, что по сравнению с контрольным вариантом на 17,0, 13,7, 12,9, 12,2, 10,3 и 9,5 см ниже.

Нашими наблюдениями установлено, что при механизированной уборке часто полноценные нижние бобы остаются не убраны, вследствие очень низкого их расположения. Одним из решений этой проблемы может быть подбор сортов, у которых высокое прикрепление нижнего боба. Нами определены параметры пригодности сорта для механизированной уборки, это – детерминантный тип роста, высота куста которого составляет 35-45 см, с прикреплением нижнего боба 12-15 см, а высота от поверхности земли до кончиков боба не менее 5 см и одновременным созреванием урожая.

Исходя из характеристики растений по пригодности к механизированной уборке исследуемые сорта разделены на две группы: с низким и средним прикреплением бобов – менее 12 см, и с высоким прикреплением нижнего боба – более 13 см. Этот признак варьировал от направления посева Запад-Восток – 9,2-18,7 см, от посева с Юга на Север – 9,3-19,7 см. У сортов Днепрянка, Славия и Первомайская отмечено низкое прикрепление нижнего боба и составляло 10,2, 11,4 и 11,8 см, с направлением сева с Востока на Запад, соответственно. Средние показатели прикрепления нижнего боба были у сортов: Мавка – 14,9, Щедра – 14,6, Харьковская штамбовая – 14,1, Отрада – 14,3, Подоляночка – 13,9, Несподиванка – 13,7, Надия – 13,6, Докучаевская – 13,2, Буковинка – 13,1 см. Высокое прикрепление бобов выделено у сортов: Станичная – 18,7 см, Перлина и Галактика – 17,8 см, Веселка – 17,6 см и Панна – 15,0 см соответственно.

В зависимости от направления посева с Юга на Север наблюдается аналогичная закономерность. С низким прикреплением нижнего боба отмечено сорта: Днепрянка – 10,3, Первомайская 11,6, Буковинка – 12,2, Славия – 12,3, Подоляночка – 12,6, Харьковская штамбовая – 12,8, Докучаевская – 12,3 и Перлина – 13,7 см. Средние показатели прикрепления нижнего боба были у сортов фасоли: Юбилейная 287 – 14,1, Надия – 14,3, м – 14,7 и Панна 14,8 см. С высоким прикреплением бобов выделено сорта: Отрада – 15,4, Несподиванка – 15,5, Станичная – 18,9, Галактика – 19,1, Веселка – 19,4 и Щедра – 19,7 см, соответственно.

В технологии сбора зерна фасоли обыкновенной механизированным способом важным признаком является высота от поверхности почвы до кончика боба. В наших исследованиях данный признак варьировал от 2,9 до 9,8 см. Сорта Днепрянка, Юбилейная 287, Первомайская, Славия, Несподиванка, Докучаевская, Буковинка, Надия, Подоляночка, Харьковская штамбовая по направлению сева с Востока на Запад имели низкую и среднюю высоту от поверхности почвы до кончика боба. Высокие показатели отмечены у сортов: Перлина – 9,8, Станичная – 7,2, Отрада – 7,0, Галактика – 6,8, Щедра – 6,4, Веселка – 6,3 и Мавка – 6,1 см. Такая закономерность нами отмечена и по направлению посева с Юга на Север, данный признак варьировал в пределах от 3,4 см у сорта Днепрянка до 8,0 см у сорта Галактика.

Нами проведена характеристика бобов исследуемых сортов фасоли по длине и ширине боба. Сорта разделились на три группы: средние – 10,1-14,0 см, длинные – 14,1-20,0 см и очень длинные – более 20 см. По длине боба преобладали средние бобы у сортов Отрада, Докучаевская, Юбилейная 287, Первомайская, Днепрянка, Надия, Подоляночка и Славия. Длинные бобы отмечено у сортов Мавка, Перлина, Харьковская штамбовая, Щедра, Несподиванка, Станичная, Буковинка и Панна, очень длинные бобы у сортов Галактика и Веселка. По ширине боба сорта разделили на две группы: средние (0,9-1,2 см) – Мавка, Перлина, Щедра, Отрада. Докучаевская, Несподиванка, Юбилейная 287, Днепрянка, Буковинка, Надия, Подоляночка, Славия и Панна; крупные (более 1,2 см) – Галактика, Харьковская штамбовая, Веселка, Первомайская и Станичная.

По массе 1000 зерен сорта фасоли обыкновенной распределились следующим образом: малая (101-200 г) – Перлина, Щедрая, Несподиванка; средняя (201-400 г) – сорта Мавка, Галактика, Харьковская штамбовая, Веселка, Отрада, Докучаевская, Юбилейная 287,

Первомайска, Днепрянка, Буковинка, Надия, Подоляночка, Славия и Панна; большая (401-800 г) – сорт Станичная, соответственно.

Большинство сортов за поперечным сечением имели эллиптическую форму. Только у сорта Перлина – широкоэллиптическая форма, у сорта Веселка – узкоэллиптическая форма. Окраска семенной оболочки у сортов фасоли обыкновенной в основном была белого цвета. Также была отмечена у сорта Галактика черная с коричневым, у сорта Веселка – бордовая с кремовым, у сорта Станичная – кремовую с бордовым вторичным окрасом. Окрас вокруг рубчика, который не влияет на окраску семенной оболочки, у сортов фасоли обыкновенной был одинаковый с окраской семени. Только у сорта Станичная этот признак отличается от окраски семени и определяет темный цвет этого кольца.

Производительность культуры – сложный показатель, который зависит от среднего количества бобов и зерен на растении, их веса. Изучение производительности и структурных элементов, которые ее составляют, свидетельствуют об определенной дифференциации сортов фасоли обыкновенной. Особенно большое значение для сортов фасоли имеет характеристика структуры продуктивности растений. В среднем за годы исследований показатели количества ветвей на растении в зависимости от сорта были в пределах 2,9-5,1 шт. Самые высокие показатели отмечены у сорта Славия – 5,1 шт., от направления посева с Востока на Запад. От направления посева с Юга на Север показатели количества ветвей у сорта Славия составляли 4,4 шт. У других сортов влияние направления посева было незначительным.

Наибольшее количество бобов на растении от направления посева с Востока на Запад, отмечено у сортов Подоляночка – 27,1 шт., Перлина – 26,3 шт. и Отрада – 26,0 шт. Наименьшее количество бобов на растении установлено у сортов: Станичная – 7,0 шт., Галактика – 8,0 шт. и Веселка – 9,1 шт. От направления посева с Юга на Север наибольшее количество бобов на растении установлено у сортов Перлина – 28,1, Отрада – 26,2, и Славия – 26,0 шт., наименьшее количество у сортов Станичная – 8,8 и Галактика – 7,5 шт., соответственно. Наибольшее количество зерен в бобе от направления посева с Востока на Запад установлено у сортов: Буковинка – 5,4 шт., Мавка, Несподиванка и Надия – 4,9 шт. Наименьшим этот показатель был у сортов Отрада и Славия – 3,0, у сорта Панна – 3,1 шт. От направления посева с Юга на Север количество зерен в бобе было у сортов Галактика и Несподиванка – 4,9 шт., у сорта Буковинка – 4,8 шт., наименьшее у сорта Славия – 2,8 шт., соответственно.

Масса 1000 зерен от направления посева с Востока на Запад самой высокой была у сортов Станичная – 516,4 г и Веселка – 373,0 г (табл. 2).

Наименьший показатель массы 1000 зерен отмечен у сортов: Перлина – 178,5 г, Несподиванка – 164,1 и Щедрая – 151,3 г, что зависело от сортовых особенностей растений фасоли.

По направлению посева с Юга на Север самая высокая масса 1000 зерен отмечена у сортов Станичная – 545,5 г, Веселка – 392,8 г и Галактика – 355,7 г. наименьшие показатели были у сортов Щедрая – 164,1 г, Несподиванка – 163,2 г и Перлина – 160, 4 г, соответственно.

Таблица 2

Структура продуктивности растений сортов фасоли обыкновенной (среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт	Количество на одном растении, шт.										Масса зерен, г			
	веток		узлов		бобов		зерен		зерен в бобе		с одного растения		1000 шт.	
	Направление сева (фактор В)													
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Мавка (к)	3,6	3,8	10,7	9,6	20,5	18,1	101,2	81,1	4,9	4,5	21,1	17,5	207,9	212,5
Перлина	3,6	3,3	9,6	9,7	26,3	28,1	125,6	140,2	4,7	4,9	22,8	25,4	178,5	160,4
Галактика	3,4	3,7	18,8	6,2	8	7,5	28,0	26,9	3,4	3,5	11,4	10,2	279,3	355,7
Харьковская штамбовая	3,3	3,4	12,1	8,9	17,7	20,3	73,7	82,4	3,9	4,0	21,3	21,8	271,2	264,9
Щедра	4,3	4,3	11,5	12,1	19,0	20,6	79,0	93,9	4,1	4,4	11,7	15,7	151,3	164,1
Веселка	3,0	2,7	7,4	7,3	9,1	13,0	33,3	29,1	3,5	2,6	12,9	11,9	373,0	392,8
Отрада	4,4	4,4	15,0	17,3	26,0	26,2	77,5	84,7	3,0	3,2	18,4	20,0	235,9	234,9
Докучаевская	3,0	2,9	13,2	11,8	21,2	20,1	79,0	66,7	3,7	3,3	17,9	14,6	231,2	221,0
Несподиванка	3,6	3,5	14,2	15,9	22,5	26,4	110,6	135,1	4,9	4,9	18,1	22,1	164,1	163,2
Юбилейная 287	3,5	3,5	8,4	7,3	14,6	10,8	52,7	41,7	4,0	4,2	12,2	9,5	237,2	314,3
Первомайская	3,5	3,2	12,6	10,8	19,9	20,7	79,0	72,0	3,9	3,4	19,1	20,0	255,2	268,5
Днепрянка	3,2	3,2	12,7	11,9	19,6	19,3	68,5	72,4	3,6	3,7	16,5	17,0	239,2	230,3
Станичная	3,2	3,4	7,0	7,2	7,0	8,8	24,8	30,6	3,6	3,5	13,4	17,2	516,4	545,5
Буковинка	2,9	3,1	12,0	13,2	19,2	24,0	92,8	113,3	5,4	4,8	19,6	23,0	264,1	202,2
Надия	3,7	3,7	14,7	14,6	23,6	23,7	116,3	104,0	4,9	4,6	22,4	21,1	205,5	220,7
Подольночка	3,4	3,2	13,1	12,1	27,1	18,6	116,7	86,8	4,4	4,7	24,6	17,7	210,5	203,1
Славия	5,1	4,4	9,2	10,6	21,5	26,0	67,7	78,7	3,0	2,8	17,7	21,6	262,7	276,4
Панна	3,9	3,4	7,8	6,9	13,7	15,4	43,2	45,8	3,1	3,0	12,4	12,7	265,3	280,9

Примечание: (к) – контроль. Направление посева*: I – с Востока на Запад; II – с Юга на Север.

Результатами наших исследований установлено, что сортовые особенности фасоли обыкновенной и направление посева повлияли на урожайность зерна (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность зерна сортов фасоли обыкновенной в зависимости от направления посева, т/га

Сорт	Урожайность зерна, т/га							
	2013 г.		2014 г.		2015 г.		Среднее 2013-2015 гг.	
	Направление посева*							
	I	II	I	II	I	II	I	II
Мавка (к)	3,49	3,21	2,51	2,80	1,67	1,38	2,55	2,09
Перлина	4,10	3,74	3,17	3,67	1,44	1,42	2,91	2,54
Галактика	1,48	1,26	2,28	2,08	0,66	0,60	1,47	1,34
Харьковская штамбовая	3,57	3,88	3,27	3,57	0,72	0,95	2,52	2,26
Щедра	2,02	2,27	1,74	2,56	0,83	0,83	1,53	1,69
Веселка	1,44	1,21	2,53	2,46	0,76	0,55	1,58	1,51
Отрада	2,54	2,85	2,99	3,13	1,47	1,75	2,33	2,44
Докучаевская	2,26	1,93	2,26	1,74	1,30	1,14	1,94	1,44
Несподиванка	3,51	3,79	2,38	3,14	1,16	1,25	2,35	2,20
Юбилейная 287	0,63	0,94	2,82	1,84	0,98	1,03	1,47	1,43
Первомайская	3,41	3,65	2,92	3,03	0,84	0,99	2,39	2,01
Днепрянка	3,10	3,17	2,28	2,29	0,93	1,02	2,10	1,65
Станичная	2,20	2,73	2,27	2,96	0,80	1,10	1,76	2,03
Буковинка	2,84	3,26	2,91	3,19	1,41	1,96	2,39	2,57
Надия	2,69	2,33	2,61	2,50	2,38	1,91	2,56	2,21
Подольночка	3,44	2,72	3,69	2,91	2,30	1,36	3,14	2,14
Славия	-	-	2,12	2,48	2,48	3,12	2,30	2,80
Панна	-	-	2,22	2,17	1,01	1,14	1,62	1,65
<i>HCP₀₅ (A), т/га</i>	1,16		0,94		0,91		-	
<i>HCP₀₅ (B), т/га</i>	1,03		0,82		0,73			
<i>HCP₀₅ (AB), т/га</i>	1,21		1,08		1,04			

Примечание: (к) – контроль. Направление сева*: I – с Востока на Запад; II – с Юга на Север.

Анализируя результаты исследований, следует отметить, что урожайность сортов фасоли также зависела от погодно-климатических условий года. При посеве с Востока на Запад в 2013 году самая высокая урожайность зерна фасоли отмечена у сортов Перлина – 4,10 т/га, Харьковская штамбовая – 3,57 т/га, Несподиванка – 3,51 т/га, Мавка – 3,49 т/га, Подольночка – 3,44 т/га, Первомайская – 3,41 т/га и Днепрянка – 3,10 т/га.

Результаты дисперсионного анализа полученных данных в среднем за 2013-2015 годы свидетельствуют, что больше всего на формирование урожайности растений фасоли влияли сортовые особенности (рис. 1).

Доля влияния сорта (фактор А) составляла 83%, направление посева (фактор В) – 3%, взаимодействие сортовых особенностей и направления посева (АВ) – 13%, влияние других неучтенных факторов – 1%.

Результатами проведенного корреляционного анализа между производительностью и элементами структуры урожая сортов фасоли обыкновенной выявлена тесная положительная связь между урожайностью и массой зерен с одного растения ($r=0,89$), количеством бобов ($r=0,75$) и количеством зерна ($r=0,76$). Нами установлена

зависимость количества ветвей от количества зерен ($r=0,08$), количества узлов от количества бобов ($r=0,30$), количества зерен ($r=0,28$), количества зерен в бобе ($r=0,13$), массы зерен с одного растения ($r=0,23$), которая была слабой положительной. Зависимость количества ветвей от количества узлов ($r=-0,03$) и от массы зерен с одного растения ($r=-0,05$) была слабая обратная, соответственно.

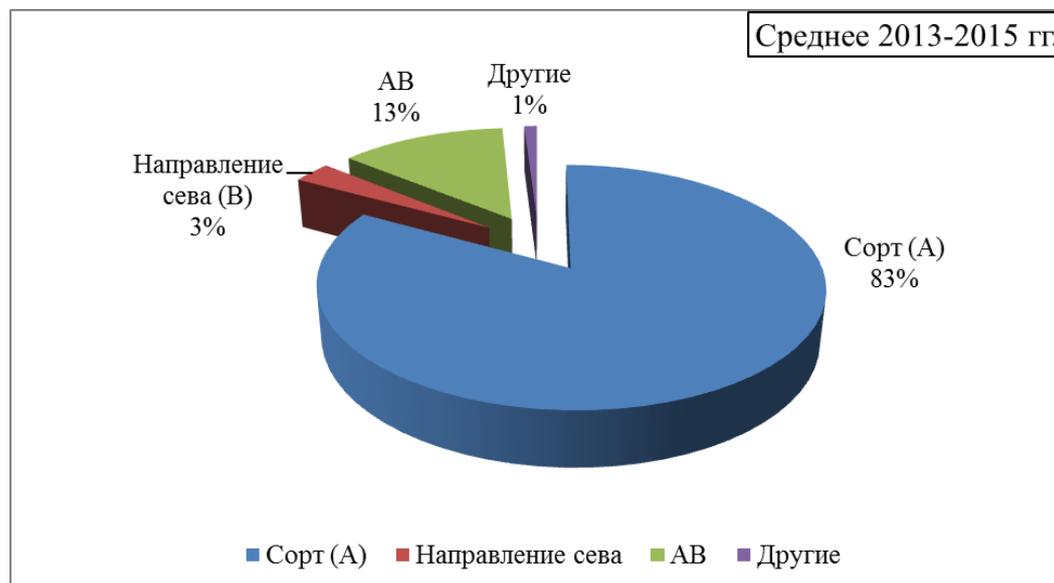


Рис. 1. Доля влияния исследуемых факторов и их взаимодействия на формирование урожайности зерна фасоли обыкновенной

Выводы

Установлено, что урожайность сортов фасоли обыкновенной зависела от сортовых особенностей и незначительно от направления посева. Наивысшую урожайность от посева с Востока на Запад получили у сорта Подолянка – 3,14 т/га. От направления посева с Юга на Север наибольшая урожайность была у сорта Славия – 2,80 т/га. Самая низкая урожайность отмечена у сорта Галактика – 1,47 и 1,34 т/га, соответственно.

Литература

1. Бабич А.О., Петриченко В.Ф., Побережна А.А. Світове виробництво однорічних зернових бобових культур для вирішення проблеми білка і біологічного азоту. // Матер. I Всеукр. (міжнар.) конф. по проблемі «Корми і кормовий білок». – Вінниця, 1994. – С. 164-165.
2. Бандурко А. А. Оптимизация сроков посева и норм высева семян среднеспелых сортов фасоли обыкновенной в условиях южной лесостепи Республики Башкортостан: дис. – Уфа: Башкир. гос. аграр. ун-т, 2003.
3. Казыдуб Н. Г. Селекция и семеноводство фасоли в условиях южной лесостепи Западной Сибири: // Дисс... докт. с.-х. наук. – 2013. – С. 102-113.
4. Овчарук О.В. Сортовая продуктивность фасоли в зависимости от способов сева в условиях Западной Лесостепи Украины // Зернобобовые и крупяные культуры, № 1 (9). – Орёл, 2014. – С. 52-58.
5. Овчарук О. В. Характеристика сортів квасолі звичайної в умовах Лісостепу західного // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2013. – №. 17 (1). – С. 236-239.
6. Петриченко В. Ф. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур // Вісник аграрної науки. – 2003. – №. 10. – С. 15-19.

THE RESULTS OF STUDIES OF VARIETIES OF COMMON BEAN AND INFLUENCE THE DIRECTIONS OF SOWING IN THE CONDITIONS OF FOREST-STEPPE OF UKRAINE

O.V. Ovcharuk, O.V. Ovcharuk, Y.V. Okolod'ko
STATE AGRARIAN AND ENGINEERING UNIVERSITY IN PODILYA

Abstract: *The results of studying the varieties of the kidney beans and the effect of direction of sowing on their productivity and yield. It is established that investigated varieties of beans in different ways spoke in the direction of sowing. So, most of the varieties plant height was higher from sowing from South to North. Height from tip of Bob to the surface of the soil on the contrary, was higher from sowing from East to West. The yield was highest in the variety Podolyanka is 3,14 t/ha from the direction of sowing from East to West. At the same time of the sowing direction from South to North, the greatest yield was in the variety Slavia – 2,80 t/ha.*

Keywords: kidney beans, grade, direction of sowing, yield.

УДК 635.656:581.143.5

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РЕГЕНЕРАНТНЫХ ЛИНИЙ ГОРОХА ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ КЛЕТОЧНОЙ СЕЛЕКЦИИ *IN VITRO*

Г.В. СОБОЛЕВА, Г.А БУДАРИНА, кандидаты сельскохозяйственных наук,

А.Н. СОБОЛЕВ*, кандидат биологических наук

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМЕНИ И.С. ТУРГЕНЕВА»

E-mail: alniksobolev@rambler.ru

*В статье представлены результаты получения нового селекционного материала гороха с использованием селективных систем *in vitro* с ПЭГ-20% и оксипролином-15мМ, имитирующих водный дефицит. Выделены перспективные для селекции регенерантные линии, превышающие оригинальные генотипы и стандарт по элементам продуктивности (число семян в бобе, число семян с растения, масса семян с растения) и урожайностью семян 3,52-3,81 т/га. Иммунологическая оценка выявила 3 линии, характеризующиеся групповой устойчивостью к корневым гнилям и листостебельным пятнистостям и 1 линию с комплексной устойчивостью к корневым гнилям, аскохитозу, ржавчине и гороховой тле.*

Ключевые слова: горох, каллус, осмотический стресс, регенерантные линии, урожайность, устойчивость к патогенам и фитофагам.

Участившиеся в последние годы засухи приводят к значительному снижению валовых сборов зерна гороха, основной зернобобовой культуры в Российской Федерации. С одной стороны это обусловлено тем, что согласно классификации Н.И. Вавилова [1], горох принадлежит к группе слабоустойчивых к засухе культур. С другой стороны, в производстве взят курс на возделывание высокопродуктивных безлисточковых (усатых) сортов гороха, что позволяет в значительной степени решить проблему полегаемости и повысить технологичность культуры. Но видоизменение листочков в усики привело к снижению устойчивости растений к воздушной и почвенной засухе. Также отмечается, что с ростом потенциальной продуктивности современных сортов резко снижается их устойчивость к стрессовым факторам среды. Поэтому, для обеспечения роста производства гороха в стране приоритетным направлением в селекции этой культуры является создание новых высокопродуктивных, технологичных, стрессоустойчивых и, в частности, засухоустойчивых сортов [2].

Результативность работы в этом направлении в значительной степени зависит от широкого спектра исходных форм. В связи с этим, для создания новых сортов перспективно наряду с классической селекцией использовать новые биотехнологические подходы, такие как клеточная селекция *in vitro*.

Наиболее активно методы клеточной селекции *in vitro* для отбора форм, устойчивых к засухе, разрабатываются для основных злаковых культур: кукурузы, ячменя, овса, риса, пшеницы.

В последние годы стали разрабатываться методы клеточной селекции на засухоустойчивость и для ведущих бобовых культур. Разработана селективная система с полиэтиленгликолем, позволяющая проводить скрининг генотипов сои (*Glycine max* (L.) Merrill) на устойчивость к осмотическому стрессу, коррелирующему с засухоустойчивостью и получать резистентные каллусные клоны [3]. Разработаны методические подходы и проведена селекция *in vitro* на устойчивость к осмотическому стрессу люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) [4]. В результате анализа в селективных условиях *in vitro* ростовых характеристик 7-дневных побегов вигны (*Vigna aconitifolia*) выделены генотипы устойчивые к осмотическому стрессу [5]. Подобный методический подход был использован при сравнительном изучении устойчивости к водному дефициту вики посевной (*Vicia sativa* L.), вики мохнатой (*Vicia villosa* Roth) и вики венгерской (*Vicia pannonica* Grantz) [6]. Проанализирована устойчивость к водному стрессу на питательных средах с ПЭГ-6000 трех видов чины (*Lathyrus sativus* L., *Lathyrus cicera* L., *Lathyrus tingitanus* L.) [7]. Проведена оценка осмоустойчивости 8 генотипов гороха (*Pisum sativum* L.). Результаты исследований показали, что селективные системы *in vitro* с ПЭГ в качестве стресс фактора, позволяют дифференцировать генотипы гороха по осмоустойчивости на уровне побегов [8]. В лаборатории генетики и биотехнологии ВНИИЗБК разработаны селективные системы для имитации *in vitro* стрессового эффекта засухи, подобраны эффективные ингибирующие концентрации стресс фактора и схема отбора резистентных к осмотическому стрессу каллусов гороха [9].

Однако для успешного использования селективных систем *in vitro* в селекционных программах бобовых культур на засухоустойчивость особую актуальность приобретает разработка методических подходов, позволяющих регенерировать из резистентных клеток растения-регенеранты, толерантные к водному стрессу.

Цель исследований – комплексная оценка по основным хозяйственно-значимым признакам, урожайности семян, устойчивости к патогенам и фитофагам регенерантных линий гороха, полученных путем клеточной селекции *in vitro*.

Материал и методика исследований

Материалом для исследований послужили регенерантные линии, полученные из резистентных к осмотическому стрессу каллусных клонов генотипов гороха: Темп, Л-135-03, Л-145-03 (белоцветковый, листочковый морфотип), Фараон, Л-190-02, Л-03-109 (белоцветковый, усатый морфотип). Для клеточной селекции *in vitro* каллус культивировали на питательных средах, содержащих один из селективных факторов: ПЭГ-20% или оксипролин -15 мМ. Регенерацию растений проводили на средах без селективных факторов. Для индукции побегообразования использовали среду, включающую: минеральные соли MS, витамины B5, мезо-инозитол – 100,0 мг/л, глицин – 2,0 мг/л, сахарозу – 30000 мг/л, агар – 6000 мг/л, БАП – 5 мг/, НУК – 2 мг/л. Ризогенная среда включала минеральные соли и витамины среды B5, с уменьшенной в два раза концентрацией основных компонентов, 30000 мг/л сахарозы, 6000 мг/л агара и дополненную НУК в концентрации 1,0-1,5 мг/л. Приготовление питательных сред, получение каллусов и культивирование проводили с использованием методик общепринятых в работе с культурами тканей *in vitro*.

Семенное потомство полученных регенерантов гороха в течение ряда лет изучалось в полевых условиях на опытном поле лаборатории генетики и биотехнологии в различных селекционных питомниках. Лучшие регенерантные линии в 2014-2016 гг. изучались по схеме конкурсного сортоиспытания на делянках площадью 15 м² в четырехкратной повторности. Норма высева семян 120 шт. на 1м². Стандарт – сорт Фараон. Контроль – оригинальные линии. Полевые опыты закладывали согласно методике полевого опыта [10]. Посев проводили в последнюю декаду апреля в

соответствии с погодными условиями. Регенерантные линии высевали сеялкой СКС-6-10. В процессе роста и развития растений проводили фенологические наблюдения. Иммунологическая оценка регенерантных линий на искусственном инфекционном и провокационном фонах к основным патогенам и фитофагам была проведена в лаборатории агротехнологий и защиты растений. При уборке анализировали структуру растений и урожайность семян регенерантных линий. Структурный анализ растений регенерантных линий по морфологическим признакам и элементам продуктивности проводили по методике ВИР [11]. Основные количественные показатели подвергали вариационно-статистической обработке.

Результаты исследований

В результате проведенных исследований установлено, что каллусные культуры прошедшие селекцию *in vitro* на устойчивость к осмотическому стрессу, сохраняют способность к регенерации побегов. Регенерантные побеги были получены у всех изученных генотипов. В общей сложности в опыте было получено 342 побега (табл. 1). При этом, оксипролин, как селективный агент, оказывал более ингибирующее влияние на культуру каллусов гороха, в сравнении с ПЭГ. Из резистентных к оксипролину каллусов был получен в сумме по всем генотипам 71 побег, после селекции на среде с ПЭГ – 271 побег. Сформировавшиеся побеги декапитировали от каллусной ткани и переносили на среды для индукции корнеобразования. Эффективность ризогенеза у регенерантных побегов, полученных в различных селективных условиях, варьировала от 10,9% (Л-135-03) до 35,4% (Темп).

Таблица 1

Эффективность формирования регенерантных растений из каллусов, полученных в различных селективных системах *in vitro*

Генотип	Число регенерантных побегов	Эффективность ризогенеза у регенерантных побегов, %	Число полученных	
			<i>In vivo</i> фертильных растений R ₀	семян
Селективные среды с ПЭГ - 20%				
Темп	96	35,4	10	21
Л-135-03	55	10,9	2	2
Л-145-03	34	29,4	0	0
Фараон	27	22,2	1	1
Л-190-02	29	20,7	1	1
Л-03-109	30	16,7	0	0
Селективные среды с оксипролином - 15мМ				
Темп	12	16,7	0	0
Л-135-03	19	21,1	0	0
Л-145-03	4	25,0	1	1
Фараон	16	25,0	2	3
Л-190-02	12	25,0	0	0
Л-03-109	8	25,0	0	0

Регенерантные растения R₀ со сформировавшейся корневой системой высаживали в сосуды с почвой в теплице. В результате в селективной системе с ПЭГ было получено 14 фертильных регенерантов гороха генотипов: Темп (10 шт.), Л-135-03 (2 шт.), Фараон (1 шт.), Л-190-02 (1 шт.). В селективной системе с оксипролином было получено 2 фертильных растения сорта Фараон и 1 растение селекционной линии Л-145-03.

Регенерантные линии R₁ были размножены в сосудах с почвой в теплице, дальнейшие поколения регенерантов изучали в полевых условиях в течение ряда лет [12]. Из всей группы регенерантов были выделены линии R-07-11, R-08-18 (исходная линия Л-135-03), R-08-28, R-08-29, R-08-38 (исходная линия Л-145-03) характеризовавшиеся такими высокими показателями как: семенная продуктивность, водоудерживающая способность при завядании, общее содержание воды в тканях.

Исходные селекционные линии и, соответственно, регенеранты относятся к белоцветковому, листочковому, среднестебельному морфотипу.

Изучение выделенных регенерантных линий было продолжено в полевом эксперименте в 2014-2016 годах. Регенерантные линии и исходные генотипы были более скороспелыми в сравнении со стандартом. Продолжительность периода от всходов до созревания у них составила в среднем за 3 года изучения 70 суток и была на 5 суток короче стандарта – сорта Фараон.

Анализ морфологических признаков, проведенный в фазу полной спелости, показал, что длина стебля растений сорта Фараон в среднем составила 67,6 см (табл. 2). Регенерантные линии оказались более короткостебельными и по данному показателю варьировали от 58,5 см (R-08-29) до 64,8 см (R-08-18).

Таблица 2

Морфологические признаки регенерантных линий гороха (2014-2016 гг.)

Сорт, линия	Длина стебля, см.	Число			Масса		K _{хоз.} , %
		бобов	семян	семян в бобе	семян с растения, г.	1000 семян, г.	
Фараон-St	67,6	5,1	12,7	3,2	3,7	218,3	47,4
Л-135-03	64,9	4,7	16,2	3,5	4,3	271,4	52,0
R-07-11	59,5	4,8	19,7	4,1	4,9	257,1	55,6
R-08-18	64,8	5,4	21,1	4,0	5,3	259,2	55,5
Л-145-03	61,5	5,2	18,8	3,8	4,7	255,4	53,4
R-08-28	62,7	5,2	19,4	3,9	4,8	260,7	54,1
R-08-29	58,5	5,0	19,4	4,0	4,9	255,1	55,4
R-08-38	63,5	5,2	21,6	4,2	5,2	248,8	54,6

По основным показателям продуктивности (число семян с растения, масса семян с растения, масса 1000 семян) регенерантные линии превзошли как исходные генотипы, так и стандарт. В сравнении с оригинальными генотипами и стандартом регенерантные линии имели более высокие показатели коэффициента хозяйственной эффективности (K_{хоз}) – признаку, определяющему долю семян в общей надземной биомассе.

Урожайность семян белоцветкового, усатого, среднестебельного сорта Фараон в среднем составила 2,97 т/га (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность семян регенерантных линий гороха, 2014-2016 гг.

Сорт, линия	Селективный фактор	Урожайность, т/га			Среднее за 3 года	± к стандарту
		2014	2015	2016		
Фараон-St		2,90	3,24	2,77	2,97	
Л-135-03	контроль	3,77	3,48	3,49	3,58	+0,61
R-07-11	20% ПЭГ	3,92	3,69	3,70	3,77	+0,80
R-08-18	20% ПЭГ	4,19	3,69	3,54	3,81	+0,84
Л-145-03	контроль	3,40	3,45	3,44	3,43	+0,46
R-08-28	без ПЭГ	3,61	3,42	3,64	3,56	+0,59
R-08-29	Без ПЭГ	3,49	3,51	3,56	3,52	+0,55
R-08-38	15 мМ ОП	3,89	3,65	3,71	3,75	+0,78
HCP ₀₅		0,25	0,37	0,33		

Урожайность белоцветковых, листочковых регенерантных линий была выше и варьировала в пределах от 3,52 т/га (R-08-29) до 3,81 т/га (R-08-18).

Наибольший интерес представляют регенерантные линии R-07-11 (отбор – 20% ПЭГ), R-08-18 (отбор – 20% ПЭГ) и R-08-38 (отбор – 15мМ оксипролина), которые в

течение всех лет исследований достоверно превышали стандарт по урожайности и большинству хозяйственно-ценных признаков.

Оценка регенерантных линий гороха на устойчивость к отдельным видам, а также группе патогенов на жестких инфекционных (к корневым гнилям и аскохитозу) фонах позволила выявить их высокую (в среднем на 31,0 и 40,0% превышающую у восприимчивого сорта Смарагд, и на 6,3 и 15,3 % у сорта – стандарта Фараон) устойчивость к данным болезням. К гороховой тле устойчивость изучаемых линий оказалась на 24,0–90,8% выше, чем у стандарта Фараон, что говорит о перспективности использования данных генотипов в селекции на устойчивость к фитофагу (табл. 4).

Таблица 4

Характеристика регенерантных линий гороха по устойчивости к болезням и гороховой тле (инфекционный и провокационный фоны, ср. 2014 – 2016 гг.)

Сорт, линия	Развитие болезни, %					Гороховая тля (численность, экз./рас.)	Индекс устойчивости
	Фузариозная корневая гниль	Индекс устойчивости	Аскохитоз	Индекс устойчивости	Ржавчина		
Фараон (st)	49,0	B	21,4	У	24,7	22,9	У
Dun – Dale (st. устойчивости к корневым гнилям)	31,0	СУ	24,2	У	27,0	-	-
Смарагд (Ind. восприимчивости к корневым гнилям)	73,7	ВВ	26,0	С	46,0	-	-
Comet (Ind. восприимчивости к аскохитозу)	46,9	B	32,8	С	34,2	-	-
Monigul (Ind. восприимчивости к тле)	-	-	-	-	-	64,9	B
Ареал (Ind. восприимчивости к плодожорке)	-	-	-	-	-	17,4	У
Л–135–03	42,7	B	22,4	У	25,5	4,1	УУ
R–07–11	36,5	СУ	17,3	У	24,1	5,6	УУ
R–08–18	37,4	СУ	19,1	У	30,3	16,2	У
Л–145–03	33,7	СУ	19,2	У	19,4	9,8	УУ
R–08–28	34,1	СУ	18,9	У	23,0	8,0	УУ
R–08–29	40,6	СУ	17,3	У	20,1	17,3	У
R–08–38	42,4	B	14,5	У	27,6	2,1	УУ

Примечание: У – устойчивый; С – среднеустойчивый; В – восприимчивый;
ВВ – сильновосприимчивый.

Линии гороха: R–07–11; R–08–28; Л–145–03 характеризуются групповой устойчивостью к корневым гнилям и листостебельным пятнистостям, а линия R–07–11 – комплексной устойчивостью к корневым гнилям, аскохитозу, ржавчине и гороховой тле.

Таким образом, в результате проведенных исследований показана возможность использования селективных систем *in vitro*, моделирующих водный стресс с целью расширения спектра исходного материала в селекции гороха. Выделены перспективные для селекции регенерантные линии R-07-11, R-08-18 и R-08-38, превысившие оригинальные генотипы и стандарт по урожайности семян и элементам продуктивности

(число семян в бобе, число семян с растения, масса семян с растения). Наибольший интерес представляет линия R-07-11, которая, кроме того, характеризуется комплексной устойчивостью к корневым гнилям, листостебельным пятнистостям, аскохитозу, ржавчине и гороховой тле.

Литература

1. Вавилов Н.И. Мировые ресурсы засухоустойчивых сортов. Избранные сочинения. Генетика и селекция. М.: Колос, 1966. – С.102-113.
2. Зотиков В.И. Роль зернобобовых и крупяных культур в адаптивности и диверсификации растениеводства // Зернобобовые и крупяные культуры, 2014. - №3 (11). – С.3-12.
3. Wahyu Windoretno, Estri Laras Arumingtyas, Nur Basuki, Andy Soegianto. Drought resistance selection on soybean somaclonal variants // J. Basic Appl. Sci. Res., 2012. – № 2 (8). – P. 7994-7997.
4. Dragiiska R., Djilianov D., Denchev P., Atanassov A. In vitro selection for osmotic tolerance in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) // Bulg. J. Plant Physiology, 1996. - V.22 (3-4). – P.30-39.
5. Priyanka Soni, Rizwan M, Bhatt K.V., Mohapatra T, Govind Sinh In – vitro response of *Vigna aconitifolia* to drought stress induced by PEG – 6000 // J. of Stress Physiology and Biochemistry, 2011. – V.7. – №3. – P. 108-121.
6. Jovicic D., Nikolic Z., Zoljelar G., Milosevic D., Ignjatov M., Mikic A., Karagic D. Drought tolerance of *Vicia* sp. At germination stage // First Legume Societe Conference. Novi Sad, Serbia, 2015. – P. 125.
7. Piwowarczyk B., Kaminska I., Rybinski W. Influence of PEG generated osmotic stress on shoot regeneration and some biochemical parameters in *Lathyrus* culture // Czech J. Genet. Plant Breed., 2014. – V.50 (2). – P. 77-83.
8. Magyar-Tabori K., Dobranszki J., Hudak I., Iszaly-Toth J. Effect of osmotic stress on in vitro shoot culture of peas (*Pisum sativum* L.) // Proceedings of the third International Symposium on Acclimatization and Establishment of Micropropagated Plants. Leuven, Belgium, 2009. – V.812. – P. 231-235.
9. Соболева Г.В., Суворова Г.Н., Кондыков И.В., Зотиков В.И. Метод клеточной селекции гороха на устойчивость к абиотическим факторам среды (методические рекомендации) – М., 2011. – 25 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта – М.:Колос, 1985. – 351 с.
11. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания // Вишнякова М.А., Буравцев Т.В., Булунцев С.В. и др. – СПб.: ООП «Копи-Р. Групп», 2010. – 141 с.
12. Соболева Г.В. Сравнительная оценка регенерантных линий гороха, полученных методами клеточной селекции // Зернобобовые и крупяные культуры, 2015. – № 1 (13). – С.20-25.

COMPREHENSIVE EVALUATION OF REGENERANT PEA LINES OBTAINED BY CELL SELECTION METHOD IN VITRO

G.V. Soboleva, G.A. Budarina, A.N. Sobolev*

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

*FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION «OREL STATE UNIVERSITY NAMED AFTER I.S. TURGENEV»

Abstract: The article presents the results of obtaining new pea selection material using in vitro selective systems with PEG-20% and oxyproline-15 mM simulating water deficiency. Prospective regenerative lines are selected for breeding, exceeding the original genotypes and the standard for productivity elements (number of seeds in a bean, number of seeds from a plant, mass of seeds from a plant) and yield of seeds 3,52-3,81 t/ha. Immunological evaluation revealed 3 lines, characterized by group resistance to root rots and leaf-stalked spots and 1 line with complex resistance to root rots, ascochitosis, rust and pea.

Keywords: peas, callus, osmotic stress, regenerative lines, yield, resistance to pathogens and phytophages.

ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН ГОРОХА ПРЕПАРАТОМ НА ОСНОВЕ ЛЕКТИНОВ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

А.И. ЕРОХИН, кандидат сельскохозяйственных наук

E-mail: office@vniizbk.orel.ru

Н.Е. ПАВЛОВСКАЯ*, доктор биологических наук

E-mail: ninel.pavlovskaja@yandex.ru

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

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

Применение новых высокоэффективных препаратов на семенах гороха является эффективным приемом для улучшения посевных качеств семян.

Цель данной работы состояла в изучении предпосевной обработки семян гороха сортов Фараон и Софья селекции ВНИИЗБК препаратом, полученным на основе лектинов зернобобовых культур, для повышения всхожести обработанных семян и увеличения урожайности культуры. Исследования проведены в лабораторных и полевых условиях в 2009...2011 годах.

Полевые опыты с обработанными семенами гороха были заложены в севообороте ВНИИ зернобобовых и крупяных культур. Посев гороха проводили в оптимальные для данной зоны сроки с нормой высева 1,2 млн. всхожих семян на 1 гектар. Во время вегетации растений проведены наблюдения и учеты в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1983). Урожай учитывали поделочно. Результаты опытов обрабатывали математически – методом дисперсионного анализа. За контроль опыта приняты необработанные семена. В наших исследованиях установлено, что применение на семенах гороха Фараон препарата $10^{-4}\%$ концентрацией раствора увеличивает рост и развитие проростков обработанных семян на 13,8...23,1%, гороха Софья – 13,0...18,5% по сравнению с контрольными проростками. Зеленая масса растений гороха Фараон превышала контроль на 23,2%, гороха Софья – 16,3%, масса корневой системы, соответственно, на 15,8 и 18,6%.

Полевая всхожесть обработанных препаратом семян гороха Фараон и Софья была выше контроля на 3...4%. Прибавка в урожайности гороха Фараон составила к контролю (в среднем за 2009...2011 гг.) – 0,19 т/га, гороха Софья – 0,21 т/га. По сравнению с контрольным вариантом отмечено увеличение количества бобов, зерен, массы зерна гороха с растения на 6,2...13,8%.

Ключевые слова: препарат на основе лектинов, семена, растения, обработка, проростки, всхожесть, урожайность.

Потенциальная урожайность гороха зависит от целого ряда агротехнических приемов, среди которых важное место занимает предпосевная обработка семян. Для посева необходимы семена с высокими посевными качествами и отвечающие требованиям Государственного стандарта РФ. Увеличение урожайности, снижение пестицидной нагрузки, повышение всхожести семян и иммунной системы растений, эти и другие вопросы в настоящее время находятся в центре внимания мировой науки и практики [1, 2].

В последние годы для предпосевной обработки семян и опрыскивания растений рекомендовано большое количество различных препаратов, которые проявляют активность на растительный организм в низких концентрациях рабочего раствора. Многие препараты обладают широким спектром антистрессового действия в повышении устойчивости растений не только к болезням и вредителям, но и неблагоприятным

факторам внешней среды [3, 4]. Создание нового поколения препаратов на основе клеточных компонентов становится все более востребованным в связи с развитием биотехнологии и внедрением органического земледелия исключая применение пестицидов. Один из компонентов сигнальной системы растений, отвечающий за иммунитет – это лектины [5, 6].

На основе лектинов зернобобовых культур получено средство для обработки семян перед посевом с фунгитоксической активностью против *Fusarium oxysporum* (Патент РФ № 2372763) [7]. Препарат повышает иммунные свойства растений, оказывает положительное влияние на рост и развитие проростков, снижает заболеваемость растений корневыми гнилями, повышает урожайность гороха.

В своих опытах мы изучали влияние предпосевной обработки семян гороха препаратом на основе лектинов зернобобовых культур с целью повышения их посевных качеств и увеличения урожайности гороха.

Материал и методы

Семена гороха посевного Фараон и Софья в течение 2009...2011 годов обрабатывали препаратом с концентрацией рабочего раствора $10^{-4}\%$ за две недели до посева. Препарат на основе лектинов обладает антистрессовым и ростактивирующим действием. Объем раствора для обработки 1 тонны семян составлял 10 л.

Определение количества препарата на основе лектинов зернобобовых культур для приготовления рабочего раствора $10^{-4}\%$ концентрации рассчитывали по формуле [8]:

$$КП = \frac{У \cdot С}{К}, \text{ где}$$

КП – количество препаративной формы препарата (в литрах);

У – объем рабочего раствора в литрах;

С – требуемая концентрация препарата в рабочем растворе (%);

К – концентрация действующего вещества (д.в.) препарата (%).

В 2009...2011 годах оценивали энергию прорастания, лабораторную всхожесть обработанных и необработанных (контроль) семян, а также размеры проростков (корешков и ростков) согласно ГОСТ – 12038-84. В эти же годы были заложены полевые опыты. Почвы опытного участка темно-серые лесные, среднесуглинистые с мощностью гумусового горизонта – 25...30 см. Содержание гумуса в почве – 4,2...4,6%. РН солевой вытяжки – 5,0...5,2%. На опытном поле были проведены основные агротехнические приемы обработки почвы. Посев гороха проводили в оптимальные сроки селекционной сеялкой СКС – 6-10. Норма высева – 1,2 млн. всхожих семян на гектар. Размер опытных делянок – 10 м², повторность шестикратная, размещение делянок рендомизированное. В период вегетации растений проведены наблюдения и учеты в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1983). Учет полевой всхожести проводили в фазу появления полных всходов гороха, а определение накопления зеленой массы – в фазу цветения – начало образования бобов. Урожай гороха учитывали поделочно, урожайные данные приведены к стандартной влажности и 100% чистоте. Результаты опытов по урожайности обрабатывали математически – методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985). Контроль – необработанные семена.

Результаты исследований

Проведенные лабораторные исследования показали, что обработанные семена гороха сорта Фараон препаратом $10^{-4}\%$ концентрацией раствора увеличивают рост и развитие проростков (на день учета энергии прорастания семян) на 13,8...23,1%, гороха сорта Софья – на 13,0...17,4%, по сравнению с контрольными проростками. На восьмые сутки проращивания обработанных семян (день определения лабораторной всхожести) превышение длины проростков (корешков и ростков) над контролем у гороха Фараон составило – 17,4...20,2%, у гороха Софья – 14,6...18,5% (табл. 1).

С увеличением длины проростков отмечено повышение их массы к контрольному варианту, у сорта Фараон на 8,1...15,7%, у сорта Софья – на 9,3...31,9%. Энергия прорастания и лабораторная всхожесть обработанных препаратом семян гороха превышали эти показатели в контроле на 2%.

Таблица 1

Влияние предпосевной обработки семян препаратом на рост и развитие проростков гороха

Варианты опыта	Длина проростков, см				Масса проростков, г	
	на 4-е сутки проращивания		на 8-е сутки проращивания			
	корешков	ростков	корешков	ростков	корешков	ростков
Сорт Фараон						
Контроль	6,5	2,6	11,5	10,4	25,4	36,9
Препарат – 10 ^{-4%} - обработка семян	7,4	3,2	13,5	12,5	29,4	39,9
Сорт Софья						
Контроль	6,9	2,3	14,4	10,8	27,0	38,7
Препарат – 10 ^{-4%} - обработка семян	7,8	2,7	16,5	12,8	35,6	42,3

Исследованиями установлено, что обработка семян гороха препаратом 10^{-4%} концентрацией рабочего раствора увеличивает зеленую массу растений. У гороха Фараон ее превышение над контролем составило – 23,2%, у гороха Софья – 16,3%. Вместе с тем масса корневой системы растений гороха Фараон также была больше, чем в контрольном варианте на 15,8%, гороха Софья – 18,6% (табл. 2).

Таблица 2

Влияние предпосевной обработки семян препаратом на зеленую массу, массу корневой системы и образование азотфиксирующих клубеньков растений гороха

Варианты опыта	Зеленая масса растений, г	Прибавка к контролю, %	Масса корневой системы растений, г	Прибавка к контролю, %	Количество азотфиксирующих клубеньков с растения	
					шт	г
Сорт Фараон						
Контроль	178,8	-	5,7	-	14,7	-
Препарат – 10 ^{-4%} - обработка семян	220,2	23,2	6,6	15,8	17,1	16,3
Сорт Софья						
Контроль	146,2	-	5,9	-	13,3	-
Препарат – 10 ^{-4%} - обработка семян	170,0	16,3	7,0	18,6	15,3	15,0

Количество азотфиксирующих клубеньков корневой системы растений гороха Фараон превышало контроль на 16,3%, гороха Софья – на 15,2%. Полевая всхожесть семян гороха Фараон и Софья обработанных препаратом была выше, чем в контрольном варианте на 3...4%. Прибавка в урожайности гороха Фараон составила к контролю (в среднем за 2009...2011 годы) – 0,19 т/га (7,2%), гороха Софья – 0,21 т/га (8,5%) (табл. 3).

При определении структурного анализа растений гороха Фараон и Софья установлено, что количество бобов, зерен с растения было больше чем в контрольном варианте на 7,1...13,8%. Масса 1000 семян превышала контроль на 1,5...2,1%.

Таким образом, применение препарата 10^{-4%} концентрацией раствора на семенах гороха является экологически чистым и эффективным приёмом улучшения посевных качеств семян и повышения продуктивности растений.

Таблица 3

Влияние предпосевной обработки семян препаратом на полевую всхожесть, урожайность и продуктивность растений гороха

Варианты опыта	Полевая всхожесть семян, %	Урожайность т/га	Количество бобов с растения, шт.	Количество зерен с растения, шт.	Масса зерен с растения, г	Масса 1000 семян, г
Сорт Фараон						
Контроль	86	2,63	4,2	14,5	3,66	213,8
Препарат – 10 ^{-4%} - обработка семян	89	2,82	4,5	16,1	3,89	218,3
НСР ₅	-	0,09	-	-	-	-
Сорт Софья						
Контроль	90	2,47	3,5	11,6	3,39	204,3
Препарат – 10 ^{-4%} - обработка семян	94	2,68	3,8	13,2	3,75	207,4
НСР ₅	-	0,11	-	-	-	-

Выводы

1. Применение на семенах гороха Фараон препарата 10^{-4%} концентрацией раствора увеличивает рост и развитие проростков обработанных семян на 13,8...23,1%, гороха Софья – 13,0...18,5% по сравнению с контрольными проростками. Зеленая масса растений гороха Фараон превышала контроль на 23,2%, гороха Софья – 16,3%, масса корневой системы растений также была больше, чем в контроле, соответственно, на 15,8 и 18,6%, количество азотфиксирующих клубеньков – на 16,3 и 15,0%.

2. Полевая всхожесть семян гороха Фараон и Софья обработанных препаратом была выше, чем в контроле на 3...4%. Прибавка в урожайности гороха Фараон составила к контролю – 0,19 т/га (7,2%), гороха Софья – 0,21 т/га (8,5%). От применения препарата на семенах гороха отмечено увеличение количества бобов, зерен с растения на 7,1...13,8% по сравнению с контролем. Масса зерен с растения превышала контроль на 6,2...10,6%, а масса 1000 семян на 1,5...2,1%.

Литература

1. Национальный стандарт Российской Федерации. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. Изд. Москва. Стандартинформ, 2005. – С.1-19.
2. Лукина Е.А., Федотов В.А., Крицкий А.Н., Кадыров С.В. Семеноведение и семенной контроль: учебное пособие под редакцией В.А.Федотова. Изд. Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ – 2013. – 306 с.
3. Путинцев А.Ф., Платонова Н.А., Ерохин А.И., Кирсанова Е.В., Цуканова З.Р., Борзенкова Г.А., Офицерова О.А., Казьмин В.М. Технология предпосевной обработки семян и посевов зерновых, зернобобовых и крупяных культур биологически активными препаратами. Методические рекомендации под редакцией В.И. Зотикова. Изд. Орел ООО «Картуш». 2005. – 18 с.
4. Гафуров Р.Г. Стратегия направленного химического синтеза фиторегуляторов и стресспротекторов нового поколения и результаты их испытаний // Тезисы VI Международной конференции, «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологии» – М.: МСХА, 2001. – С. 87.
5. Сытников Д.М., Коць С.Я. Участие лектинов в физиологических процессах растений /Физиология и биохимия культурных растений. – 2009. № 4. – С. 279-296.
6. Ерохин А.И., Павловская Н.Е. Снижение дозы фунгицида при предпосевной обработке семян гороха /Земледелие – 2013, № 5 – С. 47-48.
7. Павловская Н.Е., Гагарина И.Н., Роговин В.В., Борзенкова Г.А., Муштакова В.М., Фомина В.А. Средство для предпосевной обработки семян гороха / Патент РФ №2372763, 20.11.2009 Бюлл. № 33.
8. Платонова Н.А., Гафуров Р.Г. Действие новых фиторегуляторов- стресспротекторов на рост, развитие и продуктивность посевов гороха. Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. Сборник научных трудов под общей редакцией доктора с.-х. наук профессора Зотикова В.И. Изд. Орёл – 2004. ОАО «Типография Труд». – С 291-296.

PRE-SOWING TREATMENT OF SEEDS OF PEAS WITH PREPARATION BASED ON LECTINS OF LEGUMES

A.I. Erohin, N.E. Pavlovskaya*

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE
OF LEGUMES AND GROAT CROPS», e-mail: office@vniizbk.orel.ru
*RUSSIAN HE «OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY»
NAMED AFTER N.V. PARAKHIN
E-mail: ninel.pavlovskaja@yandex.ru

Abstract: *The use of new high-performance products on the pea seeds is an effective technique for improving the quality of seeds sown.*

The purpose of this study was to examine the pre-treatment of seed pea varieties Faraon and Sof'ya (selection of FGBNU VNIIZBK) by preparation, developed on the base of lectins of legumes to improve the germination of the treated seeds and increase crop yields. Studies conducted with the use of a preparation in the laboratory and field conditions in 2009...2011.

Field experiments with the treated pea seeds were laid down in the rotation FGBNU VNI of Legumes and Groat Crops. Sowing peas performed in optimal timing for this area with the seed rate of 1,2 million germinating seeds per 1 hectare. During the growing season we observed and registered in accordance with the Methodology of the state crop variety trials (1983). Harvest taken into account for each plot. The results of the experiments were treated mathematically - by analysis of variance. Untreated seeds taken for the control experiment. Our studies have shown that application of the preparation with 10⁻⁴% concentration of the solution increases the growth and development of seedling of the treated pea seeds Faraon on 13,8...23,1%, of pea Sof'ya – on 13,0...18,5% compared to control seedlings. Green mass of pea plants Faraon exceeding control at 23,2%, Sof'ya peas – 16,3%, the weight of the root system, respectively, by 15,8 and 18,6%.

Field germination rate of pea seeds Faraon and Sof'ya treated by the preparation was higher than control by 3...4%. Yield increase of pea Faraon made to control (average for 2009...2011) – 0,19 t/ha, of pea Sof'ya – 0,21 t/ha. Compared with control variant marked increase in the amount of beans, grains, grain weight per plant pea 6,2...13,8%.

Keywords: preparation based on lectins, seeds, plants, treatment, seedlings germination, yield.

УДК: 635.656:631.53.02

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ФУНГИЦИДНЫХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ В ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКЕ СЕМЯН ГОРОХА

В.И. МУРЗЁНКОВА, научный сотрудник

Н.А. ЧЕРНЕНЬКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В работе представлены результаты исследований по применению системных фунгицидных протравителей на трех сортах гороха селекции ВНИИЗБК - Софья, Фараон, Спартак. Выявлена сортовая реакция культуры в результате избирательного влияния препаратов на всхожесть обработанных и полученных семян, а так же на структуру урожая и урожайность.

Ключевые слова: горох, сорт, предпосевная обработка, системные фунгициды, структура урожая, всхожесть семян.

Зернобобовые культуры играют важную роль в системе продовольственного обеспечения. Горох – основная зернобобовая культура в нашей стране. Он обеспечивает получение до 1,2-1,5 т. с гектара полноценного сбалансированного по аминокислотному составу растительного белка и является прекрасным импортозамещающим элементом в

сельском хозяйстве страны [1]. Его производство при стабильной урожайности даже на уровне 25-30 ц/га является рентабельным [2].

Однако, возделывание гороха, в любом из регионов страны связано с явным риском в формировании урожая культуры, сохранении семенного материала и его качества. Для посевов в большинстве регионов характерно ежегодное проявление корневых гнилей и аскохитоза с высокой степенью развития. В последние годы стало нарастать развитие ржавчины [3, 4].

Н.И. Вавилов считал невозможным иммунитет растений к подобным возбудителям, так как патогенность у них определяется не столько геномом хозяина, сколько физиологическим состоянием растений и условиями среды [5]. Несмотря на внушительный арсенал современных средств по защите гороха в производстве происходит постоянный поиск новых, более совершенных и действенных препаратов, поскольку возбудители болезней во всех регионах возделывания культуры выделяются относительным непостоянством. Причина в том, что в условиях глобального и локального изменения климата не только увеличивается непредсказуемость и амплитуда погодных аномалий, но и происходит миграция и эволюция вредителей и возбудителей болезней, возникают новые расы и штаммы, к которым существующие сорта не приспособлены [3, 6].

Более 60% всех возбудителей болезней сельскохозяйственных культур распространяется с семенами. Протравливание семян на 60-100% ограничивает проявление семенной инфекции и на 30-80% – первичной аэрогенной и содержащейся в почве и пожнивных остатках. Его преимущество и в том, что он более экологичен: необходимые пестициды вносятся, но в ограниченном, изолированном месте, исключая загрязнение всей территории, на которой выращивается культура. Протравливание семян в расчете на гектар дешевле массового внесения пестицидов [7, 8].

Цель нашей работы – определить эффективность системных фунгицидных протравителей на урожайные свойства и посевные качества полученных семян в семеноводстве гороха.

Методика и условия проведения исследований

Экспериментальные данные получены в севообороте лаборатории первичного семеноводства института. Эффективность протравителей изучали на трех сортах гороха местной селекции: Софья, Фараон, Спартак. Для предпосевной обработки использовали системные фунгицидные протравители: Ламадор – 0,2 л/т, Крузер – 1 л/т, Баритон – 1,5 л/т семян. Обработку семян проводили за день до посева. Посев рядовой, норма высева 1,2 миллиона всхожих семян на га. Учетная площадь делянки 7,5 м², повторность шестикратная. Агротехника культуры – зональная, общепринятая. Оценку всхожести обработанных (высеваемых) и полученных семян (семена нового урожая) проводили в лабораторных условиях согласно ГОСТ 12038-84.

Статистическая и математическая обработка проведена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Результаты и обсуждение

Влияние предпосевной обработки семян гороха комплексными системными фунгицидами на используемых сортах культуры было неоднозначным. В целом за два года исследований она положительно отразилась как на структуре урожая, так и на урожайности всех сортов гороха. Наилучший результат получен при обработке семян Крузером. В варианте с его использованием достоверно повышалась всхожесть семян, увеличилось количество продуктивных узлов, количество бобов и семян с одного растения, а также масса семян с растения и масса 1000 семян (табл. 1).

При общем положительном эффекте приёма проявилась сортовая реакция растений. У сорта Софья наблюдалось уменьшение количества продуктивных узлов, в вариантах с Ламадором (с 5,5 до 4,3) и Баритоном (с 5,5-4,0 до 4,0-3,7). Остальные показатели структуры урожая превышали контроль. Ингибирующее действие Баритона

наблюдалась на всех сортах гороха. Препарат вызвал уменьшение количества продуктивных узлов: у Софьи (с 5,5-4,0 до 4,0-3,7), Фараона (с 5,2 до 4,6), Спартак (с 6,4 до 5,9). У Спартак отмечено так же уменьшение количества бобов (с 10,3 до 9,3) и количества семян (с 38,2-29,7 до 37,4-29,1) с одного растения.

Таблица 1

Влияние фунгицидных протравителей на формирование структуры урожая гороха

Сорт	Вариант	Кол-во продуктив. узлов, шт.		Кол-во бобов с растения, шт.		Кол-во семян с растения, шт.		Масса семян с растения, г.		Масса 1000 семян г.	
		2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Год		2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Софья	Контроль	5,5	4,0	9,3	6,1	37,6	22,8	7,3	3,8	170,3	160,0
	Ламадор	4,3	4,0	9,8	7,1	39,8	24,9	7,5	3,9	186,2	176,0
	Крузер	5,7	5,3	9,5	7,8	37,7	26,7	7,7	4,4	185,4	172,0
	Баритон	4,0	3,7	9,5	6,1	38,9	23,6	7,4	3,6	197,2	164,0
Фараон	Контроль	6,9	5,2	12,1	8,8	37,6	25,3	7,6	4,6	173,6	166,2
	Ламадор	7,5	5,7	13,2	9,6	39,5	26,6	8,8	5,2	179,2	168,2
	Крузер	7,0	5,3	12,8	9,3	45,0	30,0	8,7	5,1	180,1	167,7
	Баритон	7,1	4,6	12,6	9,2	41,5	26,7	9,8	4,8	174,7	167,7
Спартак	Контроль	6,4	4,7	10,3	7,2	38,2	29,7	7,4	5,0	177,7	170,1
	Ламадор	6,1	5,7	10,8	9,8	41,7	32,2	8,0	6,4	181,1	173,4
	Крузер	6,4	6,0	11,8	10,7	47,1	37,2	8,6	7,2	182,3	174,5
	Баритон	5,9	5,5	9,3	8,4	37,4	29,1	7,6	5,4	182,1	174,4
НСР ₀₅		0,28	0,37	0,35	0,42	0,93	0,86	0,43	0,71	1,18	2,6

По результатам исследований все системные фунгицидные протравители способствовали повышению урожайности на всех сортах культуры (табл. 2). Лидирующую позицию занимает Крузер. Здесь отмечена максимальная прибавка урожая у Софьи (+0,49 т/га в 2015 г., +0,41 т/га в 2016 г.) и Спартак (+1,60 т/га в 2015 г., +1,36 т/га в 2016 г.). Фараон «отдал предпочтение» препарату Ламадор (+0,43 т/га в 2015 г., +0,42 т/га в 2016 г.). Самым продуктивным из представленных сортов является Спартак (табл. 2).

Таблица 2

Влияние протравителей на урожайность гороха

Сорта	Варианты	Урожайность					
		2015 г. т/га	+/- к контролю		2016 г. т/га	+/- к контролю	
			т/га	%		т/га	т/га
Софья	Контроль	3,08	-	-	2,93	-	-
	Ламадор	3,18	+ 0,10	03,2	3,01	+ 0,08	02,7
	Крузер	3,57	+ 0,49	16,0	3,34	+ 0,41	14,0
	Баритон	3,15	+ 0,07	02,3	3,08	+ 0,15	05,1
Фараон	Контроль	3,36	-	-	3,20	-	-
	Ламадор	3,79	+ 0,43	12,8	3,62	+ 0,42	13,1
	Крузер	3,73	+ 0,37	11,0	3,55	+ 0,35	11,9
	Баритон	3,50	+ 0,14	04,2	3,34	+ 0,12	04,4
Спартак	Контроль	3,65	-	-	3,53	-	-
	Ламадор	4,67	+ 1,02	27,8	4,52	+ 0,99	28,0
	Крузер	5,25	+ 1,60	43,8	4,89	+ 1,36	38,5
	Баритон	3,94	+ 0,29	08,0	3,71	+ 0,18	05,1
НСР ₀₅		0,37			0,43		

В варианте с Крузером его урожайность составила 5,25 т/га в 2015 г. и 5,09 в 2016 г. Фараон уступает по продуктивности Спартаку. Наибольшая урожайность получена при обработке семян Ламадором (3,79 т/га в 2015 г., 3,62 т/га в 2016 г.). Максимальная

урожайность Софьи составила (3,57 т/га в 2015 г., 3,34 т/га в 2016 г.). Показатели элементов структуры урожая и урожайность в 2015 году заметно выше, чем в 2016 г. Под влиянием погодных условий 2016 года в период вегетации посеvy гороха, а также зерновых колосовых сильно пострадали от эпифитотий ржавчины.

В лабораторных условиях протравители по-разному влияли на всхожесть семян (табл. 3). Сортовая реакция гороха проявилась при определении всхожести обработанных и полученных семян. Всхожесть семян Софьи в контрольном варианте и при обработке Крузером составляла 100%. Препараты Баритон и Ламадор оказали ингибирующее действие на семена данного сорта; поскольку здесь всхожесть обработанных семян – 98%, что на 2% меньше, чем в контроле. Одна из возможных причин снижения всхожести – фитотоксичность препаратов, которая проявляется в их ретардантном действии на длину coleoptilia и развитие всходов. Всхожесть полученных семян у сорта гороха Софья по всем препаратам предпосевной обработки превышала контроль на 1,7%-2,9%.

Таблица 3

Влияние системных фунгицидных протравителей на лабораторную всхожесть семян гороха

Варианты	Сорта					
	Фараон		Спартак		Софья	
	обработ. семена	полученные семена	обработ. семена	полученные семена	обработ. семена	полученные семена
Контроль	97,5	97,5	97,5	97,7	100	96,0
Баритон	98,5	97,5	99,5	97,9	98,0	97,7
Ламадор	98,0	98,4	100	98,2	98,0	98,7
Крузер	98,0	98,9	98,0	97,7	100	98,9

Все фунгицидные протравители системного действия оказали положительное влияние на всхожесть семян гороха Спартак и Фараон. В сравнении с контролем, она увеличилась на 0,5%-2,5% и 0,5%-1,0% соответственно. Всхожесть полученных семян у Фараона в вариантах с Ламадором и Крузером превышала контроль на 0,9%-1,4%. Последствие Баритона не сказалось на качестве семян. Их всхожесть осталась на уровне контроля – 97,5%. У Спартака тенденция к увеличению процента всхожести наблюдалась в вариантах с Баритоном и Ламадором. Крузер не проявил своего последствие на Спартаке.

Последствие предпосевной обработки положительно отразилось на качестве и жизнеспособности семян нового урожая. Всхожесть полученных семян в варианте с Ламадором по всем сортам превышала контроль. Положительное влияние Баритона проявилось на Спартаке и Софье. Крузер увеличил всхожесть полученных семян у Фараона и Софьи.

Таким образом, предпосевная обработка семян гороха – обязательный агротехнический приём. Использование системных фунгицидов способствовало повышению всхожести обработанных и полученных семян, а также повышению урожайности всех изученных в опыте сортов гороха. Выявлена сортовая реакция растений. Полученные результаты свидетельствуют о том, что препарат для предпосевной обработки семян гороха следует подбирать индивидуально не только для культуры в целом, но и для каждого сорта в частности.

Литература

1. Лаптев А.Б., Кунгурцева О.В. Предпосылки и основы химической защиты гороха от болезней. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. – № 2. – С. 99-103.
2. Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Проблемы биологического потенциала растения – актуальная проблема селекции гороха. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. – № 4. – С. 9-15.
3. Фицев А.И. Проблемы и перспективы кормового белка в России. // Кормопроизводство. – 2004. – № 3. – С. 25-29.
4. Вавилов Н.И. Иммуитет растений к инфекционным заболеваниям. – М.: Наука, – 1986. – 520 с.

5. Говоров Д.Н., Живых А.П., Щетинин П.Б. Все высеваемые семена должны быть обеззаражены // Защита и карантин растений. 2016. – № 8. – С. 6-8.
6. Семенина Т.В. Высевать только протравленные семена! // Защита и карантин растений. 2008. – № 8. – С. 43-44.
7. Дебелый Г.А., Мерзликин А.С. Зернобобовые и пшеница в решении проблемы белка для продовольствия и кормов РФ // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. – № 2. – С. 99-103.
8. Немченко В.В. Протравливание семян – первая ступень получения защищенного и продуктивного агроценоза. // Защита и карантин растений. 2014. – № 3. – С. 22-23.

USE OF NEW FUNGICIDAL DISINFECTANTS IN PRESOWING TREATMENT OF PEA SEEDS

V.I. Murzenkova, N.A. Chernenkaya
FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE
OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The paper presents the results of studies on the use of systemic fungicidal disinfectants on three varieties of peas of local breeding (Sof'ya, Faraon, Spartak). The varietal reaction of the crop was revealed as a result of the selective effect of the preparations on the germination of the treated and obtained seeds, as well as on the structure of the crop and the yield.*

Keywords: peas, variety, pre-sowing treatment, system fungicides, crop structure, seed germination.

УДК 633.12:631.527

ЭЛЕМЕНТЫ ГЕНЕТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ РАЗЛИЧИЙ МЕЖДУ *FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH И *F. HOMOTROPICUM* OHNISHI, И НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЖВИДОВОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ В СЕЛЕКЦИИ ГРЕЧИХИ ОБЫКНОВЕННОЙ

А.Н. ФЕСЕНКО, И.Н. ФЕСЕНКО, доктора биологических наук
Н.Н. ФЕСЕНКО, кандидат биологических наук
О.В. БИРЮКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»
E-mail: ivanfesenko@rambler.ru

*Изучено наследование различий между *Fagopyrum esculentum* и *F. homotropicum* по ряду признаков, существенных для селекции (масса 1000 семян, число узлов в зоне ветвления стебля, каемчатость семян). Дикий вид несет доминантные минус-аллели в локусах, контролирующих варьирование по массе 1000 семян. Межвидовые различия по числу вегетативных узлов на стебле наследовались аддитивно. Ген, доминантный аллель которого определяет каемчатость семян сцеплен с локусом D(DET), мутация по которому определяет детерминантный тип роста побегов. Протестированы новые подходы к ускорению селекционной проработки популяции межвидовых гибридов. Индетерминантные межвидовые гибриды пересеивали в полевых условиях с высокой нормой высева (3 млн семян на гектар) и убирали в оптимальные для среднеспелых сортов гречихи сроки. Отбор по признакам габитуса не проводили, чтобы максимально сохранить генетическое разнообразие гибридов. В результате трёх посевов значительно возросла доля более скороспелых (4-5 узлов ЗВС) морфотипов. Детерминантные межвидовые гибриды высевали в полевых условиях рядовым способом в смеси с семенами индетерминантного сорта Молва. Жесткая конкуренция с более высокорослыми индетерминантными растениями в условиях плотного ценоза*

обеспечивала выбраковку наименее конкурентоспособных генотипов; наличие морфологического маркера (детерминантный тип роста) позволяло удалить из популяции индетерминантные гибриды с сортом Молва. Следующим этапом был пересев потомств и отбор длинностолбчатых растений (дающих потомство только от перекрестного опыления) с целью снятия инбредной депрессии и рекомбинации благоприятных аллелей. Проведение трёх циклов такого отбора позволило не только существенно сократить потенциал ветвления растений и продолжительность их вегетации, но и увеличить высоту растений и число соцветий на побегах до уровня сорта Дикуль.

Ключевые слова: гречиха, селекция, межвидовая гибридизация, адаптация, масса 1000 семян.

Межвидовая гибридизация с диким автогамным видом *Fagopyrum homotropicum* рассматривается как перспективный инструмент селекции гречихи [1-4], в первую очередь, на повышение устойчивости к инбредной депрессии [5]. Кроме того, дикий вид обладает некоторыми свойствами, которые могли бы повысить эффективность гречихи обыкновенной как возделываемого вида, например, высокий гомеостаз формирования плода, сниженная ремонтантность на уровне соцветия [6-8]. С другой стороны, для дикого вида характерен ряд признаков, несовместимых с современными представлениями о возделываемой гречихе (мелкозёрность, позднеспелость и др.). Для повышения эффективности использования в селекционной программе вида *F. homotropicum* в 1996-2016 гг. было проведено генетическое изучение межвидовых различий по ряду признаков, а также испытаны методы ускорения адаптации межвидовых гибридов, предполагающие минимизацию потери генетического материала дикого вида в прорабатываемой популяции. В статье приведены результаты этой работы.

Материалы и методика

Растительный материал.

F. esculentum: сорта Молва (индетерминантный морфотип), Деметра и Дикуль (детерминантный морфотип); гомостильная линия кк-2.

F. homotropicum: образец (линия) С9139 из коллекции университета Киото.

Межвидовые гибриды в комбинациях Молва × С9139, Дикуль × С9139, кк-2 × С9139.

Методика.

Исследования проводили в полевых условиях. Для характеристики архитектоники вегетативной системы гибридов определяли число вегетативных узлов на стебле, ветвях первого порядка В1, В2 и т.д. (соответственно, первой, второй и т.д. ветвях; счет ветвей сверху вниз). Анализировали не менее 100 растений гибридных популяций, выращенных в условиях широкорядного (10 × 30см) посева. По результатам анализа рассчитывали метамерийную формулу популяции (средневзвешенное число узлов на стебле и ветвях первого порядка): Стебель+В1+В2+В3...В7. Урожайность оценивали по методике конкурсного сортоиспытания: посев рядовой, учетная площадь делянки 10 м², повторность 4-кратная.

Для экспресс-анализа генетического контроля количественных признаков использован алгоритм Н.А. Соболева (1976).

Результаты и обсуждение.

Генетический анализ межвидовых различий по числу метамеров зоны ветвления стебля и массе 1000 семян.

Дикий вид несет доминантные минус-аллели в локусах, контролирующих изменчивость размера зерен. Однако в F₁ сверхдоминирование малого значения признака компенсировалось более сильным противоположным эффектом неаллельных взаимодействий, и масса 1000 зерен была ближе к показателю *F. esculentum*, чем к *F. homotropicum* (табл. 1).

Число вегетативных узлов на стебле наследуется аддитивно (различия между средними значениями признака у гибридов первого и второго поколений недостоверны) (табл. 1).

Таблица 1

Генетический контроль некоторых количественных различий между *F. esculentum* (P₁) и диким видом *F. homotropicum*, линия С9139 (P₂) (1996 г.)

Показатель	Признак	
	масса 1000 зерен, г	число узлов в зоне ветвления стебля, шт.
P ₁ (средняя)	21,5±0,34	5,0±0,08
P ₂ (средняя)	15,4±0,17	9,5±0,12
F ₁ (средняя)	20,1±0,16	7,6±0,14
F ₂ (средняя)	17,0±0,23	7,7±0,08
Мера доминирования	-2,44	0,62
Мера эпистаза	2,98	-0,51
Приблизительное число генов	4	3

Это свидетельствует о возможности достаточно эффективного отбора морфотипов с оптимальным числом вегетативных узлов на стебле и крупностью зерна в ранних поколениях межвидовых гибридов, однако, поскольку число генов, участвующих в расщеплении, как правило, велико, то для обнаружения растений с искомым фенотипом требуется проработка большой выборки растений.

Сцепление генов детерминантного типа побегов и каемчатости плодов. Альтернатива «каемчатые / не каемчатые семена» контролируется одним локусом (118 каемчатых: 47 не каемчатых, $\chi^2=1,07$; P=0,30), сцепленным с геном *D(DET)*, мутация по которому определяет детерминантный тип роста побегов (Фесенко Н.В., 1968; Ohnishi O, 1990): при скрещивании детерминантной формы *F. esculentum* с *F. homotropicum* в F₂ было получено 122 растения индетерминантного типа (из них 114 – с каемчатыми плодами и 8 – с обычными) и 43 растения детерминантного типа (из них 4 – с каемчатыми плодами и 39 – с обычными). Частота рекомбинации между ними составила 2,8%. Сцепление этих признаков увеличивает долю детерминантов с не каемчатыми плодами в прорабатываемой популяции, и упрощает отбор таких растений.

Новые подходы к созданию популяций межвидовых гибридов, соответствующих современным представлениям о возделываемой гречихе.

Индетерминантные гибриды сохранили основные недостатки *F. homotropicum*: позднеспелость, усиленный рост ветвей и др. В силу этого, к моменту созревания районированных в Орловской области сортов гречихи гибриды не успевали сформировать достаточный урожай семян, несмотря на хорошую озерненность.

Для адаптации межвидовых гибридов с индетерминантным типом роста мы использовали пересев гибридов в полевых условиях с повышенной нормой высева (3 млн всхожих зерен на гектар) и уборкой в оптимальные для среднеспелых сортов гречихи сроки. Отбор по признакам габитуса не проводили, чтобы максимально сохранить генетическое разнообразие гибридов. Морфологический анализ растений исходной популяции и популяций, прошедших адаптацию к полевым условиям, показал, что в результате трёх пересевов значительно возросла доля более скороспелых (4-5 узлов ЗВС) морфотипов в популяциях, что обеспечило существенное сокращение потенциала ветвления растений (табл. 2). Полученные данные подтверждают сделанный нами ранее вывод о том, что основным адаптивным механизмом, обеспечивающим повышение скороспелости природных популяций гречихи, является редукция потенциала ветвления растений [9-11].

Таблица 2

Архитектоника вегетативной сферы межвидовых гибридов (*F.esculentum* × *F.homotropicum*) индетерминантного типа (2008 г.)

Популяция	Среднее число вегетативных узлов, шт.			Метамерийная формула популяции
	на стебле	на ветвях	на растении	
исходная	6,7	16,0	22,7	6,7+3,0+3,4+3,4+3,1+2,0+0,8+0,2+0,1
1 пересев	5,9	14,9	20,8	5,9+2,7+3,1+3,5+2,7+1,8+0,9+0,3+0,1
2 пересева	5,7	13,1	18,8	5,7+2,5+2,9+3,1+2,2+1,7+0,6+0,2
3 пересева	5,5	12,0	17,5	5,5+2,4+2,8+3,1+2,2+1,2+0,2

Урожайность адаптированной популяции возросла почти в 3 раза, однако уровень ее не превысил 40% от сорта-эталона (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность межвидовых гибридов гречихи (2008 г.)

Сортообразец	Урожайность	
	т/га	% от стандарта
Молва (эталон)	2,58	-
F ₅ (<i>F.esculentum</i> × <i>F.homotropicum</i>) – неадаптированная популяция	0,35	13,6
F ₈ (<i>F.esculentum</i> × <i>F.homotropicum</i>), 3-кратный пересев в полевых условиях	1,02	39,5
HCP ₀₅	0,353	-

Детерминантные гибриды оказались значительно менее пригодными для селекции, чем индетерминантные: детерминантные растения формировали только 1-2 соцветия на побеге [12] и отличались низкорослостью (не выше 30-40см), обильным ветвлением и крайне низкой зерновой продуктивностью.

Для их улучшения был применен следующий метод. Семена гомостильных растений межвидовых гибридов высевали в полевых условиях рядовым способом в смеси с семенами индетерминантного сорта Молва. Жесткая конкуренция с более высокорослыми индетерминантными растениями в условиях плотного ценоза обеспечивала выбраковку наименее конкурентоспособных генотипов; наличие морфологического маркера (детерминантный тип роста) обеспечивало выбраковку переопылившихся растений в потомстве. Следующим этапом был пересев потомств и отбор длинностолбчатых растений (дающих потомство только от перекрестного опыления) с целью снятия инбредной депрессии и рекомбинации благоприятных аллелей. После этого следовал следующий цикл отбора. Вектор отбора в таких условиях направлен на повышение общей мощности растений. Большой объем прорабатываемой популяции (4-5 тысяч растений) обеспечивает высокую вероятность отбора продуктивных генотипов, а использование самоопыления повышает вероятность закрепления лучших генетических комбинаций.

Проведение трёх циклов такого отбора позволило не только существенно сократить потенциал ветвления растений (табл. 4) и продолжительность их вегетации, но и увеличить высоту растений и число соцветий на побегах до уровня сорта Дикуль.

Таблица 4

Архитектоника вегетативной сферы растений межвидового гибрида (*F.esculentum* × *F.homotropicum*) детерминантного типа (2015 г.)

Популяция	Среднее число вегетативных узлов, шт.			Метамерийная формула популяции
	на стебле	на ветвях	на растении	
исходная	7,1	22,1	29,2	7,1+2,4+2,8+3,3+3,6+3,5+3,1+1,9+0,9+0,4+0,2
проработанная	5,7	15,8	21,5	5,7+2,7+3,0+3,4+3,6+2,5+0,5+0,1

Созданная в результате такой селекции гомостильная популяция в 2015 году достоверно не отличалась по уровню урожайности от сорта-эталона Дикуль (табл. 5). В 2016 году различия были достоверными, но за счет более высокой урожайности сорта-эталона урожайность популяции гибридов осталась на том же уровне.

Таблица 5

Урожайность межвидовых гибридов гречихи детерминантного типа

Год	Сортообразец	Урожайность	
		т/га	% от эталона
2015	Дикуль (эталон)	1,82	-
	F ₁₁ (<i>F.esculentum</i> × <i>F.homotropicum</i>), 3-кратный отбор в условиях конкуренции с сортом	1,62	89,0
	НСР ₀₅	0,251	-
2016	Дикуль	1,95	-
	F ₁₂ (<i>F.esculentum</i> × <i>F.homotropicum</i>)	1,61	82,6
	НСР ₀₅	0,272	-

Таким образом, отбор в условиях жесткой конкуренции со стороны более адаптированных растений культурной гречихи может служить эффективным методом ускорения селекционной проработки популяций, полученных на основе гибридизации с диким видом.

Литература

1. Campbell C. Interspecific hybridization in the genus *Fagopyrum* // Proc. 6th Intl. Symp. Buckwheat at Ina. – 1995. – V.1. – P. 255-263.
2. Wang Y.J., Campbell C. Interspecific hybridization in buckwheat among *Fagopyrum esculentum*, *F. homotropicum* and *F. tataricum* // Proc. 7th Intl. Symp. Buckwheat at Winnipeg. – 1998. – Part 1. – P. 1-12.
3. Wang Y., Scarth R., Campbell C. Comparison between diploid and tetraploid forms of *Fagopyrum homotropicum* in intraspecific and interspecific crossability and cytological characteristics // *Fagopyrum*. – 2002. – V.19. P.23-29.
4. Wang Y.J., Campbell C. Buckwheat production, utilization and research in China // *Fagopyrum*. – 2004. – V.21. – P. 123-133.
5. Фесенко А.Н. Использование межвидовой гибридизации для повышения устойчивости гречихи к инбридингу // Доклады РАСХН. – 2007. – № 2. – С. 9-11.
6. Фесенко А.Н., Фесенко Н.Н. Использование межвидовой гибридизации в селекции гречихи посевой // Доклады РАСХН. – 2002. – № 5. – С. 11-13.
7. Фесенко Н.В., Фесенко А.Н., Фесенко И.Н., Мартыненко Г.Е., Цуканова З.Р., Анисимов И.П., Гуринович И.А. Новые методы создания скороспелых сортов гречихи // Вестник ОрелГАУ. – 2009. – № 3. – С.26-29.
8. Фесенко И.Н., Фесенко А.Н. Генетический анализ некоторых последствий эволюции дикого автогамного вида *Fagopyrum homotropicum* Ohnishi и возделываемого перекрестноопылителя *F. esculentum* Moench // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № (7). – С. 19-25.
9. Фесенко Н.В., Фесенко А.Н., Романова О.И. Морфологическая структура популяций как основной элемент функциональной системы экологической адаптации гречихи обыкновенной *Fagopyrum esculentum* Moench. // Вестник ОрелГАУ. – 2010. – №4. – С.47-52.
10. Фесенко Н.Н., Романова О.И., Мартыненко Г.Е., Фунатзуки Х. Экологическая изменчивость архитектуры российских и японских сортов гречихи // Аграрная Россия. – 2002. – №1. – С. 68-72.
11. Fesenko A.N., Fesenko N.N., Romanova O.I., Fesenko I.N. Crop Evolution of Buckwheat in Eastern Europe: Microevolutionary trends in the secondary center of buckwheat genetic diversity. In: M. Zhou, I. Kreft, S.-H. Woo, N. Chrungoo, G. Wieslander (eds.), *Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat*. 2016. Chapter 8, –P. 99-107.
12. Фесенко А.Н., Фесенко И.Н., Бирюкова О.В., Шипулин О.А. Генетический контроль числа соцветий на побегах детерминантной формы гречихи.// Доклады РАСХН. – 2010. – № 1. – С. 9-10.

ELEMENTS OF THE GENETIC CONTROL OF THE MORPHOLOGICAL DIFFERENCES BETWEEN *FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH AND *F. HOMOTROPICUM* OHNISHI, AND SOME RESULTS OF THE USE OF INTERSPECIFIC HYBRIDIZATION IN BREEDING OF COMMON BUCKWHEAT

A.N. Fesenko, I.N. Fesenko, N.N. Fesenko, O.V. Biryukova

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

Abstract: *The genetic control of differences between *Fagopyrum esculentum* and *F. homotropicum* has been studied on a number of features that are significant for breeding (1000 seed weight, number of vegetative nodes on main stem, winged/non-winged seeds). A wild species carries dominant minus-alleles at loci controlling the variation in weight of 1000 seeds. Interspecies difference in the number of vegetative nodes on stem was inherited additively. The gene, the dominant allele of which determines the winged seeds, is linked to the locus D (DET) which mutation determines the determinate growth habit. New approaches have been tested to accelerate selection in population of interspecific hybrids. Indeterminant hybrids were sown in the field with a high seeding rate (3 million seeds per hectare) and were harvested in time which is optimal for medium-ripening buckwheat varieties. Any selection was not carried out to maximally preserve the genetic diversity of the hybrids. The manipulations during three generations allowed to significantly increase the share of the earlier (4-5 vegetative nodes) morphotypes. Determinant interspecific hybrids were drilled in the field in a mixture with seeds of the indeterminant variety Molva. Strong competition with taller indeterminant plants in conditions of dense cenosis ensured the culling of the least competitive genotypes; the presence of a morphological marker (determinate type of growth) made it possible to remove indeterminant hybrids with the Molva variety from the population. The next stage was the sowing of the progenies and selecting plants with pin flowers (which progenies are only from cross-pollination) in order to avoid inbreeding depression and for recombination of favorable alleles. Three cycles of such selection allowed not only to significantly reduce both the potential of branching of plants and the duration of their vegetation, but also to increase the height of plants and the number of inflorescences on shoots up to the level of variety Dikul.*

Keywords: buckwheat, breeding, interspecific hybridization, adaptation, weight of 1000 seeds.

УДК 635.58(470. 319)

ОПЫТ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ В РАЗРАБОТКЕ И ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ БИОЛОГИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В.Т. ЛОБКОВ, доктор сельскохозяйственных наук
ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГАУ ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»

Вопросы энерго- и ресурсосбережения, экологической устойчивости земледелия вышли в современной агрономии на первое место. В поиске их решения в науке сформировалось новое направление – биологизация земледелия, предполагающее решение указанных проблем на основе активизации биологических процессов воспроизводства агроэкологических ресурсов.

Данное направление развивается и в России. Однако если в развитых странах распространение биологического земледелия имеет в своей основе перепроизводство сельхозпродукции, то у нас объективно идет процесс сокращения средств химизации из-за их дороговизны. Использование биологических методов здесь является антикризисным фактором в АПК.

Значительный научный задел и практический опыт в этом направлении накоплен в Орловской области. Производство зерна в регионе в последние два года превышает 3 т на душу населения. Это самый высокий показатель в Российской Федерации. Достигнутый уровень является рекордным для Орловщины: в конце 80-х годов прошлого столетия земледельцы лишь в отдельные годы производили более 2 млн. т зерна, сейчас – стабильно более 3 млн. тонн. При этом решение ключевой проблемы земледелия и всей сельскохозяйственной отрасли увеличение производства зерна осуществляется при

значительно меньших затратах антропогенных и финансовых ресурсов. Например, к 90-му году внесение минеральных удобрений на один гектар достигало 180 кг/га, в т.ч. под зерновые – 160 кг/га. В настоящее время этот показатель меньше. Затраты ГСМ также существенно уменьшились.

Это говорит о том, что в области начали давать реальную отдачу принципиально новые энерго- и ресурсосберегающие, экологически сбалансированные системы земледелия, основанные на активизации биологических факторов. Они разработаны на основе многолетних исследований, которые проводились в рамках Программ фундаментальных и приоритетных прикладных исследований РАСХН по научному обеспечению агропромышленного комплекса Российской Федерации, а также при финансовой поддержке, получаемой в результате работы по различным грантам и хозяйственным НИР. Важное значение при этом имеет финансовая поддержка областной администрации в 2013 году, когда в рамках многопрофильного гранта для подведения итогов научных исследований были выделены средства для обобщения многолетних исследований в рамках темы «Разработка и практическая реализация биологизированных систем земледелия, обеспечивающих существенное снижение энерго- и ресурсозатрат и экологостабилизирующий эффект в агроэкосистемах». На основании результатов выполнения этой темы практически была сформирована новая система земледелия для Орловской области.

Теоретико-методологической базой биологизированной системы земледелия являются результаты экспериментов, проведенных в Орловском государственном аграрном университете, во Всероссийском НИИ зернобобовых и крупяных культур, ВНИИСПК, а также в условиях реального производства. С 1995 года было заложено 26 стационарных и временных полевых опытов, были также обобщены экспериментальные данные Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции (более чем за 100-летний период) и Новосильской ЗАГЛОС (более чем за 70 лет), данные государственной метеорологической службы, статистические материалы.

Был также проведен анализ достижений научных школ в мировой агрономической науке, который показал, что биологизация является одной из доминирующих тенденций в современном мировом земледелии. При этом был уточнен категориально-понятийный аппарат. Под биологизацией земледелия следует понимать интенсификацию и максимальное использование биологических факторов в системах земледелия. Биологизация – одно из направлений экологизации земледелия. Разработана классификация биологических факторов и способы их интенсификации (табл.).

Биологизация имеет перспективу для стран самого различного уровня развития. Так, в условиях высокоинтенсивного земледелия переход на преимущественно биологические методы позволяет ослабить экологические проблемы. В экономически слабых государствах овладение биологическими способами ведения земледелия создает условия для решения продовольственной проблемы.

Применение факторов биологизации земледелия в почвозащитном земледелии должно увязываться с дифференциацией использования пашни. Это позволяет реализовать дополнительные возможности для производства экологически чистой продукции и обеспечить направленность комплекса мер биологического характера на предотвращение деградации почвенного покрова. При этом в основе должны находиться показатели интенсивности использования пашни, комплексы мероприятий по повышению эрозионной устойчивости земель, методика определения оптимальной доли многолетних трав по критерию эрозионной опасности рельефа землепользования. На данных принципах определены объемы полевого травосеяния по районам и хозяйствам Орловской области.

Исследования в ряде хозяйств Орловской, а также Липецкой, Воронежской и Курской областей показали, что устойчивость почв к утомлению уменьшилась. В связи с этим разработаны севообороты, которые нашли применение в Орловской области.

**Основные биологические факторы в системах земледелия
и способы их интенсификации**

Биологические факторы	Способы интенсификации биологических факторов
Максимализация образования фитомассы в агроэкосистемах	Повышение коэффициента использования пашни, высокостебельные сорта культурных растений, использование физиологически активных веществ
Вовлечение биомассы в биологический и внутрихозяйственный оборот	Сидерация, использование побочной продукции на удобрение, животноводство
Оптимизация почвенных биологических процессов	Регулирование поступления органического вещества в почву по количеству и качеству, обработка почвы
Азотфиксация	Увеличение бобовых в структуре посевных площадей, посев видов с высокой азотфиксирующей способностью, интенсификация несимбиотической и ассоциативной азотфиксации, бактериальные удобрения
Аллелопатическое состояние почвенной среды	Чередование культур, формирование посевного слоя с исключением возможности накопления токсинов в зоне заделки семян, использование аллелопатических эффектов
Активизация процессов разложения фосфорорганических соединений	Бактериальные удобрения, фитомелиорация
Разложение калийсодержащих минералов	Фитомелиорация
Оптимальное фитосанитарное состояние посевов	Чередование культур, уничтожение инфекционного начала агротехническими средствами, использование биологических средств защиты, фитоценологический фактор

Разработана методическая и нормативная основа для автоматизированного проектирования севооборотов в системах земледелия сельскохозяйственных предприятий и организаций Орловской области.

Центральное звено биологизации представляют вопросы разработки системы воспроизводства плодородия почвы на основе повышения экологической емкости агроэкосистем и оптимизации её биологической активности. Разработаны новые способы, защищенные патентами РФ, по предотвращению негативных явлений вследствие контакта растительных остатков с семенами культурных растений, по повышению эффективности использования сидерации, а также новое органическое удобрение, улучшающее действие фитомассы бобовых и злаковых культур.

Существенно изменены устоявшиеся представления о механизме положительного действия свежей биомассы на баланс гумуса: наличие в почве свежего изменяет направленность почвенных биологических процессов в сторону активизации разложения негумифицированной органики, благодаря чему минерализация гумуса существенно замедляется, что создает условия для его сохранения

Разработаны приемы интенсификации симбиотической азотфиксации, которые при применении в хозяйствах области повышали урожай гороха на 5-10 ц/га при малых дополнительных затратах.

Один из местных резервов новых удобрений – цеолиты, месторождение которых разрабатываются в Хотынецком районе Орловской области.

В биологизированных системах земледелия обосновано эколого-стабилизирующее значение кормовых культур, приведены элементы разработанных технологий возделывания промежуточных культур. Большое внимание уделено средообразующей роли зернобобовых культур, которые в Орловской области стали серьезным фактором биологизации земледелия.

При этом впервые установлена следующая особенность: чем ближе данный вид культурного растения к диким формам, тем меньше его реакция на дифференциацию пахотного слоя (многолетние травы, злаки). Чем более в результате селекционной работы данная культура отделилась от диких форм, тем больше ее потребности в гомогенном по плодородию пахотном слое (корнеплоды). Применительно к проблеме биологизации используются рекомендации по минимализации обработки, снижению уплотняющего действие ходовых частей тракторов и другой сельскохозяйственной техники и орудий, которое может свести на нет положительное действие на микрофлору такого мощного фактора, как удобрения.

Внедрения биологизированных систем земледелия в Орловской области осуществляется в рамках глубокого реформирования АПК. Концепция биологизации земледелия была разработана учеными Орловской области в начале 90-х годов, на первых этапах реформирования. Основная идея концепции – уменьшение антропогенных затрат в земледелии.

Начиная практическую работу, ученые исходили из того, что реализация концепции биологизации земледелия связана с решением ряда задач и не может быть достигнута одномоментно. На первых этапах в области были созданы условия для решения тех вопросов, которые не требуют существенной перестройки технологических процессов и организации производства.

При этом был сделан упор на полевое травосеяние. Наряду с многолетними травами серьезным фактором биологизации стали зернобобовые культуры, особенно новые сорта гороха. В результате появились возможности замены части азота минеральных удобрений на азот биологический. С учетом проведенных расчетов была поставлена задача за счет азотфиксации увеличить в два раза использование азота, не прибегая к закупкам минеральных удобрений. Экономия финансовых средств в настоящее время достигает около 100 млн. рублей в год.

Реализация концепции биологизации земледелия позволила уменьшить остроту проблемы защиты почв от эрозии. Была разработана программа увеличения ежегодных посадок леса до 4-5 тысяч гектаров, которая успешно выполняется. Составной частью экологического каркаса стал созданный Постановлением Правительства Российской Федерации № 6 от 9.01.1994 г. Национальный парк «Орловское Полесье».

Была проведена большая работа по расширению площадей промежуточных культур. Важную роль при этом сыграли разработанные авторами технологии возделывания промежуточных культур в севооборотах для условий Орловской области.

Многое сделано по изменению отношения к использованию нетоварной части урожая. Большая внедренческая работа, подготовленные конкретные практические рекомендации позволили за счет использования нетоварной части урожая на удобрения сэкономить более 200 млн. руб. на закупку удобрений и использовать эти средства на другие цели.

Было рекомендовано расширить площади посева сидеральных культур. К 2013 году регион приблизился к рекомендуемому показателю. 1,9-2 млн. тонн зеленой фитомассы, которые поступают в почву ежегодно создают условия для оздоровления фитопатогенной обстановки, снижения темпов минерализации гумуса, что способствовало уменьшению потерь гумусного фонда примерно на 80 кг/га в год.

За счет минимализации обработки почвы и совершенствования структуры посевных площадей существенно сокращены энергетические затраты в земледелии. Экономия эквивалентна 25 тыс. тонн дизельного топлива, а в перспективе эта цифра достигнет 30 тыс.

В целом за последние годы по всем возделываемым культурам произошла сортосмена, а в сортоиспытании – замена стандартов. Внедрение новых высокоэффективных сортов зерновых культур позволило получить значительный экономический эффект.

На всех этапах работы осуществлялось научное сопровождение. В области сформировался мощный научный потенциал, органично связанный с сельскохозяйственным производством. Работа ученых различных научных учреждений сельскохозяйственного профиля скоординирована в рамках научно-образовательного комплекса.

В целом комплексное применение факторов биологизации позволило выйти на бездефицитный баланс гумуса в почве и существенно уменьшить разорванность круговорота питательных веществ на уровне области.

Таким образом, в условиях необходимости экономии ресурсов и финансов повышается роль биологических факторов в системах земледелия. С их помощью не только осуществляется экологизация использования земли, но и достигается экономия антропогенных ресурсов.

Широкое применение факторов биологизации земледелия в Орловской области позволили добиться существенного снижения затрат минеральных удобрений (более чем на 30%), ГСМ (на 40%), гербицидов (на 20%). Экономический эффект – более 1млрд.руб. в год, или почти 5тысяч рублей на гектар пашни.

Базовые хозяйства, выбранные для эксперимента, стали к настоящему времени одними из лучших сельхозпредприятий России.

EXPERIENCE OF THE ORYOL REGION IN THE DEVELOPMENT AND PRACTICAL IMPLEMENTATION OF BIOLOGIC SYSTEMS OF AGRICULTURE

V.T. Lobkov

**RUSSIAN HE OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY
NAMED AFTER N.V. PARAKHIN**

УДК 574.22

ТЕОРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НИШИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВИДОВ В ГЕТЕРОГЕННОМ АГРОЦЕНОЗЕ

А.С. КОНОНОВ, Н.М. БЕЛОУС, В.Е. ТОРИКОВ, О.В. МЕЛЬНИКОВА,

доктора сельскохозяйственных наук

О.Н. ШКОТОВА, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

E-mail: torikov@bgsha.com

В большинстве случаев сосуществующие виды в одном трофическом уровне из-за конкурентной неспособности захватить экологические ресурсы, которых часто не хватает, должны смириться с «соседями» и «подвинуться», т.е. сместить свою экологическую нишу. В земледелии гарантией стабильности и высокой продуктивности агроценоза должна быть его гетерогенность теоретической основой, которой является теория экологических ниш. Не только соотношение компонентов, но и видовой состав агроценоза имеет первостепенное значение при конструировании гетерогенных посевов. Чем больше экологически удалены виды такого сообщества растений, тем меньше между ними конкуренция за факторы жизни. Важным принципом подбора компонентов при конструировании гетерогенного агроценоза является подбор биологически отдаленных видов, которые могут в гетерогенных агроценозах изменять взаимоотношения от конкуренции к взаимодополнению. Как правило, это бобово-мятликовые виды в гетерогенных агроценозах.

Изучение посевных соотношений в агроценозе яровой пшеницы и люпина узколистного показало, что наиболее оптимальными являются посевные смеси, включающие высев 0,8-1,0 млн. всхожих семян люпина узколистного и 1,6 млн. всхожих семян яровой пшеницы обеспечивающие наиболее высокий выход зерносмеси и белка с гектара посева.

Оценка взаимодействий показала, что не установлено четких тенденций изменения взаимодействий в зависимости от норм высева компонентов, однако хорошо проявляется закономерность – с увеличением плотности посева напряженность взаимодействия и конкурентные отношения между видами, особенно со стороны наиболее агрессивного вида возрастают.

Ключевые слова: экологическая ниша, гетерогенный агроценоз, бобово-мятликовые виды, люпин, яровая пшеница.

Современное сельское хозяйство стоит перед проблемой – нарушение экологических правил, введение монокультуры (бесменные и одновидовые посевы), хотя природные экосистемы не терпят монокультуры. В сельскохозяйственном производстве гарантией стабильности и высокой продуктивности агроценоза должна быть его гетерогенность. Отсюда можно сделать предположения о направленности будущих изменений в ведении сельского хозяйства, а именно необходимы изменения во всем, что ведет к монокультуре.

Современные теоретические основы концепции экологических ниш оказались очень плодотворными для понимания процессов экологизации земледелия, в частности законов совместной жизни видов, которая связала воедино представления об экологической нише, конкуренции, теории естественного отбора и стала одной из центральных в изучении агроэкосистем (Robert Mac-Arthur (1972), Юджин Одум (1975), George Hutchinson (1978), Роберт Уиттекер (1980), Эрик Пианка (1981), Michael Begon с соавторами (1986), Пауль Джиллер (1988), Б.М. Миркин с соавторами (1989), Н.Ф. Реймерс (1990). Представление об экологических нишах настолько фундаментально для всей природоохранной и природопользовательской деятельности (в том числе и для земледелия), что Э. Пианка (1981) даже высказал предположение, что всю экологию можно рассматривать как науку об экологических нишах. В большинстве случаев сосуществующие виды в одном трофическом уровне из-за конкурентной неспособности захватить экологические ресурсы, которых часто не хватает, должны смириться с «соседями» и «подвинуться», т.е. сместить свою экологическую нишу. В противном случае один из видов будет вытеснен из ценоза. Подобное явление описывается принципом конкурентного исключения Гаузе (1934): два вида не могут устойчиво существовать в ограниченном пространстве экосистемы и смещают свои экологические ниши, если жизнедеятельность их ограничена каким-либо важным ресурсом, количество и (или) доступность которого лимитирована. С тех пор принцип конкурентного исключения, гласящий, что «полные конкуренты не могут существовать бесконечно», стал одним из главных догматов теоретической экологии и агроэкологии. Таким образом, если два вида сосуществуют, то между ними должно быть какое-то экологическое различие, а это означает, что каждый из них занимает свою особую нишу. Несмотря на достоинства одновидовых посевов: возможность большего сбора продукции данного вида с единицы площади, высокое качество продукции, технологичность посевов, А.А. Жученко (1990) выделяет две отрицательных черты, которые являются следствием их однородности:

- большая экологическая и генетическая уязвимость (эпифитотии) моноценозов;
- непредсказуемость погодных условий вегетационного периода, которая будет создавать серьезные трудности для формирования урожая культур, по крайней мере, на одном из «критических» этапов онтогенеза.

М.С. Соколов, О.А. Монастырский, Э.А. Пикушова (1994) отмечают, что самоуправление в искусственных системах субсистемами изнутри действует быстрее,

чем реакция внешних регуляторов на обратную связь и требует внесения определенных корректив. Вклад в сельскохозяйственное производство любых естественных саморегулирующихся процессов означает снижение затрат энергии и ресурсов на управление извне. Поэтому возделывание культур в смешанных агрофитоценозах – весьма перспективно в плане энергосбережения [1, 2, 3]. Под смешанными (гетерогенными) агрофитоценозами следует понимать искусственные фитоценозы, в которых совместно выращиваются несколько видов растений на единице площади.

Выращивание бобово-мятликовых гетерогенных агроценозов стабилизирует урожайность зерносмеси по годам. Величина вариации урожайности зерносмеси в гетерогенном посеве за 3 года составила 5%, тогда как в одновидовых посевах люпина она была 25%, а у яровой пшеницы в среднем 13% [4].

Расчеты академика А.А. Жученко (1990) показывают, что для повсеместного распространения евро-американской модели сельскохозяйственного производства потребовалось бы направлять в агропромышленный комплекс почти 80% мирового производства энергии, в то время как сейчас эти затраты не превышают 5%. В настоящее время в ведущих индустриальных странах мира наметилась устойчивая тенденция к пересмотру принципов ведения сельскохозяйственного производства, сопровождающаяся усиленным вниманием к разработке научных основ устойчивого, восстанавливающегося или экологически сбалансированного сельского хозяйства (*Sustainable agriculture*). Основным принципом такого ведения сельского хозяйства является принцип гетерогенности посевов.

Однако смешанные посевы или гетерогенные посевы, известные человеку с глубокой древности и в начале его земледельческой практики являлись основным приемом возделывания посевов, но до настоящего времени остаются в силу своей чрезвычайной сложности на уровне местного эмпирического опыта и часто не имеют надлежащего научного обоснования. Прежде всего, при конструировании гетерогенных агроценозов остается малоизученным вопрос взаимодействия видов и их конкурентоспособность, что во многом определяет урожайность агроценоза.

Материалы и методика исследований

Полевые эксперименты проводили на опытном поле, г. Брянск в 1991-1993 гг. в севооборотном поле, основой которого являлся трехпольный севооборот: яровая пшеница – люпин – ячмень. Для расположения повторений в опытах был использован рендомизированный метод. Изучение влияния посевных соотношений изучаемых видов растений на урожайность зерносмесей проводилось с использованием семян первого сорта люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) Брянский 123 и яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) Ленинградка. При закладке полевых опытов все приемы агротехники выполнялись в соответствии с известными агроправилами, обеспечивающими высокое качество полевых работ на опытных делянках. Общая площадь делянки при механизированном посеве сеялкой СН16П была 27 м², учетная – 25 м² при 4-х кратной повторности в опыте. Перед посевом под предпосевную культивацию с помощью НРУ-05 вносились минеральные удобрения: двойной суперфосфат в дозе Р₆₀ и хлористый калий в дозе К₉₀. Опытные участки имели выровненный рельеф и форму прямоугольника.

Для определения взаимодействия растений-компонентов гетерогенного агроценоза использовали уравнение, которое позволяет рассчитать показатель взаимодействия и уровень конкурентных отношений компонентов смеси по величине прибавки урожая Е₀.

Для двух компонентов смеси рассчитывали по формулам:

$$E_1=(A:2)-A_1,$$

где А – урожайность в одновидовом посеве первого компонента;

А₁ – урожайность первого компонента в смешанном посеве.

$$E_2=(B:2)-B_1,$$

где В – урожайность в одновидовом посеве второго компонента;

V_1 – урожайность второго компонента в смешанном посеве.

$$E_3 = E_1 + E_2,$$

где E_1 – прибавка или снижение урожайности первого компонента;

E_2 – прибавка или снижение урожайности второго компонента.

$$E_4 = (C_1 \times C_2) : 100,$$

где $C_1 \times C_2$ – произведение урожайности первого и второго компонентов смешанного посева.

$$E_0 = E_3 - E_4,$$

где если $E_0 \geq 0$ – рассчитанная сумма прибавок урожайности равна или больше 0, то взаимодействие компонентов благоприятное, а конкурентные отношения минимально низкие.

если $E_0 < 0$ – рассчитанная сумма прибавок урожайности меньше 0, то взаимодействие компонентов не благоприятное, а конкурентные отношения между видами растений максимально высокие.

Для закладки полевых опытов и статистической обработки экспериментальных данных использовали методику полевого опыта Б.А. Доспехова (1985). Учет урожая проводили методом сплошного обмолота делянки с помощью комбайна «Сампо».

Результаты исследований и их обсуждение

Современные селекционные сорта полевых растений, как правило, состоят из генетически идентичных особей и характеризуются слабой фенотипической вариацией. Выровненная популяция новых сортов неустойчива, так как мало пластична: все ее особи занимают одну и ту же нишу, одинаково реагируют на улучшение и ухудшение условий среды. Конкуренция внутри такой популяции максимальная, а свойство конкурентоспособности может быть выражено только при создании оптимума. Все особи такой популяции при неблагоприятных условиях одновременно погибают. Культурные растения различаются по своей конкурентоспособности (сила конкуренции). Среди культурных растений конкурентоспособность у зерновых и рапса (кроме первых фаз развития) выше, чем у пропашных культур. У зерновых она возрастает в следующем порядке: озимый ячмень < озимая пшеница < яровые зерновые < овес < озимая тритикале < озимая рожь.

При конкуренции в смешанных посевах за основные факторы жизни: (свет, вода, питательные элементы, пространство и др.) возникает острое соперничество за первоочередное и полное их использование. Виды растений, которые в состоянии полнее, быстрее и лучше использовать эти факторы жизни, занимают в результате доминирующее положение в агрофитоценозе.

Важнейшими факторами, влияющими на результат конкуренции между растениями за свет, являются: высота роста, степень покрытия поля, положение листьев, особенно листовой пластинки; при конкуренции за влагу: соотношение площади корней к площади вегетативной части растения, транспирационный коэффициент растений.

Конкурентные условия за элементы питания в большей степени определяются способностью корневых систем к быстрому поглощению в корнеобитаемом слое почвы наиболее доступных соединений азота, фосфора и калия, а также к способности корневых систем растворять и усваивать труднодоступные соединения элементов питания.

А.А. Ничипорович (1975) для характеристики степени взаимодействия растений в фитоценозе предложил показатель, названный им величиной ценотического действия (степень густоты посевов). Эта величина определяется как разность между общей сухой массой посева, выращенного при отсутствии ценотического взаимодействия между растениями, и общей сухой массой растений в посевах, содержащем такое же их число, но выращенном на заданной площади в условиях ценотического взаимодействия. Чем больше разница в продуктивности одиночно произрастающего растения и растения в посевах, тем выше напряженность конкуренции. Идеи профессора А.А. Ничипоровича

получили развитие при конструировании гетерогенных агроценозов. Например, по мнению А.С. Кононова (2003) урожай и качество бобово-мятликовых смесей зависят от соотношения компонентов смеси. Не только соотношение компонентов, но и видовой состав агроценоза имеет первостепенное значение при конструировании таких посевов. Чем больше экологически удалены виды такого сообщества растений, тем меньше между ними конкуренция за факторы жизни. Важным принципом подбора компонентов при конструировании гетерогенного агроценоза – это подбор биологически отдаленных видов которые могут в гетерогенных агроценозах, изменять взаимоотношения от конкуренции к взаимодополнению [3]. Изучение посевных соотношений в таких агроценозах яровой пшеницы и люпина узколистного показало, что наиболее оптимальными являются посевные смеси, включающие высев 0,8-1,0 млн. всхожих семян люпина узколистного и 1,6 млн. всхожих семян яровой пшеницы. При этом выход зерна наиболее ценной части зерносмеси люпина узколистного был наибольшим 10,7-12,6 ц/га, а урожайность зерносмеси статистически достоверно не отличалась от других изучаемых вариантов.

Как показали исследования, среди изученных соотношений выделяется соотношение компонентов 1,0 млн. всхожих семян люпина узколистного и 1,2 млн. всхожих семян яровой пшеницы, обеспечившее наиболее высокий выход зерна люпина узколистного 14,1 ц/га и взаимодействие E_0 1,14 благоприятное. При этом не установлено статистически достоверных различий по урожайности зерносмеси в опыте. Установлено, что с увеличением доли семян люпина узколистного в посевной смеси при постоянной норме высева 1,2 млн. семян яровой пшеницы показатель взаимодействия видов E_0 имеет устойчивую тенденцию к снижению, но без отрицательных значений и изменялся от 2,54 до 1,14 ц/га.

Установлено, что увеличение доли яровой пшеницы, как более агрессивного компонента увеличивало напряженность взаимодействия между видами и снижало E_0 показатель взаимодействия видов с 0,46 до -0,18 ц/га. Однако при соотношениях 0,6-0,8-1,0 млн. семян люпина узколистного и 1,6 млн. всхожих семян яровой пшеницы не наблюдалось неблагоприятных отношений между видами растений и обеспечило максимально низкую конкуренцию.

Дальнейшее увеличение доли семян яровой пшеницы в посевной смеси до 2,0 млн. всхожих семян при нормах 0,6-0,8-1,0 млн. всхожих семян люпина узколистного, как показали расчеты, вызывало снижение прибавок урожайности компонентов от -2,48 до 3,92 ц/га, что свидетельствует о высокой степени напряженности взаимодействия видов и высоких конкурентных отношениях посева.

Даже небольшое увеличение урожайности на зерносмеси на 10,7-11,9%, которое статистически достоверно, не отличалось от остальных вариантов не компенсировало увеличение на 15,3-36,2% затрат на семена.

Как показал анализ полученных данных не установлено четких тенденций изменения взаимодействий в зависимости от норм высева компонентов, однако проявляется закономерность – с увеличением плотности посева напряженность взаимодействия и конкурентные отношения, особенно со стороны наиболее агрессивного вида, между видами возрастают.

Гетерогенные посевы дают наибольший урожай лучшего качества, если компоненты смесей подобраны по видовому и сортовому составу с учетом критериев их совместимости, а именно, по морфологической совместимости, по совместимости почвенно-климатических и гидрологических условий, по реакции почвенного раствора, по отношению к уровню грунтовых вод, по совместимости фотопериодизма культуры, по обеспеченности почв элементами минерального питания, по толерантности к пестицидам, по темпам роста в начальные фазы развития. Это очень важный фактор при подборе компонентов для смешанных посевов. Длиннодневные мятликовые и бобовые культуры (овес, пшеница, ячмень, горох, вика, кормовые бобы) в первые фазы развития

растут быстро. У короткодневных и нейтральных культур (кукуруза, соя, люпин), эволюционно сформировавшихся при недостатке влаги, в первые фазы надземная масса растет медленно, более быстро развивается корневая система, которая в дальнейшем должна обеспечить растения водой. Аналогичный рост надземных и подземных органов отмечается у культур, приспособленных к легким почвам, например, у люпина желтого и узколистного, хотя они и являются длиннодневным растением. Смешанные посевы культур с разными темпами роста надземной массы в первые фазы развития, например, овса и люпина желтого или узколистного, овса и сои, овса и подсолнечника, несовместимы. Овес обгоняет в росте длиннодневную культуру, затеняя ее, в результате второй компонент смеси изреживается, а оставшиеся растения составляют незначительную часть урожая. По этой же причине несовместимы смеси кукурузы с горохом, подсолнечника с горохом при одновременном их посеве. Кукуруза и подсолнечник будут угнетены быстрорастущим горохом. Лучшими по этому показателю можно считать смеси вики с овсом, гороха с овсом, кукурузы с соей, сорго с соей, люпина узколистного с ячменем или яровой пшеницей.

Из истории земледелия известно, что в годы снижения уровня агротехники всегда возникают «научные» рекомендации, предлагающие завышать нормы высева семян для того, чтобы сохранить уровень урожайности культур.

Установлено, что при завышении плотности посева сверх оптимальных норм в 2-2,2 раза урожайность может вырасти всего на 10-12%, при этом ухудшается экология агроценоза, усиливается конкуренция между растениями за основные факторы жизни из-за ограниченности этих факторов или ресурсов (свет, вода, питательные элементы, пространство и др.), возникает острое соперничество за первоочередное и полное их использование.

В последнее годы появились рекомендации по борьбе с сорняками в смешанных посевах за счет повышения плотности посева сверх оптимальных норм в 2-2,2 раза. Известно, что более агрессивный компонент гетерогенного посева – ячмень или яровая пшеница при завышенной норме высева являются доминантами и даже в годы с достаточным увлажнением вместе с сорной растительностью как доминант, способны вытеснять виды бобовых растений, значительно снижая долю наиболее ценной части гетерогенного агроценоза. И это не случайно, поскольку, транспирационный коэффициент, например, у люпина равен 700, а у ячменя или яровой пшеницы около 400. Следовательно, мятликовые культуры как более засухоустойчивые особенно в засушливые годы выигрывают борьбу за почвенную влагу у бобовых растений. Поэтому рекомендации по борьбе с сорняками в гетерогенных посевах по так называемой «без гербицидной технологии» непригодны вследствие острой конкурентной борьбы за влагу и свет между растениями.

В своей статье «Теория и практика формирования гетерогенных люпино-злаковых агрофитоценозов» И.П. Такунов и Т.Н. Слесарева рекомендуют, для подавления сорняков в смешанных люпино-мятликовых посевах завышать нормы высева семян компонентов смеси в 2-2,2 раза. При этом доля мятликового наиболее агрессивного компонента в 3 раза превышает долю бобового. В статье приведены данные по урожайности люпина узколистного при химической прополке одновидового посева на контроле 10,3 ц/га [5]. Однако эти урожайные данные не совпадают с результатами опытов Такунова, где он в монографии «Люпин в земледелии России» приводит урожайность люпина узколистного при химпрополке от 20 до 25 ц/га и выше зерна [6]. Известно, что внесенные под люпин гербициды повышают урожайность на 10-30%, не вызывая угнетения люпина.

По данным И.П. Такунова содержание в зерносмеси наиболее ценного компонента – люпина оказывается равным или даже больше, чем его урожайность в одновидовом посеве с химпрополкой на контроле [6]. Рекомендуемый им посев при норме семян люпина 1,25 млн. всхожих семян на 1 га требует примерно до 280 кг/га весовой нормы, а

при норме высева ячменя 3,75 млн. весовая норма может составлять 210-220 кг/га, что в сумме составит при посеве смеси около 490-500 кг на гектар. С экономической точки зрения такой посев становится чрезвычайно затратным, так как стоимость одних семян в затратах на 1 га составит более 66,4%. При способе посева кормового люпина, когда соотношение в посеве мятликовой культуры в 3 раза больше, чем бобовой создается плотный гетерогенный агрофитоценоз, в результате чего урожайность люпино-злаковой зерносмеси и выход белка с 1 га без внесения минеральных удобрений увеличивается в 1,8-2,0 раза и подавляют сорный компонент агрофитоценоза на 86-91%, т.е. до экономического порога их вредоносности пишут авторы так называемой «безгербицидной технологии».

Сделанный нами расчет и оценка взаимодействия видов на основании данных, полученных И.П. Такуновым и Т.Н. Слесаревой (2007) показал, что в люпино-ячменном посеве при соотношении высеянных семян 1,25:3,75 млн. всх. семян на 1 га показатель $E_0 < 0$ – взаимодействие видов растений не благоприятное, а конкурентные отношения между видами растений максимально высокие.

$$E_1 = (A:2) - A_1; E_1 = (10,3:2) - 9,3 = -4,15 \text{ ц/га}$$

$$E_2 = (B:2) - B_2; E_2 = (26,2:2) - 26,8 = -13,7 \text{ ц/га}$$

$$E_3 = E_1 + E_2; E_3 = -4,15 + -13,7 = -17,85 \text{ ц/га}$$

$$E_4 = (C_1 \times C_2):100; E_4 = (9,3 \times 26,8):100 = 2,5 \text{ ц/га}$$

$$E_0 = E_3 - E_4 - 17,85 - (+2,5) = -15,35 \text{ ц/га}; E_0 < 1 = -15,35 \text{ ц/га}$$

$E_0 \leq 0$ – если рассчитанная сумма прибавок урожайности меньше 0, то взаимодействие компонентов не благоприятное, а конкурентные отношения между видами растений максимально высокие.

Для снижения числа сорняков в гетерогенных посевах до экономически безопасного уровня существуют более надежные и эффективные технологии. Мы считаем, что только сочетание агротехнических и химических мер борьбы с сорняками позволит очистить поле, снизить конкурентные отношения между культурными и сорными растениями и увеличить урожайность гетерогенного посева.

Борьба с сорной растительностью на полях, которые планируются под гетерогенные посевы, должна начинаться в летне-осенний период. После уборки предшественника в июле – августе проводят лущение, затем через 1-2 недели всходы сорняков на этом поле обрабатывают раундапом в дозе 6-8 л/га, и спустя 2 недели проводят вспашку, а далее при появлении сорняков еще две культивации. Такая технология полупаровой обработки почв позволяет на 85-95% очистить поле, в том числе и от трудноискоренимых сорняков. При этом можно получить максимальный урожай гетерогенного посева при оптимальных нормах высева и снизить в 2,2 раза затраты на дорогостоящие семена по сравнению с «безгербицидной технологией». Исследования показывают, что полупаровая обработка почвы с внесением раундапа агрономически и экономически более выгодный прием для снижения засоренности поля при выращивании гетерогенных посевов, чем завышенные в 2,2 раза нормы высева семян культур-компонентов.

Кроме того, существуют рекомендации по применению гербицидов в бобово-мятликовых посевах. Для борьбы с сорной растительностью в гетерогенных посевах бобово-мятликовых культур Т.Ф. Персикова, А.Р. Цыганов, А.В. Какшинцев (2006) рекомендуют гербициды: рейсер, стомп, гезагард, прометрекс, которые можно использовать не только в чистых посевах люпина, но и в смесях с овсом. Норма внесения препаратов гезагард и прометрекс при посеве их совместно с овсом должна быть уменьшена до 1,0-1,5 кг/га. В.С. Терещук (2012) приводит результаты опытов по применению гезагарда КС в смешанных посевах ячменя с люпином узколистным в норме 1,5-3,0 л/га или более эффективно совместное применение 1,5 л/га гезагарда КС и 0,3 кг/га зенкора ВДГ. При посеве с нормой 3,5 млн. всх. семян ячменя и 1,5 млн. всх. семян люпина узколистного за 2004-2006 гг. засоренность посевов была высокая – 126

шт./м². При этом автор не отмечает подавления сорняков на контроле за счет высокой нормы высева компонентов. Общая засоренность при внесении гербицидов снизилась на 94%, а сохраненный урожай составил 14,1 ц/га зерна. Для борьбы с сорняками можно применять гербицид стомп в дозе 4 л/га не позднее 2-3 дней после посева [7].

Полевыми опытами Брянского ГАУ установлено, что выращивание гетерогенных посевов в плодосменном севообороте со следующим чередованием полевых культур: вико-овсяной пар, озимая пшеница, картофель, гетерогенные посевы (люпин с нормой 1 млн. всх. семян и по 2,5 млн. всх. семян яровой пшеницы, ячменя и овса) обеспечивают без внесения гербицидов на фоне N₆₀P₆₀K₆₀ урожайность зерносмесей от 40 до 45 ц/га [8, 9, 10].

Выводы

Установлено, что не только соотношение компонентов, но и видовой состав агроценоза имеет первостепенное значение при конструировании гетерогенных посевов. Чем больше экологически удалены виды такого сообщества растений, тем меньше между ними конкуренция за факторы жизни. Важным принципом подбора компонентов при конструировании гетерогенного агроценоза является подбор биологически отдаленных видов, которые могут в гетерогенных агроценозах изменять взаимоотношения от конкуренции к взаимодополнению. Как правило, это различные виды бобово-мятликовых культур.

Изучение посевных соотношений в агроценозах яровой пшеницы и люпина узколистного показало, что наиболее оптимальными являются посевные смеси, включающие 0,8-1,0 млн. всхожих семян люпина узколистного и 1,6 млн. всхожих семян яровой пшеницы, обеспечивающие наиболее высокий выход зерносмеси и белка с гектара посева. Оценка взаимодействий показала, что не установлено четких тенденций изменения взаимодействий в зависимости от норм высева компонентов, однако хорошо проявляется закономерность – с увеличением плотности посева напряженность взаимодействия и конкурентные отношения между видами, особенно со стороны наиболее агрессивного вида возрастают.

Литература

1. Кононов А.С. Агробиологическое обоснование продуктивности люпино-злаковых агроценозов // Состояние и перспективы выращивания люпина в Северо-Западной зоне Российской Федерации. – Великие Луки, 1996. – С. 21-24.
2. Кононов А.С., Кононова С.А. Смешанные посевы эффективный – путь повышения продуктивности и экологической устойчивости люпиновых агрофитоценозов // Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии на рубеже третьего тысячелетия и пути их решения». – Брянск, 1999. – С. 339-415.
3. Кононов А.С. Люпин: технология возделывания в России. – Брянск, 2003. – 212 с.
4. Кононов А.С. Агрофитоценоз и методы его изучения. – Брянск: «Курсив», 2009. – 300 с.
5. Такунов И.П., Слесарева Т.Н. Теория и практика формирования гетерогенных люпино-злаковых агрофитоценозов // 20 лет ВНИИ люпина. Сборник трудов.- Брянск, 2007. – С. 153-172.
6. Такунов И.П. Люпин в земледелии России.- Брянск, 1996. – 372 с.
7. Кононов А.С., Лихачёв Б.С. и др. Патент № 2081541 «Способ выращивания яровой пшеницы». Заявлено 28.12.1994. Опубликовано 20.06. 1997 года.
8. Мельникова О.В., Ториков В.Е., Москалева В.Л. О значении возделывания однолетних зернобобовых культур в условиях биологизации земледелия // Вестник БГСХА. – 2011. – №2. – С. 58-60.
9. Ториков В.Е., Белоус Н.М., Моисеенко И.Я., Мельникова О.В. Зернобобовые культуры и однолетние бобовые травы: биология и технология возделывания. – Брянск, 2010. – 215 с.
10. Ториков В.Е., Мельникова О.В., Шемяков О.К. Смешанные бобово-злаковые зернофуражные посевы как фактор повышения почвенного плодородия и продуктивности пашни. – Брянск, 2006. – С. 417-423.

THE THEORY OF ECOLOGICAL NICHES IN AGRICULTURE AND THE METHOD OF CALCULATION OF SPECIES INTERACTIONS IN HETEROGENEOUS AGRO-ECOSYSTEM

A. S. Kononov, N. M. Belous, V. E. Torikov, O. V. Melnikova, O. N. Shkotova
FGBOU VO «BRYANSK STATE AGRICULTURAL UNIVERSITY»

Abstract: *In most cases, the coexisting species in a single trophic level due to the competitive inability to capture environmental resources, which are often not enough, have to deal with "neighbors" and "move over", i.e. to shift its ecological niche. In agriculture, a guarantee of stability and high productivity of agro-ecosystem should be its heterogeneity as the theoretical basis, which is the theory of ecological niches. Not only the ratio but also the composition of species in agrocenosis is of paramount importance in the design of heterogeneous crops. The more ecologically removed such plant communities, the less competition between them for the factors of life. An important principle of selection of components when constructing heterogeneous farming is the selection of biologically distant species, which can change the relationship from competition to complementarity in a heterogeneous agricultural lands. As a rule, different types of legumes-grasses crops.*

The study of crop ratios in such agrocenoses: spring wheat and lupine showed that the most optimal are sown mixture comprising the seeding of 0.8-1.0 million germinating seeds of lupine and 1.6 million germinating seeds of spring wheat which provides the highest yield of grain mixture and protein per hectare of sowing. Assessment of interactions showed that there is a clear trend of interactions depending on the seeding component, however, is clearly revealed regularity – with increasing density, sowing tension interactions and competitive relations between species, particularly from the most aggressive species increases.

Keywords: ecological niche, heterogeneous farming, legume-grasses species, lupins, spring wheat.

УДК 633.358:633.13:631.584.5

КОНКУРЕНТНАЯ СПОСОБНОСТЬ КОМПОНЕНТОВ СМЕШАННОГО АГРОЦЕНОЗА ГОРОХА С ОВСОМ

А.Н. ФАДЕЕВА, кандидат биологических наук

К.Д. ШУРХАЕВА, Е.А. ФАДЕЕВ, кандидаты сельскохозяйственных наук

А.Н. АБРОСИМОВА, научный сотрудник
ФГБНУ «ТАТАРСКИЙ НИИСХ»

Представлены результаты формирования смешанных агроценозов с различным соотношением гороха и овса в зависимости от условий года. Выявлено снижение конкурентоспособности компонентов смеси в условиях недостатка влагообеспечения в период развития всходов. Особенно сильное отрицательное воздействие весенней засухи отразилось на развитии всходов овса, у которого полнота всходов по вариантам не превысила значения 46,7-66,0%. При максимальной доле гороха в этих условиях масса семян с растений овса резко снизилась. Независимо от условий года в одновидовом посеве гороха наблюдалось преимущество растений по массе семян по сравнению с вариантами смешанного агроценоза. При низких запасах влаги в почве в период развития всходов создаются напряженные условия для развития растений и снижается их конкурентоспособность. Значение коэффициента конкурентоспособности гороха в этих условиях снизилась до 0,60 при максимальном уменьшении его доли в агроценозе. При достаточном влагообеспечении для развития всходов (2015 г.) коэффициент конкурентоспособности овса по вариантам опыта увеличился в 2,1-5,4 раза максимумом в варианте с максимальной долей культуры. Соответственно, мощное развитие растений овса оказало сильное подавляющее воздействие на горох, у которого коэффициент конкурентоспособности не превышал значения 0,20-0,28. В засушливых условиях урожай семян смешанного агроценоза при равном соотношении компонентов превысил одновидовой посев гороха и приблизился к значению одновидового посева овса в варианте с максимальной долей культуры. В благоприятных условиях урожай семян

смешанного агроценоза достигал уровня 3,22-4,55 т/га. Установлено, что увеличение доли бобового компонента способствует повышению содержания белка бобово-злаковой смеси до 15,89-17,56%.

Ключевые слова: горох, овес, агроценоз, продуктивность, конкурентная способность, белок.

Для эффективного ведения животноводства в целях получения сбалансированных по белково-углеводному составу кормов многие исследователи предлагают возделывать смешанные посевы бобовых и злаковых культур с различным сочетанием компонентов [1, 2, 3, 4]. Данные исследований показывают, что совместный посев бобовых и злаковых культур позволяет получать корма с заданными параметрами, сбалансированными по белково-углеводному соотношению. Смешанные агроценозы существенно превышают одновидовые посевы по урожаю зеленой массы и зерна.

Существующая межвидовая конкуренция в гетерогенном агроценозе требует тщательного подхода к подбору культур и их соотношений при совместном посеве. При формировании видового состава смешанного агроценоза конкурентные взаимоотношения между ними играют решающую роль. В зависимости от различных факторов они могут выражаться в форме от резкой конкуренции до взаимопомощи. Конкурентная способность компонентов различается в зависимости от видов, сорта, условий года [5]. Для оценки критерия конкурентной способности компонента в исследованиях предлагается использовать показатель – коэффициент конкурентоспособности (Competitive ratio, CR) [6, 7]. Данный показатель характеризует напряженность конкурентных отношений культур по степени изменения продуктивности отдельных растений или их популяций [12]. Данные ряда исследований свидетельствуют о закономерном снижении конкурентоспособности бобовых культур при уменьшении их нормы высева и одновременном увеличении злакового компонента [8, 9].

В наших исследованиях была поставлена цель изучить эффективность использования нового сорта гороха Кабан в смешанном агроценозе с овсом, выявить конкурентную способность компонентов смеси.

Материал, методы и условия

Исследования проводились на опытном поле Татарского НИИСХ (2014-2015 гг.), расположенном в лесостепной зоне Среднего Поволжья. Предшественник – озимая пшеница. Почвы опытного участка серые лесные, среднекислые (рН солевой вытяжки 5,5) с содержанием гумуса 3,05-3,73% (по Тюрину). Количество подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) варьировало, соответственно, в пределах 290-310 и 85-136 г/кг почвы.

В качестве объектов исследований использованы сорта: горох Кабан и овёс Конкур. Горох Кабан селекции Татарского НИИСХ характеризуется высокими параметрами урожая зеленой массы, семян и кормовой ценности [10]. Овес Конкур (Ульяновский НИИСХ) – наиболее распространенный сорт в Татарстане. В одновидовых посевах горох высевался с нормой 1,2, овёс – 5,0 млн. всхожих семян на гектар. Изучались двухкомпонентные смеси гороха и овса в соотношениях, соответственно, 30:70, 50:50, 70:30. В вариантах опыта соотношение их рассчитывалось с учетом прибавки 20% от нормы одновидового посева каждой культуры (36:84, 60:60, 84:36) [11]. Соответственно, горох и овес в вариантах опыта высевались в соотношениях (млн. всхожих семян на гектар): 0,468:4,2; 0,720:3,0; 0,840:1,8.

Опыт закладывался в 4 повторениях, учетная площадь делянок 25 м². На делянках были заложены постоянные площадки для учета всходов, числа сохранившихся растений и анализа формирования структуры продуктивности культур в агрофитоценозе.

Коэффициент конкурентоспособности определяли по формуле (Willey, Rao, 1980):

$$R_{AB} = \frac{C}{AAZ_{AB}} \frac{Y}{Y_{AB}} - \frac{Y_B}{Y_{BA}} \frac{A}{Z_{BA}}$$

где CR_{AB} – коэффициент конкурентоспособности культуры **A** в смеси с культурой **B**, Y_{AB} – продуктивность культуры **A** в смешанном посеве с культурой **B**, т/га; Y_{BA} – продуктивность культуры **B** в смешанном посеве с культурой **A**, т/га; Y_{AA} и Y_{BB} – продуктивность соответственно культур **A** и **B** в чистом посеве, т/га; Z_{AB} и Z_{BA} – соотношение культур **A** и **B** в смеси, %.

В годы проведения исследований в период вегетации изучаемых культур (май-июль) метеорологические условия характеризовались контрастными гидротермическими показателями. В 2014 году складывались крайне засушливые условия (ГТК=0,58), обусловленные в первую очередь низким запасом влаги в почве и к началу посева, особенно обострившиеся в фазе линейного роста растений (ГТК =0,21). Умеренный температурный режим (-2,0...-2,4 °С к норме) и хорошая влагообеспеченность (сумма осадков 114-161 мм от нормы) в последующий период снизили напряжение при цветении растений. В 2015 году значение ГТК за вегетационный период культур в целом указывает на достаточно хорошие погодные условия (1,09), но по фазам развития растений наблюдалось неравномерное распределение гидротермических показателей. Период роста и развития растений характеризовался низкой влагообеспеченностью (сумма осадков 1,6-50% от нормы) при повышенном температурном режиме (среднесуточная температура воздуха превышала среднемноголетнее значение на 1,0...+4,5°С). В критических условиях проходило цветение растений при отсутствии осадков и максимальной дневной температуре воздуха до +35°С. Налив семян сопровождался обильными осадками (2,5 нормы) при умеренном температурном режиме.

В целом, в годы проведения исследований в период линейного роста растений изучаемых культур складывались засушливые условия.

Результаты и обсуждение

Формирование потенциала продуктивности смешанного агроценоза зависит от структуры посева и продуктивности отдельных растений каждого компонента. Анализ состояния растений гороха и овса по вариантам опыта показал, что плотность стояния растений, соответственно, полнота всходов, выживаемость и сохранность растений к уборке менялись по мере изменения соотношения культур и в зависимости от года (табл. 1). Засушливые условия при посеве в 2014 году оказали отрицательное воздействие на компоненты агроценозов. Особенно сильно пострадал овес, в одновидовом посеве которого полнота всходов, выживаемость и сохранность растений к уборке показали низкие значения (59,6, 39,0 и 65,4%). По вариантам агроценоза в результате конкуренции показатели полноты всходов, выживаемости растений овса снижались, соответственно, от 66,0 до 46,7, от 34,3 до 24,4% по мере уменьшения доли культуры и возрастания бобового компонента. Соответствующее повышение полноты всходов гороха от 72,6 до 98,8%, выживаемости растений от 55,6 до 89,3% при увеличении доли культуры указывает на довольно высокую конкурентоспособность гороха в засушливых условиях. В варианте с одинаковой долей компонентов сохранность растений овса к уборке составила 59,8%. Данный показатель одинаково снижался до 52% в вариантах как с меньшей, так и с большей долей культуры.

Выявленная тенденция позволяет заключить, что в засушливых условиях в смешанном агроценозе при снижении доли компонента ощущается подавляющее влияние доминирующей культуры на полноту всходов и плотность стояния растений.

В 2015 году, характеризовавшемся высокой влагообеспеченностью почвы к началу посева, отмечено существенное повышение параметров плотности овса по вариантам опыта и заметное подавление гороха.

В сложившихся условиях конкурентные отношения культур наиболее остро проявились в варианте с равным их соотношением, в котором максимальные показатели полноты всходов, выживаемости и сохранности растений овса (97,7, 93,7 и 96,0%) и минимальные – гороха (95,8, 73,6 и 76,8%).

Полученные данные по структуре смешанных агроценозов свидетельствуют, что полнота всходов, выживаемость и сохранность растений компонентов зависит от условий в период развития проростков и всходов.

В условиях 2015 года в чистом посеве полнота всходов овса была на 100%-м уровне, у гороха 94,2%. Плотность стояния растений на 1 м² у гороха была максимальной в смешанном посеве с овсом (98,8%), при большем его соотношении – 70% овса значение составляло 90,6%. В варианте соотношения компонентов 50:50 установлено, что полнота всходов у гороха отмечалась на низком уровне (75,0%), по сравнению с овсом, у которого отношение числа взошедших растений к высеванным семенам составляло 97,7%.

Показатели сохранности растений овса были выше по сравнению с горохом. При одинаковом соотношении бобово-злаковой смеси сохранность овса была выше и составляла 96,0%. Зернобобовый компонент оказал хорошее влияние на выживаемость растений овса перед уборкой. При соотношении гороха и овса в смеси 30:70 этот показатель был выше у гороха (81,2%).

Конкурентные взаимоотношения культур в смеси в сильной степени проявились на уровне развития растений, формировании габитуса растений и их продуктивности.

Продуктивность растений и агроценоза в целом зависела от биологических особенностей, соотношения компонентов и влияния условий года. Независимо от условий в одновидовом посеве гороха наблюдалось преимущество растений по массе семян по сравнению с вариантами смешанного агроценоза. Средние значения признака по годам составили, соответственно, 3,44 и 2,35 грамма на растение (рис. 1, 2).

В смешанных агроценозах растения гороха ощущали угнетающее воздействие овса, масса семян их по вариантам опыта в 2014 году колебалась в пределах 1,92-2,43, в 2015-м – 0,74-1,05 гр. Значения признака гороха достоверно на одинаковом уровне снижались при уменьшении и увеличении доли культуры. В условиях 2014 года лучшее значение признака получено в варианте с одинаковым соотношением культур. Низкое значение признака гороха при минимальной доле его в смеси в 2015 году указывает на угнетение растений и слабую конкурентоспособность культуры в данном агроценозе.

Закономерности варьирования значений массы семян с растений овса имели иные тенденции. В 2014 году достоверно низкое значение признака получено лишь в варианте с минимальной долей культуры, где растения ощущали подавляющее воздействие гороха. В условиях 2015 года, напротив, минимальное значение массы семян растения овса показали при максимальной норме высева в одновидовом посеве. Сохранение уровня значений признака независимо от доли культуры в агроценозах указывает на высокую конкурентную способность культуры.

Для определения коэффициента конкурентоспособности, используемого в качестве критерия для оценки взаимоотношения компонентов агроценоза, использовали интегральный показатель – продуктивность растений г/м², учитывающий структуру компонентов агроценоза и продуктивность их растений в сравнении с одновидовым посевом. Расчеты показали, что при низких запасах влаги в почве в период развития всходов создает напряженные условия для развития растений и снижается их конкурентоспособность. Значение коэффициента конкурентоспособности гороха в этих условиях снизилась до 0,60 при максимальном уменьшении его доли в агроценозе (табл. 1).

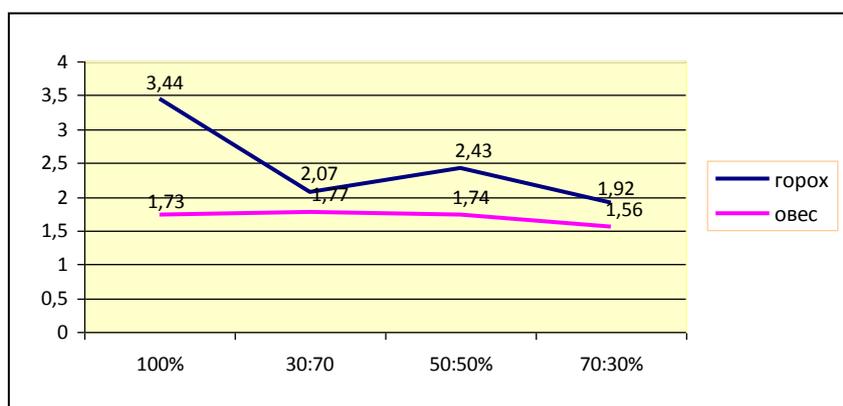


Рис. 1. Масса семян с растения компонентов смеси, 2014 г.

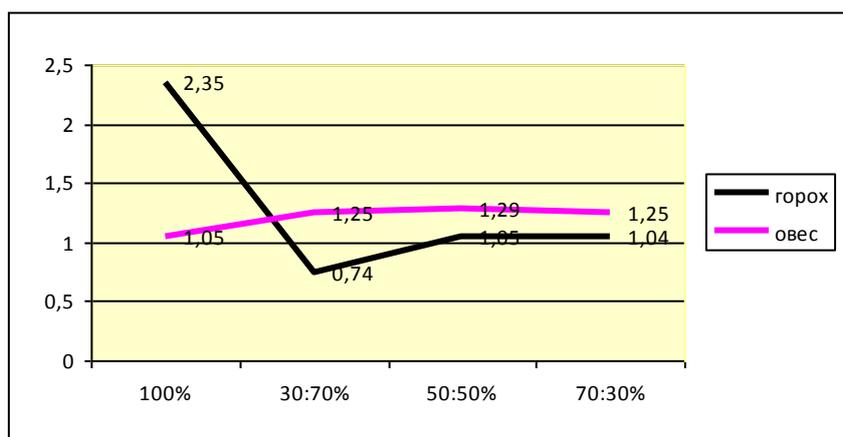


Рис. 2. Масса семян с растения компонентов смеси, 2015 г.

Таблица 1

Коэффициент конкурентоспособности (CR) гороха и овса в смешанных агроценозах в зависимости от их соотношения

Соотношение горох: овёс в вариантах, %	Горох			Овёс		
	2014	2015	среднее	2014	2015	среднее
30:70	0,60	0,28	0,44	1,66	3,51	2,58
50:50	1,11	0,28	0,69	0,90	3,52	2,21
70:30	1,09	0,20	0,64	0,92	4,94	2,93

Злаковый компонент в данном варианте с максимальной долей проявил максимальную конкурентоспособность (1,66). При достаточном влагообеспечении для развития всходов (2015 г.) коэффициент конкурентоспособности овса по вариантам опыта увеличился в 2,1-5,4 раза с максимумом в варианте с максимальной долей культуры. Соответственно, мощное развитие растений овса оказало сильное подавляющее воздействие на горох, у которого коэффициент конкурентоспособности не превышал значения 0,20-0,28.

В засушливых условиях урожай семян смешанного агроценоза при равном соотношении компонентов превысил одновидовой посев гороха (табл. 2). В варианте с максимальной долей овса показатель приблизился к значению одновидового посева культуры. В благоприятных условиях во всех вариантах смешанных агроценозов получен достоверно высокий урожай по сравнению с одновидовым посевом гороха. К аналогичному посеву овса прибавка урожая получена в вариантах с равным соотношением культур и максимальной долей овса.

Содержание белка в семенах смеси и её компонентов варьировало по вариантам опыта и условий года. Сильное варьирование значений признака по годам отмечено у

сорта гороха Кабан. В одновидовом посеве оно составило 21,92%, в благоприятных условиях увеличилось до 24,68%. Данный признак у овса показал высокую стабильность (13,96 и 13,42%). Необходимо отметить, что совместное произрастание гороха и овса способствовало повышению содержания белка в их семенах. В засушливых условиях при минимальной доле гороха в смеси оно увеличилось до 22,36%. По мере возрастания доли гороха и уменьшения овса в вариантах опыта постепенно нарастало содержание белка в семенах овса от 13,85 до 14,60%. При достаточном влагообеспечении значение признака в варианте с одинаковым соотношением культур у гороха достигало 25,45%. Содержание белка в семенах овса сохраняло высокую стабильность по вариантам опыта. По мере увеличения доли бобового компонента содержание белка в бобово-злаковой смеси повысилось от 15,89 до 17,56%.

Таблица 2

Урожай семян чистых посевов гороха и овса и их смешанных агроценозов, т/га

Варианты опыта	2014	2015	Среднее
Горох 100 %	2,24	2,10	2,17
Овес 100 %	3,34	3,90	3,62
Горох:овес 30:70	3,12	4,55	3,84
Горох:овес 50:50	2,51	4,37	3,44
Горох:овес 70:30	2,22	3,22	2,72

Выводы

В засушливых условиях формирование бобово-злакового агроценоза гороха и овса обусловлено низкой конкурентоспособностью овса и повышением роли гороха. Достаточное влагообеспечение в ранневесенний период способствует доминирующему развитию овса, у которого коэффициент конкурентоспособности достигает значений 3,51-4,94. При этом формируется урожай семян смеси 3,22-4,55 т/га. Наличие бобового компонента способствует увеличению содержания белка до 15,89-17,56%.

Литература

1. Зудилин С.Н., Алексеева Л.Г. Формирование агроценозов ячменя с горохом на зернофураж в лесостепи Среднего Поволжья // Кормопроизводство. – 2000. – № 11. – С. 23-25.
2. Султанов Ф.С., Красношапка В.В., Габдрахимов О.Б., Волкобрун Е.В. Смешанные посевы гороха полевого с зернофуражными культурами в условиях Прибайкалья // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 12. – С. 41-42.
3. Васин В.Г., Васин А.В. Зернобобовые культуры в чистых и смешанных посевах на зерносеяж и зернофураж для создания полноценной кормовой базы в Самарской области // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 2. – С. 87-98.
4. Мазуров В.Н., Лукашов В.Н., Исаков А.Н. Использование зернобобовых культур и бобово-злаковых зерносмесей на корм скоту в условиях Калужской области // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2 (6). – С. 123-125.
5. Елисеев С.Л. Значение сорта в повышении урожайности и качества однолетних бобово-злаковых смесей в Предуралье // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 2 (81). – С. 5-6.
6. Walley R.W., Rao M.R. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. – Experimental Agriculture. – 1980. – no. 16, pp. 117-125.
7. Weigelt A., Jolliffe P. Indices of plant competition // Journal of Ecology. – 2003. – no. 91, pp. 707-720.
8. Тимошкин О.А., Потехин С.А. Конкурентная способность и биологическая эффективность смешанных посевов с кормовыми бобами // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 10. – С. 53-54.
9. Слугинова Н.И., Слугинов А.П. Конкурентные взаимоотношения компонентов в однолетних агроценозах // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014 - № 5 (21). – С. 90-95.
10. Фадеева А.Н., Шурхаева К.Д., Фадеев Е.А., Абросимова Т.Н. Новый сорт гороха Кабан // Вестник РАСХН. – 2013, № 3. – С. 15-17.
11. Фадеева А.Н., Гибадуллина Ф.С. Смешанные посевы гороха со злаковыми культурами // Кормопроизводство. – 2001. – № 2. – С. 14-16.
12. Методическое руководство по исследованию смешанных посевов / Под ред. Ламан Н.А., Самсонов В.П., Прохорова В.Н. и др. – Мн.: Наука і техника, 1996. – 201 с.

**COMPETITIVE ABILITY OF COMPONENTS
OF MIXED AGROCENOUS PEA WITH OATS
A.N. Fadeeva, K.D. Shurchaeva, E.A. Fadeev, A.N. Abrosimova**

TATAR RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE

Abstract: *Presents the results of the generate of mixed agrocenoses with different relation of pea and oat, depending on the conditions of the year. The decrease of the competitiveness of components of the mixture in the conditions of lack of moisture during the period of seedling development. A particularly strong negative impact of the spring drought has affected the development of shoots of oats, in which the completeness of germination on the options did not exceed the value of 46,7-66,0%. At maximum the share of pea in these conditions, seed weight per plant of oats decreased sharply. Regardless of the year conditions in monospecific planting of peas was observed the advantage of plants for seed weight in comparison with the variants of mixed farming. at low stocks of moisture in the soil during the period of seedling development creates a tense environment for the development of plants and decreases their competitiveness. The value of the coefficient of the competitiveness of pea in these conditions decreased to 0.60, with a maximum decrease in agrocenosis. With enough flavobacteria for seedling development (2015) the factor of competitiveness of oat by options of experience were increased by 2,1-5,4% with a maximum in the variant with the maximum amount of culture. Accordingly, the strong development of oat plants had a strong inhibitory effect on the peas, whose competitiveness factor does not exceed 0,20-0,28. In dry conditions the seed crop mixed farming with equal ratio exceeded one-species planting peas and approached the value monospecific planting of oats in the variant with the maximum amount of culture. In favorable conditions the seed crop mixed farming reached the level 3,22-4,55 t/ha. the increase in the proportion of legume component contributes to the protein content of legume-cereal mixtures to 15,89-17,56%.*

Keywords: pea, oats, agrocenosis, productivity, competitive ability, protein.

УДК 633.352; 633.853.492,483; 631.53

СПОСОБ ВЫРАЩИВАНИЯ ВИКИ ПОСЕВНОЙ НА ЗЕРНО В БИНАРНЫХ ПОСЕВАХ С ЯРОВЫМ РАПСОМ И ГОРЧИЦЕЙ БЕЛОЙ

А.В. БЕЗГОДОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

В.Ф. АХМЕТХАНОВ, А.Д. АПЛАЕВА

ФГБНУ «УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»

Представлены исследования об эффективности выращивания вики посевной яровой совместно с рапсом яровым и горчицей белой. Отсутствие научных исследований по использованию в посевах вики посевной в качестве уплотняющей культуры ярового рапса и горчицы белой с целью формирования высокопродуктивных устойчивых к полеганию смешанных агрофитоценозов определяет актуальность данных исследований. Приведены данные о аллелопатическом взаимовлиянии культур, элементах структуры урожая и урожайности в одновидовом и смешанных посевах. Бинарные посева вики с рапсом и горчицей позволяют снизить норму высева семян вики на 55-70% по сравнению с одновидовыми посевами. При этом снижается полегаемость вики до 2-3 баллов, против 4,7-5,0 баллов в чистом виде, повышается урожайность зерносмеси на 37,5-68,1% в смеси с рапсом и на 8,0-40,7% в смеси с горчицей. Преимущество возделывания яровой вики в бинарных посевах особенно проявляется в условиях дефицита осадков при повышенных температурах. При этом одновидовые посева вики резко снижают урожай, а в смешанных посевах проявляется положительная аллелопатия. В посевах вики посевной яровой с горчицей и рапсом отчетливо прослеживается различная сортовая реакция вики.

Ключевые слова: способ выращивания, вика посевная яровая, рапс яровой, горчица белая, технология, бинарный посев, урожайность.

Основной задачей отрасли растениеводства и, в частности кормопроизводства является обеспечение полной потребности животноводства высококачественными полноценными кормами. На получение 1 кг животного белка требуется 5-7 кг растительного, а иногда его расход увеличивается до 8-9 кг. В связи с этим стоит задача производства высокобелковых кормов для получения которых необходимо наладить производство зерна и семян бобовых культур.

Вика посевная яровая – одна из традиционных для России кормовых бобовых культур. Она при посеве в чистом виде и травосмесях пригодна для заготовки сена, сенажа, силоса. Высокую ценность вики посевной как предшественника для других культур в севообороте определяет её способность с помощью клубеньковых бактерий фиксировать атмосферный азот и усваивать питательные вещества из труднодоступных для других культур соединений. Зернобобовые культуры – горох, вика, люпин, бобы должны стать одним из основных источников кормового белка в стране. Потребность в кормовом зерне таких культур составляет около 6,0 млн. т. В настоящее время их производится в 4 раза меньше – 1,6 млн. т [1].

Кормовая ценность вики посевной определяется высоким содержанием белка, в зеленой массе содержится от 18 до 22% (в пересчете на абсолютно сухое вещество), а в семенах от 22 до 37% [2].

Посевы вики посевной обеспечивают выход сырого протеина на уровне 0,53- 0,91 т/га, в том числе 0,47-0,80 т/га переваримого, 2,85-4,12 т/га кормовых единиц с высокой обеспеченностью 1 к.ед. сырым 187-223 г и переваримым 164-196 г протеином, что свидетельствует о высокой кормовой продуктивности культуры [3].

С целью широкого применения зерна вики в кормлении сельскохозяйственных животных ведется селекция, и создаются новые сорта с высокой продуктивностью, с низким содержанием в белке синильной кислоты при допустимом количестве ингибиторов трипсина [4, 5, 6, 7, 8, 9]. Прошедший производственную проверку и допущенный к производству сорт Луговская 98 можно рассматривать как дополнительный источник белкового сырья при использовании в составе комбикормов для цыплят бройлеров и для фермерских хозяйств, для кормосмесей собственного приготовления [6, 8].

Несоответствие объемов производства семян вики возрастающим потребностям, низкая и нестабильная урожайность по годам, нестабильность погодных условий, как по годам, так и по зонам возделывания, вызывает необходимость поиска принципиально новых технологий выращивания вики посевной.

В период цветения из-за продолжительного и большого количества осадков наблюдается поражение вики посевной корневыми гнилями. Это проявляется в виде замедления темпов роста, преждевременном отмирании сначала нижних листьев, а затем увядание и усыхание целых растений. Семена на таких растениях формируются щуплыми и больными в результате практически полного отсутствия реутилизации питательных веществ из вегетативных органов в генеративные. Это сказывается на снижении урожайности. Продолжительный период без осадков во второй половине июня и в течение всего июля негативно влияет на налив бобов, что отрицательно сказывается на крупности семян и массе 1000 зерен.

При выращивании на зерно растения вики посевной склонны к полеганию. При уборке их на семена возникают определенные трудности, то есть этой культуре нужна уплотняющая, поддерживающая культура, в агрофитоценозе с которой во влажные годы будет снижаться поражение вики корневыми гнилями и листовыми болезнями, а в сухие годы – повышаться экологическая пластичность и стрессоустойчивость. Данная задача на сегодня не решена.

Научные исследования и технологические приемы, применяемые в современном сельскохозяйственном производстве, показывают распространение возделывания вики преимущественно в смешанных посевах с овсом, пшеницей, ячменем. При этом доминирующим компонентом в таких посевах являются злаковые культуры, что существенно ограничивает производство как зерна, так и семенного материала вики посевной.

Новый прием выращивания семян вики яровой, заключающийся в ее возделывании с люпином узколистным, позволил получить агрофитоценоз, в котором доминирующим компонентом оказалась вика, что позволило увеличить массу и озерненность растений вики на 21 и 29 % соответственно, по сравнению с монопосевом [2, 9].

На Среднем Урале были проведены опыты по смешанным посевам бобовых культур с ячменем, пшеницей и овсом, но в таких смесях злаковый компонент доминирует над бобовым. Поэтому назрела необходимость проведения научных исследований по посевам яровой вики в смеси с другими культурами, в частности с рапсом и горчицей. У этих капустных более крепкий стебель и в момент созревания семян в стручках их листовая аппарат полностью отмирает, что способствует большему поглощению солнечной энергии вторым компонентом агрофитоценоза в момент формирования зерна. Корневые выделения рапса и горчицы обладают фитонцидной активностью. В таких посевах доминирующим компонентом может являться бобовая культура. Исследования в этом направлении ранее практически не велись.

Учитывая, что основные потери урожая вики происходят при уборке из-за сильной полегаемости, использование капустных культур в качестве поддерживающей культуры экономически целесообразно. В уплотненных посевах можно получить дополнительную продукцию, обладающую коммерческим спросом (маслосемена для переработки на растительное масло и шрот, жмых). При послеуборочной подработке семян не возникнет трудностей, так как эти культуры легко отделимы.

В Уральском НИИСХ с 2015 года возобновлены исследования по разработке технологии выращивания яровой вики в бинарных (смешанных) посевах, позволяющие реализовать ее потенциал и обеспечить устойчивое, экономически и экологически оправданное производство семенного материала для нужд кормопроизводства Среднего Урала [10]. Отсутствие научных исследований по использованию в посевах вики посевной в качестве уплотняющей культуры ярового рапса и горчицы белой с целью формирования высокопродуктивных устойчивых к полеганию смешанных агрофитоценозов определяет актуальность данной темы.

Материалы и методика исследований

Полевые опыты проводились в 2015-2016 гг. на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве. Агрохимическая характеристика опытного участка: рН- 5,5, гумус – 3,91 %, Н_г – 5,85 ммоль/100 г почвы, S поглощенных оснований – 27,4 ммоль/100 г почвы, N л.г. – 96 мг/кг, Р₂О₅ – 205 мг/кг, К₂О – 82 мг /кг почвы. Схема опыта представлена в таблице 1. Учетная площадь делянки 13, 5 м². В опыте испытывались сорта вики Красноуфимская 49, Ассорти (100% норма высева – 1,3 млн. всхожих семян на га), рапс яровой Луч (1,25 млн. всхожих семян на га), горчица белая Рапсодия (1,25 млн. всхожих семян на га). Посев проведен 14 мая отдельно с последующим прикатыванием и внесением почвенного гербицида Алгоритм (д.в. Кломазон) в дозе 200 г/га. В дальнейшем на опытах проведен комплекс борьбы с вредителями капустных культур.

Результаты исследований и их обсуждение

В условиях экстремального по погодным условиям 2015 года, отличающегося пониженным температурным режимом вегетационного периода на фоне избыточного увлажнения почвы и частых осадков (июль-сентябрь), семена вики сорта Ассорти и Красноуфимская 49 полностью не вызрели. После проведения десикации стебли и листовая аппарат подверглись обезвоживанию, но бобики и семена в бобиках не дошли

до влажности, позволяющей провести обмолот деленок комбайном. Учет урожая проведен методом пробного снопа.

Экспериментальные данные 2015 г. показали, что возделывание на семена вики сортов Красноуфимская 49 и Ассорти в бинарных посевах с рапсом без снижения нормы высева бобового компонента нецелесообразно. При этом доля рапса в структуре урожая незначительная и растения рапса функцию опорной культуры вики не выполняют. При увеличении урожайности отмечено полное полегание растений (4,7 балла), близкое к состоянию на контрольных деланках (5,0 баллов), что приводит к значительным потерям урожая при комбайновой уборке и не решает поставленной задачи исследований. В то же время полученные результаты по данному варианту отчетливо показывают положительное аллелопатическое действие рапса на рост растений и формирование урожая вики. Прибавка урожая по сорту Красноуфимская 49 по сравнению с контролем составила 0,47 т/га (37,9%), по сорту Ассорти – 0,4 т/га (25,5%) (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность одновидовых и бинарных посевов вики посевной с рапсом яровым и горчицей белой, т/га

Вариант, норма высева вики всхожих семян на 1 га	2015 г.		2016 г.		В среднем за 2 года		
	Всего	В том числе вика	Всего	В том числе вика	Всего	В том числе вика	Доля зерна вики в урожае ,%
Красноуфимская 49 1,3 млн. (контр.)	1,24	1,24	0,52	0,52	0,88	0,88	100
Красноуфимская 49 1,3 млн. + рапс	1,71	1,68	-	-	-	-	-
Красноуфимская 49 0,6 млн. + рапс	1,23	0,97	1,24	0,47	1,24	0,72	58,1
Красноуфимская 49 0,4 млн. + рапс	1,03	0,71	1,39	0,44	1,21	0,58	47,9
Красноуфимская 49 0,6 млн. + горчица	0,83	0,75	1,07	0,65	0,95	0,70	73,7
Красноуфимская 49 0,4 млн. + горчица	1,18	0,96	0,91	0,50	1,05	0,73	69,5
Ассорти 1,3млн. (контр.)	1,57	1,57	0,68	0,68	1,13	1,13	100
Ассорти 1,3млн. + рапс	1,97	1,95	-	-	-	-	-
Ассорти 0,6млн. + рапс	0,97	0,78	2,19	1,21	1,58	1,00	63,3
Ассорти 0,4млн. + рапс	1,62	1,28	2,18	1,11	1,90	1,20	63,2
Ассорти 0,6млн. + горчица	1,84	1,78	1,33	0,95	1,59	1,37	86,2
Ассорти 0,4млн. + горчица	1,14	1,01	1,22	0,80	1,18	0,91	77,1
Рапс	0,60	-	1,28	-	0,94	-	-
Горчица	0,78	-	0,55	-	0,67	-	-
НСР ₀₅ А – сорт вики	0,12	0,14	0,11	0,10	-	-	-
В – норма высева	0,13	0,14	0,10	0,09	-	-	-
С – уплотн. культура	0,17	0,16	0,13	0,13	-	-	-

В 2015 году при понижении нормы высева вики с 1,3 млн. до 0,6 млн. и до 0,4 млн. и уплотнении посевов рапсом или горчицей позволило сформировать агрофитоценозы с меньшей степенью полегаемости (от 2,0 до 3,0 баллов), пригодные для комбайновой уборки.

Яровая вика сорта Ассорти отличается от сорта укосного типа Красноуфимская 49 меньшей высотой растений и более коротким вегетационным периодом. Это позволило сорту использовать свой потенциал и сформировать урожай в бинарных посевах с горчицей белой, превосходящий одновидовой на 0,21 т/га при норме высева бобового

компонента 0,6 млн. всхожих зерен на 1 га. При этом урожайность семян вики была выше, чем в одновидовом посеве.

Засушливые погодные условия вегетационного периода 2016 года, дефицит влагообеспечения почвы с момента посева вики до ее уборки, наблюдающийся на фоне повышенной температуры воздуха и почвы, позволили дать оценку бинарных посевов вики при выращивании в экстремальных условиях, которые оказали существенное влияние на рост растений и формирование урожая. Вегетационный период вики резко сократился, в то время как на вегетационный период рапса погодные условия оказывали меньшее влияние. К моменту биологической спелости вики горчица созрела, а вегетация рапса, особенно в бинарных посевах, продолжалась и созревание затягивалось. Для своевременной уборки посевов и предотвращения осыпания вики посевной проведена десикация в вариантах с рапсом.

В условиях 2016 года урожайность рапса в бинарных посевах снижалась, но при совместных посевах с сортом Ассорти она была на 16,5 и 9,4% выше, чем с сортом Красноуфимская 49. Суммарная урожайность в вариантах высева 45 и 30% от полной нормы высева сорта Ассорти в смеси с рапсом была одинаковой и на 1,5-1,51 т/га или в 2,2 раза превышала контроль. При этом сбор зерна вики возрастал на 0,43 и 0,53 т/га (на 163 и 178% соответственно). В этих же вариантах с сортом Красноуфимская 49 сбор зерна вики снижался по сравнению с одновидовым посевом (90,4 и 84,6% к контролю).

Средняя урожайность бинарных посевов вики за 2015-2016 гг. была выше по сравнению с одновидовыми посевами. Для вики укосного использования Красноуфимская 49 лучшим вариантом оказался высев 0,6 млн. с подсевом рапса, что позволило поднять продуктивность агрофитоценоза на 40,9%, при этом урожайность чистых семян вики составила 0,72 т/га (82% от одновидового посева), а семян рапса – 0,52 т/га.

Сорт Ассорти имел по урожайности зерна преимущество над Красноуфимской 49 и в бинарных посевах формировал урожай выше, чем в одновидовых. Лучшим для этого сорта оказался вариант высева 0,4 млн. всхожих зерен на га с подсевом рапса и 0,6 млн. с подсевом горчицы, где получена общая урожайность 1,90 и 1,59 т/га и чистой вики 1,20 и 1,37 т/га соответственно.

В бинарных посевах с горчицей и рапсом отчетливо прослеживается различная сортовая реакция вики. Так в условиях засухи (2016 г.) по сорту Красноуфимская 49 при посеве с рапсом сформировался урожай бобового компонента ниже, чем при посеве в чистом виде и в смеси с горчицей, то для сорта Ассорти рапс был лучшей уплотняющей культурой, чем горчица. Этот факт объясняется развитием растений капустных культур и вики в бинарных посевах и формированием элементов структуры урожая. Так, по сорту Ассорти отмечалась более высокая полевая всхожесть и формирование растений на 1 м² (табл. 2). При равном количестве зерен в бобиках у сорта Ассорти масса 1000 семян существенно превышала сорт Красноуфимская 49. В посевах вики Красноуфимская 49 в стручках рапса формировалось больше семян, чем в посевах с сортом Ассорти. Масса 1000 семян рапса в бинарных посевах с обоими сортами вики возрастала по сравнению с одновидовым посевом. Исключение составил вариант при посеве рапса с минимальной нормой высева сорта Красноуфимская 49. В этом варианте отмечена повышенная густота стояния рапса, усиленное большее боковое ветвление, затягивание вегетации рапса и формирования его семян, что привело к понижению массы 1000 семян как вики, так и рапса. Частично на это повлияла и десикация растений.

В бинарных посевах горчицы с викой сорта Красноуфимская 49 отмечалось снижение массы 1000 семян горчицы с 7,1 до 5,9-6,1 г, по сравнению с одновидовым посевом. В посевах с сортом Ассорти масса 1000 семян горчицы была на уровне контроля и выше – 7,1-8,0 г.

Таблица 2

Элементы структуры урожая одновидовых и бинарных посевов вики, 2016 г.

Вариант	Количество растений				Количество зерен в одном бобике / стручке, шт.		Масса 1000 зерен, г	
	шт./м ²		% от нормы высева					
	Боб.	Крест.	Боб.	Крест.	Боб.	Крест.	Боб.	Крест.
Красноуф. 49 100%	85	-	57	-	7	-	46,5	-
Красноуф.49 45% + рапс	47	56	67	45	7	20	51,3	4,1
Красноуф. 49 30% + рапс	26	90	58	72	7	25	45,1	2,6
Красноуф. 49 45% + горчица	46	52	66	42	8	5	48,5	6,1
Красноуф. 49 30% + горчица	30	67	67	54	7	6	48,4	5,9
Ассорти 100%	119	-	79	-	7	-	71,9	-
Ассорти 45% + рапс	56	95	80	76	7	17	70,3	3,8
Ассорти 30% + рапс	36	63	80	50	8	22	73,1	3,5
Ассорти 45% + горчица	56	37	80	30	7	5	73,8	8,0
Ассорти 30% + горчица	36	53	80	42	7	5	73,3	7,1
Рапс	-	95	-	76	-	23	-	3,2
Горчица	-	53	-	42	-	5	-	7,1

Выводы

1. Для повышения урожая семян вики посевной яровой возможно и перспективно выращивать ее в смешанных посевах с рапсом яровым и горчицей белой.

2. Бинарные посева вики с рапсом и горчицей позволяют снизить норму высева семян вики на 55-70%, по сравнению с одновидовыми посевами, повышают урожайность зерносмеси от 37,5 до 68,1% в смеси с рапсом и от 8,0 до 40,7% в смеси с горчицей.

3. Преимущество возделывания яровой вики в бинарных посевах особенно проявляется в условиях дефицита осадков при повышенных температурах. При этом одновидовые посева вики резко снижают урожай, а в смешанных посевах проявляется положительная аллелопатия.

4. Сорт Ассорти отличается от сорта Красноуфимская 49 меньшей высотой растений и более коротким вегетационным периодом, что позволяет использовать свой потенциал и формировать более высокий урожай в бинарных посевах как с горчицей белой так и с рапсом яровым.

Литература

1. Косолапов В.М., Трофимов И.А. Роль кормовых зернобобовых культур в укреплении кормовой базы животноводства // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. –№ 1. –С. 98-101.
2. Зотиков В.И., Глазова З.И., Титенок М.В. Новый прием выращивания семян вики яровой // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2009. Т. 20. № 5. –С. 40-41.
3. Запарнюк В.И. Кормовая продуктивность зерна вики посевной // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. № 1 (17). –С. 57-63.
4. Фицев А.И., Воронкова В.Ф., Коровина Л.М. Качество протеина и содержание антипитательных веществ в зерне различных сортов вики яровой // Доклады РАСХН. № 1. – 2003. – С.18-20.
5. Тюрин Ю.С., Косолапов В.М. Зернофуражные сорта вики посевной – дополнительный источник кормового белка //Адаптивное кормопроизводство. – 2013. – № 12. – С. 23-24.
6. Тюрин Ю.С., Золотарев В.Н. Новые сорта вики посевной «Луговская 24» и «Валентина» для кормопроизводства // Адаптивное кормопроизводство. – 2012. № 4 (12). – С. 47-48.
7. Тюрин Ю.С., Золотарев В.Н., Косолапов В.М. Основные направления селекции и новые сорта вики посевной // Кормопроизводство. – 2013, № 2. – С. 26-27.
8. Тюрин Ю.С., Косолапов В.М., Гаганов А.П. Перспективы селекции вики посевной на зерно // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 2(18). – С. 103-105.
9. Зотиков В.И., Глазова З.И., Титенок М.В. Смешанные посева бобовых культур как фактор стабилизации урожая семян вики яровой // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 2. – С. 77-86.
10. Безгоднов А.В., Ялунина А.Д. Выращивание яровой вики в бинарных посевах с целью производства семенного материала для нужд кормопроизводства Среднего Урала // Инновационные технологии в науке и образовании. 2016. № 4 (8). – С. 207-212.

NEW WAY CULTIVATION OF VICIA SATIVA IN BINARY CROPS WITH SPRING COLZA AND MUSTARD WHITE

A.V. Bezgodov, V.F. Akhmetkhanov, A.D. Aplaeva

FGBNU «URAL SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

Ekaterinburg. E-mail: spagro@list.ru

Abstract: Results of a research of cultivation of *Vicia sativa* L. together with colza and mustard white. The lack of scientific research on the use of *Vicia sativa* L. as a compacting crop of colza and mustard white for the purpose of forming highly productive resistant to lodging mixed agrophytocenosis determines the relevance of the research data. Data on allelopathic interference of cultures, elements of crop structure, yield in single-species and mixed crops are provided. Binary crops of *Vicia sativa* L. with colza and mustard white reduce the seeding rate of *Vicia sativa* L. on 55-70 % in comparison to single crops. At the same time, the lodging of *Vicia sativa* L. is reduced to 2-3 points, against 4,7-5,0 in single form, the yield of the mix is increased by 37,5-68,1% in mixture with colza and 8,0-40,7% in mixture with mustard. The advantage of cultivating spring *Vicia sativa* L. in binary crops is especially evident in conditions of precipitation deficit at elevated temperatures. Single-species crops of *Vicia sativa* L. sharply reduce the yield, and in mixed crops a positive allelopathy appears. In the crops of spring *Vicia sativa* L. with mustard and colza, a distinct varietal reaction of *Vicia sativa* L.

Keywords: technology of cultivation, *Vicia sativa* L., colza, mustard white, binary crops, productivity.

УДК 638.12

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГОРОХА ПОСЕВНОГО В СОВМЕСТНЫХ ПОСЕВАХ С ГОРЧИЦЕЙ БЕЛОЙ

М.В. ДОНСКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук

Н.И. ВЕЛКОВА*, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук,

В.П. НАУМКИН*, профессор, доктор сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

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

Горох посевной относится к самоопылителям, однако на его посевах встречается много видов насекомых, в том числе медоносные пчелы. Это объясняется разными причинами: наличие большого количества сорняков, сладкие выделения тлей, особенно в жаркую погоду и т.д.

В статье рассматриваются морфобиологические особенности растений гороха посевного и горчицы белой в совместных посевах, а так же посещаемость их насекомыми-опылителями. Установлено, что выращивание гороха посевного в смеси с горчицей белой в условиях Орловской области позволяет не только получить более высокий урожай зерна этих культур, но и значительно расширить кормовую базу пчеловодства, улучшить посещаемость посевов пчелами и получить дополнительную продукцию в виде меда.

Ключевые слова: горчица белая, горох посевной, смеси, сорт, пчелы, урожайность, насекомые-опылители.

Горох посевной относится к самоопыляющимся культурам, в тоже время на его посевах встречается много насекомых, в том числе и медоносных пчел. Это явление объясняют разными причинами, например большим количеством сорных медоносных растений в посевах гороха, таких как редька дикая, осот огородный, василек и др.

наличием тлей особенно в жаркую погоду, образующих сладкие выделения, которые охотно собирают медоносные пчелы. Каждый пчеловод знает, что при обработках агрохимикатами посевов гороха гибнет большое количество летной пчелы, страдают целые пасеки. Горчица является хорошим медоносом и служит опорным растением для гороха, может подавлять развитие сорняков, вредителей и болезней [1, 5, 7, 8]. Кроме того, при смешанных посевах ризосфера горчицы белой стимулирует процесс азотфиксации гороха [2].

Исследования Д.Н. Прянишникова и Е.Н. Синской (1928) доказали, что корни горчицы белой отличаются хорошей растворяющей способностью – ее корневые выделения превращают нерастворимые питательные вещества почвы и удобрений в усвояемую форму, которыми питается не только горчица, но и горох.

Хорошие результаты от применения смешанных посевов горчицы в пчеловодстве получены в средней полосе России [9-13]. В частности, возделывание в колхозе имени Ленина Горьковской области бобово-горчичных смесей обеспечило получение в среднем на семью по 42,5 кг меда при среднем сборе меда в районе 31,6 кг [3, 4, 6].

Таким образом, при подсева горчицы белой к гороху, с агротехнической точки зрения, создается один из лучших видов симбиоза, улучшающий развитие обеих культур.

Целью настоящих исследований являлось изучение морфобиологических особенностей гороха посевного и горчицы белой в совместных посевах, а так же посещаемость их насекомыми-опылителями.

Материал и методика исследований

Исследования проводились в 2012-2014 годах на опытном поле ФГБНУ ВНИИЗБК (г. Орел). Погодные условия были близки к среднелетним климатическим показателям (табл. 1).

Таблица 1

Среднесуточная температура воздуха и количество осадков в годы исследований

Температура воздуха средняя за месяц, °С			
	Май	Июнь	Июль
2012 г.	16,8	17,7	21,3
2013 г.	18,0	19,8	18,8
2014 г.	16,8	16,3	20,9
Средняя многолетняя	13,8	16,8	18,0
Сумма осадков за месяц, мм			
	Май	Июнь	Июль
2012 г.	15	93	59
2013 г.	64	69	49
2014 г.	94	54	19
Средняя многолетняя	51	73	81

Материалом для исследований служили сорт гороха посевного Памяти Варлахова и сорт горчицы белой Рапсодия. Посев осуществляли в оптимальные сроки по следующей схеме: 1 – контроль (горох без подсева), 2 – горох – 100%+1% горчицы белой (от нормы высева 10 кг/га), 3 – горох – 100%+3% горчицы белой, 4 – горох – 100%+5% горчицы белой, 5 – горох – 100%+10% горчицы белой, 6 – горох – 100%+15% горчицы белой, 7 – горох – 100%+20% горчицы белой, 8 – горох – 100%+25% горчицы белой.

Учетная площадь делянки 2 м², повторность четырехкратная. В ходе исследований проводили наблюдения, учеты и анализы с использованием методики полевого опыта (Доспехов, 1985), методических указаний ВИР по изучению зерновых бобовых культур (ВИР, 2010), методики оценки нектаропродуктивности и посещаемости растений пчелами (Рыбное, 1984). Обработку данных выполняли методами математической статистики с использованием Microsoft Office Excel 2010.

Результаты исследований

Результаты изучения различных вариантов опыта показали, что достоверных различий по общей продолжительности вегетационного периода и составляющих его фаз у гороха посевного в условиях Орловской области в отдельно взятые годы не выявлено. В среднем за годы исследований по всем вариантам опыта продолжительность фазы посев – всходы составила 12 суток с колебаниями от 9 до 15 суток, всходы – цветение 34 суток, от 30 до 38 суток, цветение – созревание 36 суток, от 33 до 39 суток. Общая продолжительность вегетационного периода гороха составила 82 суток, с колебаниями в разные годы от 79 до 85 суток.

У горчицы белой во всех вариантах опыта фаза посев-всходы в среднем за годы исследований составила 5 суток с колебаниями от 4 до 6 суток, всходы – цветение 27 суток, от 26 до 31 суток, продолжительность цветения 26 суток с колебаниями от 24 до 28 суток, общая продолжительность вегетационного периода – 79 суток, с варьированием в разные годы от 75 до 85 суток.

Изучение морфологических особенностей гороха показало, что наиболее низкими растения были в контрольном варианте – 76,2 см, а с подсевом горчицы белой их высота увеличивалась от 80,4 до 93,0 см. Смешанные посевы способствовали увеличению таких показателей продуктивности гороха как: масса сухого растения, число бобов на растении, число семян с растения, семенная продуктивность и масса 1000 семян (табл. 2). Максимальные значения этих признаков получены при 1%-ном и 3%-ном подсевах горчицы белой.

Таблица 2

Морфологическая характеристика растений гороха посевного в смеси с горчицей белой, Орел, 2012-2014 гг.

Признаки Варианты	Высота растения, см	Масса растения, г	Число бобов на растении, шт.	Число семян на растении, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г
контроль	76,2±2,1	9,9±1,1	4,7±0,6	19,9±2,6	3,2±0,4	108,3±6,0
+1% горчицы	82,9±2,8	13,9±3,5	8,1±1,0	33,2±3,5	5,7±0,6	173,9±7,1
+3% горчицы	93,0±4,5	15,6±1,8	8,7±1,1	31,4±3,3	5,3±0,9	163,7±17,01
+5% горчицы	82,3±2,9	8,8±1,1	5,1±0,7	21,4±3,5	4,3±0,5	159,8±14,1
+10% горчицы	80,4±3,0	9,1±1,3	6,3±0,9	24,1±3,0	4,0±0,5	159,2±12,4
+15% горчицы	85,9±4,1	9,4±1,0	5,9±0,8	23,8±3,7	3,8±0,4	159,6±16,3
+ 20% горчицы	85,4±2,5	9,9±0,9	6,0±0,7	24,0±3,3	4,3±0,7	149,1±14,1
+ 25% горчицы	87,6±3,1	9,2±1,4	5,8±1,2	22,6±2,6	3,6±0,5	159,9±13,8

Высота растений горчицы белой в смешанных посевах составила в среднем 82,7 см и по годам исследований изменялась от 77,2 см до 88,1 см, масса абсолютно сухого растения 24,0 г с колебаниями от 14,5 г до 35,9 г, число ветвей 7,6 шт. находилось в пределах от 4,7 шт., до 11,4 шт., число стручков 197,0 шт. с варьированием от 118,3 шт. до 269,2 шт., масса стручков 12,9 г изменялась от 8,4 г до 18,9 г., число семян 698,2 шт. с колебаниями от 396,5 шт., до 1052,3 шт., масса семян с растения 6,0 г варьировала от 3,9 г до 8,9 г., число семян в стручке 3,5 шт. с колебаниями от 3,2 шт. до 3,8 шт., масса семян в стручке 0,03 г варьируя от 0,02 г до 0,04 г, масса 1000 семян 9,4 г. увеличиваясь от 8,2 г до 10,1 г, $K_{хоз}$ составил 0,26 изменяясь от 0,23 до 0,27 (табл. 3).

Анализ биологической урожайности различных вариантов опытов свидетельствует, что высокая урожайность гороха получена на всех вариантах с подсевом горчицы белой. Максимальная урожайность гороха отмечена при подсевах горчицы белой в количестве 3% и 20%.

Таблица 3

**Морфологическая характеристика растений горчицы белой,
Орел, 2012-2014 гг.**

Годы	2012	2013	2014	среднее
Признаки				
Высота растения, см	82,8±2,14	77,2±1,48	88,1±3,14	82,7±2,25
Масса абсолютно сухого растения, г	14,5±1,42	21,6±4,36	35,9±6,55	24,0±4,11
Число ветвей, шт.	4,7±0,37	6,7±0,86	11,4±1,99	7,6±1,07
Число стручков, шт.	118,3±12,17	203,6±44,60	269,2±49,56	197,0±35,44
Масса стручков, г	8,4±0,95	11,5±2,63	18,9±2,75	12,9±2,11
Число семян, шт.	396,5±38,91	645,7±153,12	1052,3±233,17	698,2±141,73
Масса семян, г	3,9±0,42	5,3±1,19	8,9±1,18	6,0±0,93
Число семян в стручке, шт.	3,4±0,19	3,2±0,23	3,8±0,29	3,5±0,24
Масса семян в стручке, г	0,03±0,001	0,02±0,001	0,04±0,002	0,03±0,001
Масса 1000 семян, г	9,9±0,42	8,2±0,44	10,1±1,03	9,4±0,63
Кхоз	0,27±0,013	0,23±0,010	0,27±0,014	0,26±0,012

Увеличение нормы высева горчицы белой в смешанных посевах с горохом способствовало повышению урожайности горчицы. Наибольшая урожайность горчицы составила 10,83 ц/га при 25% подсева (рис. 1).

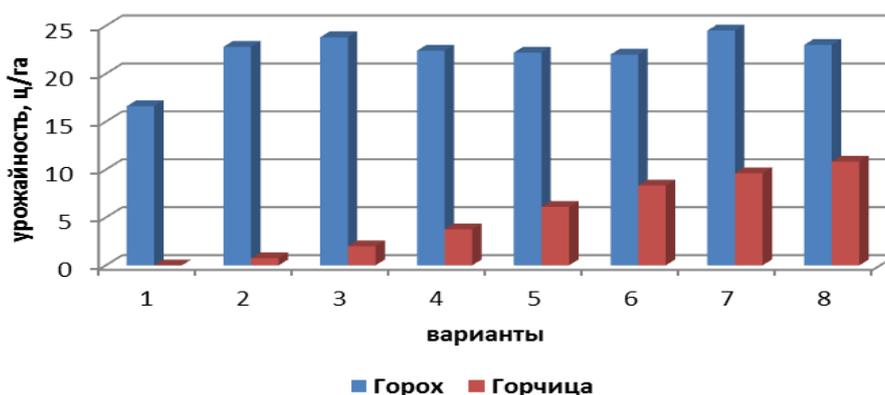


Рис. 1. Биологическая урожайность гороха посевного и горчицы белой в смесях, ц/га

Установлено, что подсев к гороху горчицы белой увеличивает количество насекомых-опылителей и медоносных пчел на посевах (рис. 2), что позволяет продлить медосборный период.

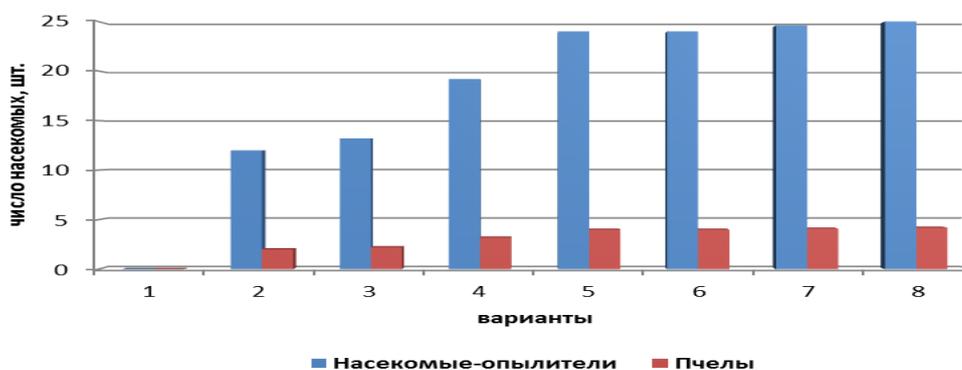


Рис. 2. Количество насекомых – опылителей и медоносных пчел на различных вариантах опыта, шт.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что смешанные посевы гороха с горчицей белой способствуют повышению урожайности гороха и дают возможность дополнительно получать семена горчицы.

Подсев к гороху горчицы белой способствует привлечению на посевы насекомых-опылителей и медоносных пчел.

Посев гороха посевного в смеси с горчицей белой позволяет не только получить более высокий урожай этих культур, но и значительно расширить кормовую базу пчеловодства, улучшить посещаемость посевов пчелами и получить дополнительную продукцию в виде меда.

Литература

1. Беляев И.М., Мамайлик С.А. Смешанные посевы гороха с белой горчицей // Записки Ленинградского плодоовощного института.- Ленинград, 1936. – Вып. 2. – 157 с.
2. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица белая – медоносная культура / монография. - Орел: Изд-во «Картуш», 2015. – 160 с.
3. Наумкин В.П., Велкова Н.И. Возделывание горчицы белой (*Sinapis alba L.*) для укрепления кормовой базы пчеловодства в Орловской области / методические рекомендации. – Орел, 2007. – 44 с.
4. Велкова Н.И., Наумкин В.П., Мазалов В.И. Рекомендации по возделыванию горчицы белой (*Sinapis alba L.*) как медоносной культуры / рекомендации. – Орел, 2013. – 30 с.
5. Наумкин В.П., Велкова Н.И. Пыльцевая продуктивность горчицы белой // Пчеловодство, 2007. – Т.21, № 9. – С. 21.
6. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица белая – перспективный медонос // Пчеловодство, 2013. – № 17. – С. 20-22.
7. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица – дар людям и пчелам // Пчеловодство, 2014. – № 1. – С. 22-24.
8. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Использование горчицы белой и продуктов её переработки в питании, медицине и косметике. – Орел, 2014.
9. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Влияние элементов технологии возделывания на продуктивность горчицы белой // Зерновое хозяйство России, 2013. – №4. – С.55-58.
10. Наумкин В.П., Велкова Н.И. Медонос – горчица белая // Пчеловодство, 2000. – № 2. – С. 43.
11. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Пыльцевая и нектарная продуктивность сортов горчицы белой разных сроков и способов посева // Зернобобовые и крупяные культуры, 2014. – №3 (11). – С. 72-76.
12. Наумкин В.П. Биомониторинг медоносных растений и продуктов пчеловодства // Пчеловодство, 2012. – № 3. – С.6-7.
13. Наумкин В.П., Велкова Н.И. Медоносная ценность горчицы белой // Материалы Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – основа успешного развития АПК и сохранения экосистем», 2012. – С. 82-84.
- 14.

STUDY OF MORPHOBIOLOGICAL FEATURES OF COMMON PEA IN JOINT CROPS WITH WHITE MUSTARD

M.V. Donskaya, N.I. Velkova*, V.P. Naumkin*

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

*RUSSIAN HE OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY
NAMED AFTER N.V. PARAKHIN

Abstract: Pea refers to self-pollinators, but on its crops there are many kinds of insects, including honey bees. This is due to various reasons: the presence of a large number of weeds, sweet secretions of aphids, especially in hot weather, etc.

The article considers morphobiological features of common pea in joint crops with white mustard, as well as their attendance by insect pollinators. It was established that planting of common pea in mixture with white mustard under conditions of Orel region allows not only to get a higher yield of grain of these crops, but also to significantly expand the forage base of beekeeping, to improve the attendance of crops by bees and to obtain additional products in the form of honey.

Keywords: white mustard, common pea, mixtures, variety, bees, yield, insect pollinators.

НОВЫЕ СОРТА ЯРОВОЙ ВИКИ МОСКОВСКОГО НИИСХ «НЕМЧИНОВКА»

Г.А. ДЕБЕЛЫЙ, доктор сельскохозяйственных наук
А.В. ГОНЧАРОВ, А.В. МЕДНОВ, А.А. ВОЛЬПЕ,
кандидаты сельскохозяйственных наук
ФГБНУ МОСКОВСКИЙ НИИСХ «НЕМЧИНОВКА»

Обсуждаются результаты трехлетнего конкурсного сортоиспытания гибридных сортов яровой вики. Яровая вика – основная однолетняя бобовая культура в Нечерноземье РФ. Обладая хорошо облиственным, длительное время негрубеющим стеблем, она служит для получения зеленого корма, сена, сенажа, силоса и зернофуража. Сложность селекции этой культуры связана с необходимостью выведения сортов различных сроков созревания разных направлений: укосных, зерноукосных, зернофуражных.

В связи с полеганием яровой вики в чистом посеве при испытании используют элементы фитоценотической оценки в смешанном посеве с овсом.

Ключевые слова: сорта яровой вики, селекция, испытание, смешанный посев.

Однолетние бобовые и злаковые кормовые растения обеспечивают от 1/3 до 1/2 кормового баланса по регионам Нечерноземной зоны. Среди однолетних бобовых культур отличается сравнительно невысокой, но стабильной урожайностью семян и вегетативной массы яровая вика. Обладая большим фенотипическим морфобиологическим разнообразием, она формирует урожай вегетирующих растений в разные сроки и возделывается на кормовые цели в основных и промежуточных посевах (поукосных, пожнивных, повторных). Для растений яровой вики характерен хорошо облиственный, длительное время негрубеющий стебель с мелкими опущенными листьями, формирующего вегетативную массу на зеленый корм, приготовления сена, сенажа, силоса, зерносенажа.

Не отличаясь высокой требовательностью к плодородию почвы и экологическим условиям, яровая вика возделывается в полевых и кормовых севооборотах, как предшественник яровых и озимых культур, в зеленом конвейере [1].

С началом селекции яровой вики в Московском НИИСХ ставилась задача выведения скороспелых сортов, обеспечивающих получение стабильных и высоких урожаев семян для посева на кормовые цели. Такая задача была решена благодаря привлечению нового исходного материала из коллекций ВИРа и Главного ботанического сада АН СССР.

Вовлекая в скрещивания с местными сортами окультуренные образцы яровой вики из Болгарии, Грузии и других стран, после одно-двухкратного отборов, испытания и размножения были выведены ежегодно вызревавшие сорта вики Немчиновская 72, Белорозовая 109, Немчиновская 84 [1, 2].

На втором этапе – для повышения вегетативной продуктивности и придания устойчивости к болезням вовлекали в скрещивания лучшие сорта отечественной и зарубежной селекции [3].

При отсутствии в генофонде, коллекциях, в естественном и искусственном исходном материале устойчивых к полеганию форм или сортов изучали фитоценозы и посевы вики в смеси с поддерживающими культурами, из которых наиболее распространен был овес. Для оценки пригодности сортов к смешанным посевам применяли лабораторный метод определения толерантности при их совместном выращивании. Для этого семена вики и злаковой культуры высевали на оптимальную глубину в одну лунку для непосредственного контакта семян и их выделений. По реакции апикальной меристемы, выражающейся в длине ростков и корешков, судили об

их совместимости – толерантности при выращивании в смеси. Таким методом был выделен сорт Спутница и др., проявивших себя в последующих полевых опытах.

Дифференциация сортов яровой вики по отношению к злакам происходит уже на первых этапах прорастания семян по полевой всхожести и выживаемости к концу вегетации. Сорты, выделившиеся по толерантности и полевой всхожести, обычно сохраняли высокие показатели до конца вегетации.

Материалы и методика

Исследования проводили на сортах, полученных в результате селекционной проработки гибридного материала. Их изучали в 2014-2016 гг. в конкурсном сортоиспытании яровой вики с овсом. Норма высева 3 млн. всхожих зерен овса Козырь в смеси с 1,5 млн. всхожих зерен вики. Опыты закладывали в полях селекционного севооборота в Соколово ОПХ «Голстопальцево». Учетная площадь делянок – 10 м², повторность четырехкратная.

Результаты исследований

По результатам полевых опытов по методике Кильчевского, Хотылевой [4] изучали адаптивный потенциал и селекционную ценность гибридных сортов яровой вики.

Метеорологические условия периодов вегетации 2014, 2015 и 2016 гг. были благоприятными для формирования высокого урожая смеси и зерна вики в смеси. В период посева и всходов (первая декада мая) все три года наблюдали невысокую среднесуточную температуру воздуха и достаточно высокую влажность почвы для получения одновременных и дружных всходов (табл.1).

Таблица 1

Урожайность зерна вики – овсяной смеси и вики в КСИ

Сорт, гибридная комбинация	Урожай смеси, ц/га				Урожай вики, ц/га				Вегет. период, дней	Масса 1000 семян, г	Сод. белка, %
	2014	2015	2016	Сред	2014	2015	2016	Сред			
Людмила (st) (Н-72×Лира)	29,5	53,3	34,2	39,0	13,4	20,9	25,5	19,9	80	58,9	28,9
Немчиновская юбилейная (Н-72×Белоцветков. (Литва))	32,4	55,1	28,9	38,8	14,7	24,7	23,3	20,9	82	64,1	27,4
Елена Белороз.109×К34383 (Н-72×Бархатная)	32,0	55,0	27,7	38,2	18,3	24,8	17,1	20,1	84	65,5	31,0
Уголек ((Н-72×К34383)×К36387) (Израиль)	31,6	51,2	31,8	38,2	17,8	20,5	19,5	19,3	75	72,1	29,5
Ф-286 (Узуново) (Орловск.88×Льговск)	39,5	56,3	32,0	42,6	23,7	26,7	19,5	23,3	82	72,1	27,0
758/06 (Белоцветк.(Литва)×К1993 (Розовоцвет.))	35,6	52,7	33,2	39,6	21,4	20,5	28,5	23,5	80	71,2	29,0
799-800/06 (Орловск.88×Узун.82)	33,3	56,2	27,3	39,1	23,3	31,7	19,5	24,8	80	82,0	27,0
715-716/06 (Белоцвет. (Литва)×К1993 лилов.)	35,5	58,5	2,2	40,4	19,2	25,1	19,0	21,1	80	58	24,8
Спутница (Узуново)	33,4	51,5	27,3	37,4	18,7	21,7	17,3	19,2	82	70,4	27,4
НСР ₀₅ , ц/га	3,8	4,5	3,6		2,3	1,8	2,5				

Аналогично складывались погодные условия в период бутонизации и начала цветения в течение трех лет и в третьей декаде июня. Особенно много осадков в период

закладки и функционирования репродуктивных органов было в июне – начале июля 2015 г, когда был получен рекордный урожай зерна вики в смеси с овсом – 50 ц/га и по остальным сортам выше. В 2014-2015 гг. уборку проводили в жаркую и сухую погоду, в 2016 г. несколько затянулась уборка позднеспелых сортов из-за ливневых дождей в июле и августе. Как видно из данных табл. 1 в течение трех лет испытаний метеорологические условия благоприятствовали проявлению высокого потенциала урожайности зерна у испытывавшихся среднеспелых и раннеспелых сортов.

У стандартных сортов (Людмила, Немчиновская юбилейная, Елена, Уголёк) в среднем за 3 года урожай в смеси составлял 38-39 ц/га, в т.ч. 19-20 ц/га вики.

У выделившихся за 3 года испытания сортов: Ф – 286, 758/06, 799-800/06, 715-716/06 суммарный урожай смесей был равен 39-42 ц/га, в т.ч. 21,1-24,8 ц/га вики.

Наибольший урожай зерна вики из смеси 24,8 ц/га дал номер 715-716/06, отобранный из комбинации Белоцветковая×Розовоцветковая. Оба родителя получены из Литовского НИИ земледелия (от селекционера Р. Йонушите). По 23 ц/га семян вики дали номера: 758/06, отобранный из комбинации Белоцветковая×Розовоцветковая и Ф-286, выделившийся из комбинации Орловская 88×Луговская.

Последний номер выделился и по урожайности зеленой массы (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность зеленой массы и сена сортов яровой вики в смеси с овсом в КСИ

Сорт, гибридная комбинация	Урожай зел. массы, ц/га				Урожай сена, ц/га				Сод. прот. в сене, %
	2014	2015	2016	Сред	2014	2015	2016	Сред	
Людмила (st) (Н-72×Ли́ра)	400* / 160**	178	230	268	120* /57**	44,3	86,4	83,3	15,4
Немчиновская юбилейная (Н-72×Белоцветков. (Литва))	420/ 230	228	340	321	135/ 69	40	81,5	92,0	16,7
Елена Белороз.109×К34383 (Н- 72×Баркат (Болгария))	360/ 180	185	330	313	128/ 46	53	76,0	84,6	20,3
Уголек ((Н-72×К34383)× К36387) (Израиль)	400/ 190	200	350	290	120/ 57	47	76,0	76,4	17,8
Ф-286 (Узуново) (Орловск.88×Льговс)	400/ 190	230	360	330*	138/ 58	52	80	90*	17,5
758/06 (Белоцветк.(Литва)× К1993 (Розовоцвет.)	360/ 140	176	340	290	100/ 60	40	83,5	76,5	16,0
799-800/06 (Орловск.88×Узун.82)	400/ 190	200	350	290	120/ 57	47	76,0	76,4	17,8
Спутница (Узуново) (Орловск.88×Вера)	380/ 180	176	400	323	120/ 52	53	81	83	16,5
НСР ₀₅		18,6	21,7	-	-	8,5	9,7		

*– масса вики с овсом; **– масса вики

В среднем за три года урожай зеленой массы составил 330 ц/га сена. Среди выделившихся за три года испытания сортов два, как и большинство районированных сортов, среднеспелые средней крупности, с массой 1000 семян 70-80 г, один сорт (Ф-286) крупносемянный и номер 715-716/06 – мелкосемянный.

Заключение

Результаты конкурсного сортоиспытания яровой вики в 2014-2016 гг. при благоприятных метеорологических условиях раскрывают большой потенциал продуктивности культуры – до 50 ц/га зерна в смеси и до 90 т/га сена в смеси. Судя по

трехлетним экспериментальным данным, есть основание для передачи выделившихся 2-3 сортов на государственное сортоиспытание.

Литература

1. Дебелый Г.А. Зернобобовые культуры в Нечерноземной зоне РФ. Москва – Немчиновка. 2009. - 258 с.
2. Дебелый Г.А., Калинина Л.В., Гончаров А.В., Меднов А.В.. Яровая вика: Испытание сортов и задачи селекции // Кормопроизводство. 7. 2010. – С. 29-31.
3. Канарская Л.Н. Изменчивость и наследуемость хозяйственно ценных признаков яровой вики. Автореф., дисс. кандидата с.-х. наук. – М., 1977. –22 с.
4. Кильчевский А.А., Хотылева Л.В. Методика оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение 1. Обоснование метода. – Генетика. Т. XXI, № 9, 1985. – С. 1481-1497.
5. Дебелый Г.А., Гончаров А.В., Меднов А.В.. Толерантность сортов яровой вики к овсу и ячменю. // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010, Ю. № 6. – С. 60-61
6. Гончаров А.В. Подбор и оценка сортов вики яровой для смешанных посевов. Автореф. дисс. канд. с.- х. наук, Немчиновка, 2011. – 26 с.

NEW VARIETIES OF SPRING VETCH FROM THE MOSCOW SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE «NEMCHINOVKA»

G.A. Debelyj, A. V. Goncharov, A. V. Mednov, A. A. Vol'pe

FSBSI «MOSCOW SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE «NEMCHINOVKA»

Abstract: The results of a three-year competitive variety testing of hybrid varieties of spring vetch are discussed. The spring vetch is the main one-year legume crop in the Non-Black Earth Region of the Russian Federation. Possessing a well-leafy, long-lasting non-rusting stalk, it serves to produce green forage, hay, haylage, silage and grain fodder. The complexity of the selection of this culture is associated with the need to breed varieties of different maturation periods of different directions: for green mass, for grain and green mass, grain-fodder.

In connection with the lodging of the spring vetch in a pure sowing, elements of phytocenotic evaluation in mixed sowing with oats are used in the test.

Keywords: varieties of spring vetch, selection, testing, mixed seeding.

УДК 635.655:631.53

УСКОРЕННОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ И ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ОРИГИНАЛЬНЫХ СЕМЯН СОИ

З.Р. ЦУКАНОВА, Е.В. КИРСАНОВА *, кандидаты сельскохозяйственных наук

Е.В. ЛАТЫНЦЕВА., Н.В. КОТОВ **

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

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

** ФГБУ «ГОССОРТКОМИССИЯ» ПО ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Приведены результаты научных исследований по ускоренному размножению и получению высококачественных оригинальных семян новых сортов сои. На основании изучения изменчивости и взаимосвязи хозяйственно ценных признаков новых сортов сои в условиях ценоза разработана схема отбора элитных растений, обоснован необходимый объем выборки и уровень браковки при испытании семей в питомниках первичного семеноводства, способствующих получению высококачественных семян. Были проведены исследования по разработке агротехнических приёмов, обоснованы

расчеты потребности в оригинальных и элитных семенах, позволяющие удовлетворить сельскохозяйственное производство до 2020 года.

Ключевые слова: семеноводство, сорт, соя, методы отбора элитных растений, схема семеноводства сои, приемы первичного семеноводства, посевные качества семян

Один из главных путей повышения урожайности сельскохозяйственных культур – создание и внедрение в производство новых высокопродуктивных сортов, а также разработка эффективной технологии их возделывания.

Основным резервом увеличения производства сои в России является, наряду с расширением посевных площадей, использование достижений науки и передовой практики для значительного роста урожайности этой ценной культуры. Это, прежде всего, использование факторов интенсификации (орошение, удобрение, современная техника, пестициды, регуляторы роста растений, препараты для инокуляции на основе высокоэффективных штаммов) и ускорение сортосмены на новые, более продуктивные и адаптивные сорта [1, 2, 3].

Поэтому во всём мире ведётся интенсивная работа по получению более урожайных и ценных сортов, с высоким генетическим потенциалом продуктивности. Особый интерес в последнее десятилетие представляет продвижение новых сортов сои северного экотипа в Центральные регионы России.

Создание сортов сои нового поколения требует пересмотра и усовершенствования методических вопросов их семеноводства и сортосмены, основанных на инновационном процессе как факторе интенсификации производства зерна. Поиск наиболее рациональной организации семеноводства сои в рыночных условиях должен проходить одновременно с увеличением устойчивого производства оригинальных, элитных и репродукционных семян при сохранении генетической чистоты селекционных сортов [4].

Важнейшей причиной снижения продуктивности сорта, уже внедрённого в производство, является ухудшение качества семян. При плохой подготовке почвы к посеву, поздних или слишком ранних сроках посева, недостаточной обеспеченности элементами минерального питания, запаздывании с уборкой, поражении патогенами развиваются слабые растения с мелким зерном, дающие низкий урожай. Такие же растения появляются и в последующих репродукциях [5, 6, 7].

В результате возможен недобор урожая в хозяйствах, использующих семена низкого качества, это закономерно, поскольку все достижения селекции могут успешно реализоваться только через хорошо налаженную систему семеноводства [8].

Поэтому цель сортового семеноводства заключается не только во внедрении новых сортов, но и в сохранении из года в год или из поколения в поколение их генетической идентичности. В процессе размножения сорт должен иметь ту же генетически обусловленную однородность, которая была у него при создании и регистрации.

Настоящая работа подготовлена на основании изучения адаптивности новых сортов сои в семеноводческих питомниках по урожайным свойствам и посевным качествам семян в различных экологических условиях. Она включает схему и технологические приемы первичного семеноводства, принципы ускоренного размножения сортов, обоснование системы производства оригинальных и элитных семян новых сортов сои в Орловской области.

В связи с тем, что соя сравнительно новая культура для Центрально-Чернозёмного региона России, в течение 2003-2014 гг. были проведены исследования по разработке агротехнических приемов в семеноводческих питомниках испытания потомств: установлен оптимальный объём выборки и критерии оценки исходного материала (элитные растения), проведена сравнительная оценка урожайности семян сои и их посевных качеств в зависимости от норм высева и способов посева.

Ускоренное размножение перспективных сортов

Испытание перспективных сортов в ГСИ осуществляется одновременно с их ускоренным размножением, развертыванием первичного семеноводства, экологической оценкой и разработкой технологии возделывания на полях учреждения – оригинатора.

Ускоренное размножение перспективного сорта в первый год проводится в условиях широкорядного посева с уменьшенной нормой высева (300 тыс. всхожих семян на га) по общепринятой для региона технологии возделывания (сортовые, видовые прополки, подкормки и т.д.). В следующем году потомства элитных растений оцениваются в питомнике испытания потомств первого года (ПИП-1) и далее отобранные элитные растения объединяются и размножаются в широкорядном посеве питомника размножения первого года.

В случае положительных результатов Государственного сортоиспытания сорт в производственных условиях в первый год внесения его в «Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию» можно быстро размножить, за счет увеличения площади питания и применения интенсивных технологий.

Разработанная технология ускоренного получения оригинальных семян сортов сои позволяет упростить схему производства оригинальных семян за счёт получения максимального коэффициента размножения при разреженном и широкорядном посевах.

В целях увеличения объема производства семян при организации зональной системы семеноводства схема первичного семеноводства может быть увеличена на 1 звено – питомник размножения 3-го года. После 3...4 лет возделывания новых сортов, стабилизации их сортовых признаков и площадей посева в зоне выращивания, индивидуально-семейный отбор может быть возвращен к сокращенной схеме – с одногодичным испытанием потомств и далее по полной схеме.

В зависимости от биологических особенностей сорта при возделывании его в производстве более 6 лет возможны дальнейшие модификации в сторону упрощения звеньев первичного семеноводства (исключение питомника размножения 3 года).

Оценка в питомниках испытания потомств (ПИП-1 и ПИП-2) новых сортов сои.

Наиболее важная работа в первичном семеноводстве сои – оценка потомств элитных растений в питомниках испытаний первого и второго годов и от того, насколько она объективна, в значительной мере зависит генетическая чистота сорта. Самый большой объем оценок приходится на ПИП-1.

В основу семеноводческого процесса сои положен индивидуально – семейный отбор с двухгодичной оценкой потомств по схеме:

Питомник отбора	Отбор элитных растений. Страховой фонд – 100%.
Питомник испытания потомств первого года (ПИП-1), не менее 250-300 потомств	Оценка потомств по ряду признаков и свойств. Выбраковка худших и отбор лучших потомств. Страховой фонд – 100%
Питомник испытания потомств второго года (ПИП-2), не менее 90-120 потомств	Повторная оценка потомств, отбор лучших и выбраковка худших. Страховой фонд – 100%.
Питомник размножения первого года (Р-1)	Размножение семян, сортовая прополка, сохранение сорта в чистоте от засорения и поражения болезнями. Страховой фонд – 100%.
Питомник размножения второго и третьего года (Р-2, Р-3)	Размножение семян, сортовая прополка, сохранение сорта в чистоте от засорения и поражения болезнями. Страховой фонд – 100%.
Суперэлита	Размножение семян, сортовая прополка, сохранение сорта в чистоте от засорения и поражения болезнями. Страховой фонд – 100%.
Элита	Размножение семян, сортовая прополка, сохранение сорта в чистоте от засорения и поражения болезнями. Страховой фонд – 50%.

Питомник отбора сои специально закладывается с пониженной нормой высева, в нем необходимо проводить ежегодный отбор элитных растений в количестве 500-800 каждого сорта.

ПИП-1 – посев не менее 250-300 потомств широкорядным способом (45 см), количество семян на 1 погонный метр – 15 штук. В ПИП-2 – посев не менее 80-120 потомств широкорядным способом (45 см), количество высеянных семян на 1 погонный метр - 15 штук.

В условиях интенсивного земледелия и новых рыночных условиях сортосмена должна осуществляться раз в 5 лет и требует быстрого размножения новых сортов и прежде всего получения элитных семян. Объёмы производства семян элиты находятся в пропорциональной зависимости от объёмов размножения оригинальных семян, а, следовательно, и от количества отобранных элитных (родоначальных) растений в питомниках отбора в первичном семеноводстве.

При определении объёма элитных растений учитывается необходимый выход оригинальных семян. Но при этом следует увеличить число элитных растений исходя из уровня браковки согласно описанных в паспорте признаков сорта. Отбор элитных растений в питомниках отбора сои предполагает следующие виды работ:

– отбор (взятие) пробного снопа (50-100 растений) и анализ: по числу бобов на 1 продуктивный узел, числу бобов и числу семян с растения, массе семян с растения, массе 1000 семян, по высоте растения, высоте до 1 междоузлия, с последующей статистической обработкой данных (\bar{X} , $S_{\bar{x}}$, σ , CV%);

– отбор элитных растений по сортовым признакам в полевых условиях по высоте растения, высоте до 1 междоузлия, числу бобов в пределах $[\bar{X} - \sigma] \dots [\bar{X} + 2 \sigma]$;

– отбор элитных растений по сортовым признакам в лабораторных условиях по окраске семян, рубчика, их числу и массе в пределах $[\bar{X} - \sigma] \dots [\bar{X} + 2 \sigma]$.

Такой подход позволяет исключить отбор растений на улучшение семенной продуктивности селекционной направленности. Большой объём оценок приходится не только на ПИП-1, но и ПИП-2, через который ежегодно проходят сотни семей из отобранных элитных растений, с тем чтобы размножить их в питомниках ПР-1, ПР-2. Для закладки питомников испытания потомств и размножения необходимо провести расчет площадей посева и объемов производства семян в первичном семеноводстве сои. Расчеты проводятся по методическим рекомендациям по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур [9, 10]. Выход кондиционных семян в каждом питомнике рассчитывают с учетом коэффициента браковки, способа посева, нормы высева, планируемой урожайности и др.

Организации семеноводства сои в Орловской области

В настоящее время система семеноводства сои в Орловской области строится на следующих принципах её организации:

– лаборатория первичного семеноводства ФГБНУ ВНИИЗБК производит оригинальные семена сои и реализует их опытно-производственным хозяйствам института и отдельным хозяйствам по договорам о научно-техническом сотрудничестве на совместное размножение;

– ФГУП «Стрелецкое», ФГБНУ «Шатиловская СХОС», ООО «Дубовицкое» производят суперэлиты и элитные семена и реализуют их в семеноводческие подразделения акционерных обществ, агрофирм и других категорий хозяйств, которые размножают элитные семена до первой и второй репродукций, обеспечивают потребности товарных хозяйств в семенах.

Расчеты потребности в оригинальных и элитных семенах произведены институтом до 2020 года на основании динамики роста посевных площадей сои в регионе (табл. 1).

Таблица 1

Потребность в оригинальных и элитных семенах сои для проведения сортоиспытания и сортообновления (тонн)

Категории семян	Годы					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Оригинальные	16	17	18	19	20	25
Элитные	250	300	400	500	600	900

Технологическая схема производства семян сои

ФГБНУ ВНИИЗБК проводит размножение сортов, внесённых в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в производстве по региону и новых, проходящих государственное сортоиспытание.

- Основная обработка почвы (предшественники: озимые и яровые колосовые культуры) – дискование, вспашка. Фосфорные и калийные удобрения (60кг/га д.в.) вносятся осенью под вспашку.

- Предпосевная обработка включает две культивации: основную, совмещённую с заделкой стартовой дозы минеральных удобрений (диаммофоска или нитроаммофоска – 1 ц/га) и предпосевную (за 1-3 дня до посева).

- Предпосевная подготовка семян, прежде всего, включает в себя обязательную обработку различными инокулянтами: Ризоформ, РК 3 л/т, Ноктин-А, Ж 3 л/т, Оптимайз, ВР 2,5 л/т. Использовать инокулянт необходимо согласно инструкции. Также в раствор можно добавить регуляторы роста растений и молибденсодержащие препараты в дозе 150-200 г на гектарную норму.

- Посев в питомниках испытания потомств первого и второго года (ПИП-1 и ПИП-2) проводится широкорядным способом с междурядьем 45 см, из расчета 15 шт. семян на погонный метр. Посев питомников размножения первого, второго и третьего годов (ПР-1, 2, 3) ведут рядовым способом в оптимальные сроки с нормой высева 600-700 тыс. шт. семян на 1 га (желательно урожая предыдущего года) с высокими сортовыми характеристиками, посевными качествами и урожайными свойствами.

- Прикатывание посевов проводится кольчато-шпоровыми катками вслед за посевом. Этот агроприём крайне необходим в случае применения дождевой обработки почвы гербицидами.

- До всходов культуры обработку посевов можно проводить следующими гербицидами: Гезагард, КС – 2,5-3,5 л/га, Зенкор Ультра, КС– 0,6-1,0 л/га и др. При этой обработке уничтожается основная масса злаковых и двудольных сорняков.

- Обработка по вегетации гербицидами Пульсар, ВР – 0,9-1,0 л/га, Фюзилад – 0,75–1,0 л/га, Концепт, МД 06-1,0 л/га и др. проводится согласно рекомендациям заводоизготовителей. Для смягчения гербицидного воздействия на растения можно в баковую смесь добавлять Тетрафлекс Универсальный – 2 кг/га с большим набором микроэлементов.

- За 1,5-2 недели до уборки проводится десикация посевов препаратом Реглон Супер, ВР – 1,5-2 л/га, что способствует уменьшению влажности зерна.

- Уборку проводят в сжатые сроки при полном созревании семян.

- Необходимо после уборки семена сои довести до соответствия ГОСТ 62325-2005 (табл.2).

Таблица 2

Сортовые и посевные качества семян сои в соответствии с ГОСТ Р52325-2005

Категория семян	Сортовая чистота, %, не менее	Чистота семян, %, не менее	Содержание семян других растений, шт./г		Всхожесть, %, не менее	Влажность, %, не более
			10	5		
ОС, ЭС	99,5	98	10	5	87	14
РС	98,5	96	15	8	82	14
РСт	98,0	95	25	15	80	14

Упаковка, маркировка, хранение оригинальных и элитных семян ведется согласно ГОСТ Р 52325-2005.

Схема семеноводства и реализации новых сортов сои

Соя – культура экономически выгодная. В структуре производственных затрат сельскохозяйственных предприятий в регионе основную долю занимают расходы на удобрения, семена, средства защиты растений. Основной путь удешевления себестоимости продукции и повышения её экономической эффективности связан с увеличением урожайности семян с единицы посевной площади.



Итогом всех представленных исследований является система семеноводства сои в Орловской области, расчеты потребности в элитных и репродукционных семенах, позволяющие удовлетворить сельскохозяйственное производство до 2020 года.

На основании изучения изменчивости и взаимосвязи хозяйственно ценных признаков новых сортов сои в условиях ценоза представлена схема отбора элитных растений, обоснован необходимый объем выборки.

Многолетние эксперименты по уровню браковки потомств подтвердили необходимость жесткого контроля в питомниках первичного семеноводства, что способствует получению высококачественных семян сои.

В ФГБНУ ВНИИЗБК разработаны рекомендации, включающие схемы ускоренного размножения сортов сои нового поколения.

Литература

1. Анохина Т.А. Особенности отбора элитных растений в первом семеноводстве //Селекция и семеноводство: – 1982. – № 10. – С. 12-13.
2. Головина Е. В., Гурьев Г. П. Влияние фотосинтетической и азотфиксирующей деятельности растений на продуктивность новых скороспелых сортов сои // Повышение устойчивости сельскохозяйственных культур в современных условиях – Орел, 2008 – С. 440-448.
3. Лукомец, В.М., Кочегура А.В., Баранов В.Ф., Махонин В.Л. Соя в России – действительность и возможность / Краснодар, 2013 – 100 с.
4. Гуляев Г.В., Большаков Н.В. О методах и приемах сохранения сорта в первичном семеноводстве. // Селекция и семеноводство. – 1990. – № 6. – С. 40-41.
5. Кадыров С.В., Федотов В.А. Технология возделывания сои в ЦЧР: Рекомендации //Воронеж, 2004. – 50 с
6. Кирсанова Е.В., Чекалин Е.И., Лаврухина Е.А., Цуканова З.Р., Васильчиков А.Г. Влияние обработок семян и опрыскивание посевов сои на показатели качества продукции. // Достижение науки агропромышленному комплексу. – Орёл: Изд-во ОрёлГАУ, 2013. – С.105-108.
7. Лысенко Н.Н., Кирсанова Е.В. Управление агробиоценозом сои // Образование, наука и производство - 2014. - № 2 (7). – С. 52-60

8. Домахин В.С. Урожайность и посевные качества семян разных сортов сои в зависимости от сроков и способов посева: автореф. дисс. канд. с.-х. наук // Краснодар, 2012. – 24 с.
9. Методические рекомендации по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур. – М.: ВАСХНИЛ, 1990. – 38 с.
10. Цуканова З.Р. Биологические и организационно – методические основы семеноводства гороха: специальность 06.01.05 «Селекция и семеноводство»: автореф. дисс... канд. с.-х. наук ВНИИ зернобобовых и крупяных культур. – Орёл, 2003. – 20 с.

ACCELERATED REPRODUCTION AND DEVELOPMENT OF HIGH-QUALITY ORIGINAL SEEDS OF SOYA

Z.R. Tsukanova, E.V. Kirsanova*, E.V. Latynceva, N.V. Kotov**

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

*RUSSIAN HE OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY

NAMED AFTER N.V. PARAKHIN

** FGBU «GOSSOR GKOMISSIYA» IN THE OREL REGION

Abstract: Results on scientific research on accelerating reproduction and development of high-quality original seeds of new soybean varieties. On the base of study of mutability and relationship of economically valuable traits of new soybean varieties under cenosis developed sampling scheme elite plants, justified the required sample size and the level of rejection of families tested in primary seed nurseries ensuring the best soybean seed. Studies have been conducted on the development of agro-technical methods, calculations justified the need for original and elite seeds, allowing agricultural production to meet until 2020.

Keywords: seed production, variety, soybean, methods of selection of elite plants, soybean seed production scheme, methods of primary seed production, quality of seeds.

УДК 633.11:631.527

НОВЫЙ СОРТ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ДОНЭРА – ИННОВАЦИЯ В ПРОИЗВОДСТВО ЗЕРНА

М.А. ФОМЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук,

А.И. ГРАБОВЕЦ, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН
ФГБНУ «ДОНСКОЙ ЗОНАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»

В статье отражены результаты селекции низкорослых сортов мягкой озимой пшеницы в степной зоне Ростовской области на примере создания сорта озимой мягкой пшеницы Донэра. Сорт характеризуется стабильной урожайностью в различных регионах возделывания, качеством урожая, устойчивостью к факторам внешней среды. Средняя урожайность в 49 сортоопытах ГСИ по России составила 4,11 т/га. Сорт озимой мягкой пшеницы Донэра допущен к использованию в 5, 6, 7, 8 регионах России.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, селекция, сорт, урожайность, адаптивность, качество зерна, устойчивость к болезням.

В стабилизации производства продовольственного зерна большую роль играют озимые зерновые культуры. Озимая мягкая пшеница доминирует по посевным площадям, удельному весу в зерновом балансе и определяет экономическую политику в Северо-Кавказском, Центральном-Черноземном, Нижневолжском – и Средневолжском регионах.

В современный период при усиливающейся контрастности климата (неустойчивые зимы, засушливые весенне-летние месяцы), возникновении новых эпифитотийных угроз, необходимо создание сортов, обладающих адаптивностью к изменению агроэкологических условий. Для регионов с недостаточным и неустойчивым

увлажнением особое значение имеет селекция на создание генотипов с высокой пластичностью, стабильностью и гомеостатичностью [1], на повышение устойчивости растений к биотическим и абиотическим факторам среды [2, 3], в том числе на высокую жаро-засухоустойчивость [4].

Одним из решений проблемы стабилизации производства зерна является создание адаптированных к конкретным условиям возделывания сортов озимой мягкой пшеницы, гарантирующих повышение урожайности стабильного качества [5, 6]. По оценкам многих исследователей, вклад селекции в повышении урожайности различных сельскохозяйственных культур составляет от 30 до 70%. Сорт является не только средством повышения урожайности, но и становится фактором, биологической системой, способной реализовать новейшие достижения науки [7].

Материал и методика исследований

Исследования проводили в 2011-2016 гг. в степной зоне Ростовской области.

Климат характеризуется высокими тепловыми ресурсами (среднесуточная среднегодовая температура 6,9°C) и средним годовым количеством осадков (451 мм). Метеоусловия существенно различались по годам. В период проведения исследований количество осадков варьировало от 318 до 530 мм (76-117 % к годовой норме). Отклонение от среднегодовой температуры воздуха в среднем составило +3,5°C.

Формирование более засушливых условий вегетации в последние десятилетия обусловило нарастание интенсивности развития болезней вирусного происхождения: вируса желтой карликовости ячменя (2013 г.), вируса полосатой мозаики пшеницы (2015 г.), желтой ржавчины (2016 г.), мучнистой росы (2016 г.) распространения септориоза (2013-2016 гг.), увеличение популяций вредителей: клопа вредная черепашка, злаковых мух (2011, 2016 гг.). За период проведения исследований наблюдали нестабильность проявления зимних погодных факторов: оттепели (2011-2016 гг.), низкие температуры на глубине узла кущения, (2012 г.), майские заморозки (2014 г.), пыльные бури (2015 г.). Отмечали преждевременную активность альфа-амилазы, обусловившую предуборочное прорастание зерна на корню (2014 г.).

Почва опытного участка представлена среднемощным карбонатным слабовыщелочным черноземом с различной мощностью гумусового горизонта (30-40 см) с содержанием нитратного азота NO_3 – 2 мг/кг почвы; подвижного P_2O_5 – 51 мг/кг; обменного K_2O – 316 мг/кг. В пахотном слое содержание гумуса составляет 3,2-3,5%. Закладку полевых опытов осуществляли по общепринятым методикам

Объект исследований: сорт озимой мягкой пшеницы Донэра. Он включен в Госреестр селекционных достижений РФ по Центрально-Черноземному, Северо-Кавказскому, Средне- и Нижневолжскому региону с 2015 года.

Фенологические наблюдения и оценки, а также технологическую оценку качества зерна проводили согласно Методике госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [8].

Многолетними исследованиями разработаны принципы селекции озимой мягкой пшеницы в условиях усиления континентальности климата, базирующиеся на методах создания популяций различного происхождения с повышенной гетерогенностью, на увеличении длительности рекомбинации генов на фоне действия лимитирующих стрессоров среды, использовании явления коадаптации и трансгрессивной изменчивости, на индуцировании изменения канализированности взаимодействия генов (мутагенез, отдаленная гибридизация и др.) [9].

Основным достижением селекции на адаптивность к криогенным нагрузкам Северного Кавказа стало аккумулятивное у морфобиотипов генов, обуславливающих продолжительную яровизацию в течение 50-60 дней. Эти и другие разработки позволили выделить морозостойкие генотипы с длительным периодом покоя при продолжительных оттепелях в зимний период, способных быстро восстанавливать закалку при резких перепадах температур в зимне-весенний период, стабилизировать толерантность к

негативному действию притертой ледяной корки и к поздневесенним заморозкам в период стеблевания растений [9].

Для степной зоны Ростовской области определены основные признаки отбора жаро-засухоустойчивых генотипов: масса зерна с единицы площади; величина уборочного индекса; варьирование признака масса 1000 зерен по годам; выполненность зерна; продолжительность вегетационного периода и периода фотосинтетической деятельности листьев. Наиболее интегральным критерием оценки засухоустойчивости генотипов пшеницы служит масса зерна с единицы площади и с растения [10].

Результаты исследований

Подтверждением разработанных теоретических и практических основ селекции культуры озимой пшеницы в степной зоне Ростовской области служит создание сорта Донэра. Сорт Донэра получен методом двукратного индивидуального отбора из гибридной популяции Северодонецкая юбилейная / Зерноградка 9 (таблица 1). Материнская форма Северодонецкая юбилейная характеризуется высокими адаптационными свойствами, стабильно высокими показателями качества зерна в различных погодно-климатических зонах. Отцовский сорт Зерноградка 9 выделяется высокой жаро-засухоустойчивостью.

Таблица 1

Частота выщепления семей, трансгрессивных по урожаю зерна с делянки, в различных поколениях популяции Северодонецкая юбилейная × Зерноградка 9

Генерация	Изучено семей	Частота трансгрессии, %	Степень трансгрессии, %		Содержание белка, %	Выделенные сорта
			среднее	варьирование		
F3	492	3,9	33	13-83	13,8-14,0	
F4	324	0	-	-	-	
F5	426	6,0	23	8-82	14,0-16,0	Миссия
F6	600	4,0	22	8-42	14,0-15,0	Донэра
F7	200	2,0	21	4-38	-	

В гибридном потомстве популяции Северодонецкая юбилейная / Зерноградка 9 наблюдали увеличение частоты выщепления трансгрессивных по продуктивности генотипов в пятом поколении (6,0%), где на фоне жесткой перезимовки выделили зимоморозостойкую семью, родоначальную форму сорта Миссия (6 регион допуска РФ). В поколения F5-F7 частота выщепления трансгрессивных высокоурожайных форм была несколько ниже. Степень трансгрессии семей различных поколений составляла 21-23%. Повторные отборы из расщепляющихся потомств селекционного, контрольного питомника в популяции выявили более адаптивные и константные формы с новыми сильнее выраженными свойствами. Повторные отборы в условиях проявления стрессоров существенно повышали адаптивность генотипов, их константность по комплексу морфологических и биологических признаков и свойств. Двукратным индивидуальным отбором F3 и F6 выделили семью 2075/3/08, (степень трансгрессии по продуктивности 22%), в дальнейшем сорт Донэра (5, 6, 7, 8 регионы допуска РФ). От сорта-сибса Миссия отличается рядом морфологических признаков.

Оценка на качество рассматривается вкуче с продуктивностью создаваемых форм. У гибрида F1 сорта Донэра содержание белка в зерне составляло 15,4%, что выше исходных компонентов. Среди гибридного потомства F6 был выявлен лишь один генотип с содержанием белка 15,0 %, в дальнейшем ставший сортом Донэра.

Двукратные отборы (F3, F6) в условиях проявления стрессоров из расщепляющихся потомств популяции Северодонецкая юбилейная × Зерноградка 9 позволили выделить сорт Донэра с более выраженными свойствами и признаками с целью повышения их адаптивности.

Сорт Донэра, в сравнении с сортом-сибсом Миссия, более низкорослый (79 см против 89 см). В сравнимых условиях конкурсных испытаний 2011-2012 гг. урожайность сорта Донэра составила 6,52 т/га, Миссии 5,6 т/г при практически равном показателе продуктивного стеблестоя на м² – 561 и 564. Масса зерна с колоса у сорта Донэра составила 1,2 г, тогда как у сорта Миссия – 0,95. Вклад массы 1000 зерен, индекса урожая в продуктивность сорта Донэра в сравнении с сестринским сортом Миссия был выше на 12%, озерненность колоса на 42%, оценка засухоустойчивости выше 0,1-0,5 баллов. Обладая более высоким продуктивным потенциалом и большей степенью выраженности признаков жаростойкости и засухоустойчивости, сорт Донэра в сравнении с Миссией накапливает несколько меньше белка и клейковины в зерне.

Сорт Донэра интенсивного типа. Среднеранний, короткостебельный (высота растений – 70-90 см). Устойчив к полеганию. Длина колоса 8-10 см. Зерно выполненное, стекловидное, красное. Масса 1000 зерен варьирует от 35 до 46 г. Потенциальная урожайность сорта 9-10 т/га. Сорт предназначен для посева по всем предшественникам по интенсивным фонам. Обеспечивает прибавку урожая по пару в конкурсных сортоиспытаниях 0,46 т/га при урожайности 6,73 (2011-2016 гг.), по зернобобовым (нут) выше стандарта на 0,31 т/га при урожайности 5,88 (2013-2016 гг.). Уровень урожайности сорта связан с количеством колосьев, формируемым ценозом. В засушливых условиях сорт, в среднем, по пару сформировал 690 продуктивных стеблей при среднем показателе в опыте 641. Индекс урожая варьировал от 39 до 47 %.

Таблица 2

Урожайность сорта Донэра, конкурсные сортоиспытания, ДЗНИИСХ, 2011-2016 гг.

Предшественник	Годы исследований	Урожайность, т/га		Отклонение от стандарта Дон 107
		среднее	min - max	
Черный пар	2011-2016	6,73	5,32-8,19	0,46
Нут	2013-2016	5,88	4,38-7,9	0,31

Примечание. * значимые различия на уровне $p < 0,05$

Сорт характеризуется высоким продуктивным потенциалом. Изучение динамики урожайности сорта в различных погодно климатических условиях позволяет выявить его экологически стабильную урожайность в различных регионах. Урожайность сорта в экологическом сортоиспытании 2012 г в Краснодарском НИИСХ – 10,12 т/га. В экологическом сортоиспытании по пару в Курском НИИ АПП в 2014-2016 гг. урожайность сорта составила 6,31 т/га, уровень стандарта Московская 39 превысил на 0,48 т/га. В Центрально – Черноземном регионе на демонстрационных опытах на Шатиловской СХОС в 2013 году сорт Донэра характеризовался наибольшей урожайностью в опыте 7,1 т/га (+2,3 т/га к ст. Московская 39). Для лесостепной зоны типичны годы с избыточным увлажнением в период налива и созревания зерна. По результатам экологических испытаний в Тамбовском НИИСХ короткостебельный сорт интенсивного типа Донэра фактически не полегал вплоть до уборки. У контрольного сорта Московская 56 полегание посевов было довольно сильным (табл.3).

Таблица 3

Характеристика сорта Донэра, экологические испытания, Тамбовский НИИСХ, среднее, 2013-2016 гг.

Показатель	Московская 56, стандарт	Донэра
Урожайность, т/га	3,82	4,5
Масса 1000 зерен, г	41,6	45,3
Содержание клейковины, %	35,00	31,3
ИДК, ед.	93,30	89,6
Продуктивная кустистость, шт.	1,90	2,2
Вегетационный период, дней	307	303
Полегание, по 9 -бальной шкале	4	7

В 49 сортоопытах государственного сортоиспытания РФ урожайность сорта в 2013 году в среднем составила 4,11 т/га (+0,03 т/га к стандартам). Средняя высота сорта в данных испытаниях – 71,1 см (- 6,9 см к ст.). Масса 1000 зерен 40,4 г (+0,8 к ст.). Устойчивость к полеганию, засухоустойчивость, зимо-морозостойкость, поражение бурой ржавчиной на уровне и выше стандартных сортов 5, 6, 7, 8 регионов РФ. Вегетационный период в среднем по Центрально-Черноземному, Северо-Кавказскому, Средне- и Нижневолжскому регионам РФ составил 263,4 дня (стандарт – 263,6), варьируя от 233 дней в условиях Кабардино-Балкарии до 315 дней в Татарстане (табл. 4).

Таблица 4

Результаты испытания сорта Донэра на различных ГСУ РФ, 2013 г.

Сорт	Урожайность, т/га	Прибавка к ст.	Высота, см	Масса 1000 зерен, г	Устойчивость к полеганию, балл	Засухоустойчивость, балл	Зимостойкость, балл	Вегетационный период, дней
Татарстан, Арский ГСУ, предшественник - черный пар								
Казанская 285, стандарт	3,2		80	37,0	4	3	5	315
Донэра	4,1	0,9	63	39,4	4,5	4	5	315
Кабардино-Балкария, Зольский ГСУ, предшественник – картофель								
Москвич, стандарт	6,3		88	46,7	5	5	5	235
Донэра	6,9	0,6	78	50,8	5	5	5	233
Ставропольский край, Благодарненский ГСУ, предшественник – пар черный								
Батько, ст.	6,7		84	42,8	5	5	5	246
Донэра	7,1		80	46,2	5	5	5	247
Ставропольский край, Кочубеевский ГСУ, предшественник – зернобобовые								
Батько, ст.	7,78		80	43,1	5	5	-	255
Донэра	8,61		79	48,7	5	5	-	256

Максимальная реализованная урожайность получена на Обоянском ГСУ Курской области 10,2 т/га (+0,45 т/га к стандарту Львовская 4, 2015 г.).

Морозостойкость сорта в зависимости от уровня закалки составляет 65-85% при промораживании в камере низких температур при температуре -18°C, экспозиция 20 часов. Устойчивость сорта к позднеосенним заморозкам составила – 4,6 балла, стандарта 4,1 балл.

Сорт слабовосприимчив к поражению основными болезнями злаков. В частности устойчив к поражению бурой ржавчиной (0-5%), снежной плесенью (0,5 балл). Высокоустойчив к поражению корневыми гнилями (6-16%), а также к вирусным заболеваниям (0,5 балла) и септориозу (0,5-1,5 балла). Поражение вредителями (злаковой мухой, хлебным пилильщиком) заметно ниже, чем у стандарта Дон 95.

Зерно ценное по качеству. Электрофоретическая формула глиадины 4.1.4.3.1.2. «отлично». Содержание белка в зерне 13,4-16,2%, клейковины – 24,2-31,2%. Объем альвеограммы 208-369 е.а. Объем хлеба 700-930 мл. Число падения 393-411 сек.

Сорт предназначен для посева по всем предшественникам по интенсивным фонам. Формирует максимальную урожайность при посеве в середине оптимальных сроков посева в зоне возделывания. Наибольшая урожайность сорта в северо-западной зоне Ростовской области была получена при посеве во вторую половину оптимальных сроков 5-25 сентября – 7,52-7,6 т/га (2014-2016 гг.). На 2,1 т урожайность была меньше при поздних сроках посева 5 октября и на 2,8 т при посеве 15 октября. При поздних сроках посева урожайность составила 5,4 и 4,7 т/га соответственно.

Сорт отзывчив на внесение сложных туков под основную обработку почвы, обуславливая прибавки урожая 0,17 т/га (на фоне 100 кг/га аммофоса) – 0,48 т/га (200

кг/га) при минимальной урожайности на нулевом фоне минерального питания (N0P0) – 6,9 т/га.

Сорт хорошо реагирует на внекорневые подкормки ЖКУ (N5P16) дозой 25 кг/га в физическом весе в фазу стеблевания. Прирост урожайности составлял 0,68 т/га (на нулевом фоне N0P0), 0,76 т/га (на фоне 100 кг/га аммофоса), 0,8 т/га (на фоне 200 кг/га аммофоса + N40) – 0,62 т/га (+ N40). Повышенная норма внесения минеральных подкормок (N20P100 + N40) повысила урожайность на 1,13-1,47 т/га.

Таким образом, для стабилизации урожайности и качества зерна рекомендуем возделывать сорт интенсивного типа озимой мягкой пшеницы Донэра, экологически устойчивого к действию абиотических и биотических стрессоров. Сорт способен при неблагоприятных почвенно-климатических и погодных условиях реализовать стабильный урожай зерна, ценного по качеству. Имеет адресную направленность для почвенно-климатических условий Северо-Кавказского, Центрально-Черноземного, Средне- и Нижневолжского регионов.

Литература

1. Хангильдин В.В., Литвиненко В.В. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Науч.-техн. бюл/ ВСГИ. – Одесса, 1981. – Вып. 1(39). – С. 8-13.
2. Баталова Г.А. Сорт как фактор регулирования экологического равновесия и продуктивности агрофитоценозов// Материалы науч.-практич. конф. «Роль генетических ресурсов и селекционных достижений в обеспечении динамичного развития сельскохозяйственного производства». г. Орел, 2009. – С. 75-79.
3. Грабовец А.И., Фоменко М.А. Некоторые аспекты селекции озимой пшеницы на зимостойкость в условиях меняющегося климата // Российская сельскохозяйственная наука. – 2014. – № 6. – С. 3-6.
4. Грабовец А.И., Фоменко М.А. Селекция пшеницы при усилении засух // Российская сельскохозяйственная наука. – 2016. – № 5. – С. 3-6.
5. Сандухадзе Б.И., Кочетыров Г.В., Бугрова В.В., Рыбакова М.И. Эффективность селекции озимой пшеницы в центре Нечерноземной зоны Российской Федерации // Пшеница и тритикале: Материалы н. – п. конф. «Зеленая революция П.П. Лукьяненко». – Краснодар, 2001. – С. 186-192.
6. Бебякин В.А., Сергеева А.И., Крупнова О.В., Прянишников А.И. и др. Фенотипическая стабильность сортов озимой пшеницы по критериям качества зерна // Агро XXI. – Саратов, Агрорус, 2007. - № 4. – С. 53-55.
7. Кильчевский А.В. Генетические приоритеты современной селекции растений // Принципы и методы оптимизации селекционного процесса сельскохозяйственных растений, мат. между. науч.-практ. конф. 14-15 июля 2005, г. Жодино. – Минск, 2005. – С. 14 - 18.
8. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып.2. Зерновые, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – М.: Колос, 1971. – 239 с.
9. Грабовец А.И., Фоменко М.А. Озимая пшеница // Ростов-на-Дону: Юг, 2007. – 600 с.
10. Грабовец А.И., Фоменко М.А. Масса зерна – интегральный показатель адаптивности озимой пшеницы при селекции на засухоустойчивость // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2014. - № 5 (49). – С. 16-20.

NEW VARIETY OF SOFT WINTER WHEAT OF DONERA

M. A. Fomenko, A. I. Grabovets

FGBNU «DON ZONAL RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

Abstract: *The article reflects the results of breeding dwarf varieties of soft winter wheat in the steppe zone of the Rostov region on the example of the creation of varieties of soft winter wheat of Donera. The variety is characterized by stable productivity in different regions alongside livinia, the quality of the crop, resistance to environmental factors. The average yield in 49 field experiments of the State cortistatin in Russia was 4,11 t / ha. Variety of soft winter wheat of Donera allowed to use in 5,6,7,8 regions of Russia.*

Keywords: winter bread wheat, breeding, variety, productivity, adaptivness, grain quality, disease resistance.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ ДЛЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ЦЕЛЕЙ В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ

А.М. МЕДВЕДЕВ, член-корр. РАН,
В.В. ОСИПОВ, А.В. ОСИПОВА,
Е.Н. ЛИСЕЕНКО, кандидаты сельскохозяйственных наук
Н.Г. ПОМА, кандидат биологических наук,
Е.В. ДЬЯЧЕНКО, О.В. ТУПАТИЛОВА
ФГБНУ «МОСКОВСКИЙ НИИСХ «НЕМЧИНОВКА»

Рассматриваются результаты исследования по созданию сортов озимой тритикале с высокими технологическими свойствами зерна отвечающих требованиям хлебопекарной промышленности, обладающих повышенным содержанием в зерне белка и клейковины, других питательных веществ. Обсуждаются экспериментальные данные, полученные в Московском НИИСХ «Немчиновка», а также других отечественных и зарубежных селекцентрах и селекционных фирмах, занимающихся решением проблем получения хлебопекарных тритикале. Анализируется роль исходного материала, методов селекции в получении высокопродуктивных сортов тритикале с высоким качеством зерна, хорошо адаптированных к факторам внешней среды.

Ключевые слова: тритикале, селекция, сорт, качество зерна, хлебопекарные свойства, лимитирующий фактор, устойчивость, снежная плесень, число падения, генофонд

Тритикале справедливо называют новой зерновой и кормовой культурой, поскольку срок ее создания и улучшения составляет всего несколько десятилетий. Хотя, как известно, первые урожайные пшенично-ржаные гибриды (местная саксонская пшеница х озимую рожь Шланштедская) получены еще в 1888 г. немецким ученым В. Римпау при спонтанном опылении гибридов F₁ пыльцой растений родительских видов (W. Rimrau, 1891). И только в середине XX века были проведены серьезные научные исследования с невиданным ранее злаком, а на рубеже XX и XXI веков созданы и появились в производстве сорта тритикале с потенциалом урожайности свыше 10 т/га зерна, в основном кормового направления использования. На сегодняшний день ведущие отечественные и зарубежные селекционеры наращивают усилия по выведению сортов, в основном озимых, с повышенными хлебопекарными свойствами [1, 2].

Изучение мирового генофонда тритикале в разных географических точках России и углубленные селекционные изыскания ученых свидетельствуют о хороших перспективах в плане создания сортов с высокими показателями качества зерна, муки и хлеба.

Так в опытах 2013-2015 гг. с изучением коллекционных образцов озимой тритикале в Краснодарском НИИСХ у ряда номеров содержание сырой клейковины в зерне составляло 24,5-25,6%, белка 13,3-14,7% при урожайности 4,19-4,85 т/га [3].

В опытах Донского ЗНИИСХ оценены основные показатели хлебопекарных и технологических свойств зерна у шести наиболее распространенных в производстве сортов озимой тритикале Ростовской селекции. Оказалось, что в сравнении со стандартом Каприз (содержание белка – 14,2, клейковины 23,8%) количество белка в зерне сорта Ти 17 составило 14,9 и клейковины 29,7%, сорта Рамзес соответственно 14,5 и 24,9%, сорта Атаман Платов 13,6 и 24,7%. Авторы пришли к выводу, что при учете всех 9-ти признаков качества зерна (стекловидность, ИДК, объемный выход хлеба и др.) данные сорта способны формировать стабильно высокие хлебопекарные качества зерна, муки и хлеба. Исследования в этом направлении продолжаются, получен перспективный селекционный материал [1, 4].

Положительные результаты в создании ценных сортов хлебопекарных гексаплоидных озимых форм тритикале получены в Ставропольском НИИСХ. При испытании в 2013-2015 гг. 94 сортообразцов из коллекции ВИР и 28 номеров собственной селекции выявлены генотипы с содержанием белка в зерне до 17-18%, клейковины до 30% и более, как правило, при этом качество клейковины оказывалось второй и третьей групп. Однако у озимой тритикале № 18458 (селекции СНИИСХ), при достаточно высоком количестве белка в зерне до 13,9% в 2013 году сформировалась клейковина первой группы качества. В то же время следует отметить, что показатели технологических свойств зерна озимой тритикале в опытах СНИИСХ имеют значительные колебания по годам [5].

В более северных регионах страны с худшими почвенно-климатическими условиями труднее получить сорта тритикале с высоким содержанием в зерне белка, клейковины и других ценных питательных веществ хорошего качества. Поэтому согласно опытам с мировой коллекцией тритикале в сортообразцах уровень содержания сырой клейковины в зерне редко превышает 20-25% при белковости 12,15% [5]. При этом клейковина, как правило, относится ко второй и третьей группе качества. Как известно, существует объективная причина того, что в сравнении с пшеницей качество клейковины у тритикале значительно ниже. Определено, что растения тритикале обладают повышенной активностью амилолитических ферментов, о чем свидетельствуют показатели числа падения, связанные с прорастанием зерна на корню [6, 7].

Формирование высокопродуктивных посевов озимой тритикале с отличными технологическими свойствами зерна мешает широко распространенная в Нечерноземье опасная болезнь озимых зерновых – снежная плесень (возбудитель: гриб *Microdochium nivale* или *Fusarium nivale*). Наиболее эффективный способ защиты растений от этой болезни – применение толерантных сортов. Создание таких сортов сегодня одна из главных задач селекционеров [6]. Некоторым селекцентрам Центрального Нечерноземья, Поволжья, Урала удалось создать сорта озимой тритикале с повышенным числом падения, значительной устойчивостью растений к опасным патогенам, что положительно сказалось на урожайности зерна с высокими технологическими и хлебопекарными свойствами [6, 7, 8].

Особое место в селекции амфидиплоидов тритикале и создании высокопродуктивных сортов с высокой адаптивностью к лимитирующим факторам внешней среды занимает Московский НИИСХ «Немчиновка». На базе селекцентра получен ряд конкурентных сортов озимой тритикале, таких как Виктор, Гермес, Антей, Немчиновский 56 и Нина устойчивых к комплексу болезней, абиотическим факторам. Ведется работа по улучшению ряда хозяйственноценных признаков и хлебопекарного качества. В отдельные годы содержание клейковины в зерне некоторых сортов в частности Немчиновский 56 достигало уровня до 30,3-35,6%, закономерно второй и третьей группе качества.

В исследованиях широко используется селекционный материал, полученный такими выдающимися учеными – исследователями, как Цицин Н.В., Писарев В.Е., Лапченко С.Д. и др.

Основная цель исследований – изучение селекционной ценности образцов, экспериментального материала, созданного в лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой тритикале, получение более совершенных генотипов, превосходящих стандарт по комплексу хозяйственноценных признаков, включая в первую очередь урожайность, качество зерна и устойчивость к био- и абиотическим стрессам.

Материал и методика исследований

Опыты закладывались на полях селекционного севооборота в 2014-2016 гг. Почва на опытных участках недостаточно плодородная, суглинистая, дерновоподзолистая с

содержанием гумуса 2,0-2,5%, Ph почвенного раствора 4,5-6,0. Перед посевом вносили основное удобрение – 350 кг/га азофоски. Посев осуществляли селекционной сеялкой, норма высева семян 5 млн. всхожих семян на 1 га, размер делянок в КСИ 12 м² в четырехкратной повторности. Ранней весной в качестве подкормки применяли аммиачную селитру в дозе 150 кг/га. Фенологические и иные наблюдения, учеты проводили согласно методике Госсортокмиссии 1989 года, структуру урожая определяли методом разбора снопового материала [8]. Гибридизацию осуществляли с применением Твел – метода. Степень доминирования признаков устанавливали по формуле, предложенной F.C. Petr., K.J. Frey (1966).

$$H_p = \frac{x_{F1} - x_{MP}}{x_{Pmax} - x_{MP}}$$

где: x_{F1} – среднее по гибридной комбинации;

x_{MP} – среднее по родительским сортам;

x_{Pmax} – родитель с более выраженным признаком;

H_p – коэффициент наследования.

При определении качественных показателей зерна, муки, теста и хлеба использовали схему полного технологического анализа, включающей следующие показатели:

1. Физические свойства зерна:

1.1. Влажность, с предварительным размолотом на мельнице и последующим тепловым высушиванием в воздухе полуавтоматического сушильного шкафа Брабендера.

1.2. Натура, с использованием литровой пурки ГОСТ 10840-64

2. Мукомольные свойства, путем размолот зерна на мельнице МЛУ – 202 Бюлера с определением выхода муки с трех дранных, трех размольных систем, крупных и мелких отрубей.

3. Физико-химические свойства:

3.1. Число падения, по Хагбергу-Пертену, ГОСТ 27676-88

3.2. Количество клейковины в муке, отмытое вручную по ГОСТ 51412-99, ИСО 7495-90

3.3. Качество клейковины, на приборе ИДК–4

3.4. Количество сухой клейковины, после сушки в печи «Глюторг»

4. Хлебопекарные свойства, методом пробной лабораторной выпечки хлеба.

Оценка формового хлеба включала объемный выход хлеба, внешний вид, пористость, эластичность и цвет мякиша. Подовый хлеб оценивался по внешнему виду, высоте, диаметру и формоустойчивости.

Результаты исследований

Формирование урожая тритикале на опытных полях проходило в сложных агрометеорологических условиях. В целом 2013-2014 хозяйственный год можно считать засушливым, хотя осенью 2013 года отмечались значительные осадки. Гидротермический коэффициент (ГТК) летом 2014 года со второй декады июня по первую декаду августа составил 0,6. Однако 2014-2015 годы характеризовались крайней нестабильностью и даже аномальностью погодных условий, особенно в зимне-весенний период, когда данные февраля по теплу оказывались лучше, чем в марте и апреле, что отрицательно повлияло на перезимовку растений. Сумма осадков в мае 2015 года составила 188,2 мм, вместо 52 мм по среднегодовой норме, что способствовало отращиванию растений после перезимовки.

В июне и июле 2015 года выпадение осадков также содействовало формированию высокого урожая. В итоге, несмотря на аномальные погодные условия отдельных периодов вегетации, озимые тритикале сформировали исключительно высокий урожай зерна. Сельскохозяйственный сезон 2015-2016 года оказался менее благоприятным для

посевов тритикале, чем 2014-2015: дефицит осадков до посева (в августе выпало дождей почти в 2 раза меньше среднесуточных величин), холодный без снега декабрь, нестабильная погода с оттепелями в период зимовки 2016 г., сильное развитие снежной плесени, недостаток влаги в период налива зерна. В результате в 2016 г. был получен менее высокий урожай, чем в 2015 году. Так, например, сбор зерна в КСИ у сорта Виктор (стандарт) в 2014 г. оказался равным 6,90, в 2015-9,30, в 2016-6,17 т/га (табл. 1). В среднем за 3 года урожайность стандарта Виктор составила 7,46 т/га.

Близкие показатели были получены по сорту Гермес (в ср. 7,42 т/га), несколько выше оказались данные по сортам Немчиновский 56 и Нина (7,87 и 7,94 т/га соответственно). Выделялся высоким сбором зерна новый перспективный сорт озимой тритикале Гера, проходящий Госсортоиспытание. Во все годы исследований урожай этого, практически не полегающего, скороспелого сорта с высокой зимостойкостью (8,3 балла), превзошел стандарт на 1 т/га и в среднем за три года сбор зерна сорта Гера составил 9,45 т/га. У новой гибридной линии 297-1-1, урожайность в среднем за 2 года - 9,87 т/га, а в 2015 г. получен максимальный урожай 12,30 т/га зерна.

В 2015 году в коллекционном и селекционном питомниках выявлены некоторые сортообразцы, сформировавшие урожай зерна в объеме 15 т/га и более.

Большое внимание уделяется таким показателям, как скороспелость, число зерен в колосе, масса 1000 зерен, масса зерна с колоса. При отборах предпочтение отдается образцам с высокой сохранностью растений к уборке, обладающими хорошо озерненным, продуктивным колосом с массой зерна 2,0-3,0 г с высокой натурой зерна, повышенным содержанием в зерне белка и клейковины, имеющим высокие показатели объемного выхода хлеба, ИДК (коэффициент, указывающий на качество клейковины), числа падения и др.

В таблице 2 приведены средние за 3 года данные о технологических и хлебопекарных свойствах зерна озимой тритикале в питомнике КСИ. Анализ результатов опытов показал, что в сравнении со стандартом Виктор (содержание белка равно 13,7%) повышенным содержанием белка в зерне выделяется сорт Гермес (14,08%), Гера (14,08%), гибридные линии 6408-19-71 (14,73%) и 698-1-19 (13,95%). Повышенное количество сырой клейковины в зерне имели сорта Гермес – 24,4%, Немчиновский 56 – 23,5%, номер (г.л.) 698-1-19-26%, при 20,7% клейковины у стандарта Виктор.

На средневзвешенный показатель число падения в 2015-2016 гг. большое влияние оказывали погодные условия 2016 года. В этот период многократно наблюдались длительные проливные дожди, вызвавшие интенсивное «стекание» зерна и отрицательно сказавшиеся на качественных признаках зерна, включая массу 1000 зерен, массу зерна с колоса, содержание и качество клейковины, объемный выход хлеба.

Наиболее высокое содержание сырой клейковины в зерне исследуемых сортов тритикале наблюдалось в 2014 году. Значительное преимущество над стандартом Виктор по данному показателю в этом году имели сорта и номера (линии): Гермес-27,8%, Немчиновский 56-25,5%, Нина (2-й биотип) – 22,2%, при 23,5% у стандарта Виктор.

По объемному выходу хлеба стандарт Виктор превышали следующие сорта и номера тритикале: Гермес 645 см³, 6355-26-2-26 (625 см³), 150-1-5 (625 см³), 698-10-19 (610 см³), при 605 см³ у стандарта.

Новый перспективный сорт Гера в среднем за 3 года превосходил стандарт по таким показателям качества, как натура зерна – 740 г/л, при 733 г/л у стандарта; содержание белка в зерне, (14,08 и 13,71%); содержание крахмала в зерне (70,43 и 69,9%); число падения (102 и 99 сек) и ИДК (91 и 79 ед. соответственно).

Получены данные за ряд лет о преимуществе над стандартом и другими сортами нового сорта тритикале Гера по биохимическому составу и урожайности в питомнике КСИ (табл. 3).

Сделан вывод, что лучшими по показателям качества зерна в КСИ за годы исследований оказались сорта Немчиновский 56, Нина и новый сорт Гера. Наиболее высокое содержание клейковины в муке (24,5%) оказалось у сорта Немчиновский 56, а самое низкое (17,0%,) в муке сорта Нина. В 2015 году наиболее урожайными были сорта Гера – 11,34 т/га, Гермес – 10,72 т/га, и Нина – 9,65 т/га. Содержание крахмала в зерне оказалось очень высоким у всех Немчиновских сортов озимой тритикале и достигало 72-75%.

Таблица 1

**Результаты конкурсного сортоиспытания озимой тритикале
в среднем за 2014-2016 гг. в Московском НИИСХ «Немчиновка»**

Сорт (номер)	Урожайность, т/га				Высота растений, см	Вегетационный период, дней	Зимостойкость, балл	Поражение снежной плесенью, %	Поражение мучнистой росой, %	Поражение септориозом, %	Число зерен в колосе, шт	Масса зерна с колоса, гр.	Масса 1000 зерен, гр.
	2014	2015	2016	в ср. за 3 года									
Виктор, St.	6,90	9,30	6,17	7,46	131	322	7,8	27,1	15	13	43	2,07	48,1
Гермес	6,98	10,72	5,47	7,72	130	321	8,4	22,0	30	13	43	2,05	48,1
Немчиновский 56	8,12	8,86	6,63	7,87	129	324	8,1	25,1	15	20	36	1,68	47,1
Нина	7,40	9,65	6,78	7,94	122	319	8,1	24,0	20	13	41	1,96	47,3
Гера	9,51	11,34	7,49	9,45	116	318	8,3	24,1	10	17	41	1,91	46,0
6408-19-71	-	10,15	5,40	7,78	129	324	7,2	37,0	-	10	53	2,14	40,0
6355-26-2-26	7,11	8,46	8,75	8,11	118	323	6,9	42,0	5	7	44	2,22	50,1
150-1-5	6,95	-	8,35	7,69	130	322	8,6	17,0	10	15	42	2,06	48,8
297-1-1	-	12,30	7,44	9,87	129	324	7,5	33,1	-	5	41	1,98	48,3
698-1-19	-	8,73	5,79	7,28	133	324	7,0	38,0	-	5	49	2,24	46,2
НСР _{0,5}	0,35	0,57	0,51					-					

Таблица 2

**Технологические и хлебопекарные свойства озимой тритикале
В КСИ Московского НИИСХ «Немчиновка» в среднем за 2014-2016 гг.**

Сорт (номер)	Натура зерна, г/л.	Содержание белка в зерне, %	Содержание крахмала в зерне, %	ЧП (число падения), сек.	Клейковина, % *	ИДК, ед.	Подовый хлеб, h/d	Пористость, балл *	Объемный выход хлеба, см ³ *
Виктор, St.	733	13,71	69,92	99	20,7	79	0,44	4,5	605
Гермес	732	14,65	69,80	130	24,4	82	0,47	4,7	645
Немчиновский 56	727	13,10	73,41	158	23,5	96	1,29	4,1	495
Нина	732	12,50	73,00	112	15,6	72	1,42	4,3	575
Гера	740	14,08	70,43	132	20,3	91	0,38	4,3	575
6408-19-71	711	14,73	76,00	86	20,2	-	-	3,8	590
6355-26-2-26	730	13,54	79,65	140	22,5	84	0,35	3,7	625
150-1-5	743	13,48	71,61	93	19,9	77	0,43	4,8	625
297-1-1	700	13,03	74,83	64	22,2	-	-	4,5	5920
698-1-19	725	13,95	73,01	144	26,0	-	-	4,3	610

Примечание: * – в среднем за 2 года

В опытах определено, что внесение в ранневесеннюю подкормку N₇₀₋₉₀ по фону N₆₀P₆₀K₆₀ у сортов Виктор, Гермес, Антей и Немчиновский 56 повышало содержание сырой клейковины в зерне на 7-17%, что положительно влияло на объемный выход хлеба и в целом на выпечку формового хлеба.

Таблица 3

Биохимический состав и урожайность сортов озимой тритикале при КСИ в среднем за 2009-2015 гг.

Сорт (номер)	Белок, %	Клейковина, %	Крахмал, %	Урожайность, т/га (2011-2015 гг.)
Виктор, St.	13,6	21,2	64,5	7,30
Гермес	13,7	19,7	67,0	7,49
Антей	13,9	20,5	68,8	6,23
Немчиновский 56	14,1	24,5	68,6	6,43
Нина	13,9	17,0	67,3	6,91
Гера (2014-2015 гг.)	13,9	21,0	66,9	10,17

Установлено, что зерно озимой тритикале сортов Виктор, Гермес и Нина, выращенное в году с благоприятными условиями увлажнения (ГТК=1; ЧП 112-197 сек.) оказывалось вполне пригодным для производства хлебопекарной муки 65% выхода. В такой муке содержится 20,0-24,6% клейковины I и II группы качества (ИДК 76-86 ед. шк.), и при выпечке она обеспечивает получение хорошего формового и подового хлеба (h/d = 0,42-0,45), при объемном выходе хлеба 600-750 см³.

Лабораторными исследованиями выявлено, что мука из зерна тритикале сортов Антей и Немчиновский 56 также может использоваться в хлебопечении, но лучшие результаты оказываются при смеси такой муки с мукой сильных пшениц [9].

Заключение

1. В результате многолетних исследований с применением современных методов создан ряд высокопродуктивных, конкурентоспособных сортов озимой тритикале. Пять из них внесены в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию и возделыванию на значительных площадях в Центральном Федеральном округе и других регионах России (Урал, Поволжье, Сибирь), обеспечивая получение в производстве урожая зерна в объеме 3-7 т/га.

2. Получены новые, более совершенные сорта и линии озимой тритикале с фиксированной урожайностью 12-13 т/га, создан селекционный материал с потенциалом урожайности до 15 т/га зерна и выше с повышенными показателями физических свойств, биохимического состава зерна, содержания в нем белка и клейковины.

4. Внесение в подкормку весной N₇₀₋₉₀ по фону N₆₀P₆₀K₆₀ у ряда сортов (Виктор, Гермес, Антей и Немчиновский 56) повышало содержание сырой клейковины в зерне на 7-17 %, что положительно влияло не только на объемный выход хлеба, но и в целом на выпечку формового хлеба.

Литература

1. Копусь М.М., Грабовец А.И., Крохмаль А.В., Буханцов К.И. Проблемы и успехи в селекции хлебопекарных тритикале.- В сб. Тритикале, вып. 7., ч. 1. – Ростов на Дону, 2016. – С. 94-105.
2. Дьячук Т.И., Кибало И.А., Поминов А.В., Акинина В.Н. и др. Клеточные биотехнологии и селекция тритикале в условиях Поволжья.- В сб. Тритикале, вып. 7., ч. 1. – Ростов на Дону, 2016. – С. 83-89.
3. Ковтуненко В.Я., Панченко В.В., Калмыш А.П. Изучение коллекций тритикале в КНИИСХ им. Лукьяненко. – В сб. Тритикале, вып. 7., ч. 1.- Ростов на Дону, 2016. – С. 106-111.
4. Железняк Е.А., Крохмаль А.В., Грабовец А.И. Хлебопекарные и технологические свойства зерна сортов озимого тритикале. – В сб. Тритикале, вып. 7., ч. 1. – Ростов на Дону, 2016. – С. 90-93.
5. Соколенко Н.И., Комаров Н.М. Галушко Н.А. Качество зерна тритикале сортообразцов Мировой коллекции и селекции Ставропольского НИИСХ. – В сб. Тритикале, вып. 7., ч. 1. – Ростов на Дону, 2016. – С. 205-211.
6. Медведев А.М., Медведева Л.М., Пома Н.Г., Осипов В.В., Осипова А.В. и др. Озимая и яровая тритикале в Российской Федерации // Коллективная монография. Немчиновка. – Москва, МосНИИСХ, 2017. – 284 с.
7. Погонев Е.В., Леонова С.А., Шуваева Е.Г. Комплексная технологическая оценка зерна тритикале Башкирской селекции. – В сб. Тритикале, вып. 7., ч. 1. – Ростов на Дону, 2016. – С. 155-162.

8. Мережко А.Ф., Куркиев У.К., Охотникова Т.В. Каталог-справочник мировой коллекции ВИР. Тритикале, вып. 737, 2002. – 55 с.

9. Пома Н. Г., Осипов В. В., Лобода Б. П., Осипова А. В. Озимая тритикале – новая зерновая культура // Агро XXI, 2015, № 7-9. – С. 33-35.

RESULTS AND PROSPECTS OF BREEDING OF WINTER TRITICALE FOR BAKING PURPOSES IN THE CENTRAL NECHERNOZEMIE

A.M. Medvedev, V.V. Osipov, A.V. Osipova, E.N. Liseenko, N.G. Poma,
E.V. Dyachenko, O.V. Tupatlova

FSBSI «MOSCOW SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE
«NEMCHINOVKA», Kalinin Str., 1, Novoivanovskoe, Odintsovo area, Moscow region, 143026,
Russia, tel. +7(495)591-83-50

Abstract: Examines the results of research to create varieties of winter triticale with high technological properties of grain meeting the requirements of the baking industry, that have increased grain protein content and gluten other nutrients. Discusses the experimental data obtained at the Moscow research Institute of agriculture "Nemchinovka" and other domestic and foreign selected row and selection of firms dealing with the problems of obtaining bakery triticale. Examines the role of the initial material, breeding methods in obtaining high-yielding triticale varieties with high quality of grain, well adapted to the environmental factors.

Keywords: triticale, breeding, cultivar, grain quality, baking properties, limiting factor, tolerance, snow mold, numbers drop, the gene pool.

УДК 631.52.11+633.15

СЕЛЕКЦИЯ СОРТОВ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ НА СТАБИЛЬНОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА

С.Е. СКАТОВА, А.М. ТЫСЛЕНКО*, кандидаты сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «ВЛАДИМИРСКИЙ НИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»

*ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И ТОРФА»

В результате экологической селекции для интенсивного земледелия создан новый среднеспелый сорт яровой тритикале Аморе, зернокармального использования. Рассмотрена методика его селекции, даны хозяйственно-биологическая характеристика, особенности технологии выращивания. Среди группы раннеспелых интенсивных сортоформ новый сорт выделяется более стабильной продуктивностью, устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам.

Ключевые слова: яровая тритикале, сорт, продуктивность, устойчивость к болезням, полегание, качество зерна, экологическая стабильность.

Устойчивое кормопроизводство не может существовать без разнообразного набора культур и сортов, обеспечивающего стабильное количество и качество продукции не зависимо от флуктуации погодных условий. Среди яровых зерновых культур ценной, как в плане пригодности для выращивания на почвах Нечерноземной зоны, так и кормления животных, является яровая тритикале [1, 2]. Культура сравнительно новая для Нечерноземной зоны, поэтому она относительно других зерновых имеет слабую селекционную проработку, но даже в ходе краткосрочной селекции прослеживается прогрессивное ее улучшение. Созданные новые сорта все более соответствуют потребностям производства. Так, в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2012 г. включен высокопродуктивный сорт яровой тритикале Норманн, способный формировать урожайность 7 т/га [3], с 2014 г. – интенсивный сорт Ровня, который улучшен по сравнению с сортом Норманн по продолжительности вегетации и устойчивости к полеганию [4].

Основными задачами селекции яровой тритикале в Нечерноземье являются создание высоко адаптивных раннеспелых и среднеспелых сортов с высокой урожайностью, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессорам.

В настоящее время на государственном сортоиспытании находится сорт Аморе (Владимирский НИИСХ, Всероссийский НИИ органических удобрений и торфа, РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»), который относится к рано созревающим сортам, группы Гребешок, Амиго, Ровня.

Метод выведения сорта Аморе – индивидуальный отбор по колосу из образца № 816 Международного питомника испытания 38ITSN, полученного от Международного центра улучшения пшеницы и кукурузы (CIMMYT) в 2006 году. Он, что характерно для всего материала, полученного нами из CIMMYT, имел сложную родословную: SUSI_2/5/TAPIR/YOGUI_1//2*MUSX/3/ERIZO_7/4/FARAS_1/6/VARSA_2/7/754.3/IBEX//BU F_2. Из этого образца в год получения во Владимирском НИИСХ были выделены элиты по признаку устойчивости к прорастанию зерна на корню. В 2007 году одна из выделенных линий превысила исходный образец на 7% по продуктивности и при этом созрела на 2 дня раньше его. Она получила селекционный номер Т-329. Конкурсное сортоиспытание сортономер Т-329 проходил во Владимирском НИИСХ в 2010-2014 годах. В этот же период он изучался в ФГБНУ ВНИИОУ, в том числе в 2012-2014 годах – в конкурсном сортоиспытании, где показал хорошие результаты. В экологическом испытании Беларуси сортономер не выделился.

В Центре Нечерноземной зоны весь период прохождения селекционным номером Т-329 конкурсного сортоиспытания характеризовался засухами на отдельных фазах вегетации яровых зерновых. Особенно сильно была выражена весенне-летняя засуха в 2011 и 2014 годах. За период конкурсного сортоиспытания условия погоды кроме засухи – жаровыносливости позволили дифференцировать материал по продуктивности, хотя потенциал ее из-за временных дефицитов влаги в почве ни в один из годов не был реализован. Достаточно высокая урожайность яровой тритикале, по сравнению с другими яровыми зерновыми культурами, в этих условиях достигнута благодаря стрессовыносливости культуры. За годы изучения сортономер Т-329 был оценен по всем необходимым свойствам: устойчивости к прорастанию на корню и энзимо-микозному истощению семян, к поражению болезнями облигатной и сапрофитной этиологии, качеству зерна (включая органолептические характеристики, натурную массу, содержание белка и крахмала). Среди свойств, определяющих пригодность к механизированной уборке, эффективной была селекция на хороший вымолот зерна, устойчивость к ломкости стебля и к полеганию. Определено соответствие изучавшихся номеров условиям выращивания в зоне по продолжительности вегетации.

Сортономер Т-329 выделялся устойчивой продуктивностью как в условиях Владимирского НИИСХ, так и ВНИИОУ и передан на государственное испытание под названием Аморе. В таблице 1 представлена характеристика сорта Аморе по сравнению с сортом Амиго, который был внесен в Государственный реестр сортов с 2011 г. и был стандартом в группе низкорослых сортов интенсивного типа.

В группу наиболее раннеспелых районированных сортов входят, кроме Амиго, сорта Гребешок и Ровня. Сорт Гребешок выделяется очень прочной соломиной, устойчивой к полеганию, а также устойчивостью к прорастанию зерна на корню.

Низкорослый сорт Амиго принадлежит к сортам интенсивного типа, он кислотоустойчивый. Также к интенсивному типу принадлежит и сорт Ровня, отличающийся промежуточной между сортами Гребешок и Амиго высотой. Аналогично сорту Гребешок, сорт Ровня устойчив к прорастанию зерна на корню, но, в отличие от сорта Гребешок, обладает лучшим вымолотом зерна. Новый сорт Аморе близок по морфотипу к сортам Амиго и Ровня. Он имеет короткий устойчивый к полеганию стебель, хорошо отзывается на внесение удобрений, устойчив к прорастанию на корню.

Здесь уместно заметить, что хотя яровая тритикале на сегодняшний день хуже, чем озимая, отселектировано к прорастанию зерна в колосе, зерно его на распространенных сортировальных машинах доводится по всхожести до кондиций, предусмотренных ГОСТом на семена, при числе проросших зерен в ворохе до 20-23%.

По использованию продукции сорт Аморе, также как и сорта Амиго, Норманн, зернокармальной, он в первую очередь подходит для получения зерна, в то время как сорта Гребешок, Ровня – универсального назначения, предназначенные как для производства зернофуража, так и зерносенажа.

Все перечисленные сорта обладают зерном пшеничного типа и высокой его натурой.

Сорт Аморе близок по большинству биологических характеристик и хозяйственно-полезных качеств сорту Амиго. В условиях Владимирского НИИСХ он превысил стандарт по урожайности на 5,2%. Имеет практически равную Амиго продолжительность вегетационного периода, его высота короткая – средняя, как и у сорта Амиго. Также тождественны параметры устойчивости к полеганию, засухоустойчивости, пригодности к механизированному выращиванию и показатели качества зерна. Следует отметить, что натура зерна у обоих сортов выше, чем у сортов с морщинистым зерном, на 30-60 г/л, а низкие значения этого показателя, данные в таблице, связаны с очень неблагоприятными условиями созревания в 2012 и 2013 годах.

За счет более полного зерна новый сорт обладает небольшим преимуществом над стандартом по массе зерна с колоса. Он значительно превосходит Амиго по устойчивости к прорастанию зерна в колосе.

Традиционно для сортов нашей селекции сорт Аморе устойчив к комплексу болезней. Он обладает иммунитетом к бурой, желтой и стеблевой ржавчинам, видам головни. Слабо поражается мучнистой росой (до одного балла), отмечается от очень слабого до слабого его поражение (1-2 б.) септориозом листа и колоса.

Таблица 1

**Характеристика нового сорта яровой тритикале Аморе
в сравнение с районированным сортом - стандартом Амиго
(среднее за 2012-2014 гг., Владимирский НИИСХ)**

Показатели	Единицы измерения	Амиго	Аморе
Урожай зерна во ВНИИСХ	ц/га	38,7	40,7
Урожай зерна в экологическом испытании ВНИИОУ	ц/га	40,7	41,0
Вегетационный период (от всходов до хоз. спелости)	дней	97	98
Высота растения	см	78	81
Устойчивость против полегания по пятибалльной шкале	балл	4,8	4,8
Устойчивость к прорастанию на корню	балл	3,8	4,5
Степень засухоустойчивости	балл	4,2	4,3
Осыпаемость	балл	1	1
Ломкость колоса	балл	1	1
Вымолачиваемость зерна	балл	5	5
Пригодность к механизированной уборке	балл	5	5
Продуктивная кустистость	стеблей	1,5	1,5
Число зерен в колосе (метелке)	шт.	35,3	34,5
Масса 1000 зерен	г	39,4	41,6
Стекловидность	%	48	51
Содержание сырого протеина	%	13,4	13,3
Содержание крахмала	%	66,3	66,4
Натура зерна	г/л	701	693
Выход зерна по отношению к соломе	%	43,8	44,4

Главным свойством, отличающим сорт Аморе от других короткостебельных сортов интенсивного типа – более высокая стабильность урожайности в различных условиях выращивания. В таблице 2 представлена урожайность четырех сортов яровой тритикале за

семилетний период. Вместе с данными по сортам интенсивного типа Амиго, Ровня, Аморе, в нее включены показатели экологически стабильного стрессовыносливого сорта Кармен.

Таблица 2

Высота растения, продолжительность вегетации и урожайность сортов яровой тритикале, различающихся интенсивностью, 2010-2016 гг., Владимирский НИИСХ

Сорт	Средние 2010-2016			Урожайность по годам, ц/га						
	урожайность, ц/га	высота растения, см	продолжительность вегетации, дней	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Кармен	44,3	100	100	50,1	34,6	47,7	46,1	35,0	36,9	59,8
Амиго	41,5	77	92	45,6	32,3	39,6	44,2	32,4	34,1	62,2
Ровня	44,4	81	93	55,2	31,1	45,9	50,7	26,3	36,2	65,6
Аморе	44,5	79	94	55,9	33,2	42,7	46,8	32,7	37,8	62,5
НСР ₀₅				3,2	2,8	3,9	2,7	3,0	3,2	2,2

Начиная с известного пожарами 2010 года, и заканчивая 2015 годом, яровые зерновые культуры в центре Нечерноземья страдали от засухи. Наиболее жесткие условия по обеспеченности влагой сложились в 2011 и 2015 годах. Из 7 лет, представленных в таблице, самым благоприятным годом для яровых зерновых в зоне был 2016 г.: засушливый период имел место только в конце налива зерна, потенциал сортов был реализован наиболее полно.

Сорта Амиго, Ровня, Аморе представляют собой сорта интенсивные, высоко отзывчивые на применение удобрений, устойчивы к полеганию, сорт Кармен экологически стабильный экотип, довольно высокорослый, типичный представитель сортов зерносеяжных. Характерной для него является высота 103-105 см. В 2011 и 2015 годах высота стеблестоя сорта Кармен снизилась соответственно до 96 и 80 см, в эти же годы высота низкорослых сортов варьировала в пределах 70-89 и 68-75 см.

Кармен – сорт стрессоустойчивый, обладает высокой жаро-засухоустойчивостью, лучше других переносит засушливый период в мае и произрастает на бедных агрофонах, на легких почвах, но потенциал его продуктивности ниже, чем у интенсивных сортов. Продуктивность сорта Кармен ограничивается уровнем 60-65 ц/га. По мере улучшения условий выращивания его урожайность начинает прогрессивно отставать от интенсивных сортов, как это наглядно проявилось в 2010 и, особенно, в 2016 г. С нарастанием нагрузки стрессовых факторов среды ранжирование сортов по урожайности меняется, Сорт Кармен выходит в лидеры. В итоге при сложившихся условиях погоды в среднем за 7 лет самую низкую урожайность имел сорт Амиго. Другие 2 сорта интенсивного типа, Ровня и Аморе, показали урожайность одинаковую с сортом Кармен, который относится к сортам экстенсивного типа, но стрессоустойчивым.

Казалось бы, что при выращивании разных по биологии сортов урожайность одинакова: 44,3-44, 5 ц/га. Однако динамика урожайности по годам свидетельствует, что на богатых агрофонах продуктивнее будет все-таки сорт Ровня. В стрессовых условиях, на бедных почвах, при ограниченных финансовых возможностях более надежным будет сорт Кармен. Рано созревающий (и рано начинающий выход в трубку) сорт Ровня сильнее других снижает урожайность в ответ на майскую засуху, как это видно по 2011 и, особенно, 2014 году. В этом отношении новый сорт Аморе более надежен. Данные, представленные в таблице 2, показывают также, насколько неблагоприятно краткосрочное сравнение сортов в климате центра Нечерноземной зоны, когда условия погоды складываются по годам скорее аномально, чем закономерно.

По результатам производственной проверки (2013 г., предшественник озимая пшеница, внесено 30 кг д. в. азота) урожайность сорта Аморе составила 46,9 ц/га, устойчивость к полеганию 4,8 балла, засухоустойчивость 4,3 балла, продолжительность вегетации 98 дней, устойчивость к болезням листьев 9 баллов, содержание белка в зерне 13,3%.

Сорт Аморе ведет себя при выращивании как типичный интенсивный агротип. Он подходит для всех типов сельскохозяйственных предприятий, но для интенсивного

выращивания. Наибольшая отдача от его возделывания получается при выращивании по высокоурожайным технологиям с внесением N₆₀₋₉₀ P₄₀₋₈₀ K₄₀₋₈₀. Сорт Аморе позволяет отказаться от применения пестицидов, он не требует обработки регуляторами роста, не создает проблем при комбайновой уборке. Его рекомендуется высевать с нормой посева 4,5-5 млн./га.

Предполагаемый экономический эффект от использования нового сорта заключается в прибавке урожайности с гектара посева в зависимости от интенсивности фона 2-4 ц/га, стабилизации урожайности в стрессовых условиях. Предусматривается также косвенный эффект улучшения окружающей среды ввиду исключения применения пестицидов, а также повышение продуктивности животноводства за счет более сбалансированного кормления

Яровая тритикале, в зависимости от сортовых особенностей, склонна в той или иной степени, к перекрестному опылению. Увеличивается процент открытого цветения при стрессовых погодных условиях.

Семеноводство Аморе проводится по схеме, принятой в зоне выращивания для самоопыляющихся культур. Учитывая низкорослость сорта, в семеноводстве следует соблюдать рекомендуемую для тритикале пространственную изоляцию 200 м от высокорослых сортов.

Сорт Аморе хорошо зарекомендовал себя в государственном сортоиспытании в Вологодской, Ленинградской, Смоленской и Рязанской областях. Три филиала ФГБУ «Госсорткомиссия» предложили включить его в Госреестр селекционных достижений.

Выводы

Создание сорта Аморе решило задачи, поставленные при его выведении. Путем экологической селекции получен сорт интенсивного типа, низкорослый, устойчивый к полеганию и болезням, с зерном высокого качества, который относится к группе рано созревающих сортов, представленных в Государственном реестре РФ. Важнейшие отличительные биологические особенности сорта Аморе от других сходных сортов – большая стабильность урожаев в различных почвенных и погодных условиях. Новый сорт предназначается для возделывания на всех типах почв на смену сорту Амиго.

Литература

1. Скатова С.Е., Тысленко А.М. Экологическая селекция ярового тритикале в Нечерноземной зоне РФ / Инновационные разработки для АПК России. Сборник научных трудов по материалам всероссийской научно-практической конференции 1-3 августа 2012 года. – п. Рассвет, 2012. – С. 120-128.
2. Мережко А.Ф., Скатова С.Е., Васильев В.В. Тритикале – молодая культура с большими возможностями // Владимирский земледелец, 2008. № 3 (49). – С.4-7.
3. Скатова С.Е., Тысленко А.М. Новый сорт ярового тритикале для диверсификации кормопроизводства // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 4 (20). – С.100-104.
4. Скатова С.Е., Беспалова Л.А., Ковтуненко В.Я., Панченко В.В. Новый сорт ярового тритикале Ровня. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Выпуск 2(59), 2016. – С. 351-356.

THE SELECTION OF VARIETIES OF THE SPRING TRITICALE FOR THE STABILITY OF CROP PRODUCTION AS A FACTOR OF SUSTAINABLE FEED PRODUCTION

S.E. Skatova, A.M. Tyslenko*

FGBNU «VLADIMIR RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

*FGBNU «ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF ORGANIC FERTILIZERS AND PEAT»

Abstract: As a result of ecological selection for intensive agriculture, a new mid-season variety of spring triticale Amore, grain-fed use was created. The methods of is considered, the economic and biological characteristics, and the technology of growing are given. Among the group of early maturing intensive varieties, the new variety distinguished by a more stable productivity, resistance to biotic and abiotic stressors.

Keywords: spring triticale, varieties, productivity, disease resistance, lodging resistance, grain quality, ecological stability.

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЗИМОСТОЙКОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ

Е.А. ШЛЯХТИНА,

Е.И. УТКИНА*, кандидат биологических наук;

Л.И. КЕДРОВА*, доктор сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФАЛЁНСКАЯ СЕЛЕКЦИОННАЯ СТАНЦИЯ НИИСХ СЕВЕРО-ВОСТОКА»

*ФГБНУ «НИИСХ СЕВЕРО-ВОСТОКА»

Основной задачей селекции озимой ржи является создание адаптивных к различным почвенно-климатическим условиям сортов, обеспечивающих высокие и стабильные урожаи зерна. В условиях Кировской области было изучено 11 районированных и перспективных сортов озимой ржи. Изучение проводили на двух почвенных фонах (обычном и естественном провокационном по кислотности и содержанию ионов алюминия) с целью выявления перспективных генотипов с наименьшей степенью депрессии по зимостойкости и урожайности. По результатам трехлетнего изучения перспективным, толерантным к алюмо-кислотному стрессу можно назвать сорт Кипрез.

Ключевые слова: озимая рожь, сорт, урожайность, зимостойкость, кислотность почвы, толерантность.

Местоположением ФГБНУ «Фалёнская селекционная станция НИИСХ Северо-Востока» является восточный район центральной агроклиматической зоны Кировской области. Климат Кировской области характеризуется континентальностью, нарастающей в восточном и юго-восточном направлениях, и резкостью сезонных переходов, с продолжительной, многоснежной, холодной зимой [1]. Погодные условия оказывают наиболее сильное влияние на перезимовку растений озимой ржи, густоту продуктивного стеблестоя, число зерен в колосе и массу 1000 зерен, а в результате, на урожайность.

Почвенный покров Кировской области пестрый, преобладают малоплодородные подзолистые и дерново-подзолистые почвы (83% всех площадей) различного механического состава. Они отличаются повышенной кислотностью, малым содержанием гумуса и небольшой мощностью перегнойного горизонта [1, 2, 3].

Озимая рожь меньше, чем другие зерновые культуры подвержена отрицательному действию кислых почв. Однако на почвах с сильно кислой реакцией почвы растения ржи уходят в зиму ослабленными и зимуют значительно хуже, чем на участках со слабокислой или нейтральной реакцией. Вследствие этого урожай зерна ржи на кислых почвах снижается [4]. Особенно значительные потери урожая ржи происходят на кислых почвах, где наряду с ионами водорода содержатся ионы алюминия. Отрицательное влияние ионов алюминия на растения ржи проявляется с момента прорастания семян: период прорастания удлиняется, часть прорастающих семян гибнет, всходы получаются слабые, изреженные, что и приводит к снижению урожая [5].

Главным резервом увеличения уровня производства зерна озимой ржи является возделывание адаптивных сортов, менее чувствительных к стрессовым эдафическим факторам, обеспечивающих рентабельное возделывание культуры. В этой связи, особое место занимает эдафическая селекция, позволяющая создавать кислото- и алюмоустойчивые сорта озимой ржи [6].

Цель исследований – провести сравнительную оценку перспективных и районированных сортов озимой ржи селекции НИИСХ Северо-Востока и Фалёнской селекционной станции; выявить перспективные генотипы с наименьшей степенью депрессии по зимостойкости и урожайности на двух почвенных фонах (обычном и естественном провокационном по кислотности и содержанию ионов алюминия).

Материал и методика

Изучение сортов озимой ржи проводили на опытных полях ФГБНУ «Фалёнской селекционной станции» в 2014-2016 гг. на двух почвенных фонах: обычном (слабокислом) (рН – 5,5; следы подвижного алюминия) и естественном жестком провокационном (рН – 3,78...3,76; Al 25,5...26,7 мг/100 г почвы). Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая, сформированная на покровных суглинках. Агротехника – общепринятая для возделывания озимой ржи в Кировской области. Посев проводили по чистому пару в оптимальные сроки с нормой высева 6 млн. всхожих семян на 1 га. Опыт заложен в шести повторениях на делянках с учетной площадью 10 м². Исходным материалом являлись 11 районированных и перспективных сортов озимой ржи селекции ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока» и ФГБНУ «Фалёнская селекционная станция»: Фалёнская 4 (стандарт), Кировская 89, Рушник, Снежана, Флора, Графиня – внесены в Государственный реестр селекционных достижений РФ; Кипрез, Ниоба, Леда, Сара, Фалёнская универсальная – проходят конкурсное сортоиспытание. Фенологические наблюдения, оценки и учёт урожая проводили в соответствии с «Методикой ГСИ сельскохозяйственных культур» (1985).

Результаты и обсуждение

Существенным фактором, влияющим на формирование урожая зерна озимой ржи, служат погодные условия. Высокую урожайность озимой ржи можно получить в том случае, если она хорошо перезимует и будет развиваться в благоприятных погодных условиях в весенне-летний период.

Основными факторами, обуславливающими формирование высокой зимостойкости, являются: биологические основы культуры, климатические условия в течение осенне-зимнего и ранневесеннего вегетационных периодов, а также сроки посева озимых и степень развития растений перед уходом в зиму.

В исследуемый период осенние условия для закалки и накопления питательных веществ были удовлетворительными.

Погодные условия для перезимовки ржи в 2014 году были неблагоприятными. Устойчивый снежный покров образовался 15 ноября, что на 14 дней позже средних многолетних сроков. Увеличение снежного покрова происходило интенсивно, превышая норму в два раза. Температура на глубине залегания узла кущения на протяжении всей зимы была повышенной (-1°C) при оптимальной -7°C. Такие условия привели к активному расходу питательных веществ на дыхание, что способствовало ослаблению растений и поражению снежной плесенью. Условия зимнего периода 2015, 2016 гг. были аналогичными. Снег выпал на талую, не промёрзшую землю. В течение зимы на глубине узла кущения средняя температура была -1...-3°C. В марте ситуация практически не изменилась: под высоким снежным покровом (60 см) сохранялась повышенная температура почвы, посевы поразились снежной плесенью. В годы исследований поражение сортов снежной плесенью было максимальное (100%).

В среднем за три года наиболее высокой регенерационной способностью после поражения снежной плесенью на обычном фоне обладали сорта Кипрез, Флора, Сара, стандарт Фалёнская 4, Графиня и Леда. На провокационном по кислотности и содержанию ионов алюминия фоне отрастание растений озимой ржи, в зависимости от сорта, снижалось от 7 до 47%. (табл. 1). Лучшую восстановительную способность сохранили сорта Кипрез, стандарт Фалёнская 4 и Флора.

Период формирования зерна в годы исследований характеризовался теплой и влажной погодой. В благоприятных условиях вегетации 2014, 2015 гг. средняя урожайность на обычном почвенном фоне составила 4,10 т/га, 4,15 т/га соответственно. В 2014 г. достоверное превышение урожайности в сравнении со стандартом Фалёнская 4 отмечено у сортов Кипрез (+0,82 т/га) и Сара (+0,77 т/га). В 2015 г. все сорта, кроме Кировской 89, Графини и Фалёнской универсальной сформировали урожайность на уровне стандарта.

Таблица 1

**Регенерация растений озимой ржи после поражения снежной плесенью, %
(2014-2016 гг.)**

Сорт	2014 г.		2015 г.		2016 г.		Среднее	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Фалёнская стандарт 4,	68	59	93	79	86	88	82	75
Кировская 89	59	28	88	69	84	69	77	55
Рушник	69	58	84	64	77	58	77	60
Снежана	56	34	91	69	83	78	77	60
Флора	75	49	91	77	83	88	83	71
Графиня	70	46	90	69	79	63	80	59
Кипрез	78	63	90	75	83	88	84	75
Ниоба	61	38	89	59	73	47	74	48
Леда	65	48	91	75	85	78	80	67
Сара	76	47	93	78	80	63	83	63
Фалёнская универсальная	68	21	74	29	58	10	67	20

Примечания: 1 –обычный фон; 2 – провокационный по кислотности и содержанию ионов алюминия фон, тоже в табл. 2.

В менее благоприятных условиях 2016 г. средняя урожайность сортов в обычных условиях снизилась до 3,75 т/га. Максимальная урожайность была у сорта Леда - 4,82 т/га, минимальная – у сорта Фалёнская универсальная – 1,38 т/га (табл. 2).

Таблица 2

**Урожайность сортов озимой ржи в контрастных почвенных условиях, т/га
(2014-2016 гг.)**

Сорт	2014 г.		2015 г.		2016 г.		Среднее	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Фалёнская стандарт 4,	4,29	2,60	4,30	3,61	4,21	3,37	4,27	3,19
Кировская 89	3,14	1,29	3,78	3,10	3,61	2,38	3,51	2,26
Рушник	4,69	2,60	4,19	3,12	3,75	2,04	4,21	2,59
Снежана	2,07	1,11	4,03	3,40	3,90	2,34	3,33	2,28
Флора	4,50	2,74	4,25	3,70	4,37	3,31	4,37	3,25
Графиня	4,47	2,66	3,98	3,29	3,77	1,74	4,07	2,56
Кипрез	5,11*	2,92*	4,30	3,88*	4,14	3,63*	4,52	3,48
Ниоба	2,68	1,68	4,45	3,29	3,40	1,23	3,51	2,07
Леда	4,66	2,23	4,37	4,01*	4,82*	3,28	4,62	3,17
Сара	5,06*	2,63	4,40	3,60	3,90	2,23	4,45	2,82
Фалёнская универсальная	4,44	1,20	3,61	1,43	1,38	0,06	3,14	0,90
НСР ₀₅	0,46	0,14	0,27	0,27	0,53	0,23		

Примечание: * – значение достоверно отличается от стандарта, на уровне $P=0,05$

На естественном провокационном фоне средняя урожайность изучаемых сортов снизилась на 35% и составила 2,6 т/га. Однако сорта по разному реагировали на почвенный стресс, урожайность их варьировала от 0,90 т/га (Фалёнская универсальная) до 3,48 т/га (Кипрез). Существенная прибавка урожайности (0,26-0,32 т/га) по отношению к высокоадаптивному стандарту Фалёнская 4 во все годы отмечена у сорта Кипрез. На уровне стандарта сформировали урожайность сорта Флора и Леда. Наиболее подверженным эдафическому стрессу оказался сорт Фалёнская универсальная, уровень его депрессии составил 72%.

Урожайность изучаемых сортов тесно коррелирует с зимостойкостью ($r = 0,91 \pm 0,13$). Это еще раз свидетельствует о том, что решающим фактором в получении стабильных урожаев

зерна озимой ржи является зимостойкость, которая в условиях Северо-Восточного региона НЗ РФ обуславливается уровнем развития снежной плесени. Анализ трёхлетних данных показал, что урожайность на фоне эдафического стресса в сравнении с обычным фоном снизилась на 24-72% (рис. 2).

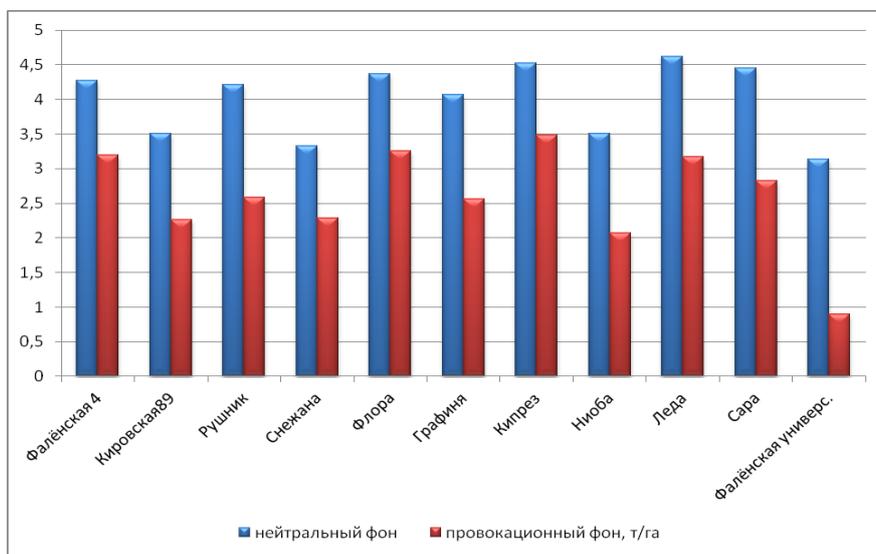


Рис. 2. Влияние эдафического стресса на урожайность сортов озимой ржи, т/га (2014-2016 гг.)

Снижение урожайности произошло, главным образом, за счет уменьшения регенерационной способности растений озимой ржи после поражения снежной плесенью.

Таким образом, изучение сортов озимой ржи в полевых условиях по схеме «генотип-среда» позволило выявить генотипическую вариабельность толерантности к кислым почвам, что подтверждает перспективность селекции озимой ржи на кислотоустойчивость. По результатам трехлетнего изучения перспективным, толерантным к алюмо-кислотному стрессу можно назвать сорт Кипрез.

Сорт озимой ржи Кипрез передан в 2016 г. на Государственное сортоиспытание. Сорт среднепоздний, высокозимостойкий, урожайный, характеризуется кислото- и алюмотолерантностью, засухоустойчивостью, а также обладает высокой регенерационной способностью после поражения снежной плесенью. Учреждения-оригинаторы сорта озимой ржи Кипрез: ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока» (50%) и ФГБНУ «Фаленская селекционная станция НИИСХ Северо-Востока» (50%).

Литература

1. Тюлин В.В. Почвы Кировской области. Киров.: Волго-Вятское кн. изд-во, 1976. – 288 с.
2. Шихова Л.Н., Егошина Т.Л. Тяжёлые металлы в почвах и растениях Северо-Востока европейской части России. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2004. – 262 с.
3. Щеклеин С.Л. Почвы // Природа Кировской области. Киров: Волго-Вятское кн. изд-во, 1967. – 228 с.
4. Ремер Т. Зерновые хлеба умеренной зоны. // Растениеводство. – М., 1958.
5. Тиунов А.Н., Глухих К.А., Хорькова О.А. Озимая рожь. – М: Колос, 1969. – 392 с.
6. Кедрова Л.И., Уткина Е.И., Шляхтина Е.А., Коновалова С.В. Адаптивный потенциал сортов озимой ржи в условиях почвенного стресса на Северо-Востоке Нечерноземной зоны России // Достижения науки и техники АПК, 2012. – № 6. – С. 26-28.

INFLUENCE OF SOIL-AND-CLIMATIC CONDITIONS ON WINTER RYE PRODUCTIVITY, WINTER HARD

E.A. Shlyakhina, E.I. Utkina*, L.I. Kedrova*

FALENKI BREEDING STATION OF NORTH-EAST AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE (KIROV REGION)

*NORTH-EAST AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE (KIROV REGION)

Abstract: *Main task of winter rye breeding is creation of varieties adaptive to different soil- and-climatic conditions, which provide high and stable grain yields. Under conditions of Kirov region 11 zoned and perspective varieties were studied. Investigation was conducted at two soil backgrounds (normal background and natural provocative by acidity and content of aluminum ions) for reveal perspective genotypes with lowest degree of depression on winter hardiness and productivity. On a basis of three-year study variety Kiprez could be recognized as perspective, tolerant to aluminum-acid stress.*

Keywords: winter rye, variety, productivity, winter hardiness, soil acidity, tolerance.

УДК 633.367:632.4:632.934

АМИСТАР ЭКСТРА – ЭФФЕКТИВНЫЙ ФУНГИЦИД В ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ЛЮПИНА ОТ АНТРАКНОЗА

Л.И. ПИМОХОВА, кандидат сельскохозяйственных наук

Ж.В. ЦАРАПНЕВА, научный сотрудник

ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ ЛЮПИНА»

г. Брянск, E-mail: lupin_mail@mail.ru

*Одним из основных факторов, влияющих на продуктивность люпина, являются болезни. Самой вредоносной из них является антракноз. Возбудителем антракноза является несовершенный гриб *Colletotrichum lupini*, способный значительно снизить или полностью погубить урожай люпина. В настоящее время все рекомендованные производству сорта люпина не обладают абсолютной устойчивостью к антракнозу. Поэтому для защиты посевов люпина от данной болезни необходимы системные фунгициды, проникающие в растущие ткани растений и обеспечивающие их эффективную защиту. В полевых условиях на люпине узколистном и белом выявлена высокая биологическая эффективность против антракноза фунгицида амистар экстра в дозе 0,5 л/га. Установлено, что при эпифитотии антракноза две обработки растений люпина узколистного и три обработки люпина белого, данным фунгицидом, способны контролировать развитие болезни и сохранять урожай семян от значительных потерь.*

Ключевые слова: люпин, антракноз, вегетационный период, фунгициды, амистар экстра, эффективность.

Сдерживающим фактором в развитии животноводства является дефицит растительного белка: обеспеченность одной кормовой единицы переваримым протеином составляет 80% от нормы. Эту проблему в значительной степени можно решить за счет внедрения традиционных зернобобовых культур – одной из которых является люпин. В настоящее время в РФ возделываются три вида люпина: люпин узколистный (*Lupinus angustifolius L.*), люпин белый (*Lupinus albus L.*) и люпин желтый (*Lupinus luteus L.*) [1, 2]. При благоприятных почвенно-климатических условиях семенная продуктивность современных сортов достигает 3-5 т/га, урожайность зеленой массы – 70-100 т/га. В его семенах содержится от 34 до 46% белка. По содержанию алкалоидов современные сорта относятся к группе малоалкалоидных. Содержание в зерне люпина антипитательных веществ, таких, как ингибиторы трипсина в 100 раз ниже, чем в сое, что обуславливает его высокую переваримость и позволяет использовать в корм животным без предварительной термической обработки. Обладая такими урожайными и кормовыми достоинствами, люпин может стать прекрасной альтернативой сое [3, 4, 5].

Одним из основных факторов, лимитирующих продуктивность этой культуры, являются болезни. Из комплекса болезней, встречающихся на растениях люпина, наиболее распространенными и вредоносными являются фузариоз, ризоктониоз, серая и белая гниль, мучнистая роса, бактериальная пятнистость и вирусное израстание. Степень их

вредоносности меняется по годам в зависимости от климатических условий в период вегетации культуры. Однако в течение последних трех десятилетий самым вредоносным заболеванием на люпине остается антракноз, способный значительно снизить или полностью погубить урожай, особенно в годы с теплым и влажным вегетационным периодом, когда создается температурный режим плюс 18-26⁰С с повышенной влажностью воздуха [6].

На сегодняшний день отсутствуют сорта люпина узколистного и белого с абсолютной устойчивостью к данной болезни. Поэтому возделывать люпин в зонах с теплым и влажным вегетационным периодом и получать высокие урожаи семян без применения эффективных средств защиты невозможно. Значительно сократить поражение антракнозом посевов люпина в вегетационный период возможно при помощи химических фунгицидов [7]. Однако в настоящее время в Российской Федерации нет эффективных фунгицидов против данной болезни, допущенных к применению на люпине в вегетацию. Поэтому поиск, испытание и включение в справочник пестицидов, разрешенных к применению на территории РФ, высокоэффективных фунгицидов для защиты люпина от антракноза в вегетацию является актуальной задачей.

Материалы и методика исследований

Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ ВНИИ люпина при естественном проявлении антракноза. Почва участка серая лесная легкосуглинистая по механическому составу, содержание гумуса 2,8%, рН почвенного раствора 5,2. Фунгицид амистар экстра (азоксистробин 200г/л + ципроконазол 80 г/л) против антракноза люпина изучали в дозе 0,5л/га. Опыты закладывали в четырёхкратной повторности на делянках площадью 34 м². Исследования проводили на люпине белом сорт Дега с нормой высева семян 1,0 миллион всхожих семян на 1 га и люпине узколистном сорт Белозерный 110 с нормой высева семян 1,25 миллиона всхожих семян на 1 га. Перед посевом проводили фитоэкспертизу семенного материала. Инфицированность семян антракнозом в зависимости от года исследований составляла от 4 до 6% [8]. Посев проводили сеялкой СН – 16. В процессе вегетации растений наблюдения вели в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур 1971 г. Поражение антракнозом и эффективность приема защиты определяли в разные фазы развития люпина. Оценку токсического действия фунгицида на растения люпина проводили путем измерения их высоты в разные фазы развития [9]. Обработку посевов люпина фунгицидом проводили ручным опрыскивателем из расчета расхода рабочего раствора 200 л/га. Определение урожая семян в опытах проводили путем сплошного обмолота бобов с каждой делянки комбайном «Сампо-500». Статистическую обработку результатов всех опытов проводили методом дисперсионного анализа с определением существенных различий между вариантами (Доспехов Б.А., 1985).

Результаты исследований

Погодные условия в годы проведения исследований (2011-2016 гг.) были благоприятными для развития и распространения антракноза в посевах люпина узколистного и белого, что позволило в полной мере оценить активность фунгицида амистар экстра в подавлении развития данной болезни и формирования урожайности культур. Исключение составляют засушливые условия вегетационного периода 2014 года, когда развитие антракноза в посевах люпина не происходило.

Возбудителем антракноза является несовершенный гриб *Colletotrichum lupini* Bon. Антракноз поражает все культивируемые виды люпина. В местах поражения гриб образует розовые язвы с огромным количеством спор, склеенных друг с другом студенистым веществом, растворяющимся в воде. Первые симптомы антракноза проявляются в фазу всходов на семядольных листьях и стебле (рис. 1).

Болезнь по посеву распространяется очагами. Конидии распространяются с каплями дождя и насекомыми. Массовое поражение растений люпина антракнозом происходит во время дождя, сопровождаемого сильным ветром. Капли дождя не только увлажняют поверхность растений, но и разжижают слизистую массу спороношения гриба в спороножах и с брызгами переносят споры на соседние здоровые растения, что способствует развитию

эпифитотии. Гриб способен интенсивно развиваться только на молодых растущих тканях, поэтому уязвимыми для антракноза фазами являются стеблевание, бутонизация, цветение, завязывание и формирование молодых бобов люпина. В связи с этим симптомы болезни на культуре проявляются в течение всей вегетации с разной интенсивностью. На пораженном стебле образуются продолговатые язвы, сначала поверхностные темно-бурые, затем оранжево-розовые, покрытые конидиями гриба. При проникновении гриба глубоко в ткань, стебель изгибается, закручивается, надламывается и погибает. Соцветия или гибнут полностью или отмирает большая их часть. Пораженные завязи опадают или засыхают и остаются в лодочке венчика (рис. 2).



Рис. 1. Поражение антракнозом растений люпина узколистного (фаза всходы-начало стеблевания)



Рис. 2. Поражение антракнозом стеблей и цветоносов растений люпина белого в фазу цветения

На пораженных бобах сначала образуются мелкие бурые или розовые пятна, которые затем сливаются и покрывают всю поверхность, бобы деформируются, семена в них инфицируются антракнозом. После окончания роста растений их ткани становятся резистентными к патогену. Гриб зимует и сохраняется в семенах (рис. 3.)



Рис. 3. Антракноз на бобах люпина желтого

В связи с тем, что возбудитель антракноза может развиваться только на молодой растущей растительной ткани при наличии капельной влаги, то развитие болезни происходит в течение всего активного роста растений люпина. Поэтому защитные мероприятия против антракноза в вегетацию должны быть направлены на быстрое формирование вегетативных, генеративных органов и созревание люпина, что позволит ограничить развитие данной

болезни на предэпифитотийной стадии и снизить инфицированность семян. Для этого, прежде всего, необходимы системные фунгициды, обладающие лечебным и длительным защитным свойством, и не оказывающие токсического действия на защищаемые растения. Одним из таких фунгицидов является смесевой препарат амистар экстра, который в своем составе содержит компоненты из разных химических классов – азоксистробин 200 г/л + ципроконазол 80 г/л. Действующее вещество азоксистробин принадлежит к классу стробилуринов, которое обладает защитным, лечебным, трансламинарным, искореняющим и системным действием и является превосходным ингибитором прорастания спор патогенов. Кроме того, азоксистробин оказывает положительное действие на физиологию растения – повышает эффективность процесса фотосинтеза в листьях, что способствует повышению урожайности. Действующее вещество ципроконазол относится к классу триазолов, которое хорошо поглощается растениями и обеспечивает защитное, лечебное системное действие против широкого спектра патогенов. Его токсичность по отношению к патогенам проявляется в подавлении развития мицелия. Сочетание именно этих двух компонентов обеспечивает препарату амистар экстра высокую фунгицидную активность против широкого спектра заболеваний на различных культурах и не способствует возникновению резистентности к ним. В России амистар экстра зарегистрирован и рекомендован для защиты зерновых колосовых культур, кукурузы, рапса и сахарной свеклы в дозах 0,5-1 л/га. Изучение данного фунгицида против возбудителя антракноза на люпине не проводилось. Поэтому представляло интерес провести оценку эффективности данного фунгицида против антракноза на люпине.

Проведенные исследования показали, что, несмотря на эпифитотийное развитие антракноза, опрыскивание посевов люпина узколистного и белого фунгицидом амистар экстра в дозе 0,5 л/га позволяет успешно контролировать развитие и вредоносность данной болезни и предотвращать значительные потери урожая семян. Люпин узколистный по сравнению с белым обладает большей устойчивостью к антракнозу. В связи с этим для защиты его посевов достаточно было проведения двух обработок фунгицидом в вегетацию до начала цветения. Для эффективной защиты посевов люпина белого необходимо проведение трех обработок фунгицидом в вегетацию до фазы блестящего боба.

Биологическая эффективность фунгицида амистар экстра, по сдерживанию развития антракноза на люпине узколистном, составила за годы исследований от 82 до 93% (табл. 1).

Таблица 1

Эффективность применения фунгицида на люпине узколистном, 2011 – 2016 гг.

Вариант	Доза, л/га	Высота растений перед уборкой, см	Биологическая эффективность против антракноза, %	Урожайность семян, ц/га	Сохраненный урожай благодаря амистару экстра, ц/га	Окупаемость затрат руб./руб.
2011 год						
Контроль	-	36,7	-	8,8	-	
Амистар экстра	0,5	36,2	90,4	18,2	9,4	2,52
2012 год						
Контроль	-	42,7	-	4,8	-	
Амистар экстра	0,5	41,9	86,0	16,2	11,4	3,25
2013 год						
Контроль	-	41,4	-	1,8	-	
Амистар экстра	0,5	44,2	82,0	8,1	6,3	1,65
2015 год						
Контроль	-	55,6	-	9,1	-	
Амистар экстра	0,5	55,0	86,3	15,8	6,7	2,0
2016 год						
Контроль	-	52,3	-	13,3	-	
Амистар экстра	0,5	53,6	93,0	23,1	9,8	2,35

Двукратное применение (в начале стеблевания и в конце бутонизации) данного фунгицида для защиты посевов люпина узколистного от антракноза обеспечило получение значительных урожаев семян при эпифитотийном развитии болезни. За годы исследований величина урожая семян в варианте с фунгицидом амистар экстра составила от 8,1 до 23,1 ц/га при 1,8 и 13,3 ц/га на контрольном варианте без применения фунгицида. При этом величина сохраненного урожая семян, благодаря применению амистара экстра, составила от 6,3 до 11,4 ц/га. Окупаемость затрат на применение фунгицида составила от 1,65 до 3,25 рублей на каждый вложенный рубль. Амистар экстра не оказывал токсического действия на растения люпина узколистного. Так, высота растений люпина перед уборкой в данном варианте во все годы исследований была на уровне контрольного варианта.

Высокую активность в подавлении развития антракноза фунгицид амистар экстра показал и при защите посевов люпина белого. За годы исследований его биологическая эффективность против данной болезни составляла от 81 до 93% (табл. 2).

Таблица 2

**Эффективность применения фунгицида на люпине белом в полевом опыте
2011 – 2016 гг.**

Вариант	Доза, л/га	Высота растений перед уборкой, см	Биологическая эффективность против антракноза, %	Урожайность семян, ц/га	Сохраненный урожай благодаря амистару экстра, ц/га	Окупаемость затрат, руб./руб.
2011 год						
Контроль	-	42,8	-	6,2	-	
Амистар экстра	0,5	45,8	90,6	22,8	16,6	5,22
2012 год						
Контроль	-	77,7	-	1,7	-	
Амистар экстра	0,5	77,8	81,0	21,3	19,6	6,86
2013 год						
Контроль	-	64,0	-	2,4	-	
Амистар экстра	0,5	70,2	83,3	28,1	25,7	7,82
2015 год						
Контроль	-	67,4	-	18,0	-	
Амистар экстра	0,5	68,2	86,2	32,5	14,5	6,18
2016 год						
Контроль	-	64,4	-	12,1	-	
Амистар экстра	0,5	64,6	93,0	36,9	24,8	7,90

Проведение трех обработок данным фунгицидом посевов люпина белого (в начале стеблевания, в конце бутонизации и в период формирования бобов) обеспечило снижение значительных потерь урожая семян. Так, величина урожая семян в варианте, где применялся данный фунгицид, составила за годы исследований от 21,3 до 36,9 ц/га, при 1,7 и 18,0 ц/га в контрольном варианте. При этом величина сохраненного урожая семян, благодаря применению амистара экстра, составила от 14,5 до 25,7 ц/га. Окупаемость затрат на применение фунгицида составила от 5,22 до 7,90 рублей на каждый вложенный рубль затрат. Амистар экстра не оказывал токсического действия на растения люпина белого. Так, высота растений люпина перед уборкой в данном варианте была на уровне контрольного варианта, а в отдельные годы превышала её.

Необходимо отметить, что для получения максимального эффекта от обработок фунгицидом по вегетирующим растениям люпина очень важно проводить их в точно определенные сроки. Первая обработка профилактическая – в фазу полных всходов или начала стеблевания (1-2 пары настоящих листьев), которая существенно подавляет развитие

семенной инфекции антракноза и сдерживает ее дальнейшее развитие. Вторая – спустя две недели после первой (фаза бутонизации) обеспечивает защиту генеративных органов. Третья – через две недели после второй (фаза конец цветения – начало бобообразования) сводит до минимума поражение формирующихся бобов и инфицированность семян. При этом защитное действие фунгицида наиболее эффективно при нанесении его на люпин перед дождем, чтобы защитить от инфицирования антракнозом здоровые растения. Лечебные обработки фунгицидом необходимо проводить на вторые или третьи сутки после дождя, поскольку вымытые во время дождя споры антракноза за это время успевают образовать инфекционные гифы и проникнуть в растительную ткань и являются уязвимыми для фунгицида.

Поэтому проведенная лечебная обработка фунгицидом люпина на вторые или третьи сутки после дождя против антракноза будет высокоэффективной. В период вегетации люпина необходимо препятствовать переносу инфекции внутри поля и с поля на поле при различных операциях на посевах, в частности, при борьбе с сорняками или вредителями. Люди, животные или техника, двигаясь в посевах по росе или после дождя, неизбежно переносят споры патогенна. Кратность опрыскиваний люпина против антракноза фунгицидом определяется в основном погодными условиями вегетационного периода. В годы эпифитотий антракноза, когда выпадают частые атмосферные осадки две обработки посевов люпина узколистного и три люпина белого в указанные выше фазы развития растений способны значительно сократить развитие болезни и сохранить урожай от значительных потерь. Если же заболевание появилось в конце мая или в середине июня и дальнейшее его развитие сдерживается погодными условиями, неблагоприятными для его нарастания (малое количество атмосферных осадков, высокая температура воздуха), достаточно одного опрыскивания для снижения поражения растений и заражения семян.

Выводы

В результате проведения многолетних исследований эффективности фунгицида амистар экстра в дозе 0,5 л/га против антракноза на люпине узколистном и белом установлено, что применение данного фунгицида позволяет значительно снизить развитие и распространение болезни, сократить потери урожая семян. Две обработки посевов люпина узколистного и три люпина белого данным фунгицидом при эпифитотийном развитии антракноза экономически вполне оправдываются. Затраты на покупку и применение фунгицида окупаются снижением потерь урожая, семян изучаемых видов люпина. На основании проведенных исследований фунгицид амистар экстра в дозе 0,5 л/га и расходом рабочей жидкости 200 л/га рекомендуем включить в «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» для защиты люпина от антракноза по вегетирующим растениям.

Литература

1. Артюхов А.И. Адаптация видов люпина в агроландшафты России. // Зернобобовые и крупяные культуры. № 1 (13), 2015. – С. 60-67.
2. Слесарева Т.Н., Такунов И.П., Лукашевич М.И., Пимохова Л.И. Технология возделывания белого люпина в одновидовых и смешанных посевах. Методические рекомендации. Брянск: издательство «Читай-город». 2015. – 56 с.
3. Агеева П.А., Почутина Н.А., Клименко А.А. Люпин узколистный в обеспечении производства растительного белка // Кормопроизводство. №5, 2012. –С. 20 – 21.
4. Лукашевич М.И., Захарова М.В., Свириденко Т.В., Хараторкина Н.И. Результаты и перспективы селекции белого люпина в России // Тезисы междунар. науч.- практ. конф. (14-15 апреля 2016 г.) – Жодино, 2016. – С. 295 – 298.
5. Новик Н. В. Использование непрерывного отбора в селекции люпина желтого // Кормопроизводство. №5, 2012. – С. 40 – 42.
6. Пимохова Л.И., Царапнева Ж.В. Комплексная защита люпина белого от антракноза. // Зернобобовые и крупяные культуры. №3(19), 2016. – С. 89-94.
7. Симонов, В.Ю., Андросов Г.К. Влияние фунгицидов различных химических групп на микробную популяцию и биохимическую активность почвы // Агро XXI. – 2009. – № 4-6. – С. 5-6.
8. Наумова Н.А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию. Л.: Колос, 1970. – 208 с.

9. Методические указания по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1984.

AMISTAR EXTRA IS AN EFFECTIVE FUNGICIDE FOR LUPIN PROTECTION AGAINST ANTHRACNOSE

L.I. Pimokhova, Zh.V. Tsarapneva

THE RUSSIAN LUPIN RESEARCH INSTITUTE

Abstract: Diseases are one of the main factors affect lupin productivity. Anthracnose is the most harmful among them. Anthracnose agent is the imperfect fungi *Colletotrichum lupini*. It is able significantly decrease or fully kill lupin yield. Nowadays all lupin varieties recommended for production haven't absolutely anthracnose resistance. System fungicides which penetrate into growing plant tissue could give effective protection for lupin crops. Fungicide Amistar extra in dose 0.5 l/ha demonstrated high biological effectiveness against anthracnose for narrow-leaved and white lupin under field conditions. It's revealed that two treatments with this fungicide for narrow-leaved lupin and three ones for white lupin allow keep back disease development and keep grain yield against significant losses.

Keywords: lupin, anthracnose, vegetation period, fungicides, amistar extra, effectiveness.

УДК 633.31:631.445.2

ФОРМИРОВАНИЕ ТРАВСТОЕВ НА ОСНОВЕ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

С.Т. ЭСЕДУЛЛАЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «ИВАНОВСКИЙ НИИСХ»

В статье представлены результаты многолетних исследований по формированию высокопродуктивных и долгодетных травостоев многолетних трав на основе люцерны изменчивой на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья. Установлено, что в условиях Ивановской области люцерну изменчивую и его смеси с успехом можно выращивать для получения высоких и стабильных урожаев кормовой массы. Включение в травостой люцерны изменчивой позволяет продлить их продуктивное долгодетие и способствует получению полноценного сбалансированного по белку готового корма, а также накоплению значительного количества азота, что служит важнейшим резервом повышения плодородия дерново-подзолистых почв и продуктивности культур. В одновидовых посевах максимальную продуктивность обеспечивает люцерна изменчивая на контроле – 408 ц/га зеленой массы, 91,0 сухого вещества, 198 ц/га ПКО, 67,9 ц/га кормовых единиц и 11,6 ц/га переваримого протеина и люцерна и клевер на фоне минерального питания – соответственно 419-475 зеленой массы, 83,8-95,0 сухого вещества, 208-127 ПКО, 84,8-63,2 кормовых единиц и 14,3-10,5 ц/га переваримого протеина. Внесение минеральных удобрений значительно в 1,4 раза увеличивает продуктивность клевера, почти не влияет на люцерну. В смешанных травостоях наивысшие показатели продуктивности формирует смесь люцерны и клевера по 25%, тимофеевки 50% на контроле и травосмесь с клевером в 50% на фоне минерального питания. Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином у злаковых трав была ниже зоотехнической нормы (105-110г), у бобовых и смесей с их участием – значительно выше. Наибольшее количество азота, как общего, так и симбиотического накапливает на обоих фонах люцерна изменчивая. На контроле она накопила 235 кг/га общего и 204 кг/га симбиотического, на фоне с минеральными удобрениями – 246 и 197 кг/га соответственно. В поливидовых посевах максимальное количество ПКО и азота накапливает травосмесь с соотношением компонентов люцерны изменчивой 50% + клевер 25% + тимофеевка 25% и люцерна и клевер по 25% + тимофеевка

50% на контроле. На минеральном фоне выделяется травосмесь с соотношением клевера в 50%, который аккумулировал 168 кг/га общего и 141 кг/га симбиотического азота.

Ключевые слова: люцерна изменчивая, одно и поливидовые травосмеси, продуктивность, качество корма, питательная полноценность, плодородие и аккумуляция азота.

В настоящее время в рационах сельскохозяйственных животных в целом по России дефицит белка составляет около 25%, что приводит к снижению их продуктивности и значительному перерасходу кормов [1]. Важнейшим резервом увеличения производства растительного белка являются многолетние бобовые травы и их смеси со злаковыми культурами. Но в областях Верхневолжья ассортимент возделываемых бобовых трав невелик. Используемые в кормопроизводстве региона травосмеси, состоящие в основном из клевера и тимофеевки, недолговечны, а продуктивность их с годами падает. Клевер на третий год практически полностью выпадает из травостоев. Увеличить продуктивное долголетие таких посевов можно путем включения в их состав долголетних бобовых трав, таких как люцерна изменчивая. Люцерна изменчивая для региона относительно новая культура, старые сорта люцерны предъявляли повышенные требования к почве, особенно к её кислотности. А с учётом того, что в последние годы площадь кислых почв в области увеличилась, интерес к люцерне у сельхозтоваропроизводителей оказался невысоким. Между тем хорошо себя зарекомендовали сорта люцерны нового поколения, созданные селекционерами ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса, такие как Селена, Пастбищная 88, Вега 87 и другие с повышенной продуктивностью и толерантностью к кислым почвам, а также значительным хозяйственным долголетием, достигающим 7-8 лет [2].

Имеющиеся литературные данные свидетельствуют, что урожай клевера лугового в первый год использования почти вдвое больше урожая люцерны, которая урожайнее, чем клевер, во второй и, особенно, в последующие годы пользования. Так, в исследованиях ТСХА современные сорта клевера лугового сохранялись в травостоях со злаковыми травами не более 2-х лет пользования, обеспечивая получения высоких урожаев [3]. Сорта люцерны изменчивой в смеси с кострцом безостым и тимофеевкой луговой в травостоях держались значительно дольше и превосходили по урожайности клеверозлаковые травосмеси в 1,2-2,1 раза. Писковацкий Ю.М. считает, что люцернозлаковые травосмеси обеспечивают сравнительно равномерный выход корма по циклам и годам использования, отличаются повышенным качеством корма, лучшей поедаемостью, повышенной зимостойкостью, устойчивостью к стрессовым факторам, болезням и вредителям, меньше засоряются разнотравьем [4]. О преимуществе травосмесей с двумя бобовыми компонентами убедительно свидетельствуют многолетние исследования Благовещенского Г.В. и его коллег из Московского НИИСХ «Немчиновка». Травосмеси из клевера лугового с люцерной, лядвенцом рогатым или козлятником восточным с разными ритмами развития обеспечивали устойчивое обилие бобовых растений по годам использования травостоев. Посевы из мультитравосмесей обеспечивали высокую и устойчивую по годам урожайность. Особенно важно, что урожайность таких травостоев на уровне 10–12 т/га сухого вещества достигалась за счёт использования симбиотического азота и азота почвы, тогда как для формирования такой же урожайности злаковых травостоев требовалось внести 150–180 кг/га д.в. азотных удобрений [5]. В Калужской области на дерново-подзолистых супесчаных почвах наиболее устойчивыми и продуктивными были травостои с участием люцерны [6]. Люцерна превосходит клевер по долголетию и засухоустойчивости и может сохраняться в травостоях до 5-7 лет и более [7]. Кроме того, многолетние травы оказывают положительное влияние на плодородие почвы, которое зависит от величины урожая, вида трав и состава травосмесей [8]. В Орловской области в опытах Парахина Н.В. и Петровой С.Н. после люцерны и козлятника в почву поступало в 1,7-1,8 раза корневых остатков больше, чем после клевера [9]. Кроме того, при совместном выращивании бобовых и злаковых трав происходил перенос азота от бобовых к злаковым до 110 кг/га. Посевы бобовых трав козлятника и люцерны накапливали азота до 213-400 кг/га.

Таким образом, краткий литературный обзор свидетельствует о преимуществе люцерны и её смесей над клевером. Но в Ивановской области люцерна изменчивая мало изучена, что является одной из главных причин сдерживающих её распространение.

Цель исследования – изучить продуктивность люцерны изменчивой в одновидовых и смешанных посевах, установить оптимальное соотношение компонентов в поливидовых посевах на дерново-подзолистых почвах Ивановской области.

Материалы и методика исследований

Полевые опыты проводили на стационаре отдела кормопроизводства Ивановского НИИСХ на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, содержащем в пахотном слое гумуса 1,9%, подвижного фосфора и обменного калия – соответственно 230 и 175 мг/кг почвы, рН (сол.) – 5,2. Повторность – 4-х кратная. Площадь делянки – 30 м². Размещение – систематическое. Варианты трав изучали на 2 фонах минерального питания – без удобрения и N₃₀P₆₀K₉₀. Фосфорно-калийные удобрения вносили перед закладкой травостоев один раз, азотные – ежегодно в начале вегетации. Сеяли травы беспокровно, в сроки посева ранних яровых культур. Полная 100% норма высева трав составила: люцерны изменчивой (*Medicago sativa varia Martyn*) сорт Вега 87-15, клевера лугового (*Trifolium pretense L.*) сорт Дымковский 14, тимофеевки луговой (*Pflemum pretense L.*) сорт Вик 9-10 кг/га. В сложные травосмеси злаковые и бобовые травы включали в соотношении 25, 50 и 75 % от полной их нормы высева. Более подробно схема опытов представлена в таблицах 1, 2, 3.

Агротехника возделывания – общепринятая для многолетних трав в области. Для нейтрализации избыточной кислотности перед закладкой травостоев на участке под опытом вносили доломитовую муку в дозе 5,0 т/га. Первый укос трав на зеленную массу производили в фазу бутонизации – начало цветения, второй – за 35 дней до наступления устойчивых заморозков. Все исследования и учеты проводили согласно методическим рекомендациям ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1997), учет пожнивно-корневых остатков – методом рамочной выемки монолитов по Н.З. Станкову (1964), симбиотический азот определяли по методике Г.С. Посыпанова (1991).

Результаты исследования и их обсуждение

На контроле в одновидовых посевах в среднем за годы исследований наиболее высокие урожаи биомассы, ПКО, сборы кормовых единиц и белка обеспечила люцерна изменчивая – 408 зеленой массы, 91,0 сухого вещества, 198 ПКО, 67,9 кормовых единиц и 11,6 ц/га переваримого протеина (табл.1). Продуктивность клевера была существенно ниже.

Таблица 1

Продуктивность многолетних трав (сумма двух укосов за 2011-2015гг.)

Агрофон	Вариант опыта	Урожайность, ц/га		ПКО, ц/га	Сбор, ц/га		П. П. в 1 К.Е., г
		З.М.	С.В.		К.Е.	П.П.	
Контроль (Без удобрений)	Тимофеевка луговая	240	66,0	156	51,3	4,90	96,0
	Клевер луговой	331	64,0	79,0	42,2	7,10	167
	Люцерна изменчивая	408	91,0	198	67,9	11,6	170
N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	Тимофеевка луговая	263	67,0	175	50,2	4,80	97,0
	Клевер луговой*	475	95,0	127	63,2	10,5	166
	Люцерна изменчивая	419	83,8	208	84,8	14,3	168
НСР ₀₅ среднее			12,8-16,7				

* – данные в среднем за три года

Примечание. З.М. – зеленая масса, С.В. – сухое вещество, ПКО – пожнивно-корневые остатки, К.Е. – кормовые единицы, П.П. – переваримый протеин.

Внесение минеральных удобрений значительно в 1,4 раза увеличило продуктивность клевера, почти не повлияло на люцерну. На четвертый год хозяйственного пользования клевер полностью выпал из травостоя. Обеспеченность кормовой единицы переваримым

протеином у злаковых трав была ниже зоотехнической нормы (105-110 г), у бобовых – значительно выше.

В поливидовых травостоях на фоне без удобрений максимальную продуктивность формировала смесь люцерны и клевер по 25%, тимофеевка 50%. Урожайность зеленой массы достигла 388, сухой массы 94, сборы кормовых единиц – 69,1, протеина – 9,4 ц/га. На агрофоне с минеральными удобрениями выделялся вариант с клевером в 50%, подтверждая установленную в одновидовых посевах тенденцию о том, что на внесение небольшой стартовой дозы азотного удобрения из изучаемых бобовых трав положительно реагирует клевер, а люцерна отзывается слабо (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность и питательная ценность травосмесей (сумма двух укосов за 2011-2015гг.)

Уровень питания	Вариант опыта	Урожайность, ц/га		ПКО, ц/га	Сбор, ц/га		П. П. в 1 К.Е., г
		З.М.	С.В.		К.Е.	П.П.	
Контроль (Без удобрений)	Люцерна 25% + клевер 25% + тимофеевка 50%	388	94,0	198	69,1	9,4	136
	Люцерна 50% + клевер 25% + тимофеевка 25%	384	89,0	200	65,7	8,8	134
	Люцерна 25% + клевер 50% + тимофеевка 25%	343	80,0	162	58,6	8,1	138
	Люцерна 12,5% + клевер 12,5% + тимофеевка 75%	330	79,0	188	58,4	7,9	135
N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	Люцерна 25% + клевер 25% + тимофеевка 50%	416	88,0	168	68,7	9,0	131
	Люцерна 50% + клевер 25% + тимофеевка 25%	401	87,0	187	69,7	9,2	133
	Люцерна 25% + клевер 50% + тимофеевка 25%	432	94,0	189	71,3	9,5	132
	Люцерна 12,5% + клевер 12,5% + тимофеевка 75%	398	84,0	172	63,1	8,7	137
НСР ₀₅ среднее			12,2-12,5				

Урожайность зеленой массы в этом варианте достигла 432, сухого вещества – 94,0 ц/га, ПКО накопилось 189 ц/га. Получены высокие сборы кормовых единиц и белка – соответственно 71,3 и 9,5 ц/га. Обеспеченность кормовой единицы была выше нормы во всех вариантах, даже в тех, где удельный вес бобового компонента составляла всего лишь 25%. Следовательно, включение в травостой люцерны изменчивой позволяет продлить их продуктивное долголетие и способствует получению полноценного сбалансированного по белку готового корма. Исследованиями установлено, что на дерново-подзолистых почвах области люцерну изменчивую и его смеси с успехом можно выращивать для получения высоких и стабильных урожаев кормовой массы.

Значение многолетних бобовых трав в поддержании и повышении почвенного плодородия благодаря мощной стержневой корневой системе и симбиотической азотфиксирующей способности хорошо известно. Особенно это важно для наших потенциально бедных дерново-подзолистых почв. Изучение накопления ПКО и азота травами в одновидовых и смешанных посевах показало, что травы накапливают значительное количество азота и растительных остатков (табл. 3).

Наибольшее количество пожнивно-корневых остатков и азота, как общего, так и симбиотического накапливает на обоих фонах люцерна изменчивая. На контроле она накопила 235 кг/га общего и 204 кг/га симбиотического, на фоне с минеральными удобрениями – 246 и 197 кг/га соответственно. У клевера процесс аккумуляции азота происходил слабее, особенно на контроле – 98,0 кг/га общего и 77 кг/га симбиотического. Минеральные удобрения активизировали накопление азота у клевера, как общего, так и симбиотического.

Аккумуляция азота многолетними травами и их смесями (2011–2015 гг.)

Агрофон	Вариант опыта	Накоплено азота, кг/га	
		общего	симбиотического
Контроль (Без удобрений)	Клевер луговой	98,0	77,0
	Люцерна изменчивая	235	204
	Люцерна 50% + клевер 25% + тимофеевка 25%	161	145
	Люцерна 25% + клевер 25% + тимофеевка 50%	166	146
N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	Клевер луговой	156	130
	Люцерна изменчивая	246	197
	Люцерна 50% + клевер 25% + тимофеевка 25%	94,1	73,3
	Люцерна 25% + клевер 50% + тимофеевка 25%	168	141

В смешанных посевах максимальное количество ПКО и азота накапливалось в травостоях с соотношением компонентов люцерны изменчивой 50% + клевер 25% + тимофеевка 25% и люцерна и клевер по 25% + тимофеевка 50% на контроле. На минеральном фоне выделялся травосмесь с соотношением клевера в 50%, который аккумулировал 168 кг/га общего и 141 кг/га симбиотического азота. Накопленный в смешанных посевах симбиотический азот использовался как злаковым, так и бобовым компонентами для формирования урожая трав, а также для повышения плодородия почвы.

Выводы

В результате проведенных в 2011-2015 гг. исследований установлено, что, в одновидовых травостоях в условиях области на дерново-подзолистых почвах, максимальную продуктивность обеспечивает люцерна изменчивая на контроле – 408 ц/га зеленой массы, 91,0 ц/га сухого вещества, 198 ц/га ПКО, 67,9 ц/га кормовых единиц и 11,6 ц/га переваримого протеина и люцерна и клевер на фоне минерального питания – соответственно 419-475 зеленой массы, 83,8-95,0 сухого вещества, 208-127 ПКО, 84,8-63,2 кормовых единиц и 14,3-10,5 ц/га переваримого протеина. Внесение минеральных удобрений значительно в 1,4 раза увеличивает продуктивность клевера, почти не влияет на люцерну.

В поливидовых травостоях наивысшие показатели продуктивности формирует смесь люцерны и клевера по 25%, тимофеевки 50% на контроле и травосмесь с клевером в 50% на фоне минерального питания, подтверждая установленную в одновидовых посевах тенденцию о том, что на внесение небольшой стартовой дозы азотного удобрения из изучаемых бобовых трав положительно реагирует клевер, а люцерна отзывается слабо. Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином у злаковых трав была ниже зоотехнической нормы (105-110 г), у бобовых и смесей с их участием – значительно выше.

Максимальное количество азота, как общего, так и симбиотического в одновидовых посевах накапливает на обоих фонах люцерна изменчивая. На контроле она накопила 235 кг/га общего и 204 кг/га симбиотического, на фоне с минеральными удобрениями – 246 и 197 кг/га соответственно. В смешанных посевах наибольшее количество азота накапливалось в травостоях с соотношением компонентов люцерны изменчивой 50% + клевер 25% + тимофеевка 25% и люцерна и клевер по 25% + тимофеевка 50% на контроле и травосмесь с соотношением клевера в 50% на минеральном фоне, который аккумулировал 168 кг/га общего и 141 кг/га симбиотического азота.

Таким образом, установлено, что на дерново-подзолистых почвах области люцерну изменчивую и его смеси с успехом можно выращивать для получения высоких и стабильных урожаев кормовой массы. Включение в травостой люцерны изменчивой позволяет продлить их продуктивное долголетие и способствует получению полноценного сбалансированного по белку готового корма, а также значительному накоплению азота, что служит важнейшим резервом повышения плодородия дерново-подзолистых почв и продуктивности культур.

Литература

1. Артюхов А.И., Победнов А.В. Люпин – важнейшая составляющая часть стратегии сомообеспечения России комплементарным белком // Кормопроизводство. – 2012. – № 5. – С.3-4.
2. Повышение устойчивости агроландшафтов: Рекомендации / А. С. Шпаков, И. А. Трофимов, А. А. Кутузова и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – С.32–33.
3. Лазарев Н.Н. Продуктивность сортов нового поколения клевера лугового и люцерны изменчивой при многоукосном использовании в условиях Нечерноземья // Кормопроизводство. – 2005. – № 11. – С.5-7.
4. Писковацкий Ю.М. Люцерна для многовидовых агрофитоценозов// Кормопроизводство. – 2012. – № 11. – С.25-26.
5. Благовещенский Г. В., Кутровский В. Н Производство объёмистых кормов в изменяющемся мире // Кормопроизводство. – 2011. – № 5. – С.3-5.
6. Головня А.И., Разумейко Н.И. Сравнительная кормовая продуктивность бобовых трав и их смесей со злаками в экстремальных погодных условиях // Кормопроизводство, № 4, 2012. – С.10-12.
7. Лазарев Н.Н., Авдеев С.М., Яцкова В.Г., Стародубцева А. М. Долголетнее использование люцерны изменчивой сорта Пастбищная 88 в одновидовых посевах и травосмесях // Кормопроизводство. – 2010. № 1. – С. 9-12.
8. Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. – М. Россельхозакадемия, 2004. – 630 с.
9. Парахин Н.В., Петрова С.Н. Симбиотически фиксированный азот в агроэкосистемах // Вестник Орел ГАУ, №3, том.18, 2009. – С.41-45.
10. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М: Агропромиздат, 1997. – 27 с.
11. Посыпанов Г.С. Методы определения биологической фиксации азота воздуха – М.; Агропромиздат, 1991. –300 с.

FORMATION OF HERBAGE ON THE BASIS OF CHANGEABLE ALFALFA ON SOD- PODZOLIC SOILS OF THE UPPER VOLGA REGION

S.T. ESEDULLAEV

FEDERAL STATE SCIENTIFIC INSTITUTION

«IVANOVNO RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

Abstract: *The article presents the results of years of research on forming highly productive and long-standing herbage of perennial grasses on the basis of changeable alfalfa on sod-podzolic soils of the upper Volga region. It is established that in the conditions of Ivanovo region changeable alfalfa and its mixtures can be successfully grown to produce high and stable yields of forage mass. The inclusion of the herbage of alfalfa changeable can extend their productive longevity and helps to ensure a complete balanced protein ready to feed, and the accumulation of large quantities of nitrogen, which is an essential reserve of increase of fertility of sod-podzolic soils and productivity of crops. In a single crop provides maximum productivity of alfalfa changeable on the control – 408 t/ha of green mass, dry matter 91, 0, 198 FFP, 67,9 feed units and 11,6 kg/ha digestible protein and alfalfa and clover on the background of mineral nutrition, respectively 419-475 green mass of 83.8-95,0 dry matter 208-127 PKO, 84,8-63,2 feed units and 14,3 to 10,5 t/ha of digestible protein. The application of mineral fertilizers significantly 1.4 times increases the productivity of the clover has little effect on alfalfa. In mixed swards the highest levels of productivity form a mixture of alfalfa and clover 25% Timothy 50% for the control and mixtures with clover 50% on the background of mineral nutrition. The security of fodder unit of digestible protein in grasses was lower zootechnical standards (105-110g), legumes and mixtures with their participation is much higher. The greatest amount of nitrogen, both General and symbiotic accumulates on both backgrounds alfalfa changeable. On the control it has accumulated 235 kg/ha of total and 204 kg/ha symbiotic on the background with mineral fertilizers – 246 and 197 kg/ha, respectively. In mixed crops the maximum amount of FFP and accumulates nitrogen mixture with the ratio of the volatile components of alfalfa 50% + clover 25% + Timothy 25% alfalfa and clover 25% + Timothy 50% on control. On a mineral background to stand out the mixture with a ratio of clover 50%, which accumulated 168 kg/ha total and 141 kg/ha of symbiotic nitrogen.*

Keywords: changeable alfalfa, and one mixed grass mixtures, productivity, forage quality, nutrient adequacy, fertility and accumulation of nitrogen.