

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СЕВЕРО-ВОСТОКА имени Н. В. РУДНИЦКОГО**

**XI Международная
научно-практическая конференция**

**МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ
В СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ
И РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

**Киров
2024**

УДК 631.527.8

ББК 41.3

М 54

Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве:
М 54 Материалы XI Международной научно-практической конференции
/ Под общей редакцией И. А. Устюжанина. Киров: ФАНЦ Северо-
Востока, 2024. 308 с.

ISBN 978-5-7352-0175-5

Редакционная коллегия:

Г. А. Баталова, академик РАН (отв. за выпуск);

Е. М. Лисицын, доктор биол. наук;

И. Н. Щенникова, доктор с.-х. наук, чл.-корр. РАН

В сборнике материалов XI Международной научно-практической конференции «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве» представлены результаты исследований по вопросам использования традиционных и современных методов и технологий в селекции растений и скрининге генетических ресурсов растений, семеноводству и питомниково-водству, разработке технологий возделывания сельскохозяйственных культур, по оценке влияния естественных и антропогенных факторов на продукционные процессы в агроценозах и окружающую среду.

Текст изложен в авторской редакции.

УДК 631.527.8

ББК 41.3

ISBN 978-5-7352-0175-5

© ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 2024

© Авторы статей, 2024

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ

УДК 631.527.8:577.21

Методы и технологии в селекции растений. Некоторые результаты селекции на Вятке

Г. А. Баталова, Е. М. Лисицын
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. *В статье дан краткий обзор основных традиционных и современных подходов к селекции растений и результатов применения этих подходов в работе Федерального аграрного научного центра Северо-Востока и его филиалов.*

Ключевые слова: *массовый отбор, индивидуальный отбор, молекулярная селекция, маркерная селекция, биотехнология*

Methods and technologies in plant breeding. Some results of breeding in Vyatka

G. A. Batalova, E. M. Lisitsyn
Federal Agrarian Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation

Abstract. *The article gives a brief overview of the main traditional and modern approaches to plant breeding and the results of the application of these approaches in the work of the Federal Agrarian Scientific Center of the North-East and its branches.*

Keywords: *mass selection, individual selection, molecular selection, marker selection, biotechnology*

Селекция растений – наука об изменении признаков растений с целью получения желаемых характеристик [1] Научные разработки, в том числе сорта и технологии их выращивания, актуальны с точки зрения решение стратегически важной задачи – обеспечения населения полноценным питанием, а промышленность и другие отрасли производства – сырьем. На значимость развития земледелия для безопасности государства, указывал еще Иван Грозный (1580 г.) – «Хочешь легко победить другую страну – начни кормить ее своей пищей».

В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. №20), продовольственная безопасность Российской Федерации – это состояние

социально-экономического развития страны, при котором обеспечивается продовольственная независимость Российской Федерации, гарантируется физическая и экономическая доступность для каждого гражданина страны пищевой продукции, соответствующей обязательным требованиям в объемах не меньше рациональных норм потребления пищевой продукции, необходимой для активного и здорового образа жизни. При этом одной из основных задач обеспечения продовольственной безопасности являются устойчивое развитие производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на основе принципов научно обоснованного планирования, развития фундаментальных и прикладных научных исследований в области сельского хозяйства для разработки новых видов, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур и т. д.

Селекция начиналась с наблюдательности первых земледельцев, которые среди используемых в пищу растений, например, зерновых культур, обратили внимание на их отличия друг от друга, в частности, по размеру колоса/метелки, количеству, размеру и массе зерен в них, и даже по вкусовым качествам. Это явилось началом так называемой «примитивной селекции», когда человек выбирал среди естественно растущих форм растений, например, зерновых, лучшие, а в последующем пришел к пониманию необходимости посева и выращивания данных растений. Дошедшие до нас рекомендации относительно необходимости использования в посев лучших выполненных семян актуальны и в современном мире. М. И. Бурской [2] в книге «О сельском хозяйстве» приводит цитату из Плиния, который в I веке н. э. в трактате «Естественная история» писал: «...на семена следует сохранять зерно, которое на току оказывается в самом низу, оно самое лучшее. Потому что самое тяжелое и нет более целесообразного способа его отличить». Аналогично М. Т. Варрон [3] в книге «Сельское хозяйство» приводит рекомендации Цельса, который со ссылкой на собственный практический опыт, на труды своих римских и греческих предшественников писал: «...там, где урожай невелик, надо собрать самые лучшие колосья и семена из них, ссыпать отдельно, ...если же случится жатва обильная, то обмолоченное зерно следует провеять и зерна, которые по причине своей величины и тяжести окажутся внизу, неизменно сохранять на семена».

Селекция растений также эволюционировала и в Вятской губернии. Результаты первого этапа селекции на Вятке (1985...1955 гг.) представлены в таблице 1.

Основой селекции этого периода были сбор и изучение местных крестьянских сортов в результате экспедиций по Вятской губернии, параллельно была заказана и получена коллекция образцов овса и ячменя из Германии, были получены коллекции других культур, проведены сборы местных образцов в крестьянских хозяйствах.

Таблица 1

Результаты первого этапа селекции на Вятской опытной станции (1895...1955 гг.)

Сорт	Год районирования	Сорт	Год районирования
Озимая рожь		Ячмень яровой	
Вятка	1929	Винер	1929
Вятка 2	1950	Вятский 6040	1946
Фаленская	1955	Отличник	1954
Озимая пшеница		Овес	
Лютесценс 116	1944	Мираж, Северянин	1929
Эритроспермум 529	1947	Жемчужина	1933
Горох (пелюшка)		Магистраль	1938
Фаленская 42	1948	Рекорд	1940
Фаленская 40	1954	Вятский 6522	1946
Фаленская 39	1955	Картофель	
Огурец		Даль	1932
Вятский местный	1950	Северная роза	1949
Парниковый 6	1955	Фаленский	1953

В селекции использовали массовый и индивидуальный улучшающий отбор. В 1929 г. в производство вошел широко распространенный в свое время сорт ячменя Винер, сорта овса Мираж и Северянин. В этом период проводили селекционное улучшение плодовых и ягодных, овощных культур. В селекции использовали массовый и индивидуальный улучшающий отбор, были созданы и распространены в крестьянские хозяйства сорта озимой ржи Вятка, а в последующем и Вятка 2, актуальная как в селекции, так и в производстве по настоящее время. Наряду с Вяткой 2 в производство вошел овес Вятский 6522. Позднее перешли к сочетанию гибридизации и отбора.

Практически все селекционные достижения в тот период и на многие последующие годы связаны с именем академика Н. В. Рудницкого, который писал в 1924 г. о значении селекции «...дать населению вместо распространенных в крестьянском хозяйстве почти исключительно смешанных малоурожайных сортов сорта чистые, более урожайные и вполне отвечающие местным естественно-историческим условиям».

По имеющимся в доступных источниках данным за последние 50 лет совокупный объем мирового производства сельхозпродукции вырос в 2,5...3,0 раза. В этот же период мировое производство зерна увеличилось от 1,1 млрд тонн в 1970 г. и достигло 2 819 млн тонн в 2023 г.

В Госреестре России на текущий год девять сортов озимой ржи селекции ФАНЦ Северо-Востока, среди них сорт Вятка 2, районированный с 1950 г., новый сорт Батист, допущенный в производство с 2023 г.; восемь сортов ячменя, среди них Боярин, районированный с 2023 г.; сорта овса голозерного

(4) и пленчатого (13), в том числе включенный в Госреестр с текущего года овес пленчатый Кировский 2, три сорта яровой мягкой пшеницы.

Со временем в процессе селекции происходило все большее насыщение новых сортов генплазмой образцов коллекции ВИР, других селекционных учреждений России и зарубежных, генотипов собственной селекции. В таблице 2 приведена характеристика сортов овса по происхождению – использованию родительских форм.

Таблица 2

Генеология некоторых сортов овса пленчатого селекции ФАНЦ Северо-Востока

Сорт	Исходные формы	Год включения в Госреестр
Факир	Chif * Tiger	1995
Чиж	Endspurt * Кировский	1996
Теремок	К-11984 * Tiger	1996
Дэнс	Etzel * Писаревский	2002
Фауст	[Штрих * (Putnem * Sörbo)] * Скакун	2002
Кречет	АС 805 * Siegfried	2005
Гунтер	Кировский * (Putnem * Sörbo)	2007
Эклипс	(Wilma * Кировский) * (Putnam 61 * Sörbo)	2011
Медведь	Adam (г) * Rodney E (п)	2016
Кировский 2	651h03 (Фауст * Ману) * Конкур	2024

К примеру, овес пленчатый Кировский 2 создан методом гибридизации и последующего индивидуального отбора. На первом этапе скрещивали овес пленчатый Фауст (Россия, ФАНЦ Северо-Востока) с голозерным образцом Ману (Германия), после выделения гомозиготной пленчатой линии 651h03 в 2008 г. провели скрещивание с сортом Конкур (отцовская форма), затем из гибридной популяции 9-08 [651h03 (Фауст * Ману) * Конкур] выделили линию 325h12 – родоначальницу сорта Кировский 2. Сорт допущен в производство с 2023 г. по 2, 3, 4, 5 регионам районирования для выращивания на зерно и кормовую массу.

Исследования ФАНЦ Северо-Востока в области селекции растений направлены не только на получение новых сортов зерновых культур, сочетающих высокую урожайность и качество продукции с устойчивостью к стрессорам различной природы, но и зернобобовых – гороха и сои, среди технических культур – лен-долгунец, хмель и картофель, большое внимание уделяется селекции кормовых культур, в том числе клевера лугового и гибридного, паннонского, приступили к селекции клевера красноватого; ведутся исследования по изучению и подбору сортимента плодовых и ягодных культур для выращивания в условиях европейского северо-востока России (яблоня, груша, слива, другие культуры), созданы сорта смородины черной и жимолости синей, проводятся исследования по овощным культурам.

В Чувашском НИИСХ – филиале ФАНЦ Северо-Востока проводят исследования в области селекции сои северного экотипа и хмеля. В Госреестре РФ сорта сои Чера 1, Люмария, Памяти Фадеева и Цивиль, 13 сортов хмеля, в том числе включенный в Госреестр РФ с 2022 г. сорт Салампи.

Значительную ценность для селекции в качестве источников актуальных в селекции признаков представляют сорта селекционных учреждений России. Например, сорта Немчиновской и Ульяновской селекции (рисунок), в том числе совместные, сочетают урожайность с адаптивностью и пластичностью, в СибНИИСХ получены устойчивые к головне селекционные формы и сорта группы Иртыш с нумерацией и другие; на Дальнем Востоке – Хабаровский НИИСХ и на Урале – Красноуфимская селекционная станция сорта кормового укосного типа и зерно-кормового, сочетающие высокую урожайность кормовой массы с хорошим урожаем и качеством зерна.

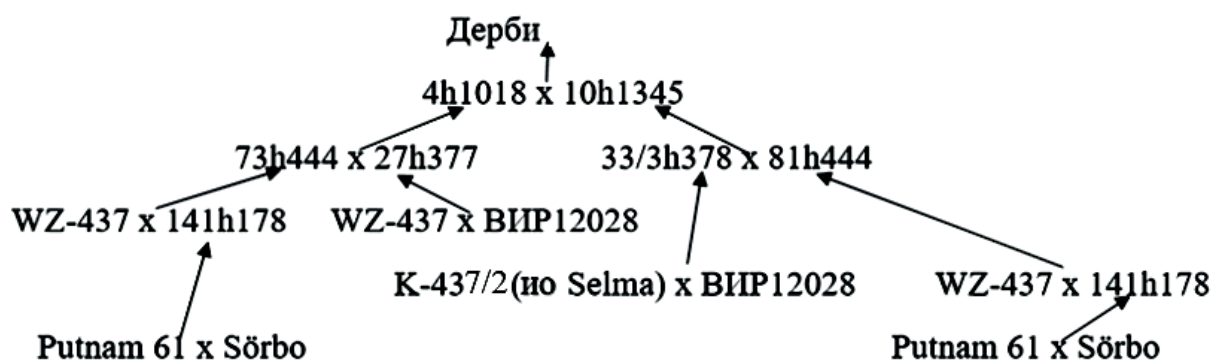


Рис. Родословная сорта овса пленчатого Дерби [по 4]

Все это обеспечивает возможность расширения источников для использования в селекции. Можно отметить использование в селекции Московским и Кировским селекцентрами ряда одних и тех же источников, например, Putnam 61 и Sörbo.

Основные направления селекции состоят в формировании высокой стабильной урожайности, как результат селекции на повышение адаптивного потенциала, за счет получения устойчивых к полеганию, комплексу болезней и вредителей, к атмосферному и почвенному стрессам; создание сортов с высоким качеством продукции в зависимости от направления использования в целом и по отдельным показателям для производства различных видов продуктов питания, на кормовые, иные цели; а также селекция на технологичность при выращивании. Наряду с этим, актуально создание взаимодополняющих сортов с широкой нормой реакции на экологические и антропогенные факторы среды, а также разработка региональных технологий и их элементов для реализации потенциала продуктивности сорта.

Актуальность исследований в области селекции растений определяют не только биотические и абиотические факторы, такие как болезни и вредители, повышенные и пониженные температуры и переувлажнение, качество почв –

деградированные (в т. ч. алюмоокислые, засоленные, загрязненные радионуклидами, нефтепродуктами), с высоким плодородием; а также изменение технологий выращивания. В то же время в отчете ФАО (2014 г.) отмечено: «Мировой опыт показал, что техногенная интенсификация растениеводства не способна решить проблему дальнейшего повышения урожаев, но при этом связана с ростом энергозатрат и нарушением экологического равновесия в природе. Глобальный кризис в сельхозпроизводстве XXI века требует новой стратегии – стратегии биологизации растениеводства, т. е. создания устойчивых к абиотическим и биотическим факторам среды новых сортов, гибридов и видов сельскохозяйственных растений».

Ранее (USDA Agricultural Information Bulletin, 2001) писали: «Применение биотехнологий, включая генную инженерию, не увеличивает максимальные урожаи. Нужны более фундаментальные научные прорывы, если мы хотим наращивать валовую продукцию растениеводства». Технологии селекции в силу необходимости систематического получения новых генотипов с новыми качествами, исходя из современных знаний, постоянно совершенствуются. Ранее в ФАНЦ Северо-Востока применяли метод гаплоидии – созданы сорта ячменя Дуэт и Тандем, одновременно использовали метод биотехнологии для получения новых селекционных генотипов с устойчивостью к стрессовым факторам – селекция *in vitro*. Клеточная селекция ячменя и овса на устойчивость к региональным стрессам, преимущественно почвенным и не только, актуальна и на современном этапе.

Станислав Иванович Гриб – академик Академии наук Беларуси, иностранный член РАН, селекционер НПЦ Беларуси по земледелию представил свое видение технологий в селекции в 2018 г. в виде стратегии повышения эффективности селекционного процесса, направленной на ускорение селекционного процесса, собрав воедино генные и хромосомные технологии, ДНК-маркерную селекцию, ДНК-типирование, ДНК-диагностику, отметил актуальность использования гетерозиса, отдаленных скрещиваний и другое. На текущий период в НПЦ Беларуси по земледелию провели дифференциацию сортов ячменя с использованием SSR (микросателлитных) маркеров QTL локусов, ассоциированных со свойствами пивоваренности ячменя, разработали схему создания высокоурожайных генотипов ярового пивоваренного ячменя с аллелями *Sd3* и *Sd2H* гена *Vmyl1* высокотермостабильной β -амилазы. Схема предусматривает также осуществление дифференциации сортов ячменя по степени термостабильности β -амилазы с использованием ПЦР-ПДРФ-метода.

С другой стороны, всегда ли затраты средств и времени оправдывают надежды селекционера, а селекционный процесс ускоряется? Отнюдь, будущий сорт должен пройти путь от лабораторных исследований до получения семенного потомства, через цикл отбора в селекционных питомниках, и на завершающем – конкурсное сортоиспытание с периодом изучения не менее 3 полевых сезонов; при этом не факт, что в процессе культивирования новая селекцион-

ная форма не утратит, например, устойчивости к патогену или иной признак, на который была направлена селекция, либо же приобретет «нежелательные» признаки, например, проявит отсутствие устойчивости к иному патогену.

В широком смысле молекулярную селекцию можно определить, как использование генетических манипуляций, выполняемых на уровне ДНК для улучшения признаков, представляющих интерес для растений, это также может включать генную инженерию или манипуляции с генами, селекцию с помощью молекулярных маркеров и геномный отбор. Однако чаще молекулярная селекция подразумевает селекцию с использованием молекулярных маркеров (МАВ) и определяется как применение молекулярных биотехнологий в сочетании с картами сцепления и геномикой для изменения и улучшения признаков растений или животных на основе генотипических анализов.

Говоря о современных технологиях селекции, необходимо отметить, что не все так радужно, как кажется в теории. Например, в Краснодарском НИИСХ им. П. П. Лукьяненко начали исследования по применению молекулярных маркеров в селекции пшеницы еще в 2008 г. Объектами работы стали гены, детерминирующие устойчивость к болезням: бурой (*Lr*), желтой (*Yr*) и стеблевой (*Sr*) видам ржавчины, контролирующие высоту растений (*Rht*), чувствительность к фотопериоду (*Ppd*), локусы количественных признаков, влияющих на устойчивость к фузариозу колоса и пиренофорозу, другое. В ходе исследований отметили, что внедрение молекулярных маркеров в традиционную схему селекции требует проведения предварительных исследований по изучению их эффективности при отборе и разработке индивидуальной методики для конкретной селекционной программы. Используемых в производстве результатов в виде сорта на настоящий момент еще не получили.

Одними из первых в России в данном направлении стали работать ученые Санкт-Петербурга – ВИЗРа и ВИРа, в частности по выявлению молекулярных маркеров устойчивости к патогенам. Со временем пришло понимание, что полноценная работа по внедрению молекулярных маркеров требует изучения новых объектов с учетом требований конкретной селекционной программы. Это могут быть хозяйственно ценные признаки с еще невыясненной генетической основой, неизученные аллельные вариации местного генетического фонда и т. д. Подобные работы фундаментального характера под заказ прикладной научной программы требуют комплексного подхода с точки зрения биотехнологии, молекулярной биологии, практической селекции. Поэтому только совместными усилиями специалистов этих и других областей науки можно полноценно использовать преимущества молекулярных маркеров для решения практических задач по выведению новых сортов сельскохозяйственных культур. В противном случае две отдельные составляющие будут топтаться на месте. Результаты, условно говоря, «молекулярной селекции» не будут соответствовать требованиям производства к сортам, а сорта, созданные традиционным путем, не будут защищены генетически.

Известно, что процесс идентификации генотипов растений известен как генотипирование, а для идентификации генов, связанных с признаками, необходимо измерить значение признака, известное как фенотип или осуществить фенотипирование. Фенотип может указывать на измерение самого признака или косвенно связанного, или коррелированного. Молекулярная селекция включает: картирование QTL – открытие генов или ассоциативное картирование, суть этого заключается в идентификации генов или маркеров, связанных с генами, которые коррелируют с фенотипическим измерением и которые могут быть использованы при селекции с помощью маркеров. Как только гены или маркеры идентифицированы, их можно использовать для генотипирования и принятия решений о выборе действий. Возможно обратное скрещивание с помощью маркеров – скрещивание F1 с родительскими формами для переноса некоторого числа локусов (например, устойчивости к болезням) из одного генетического фона в другой. Чаще всего для этого используют уже известный по требуемому признаку сорт. Для сохранения генетического фона генотипов-реципиентов необходимо 4...6 повторных обратных скрещиваний по интересующему гену.

Рекуррентный отбор с помощью маркеров включает идентификацию и отбор нескольких областей генома (до 20 и даже более) для сложных признаков в пределах одной популяции. Геномный отбор – новый подход к традиционному отбору с помощью маркеров, при котором отбор производится только на основе нескольких маркеров. Селекция может основываться на предсказаниях геномной селекции, что потенциально приводит к более быстрому получению результата от селекции. Геномное предсказание объединяет данные маркеров с фенотипическими и родословными данными, при их наличии, с целью повысить точность прогнозирования селекционных и генотипических значений.

В ФАНЦ Северо-Востока также приступили к исследованиям в области молекулярной биологии, в том числе по диагностике патоккомплексов на зерновых культурах.

Несмотря на развитие современных биотехнологий, в селекции актуальны исследования с применением классических технологий – оценка на искусственных и естественных инфекционных фонах, в лабораторных условиях с имитацией фонов в области скрининга устойчивых к биотическим стрессорам сортов культурных растений. Наряду с выявлением и созданием источников и доноров устойчивости к болезням актуальна разработка теоретических основ селекции болезнеустойчивых сортов и ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур на основе скрининга пестицидов нового поколения.

В селекции на устойчивость к болезням в лаборатории иммунитета и защиты растений применяют: разовое использование генов устойчивости, создание многолинейных сортов, пирамидирование (интеграция) различных

олигогенов устойчивости в одном генотипе, использование трансгрессий для усиления горизонтальной устойчивости, использование генов толерантности к патогенам, создание сортов с групповой устойчивостью к различным патогенам, использование тканевой, клеточной и генной инженерии для получения высокоустойчивых и иммунных генотипов. Следует отметить, что классические методы селекции, в частности выделения и получения устойчивых к патоккомплексу генотипов, невозможно заменить современными биотехнологиями в полной мере, поскольку патоген – это живой организм и он, как и растение, постоянно эволюционирует – совершенствуется за счет формирования новых более вредоносных рас.

Таким образом, комплекс исследований в селекционных и биотехнологических лабораториях, лабораториях иммунитета и молекулярной биологии, скрининг источников и селекционных генотипов определяют будущие результаты селекции. При этом, несмотря на определенные проблемы, сорта, полученные методами классической селекции, обеспечивают рост производства продукции растениеводства, в частности зерна. Урожай зерна в России в 2023 г. составил 144 925 тыс. т, при средней урожайности 3,1 т/га. При этом в новых регионах России собрано 4,9 млн т зерна. Лидирует Запорожская область с показателем – 1,8 млн т. По производству зерна пшеницы в мире Россия находится на третьем месте с показателем 76,1 млн тонн, лидирует Китай – 136,9 млн тонн, на втором месте Индия – 109,6 млн тонн.

В заключении следует отметить, что поступательное развитие России, в том числе современного аграрного производства, было бы невозможно без наших предшественников, таких как М. В. Ломоносов, который считал деятельность в земледелии и производстве главными источниками богатства, В. И. Вернадский, разработавший учение о биосфере, и который писал: «Как бы мы не судили о будущем человечества, как бы не развивались наука и техника, в обозримом будущем источником полноценной пищи для людей останется сельскохозяйственное производство, основанное на использовании величайшего дара природы – плодородия почвы», Н. И. Вавилов – «Мы не отказываемся от селекции как искусства, но для уверенности, быстроты и преемственности в работе мы нуждаемся в твердой, разработанной, конкретной теории селекционного процесса», А. Т. Мокроносов, разработавший теорию продукционного процесса.

Список литературы

1. Poehlman J. M., Sleeper D. A. Breeding Field Crops. 1995. 4th edn. Panima, Pub. Corp., New Delhi, pp. 75-76.
2. Бурской М. И. Катон, Вартон, Колумелла, Плиний о сельском хозяйстве. Изд-во АН СССР. Перевод с английского. 1937. 307 с.
3. Варрон. Сельское хозяйство. Изд-во АН СССР. Перевод с английского. 1963. 220 с.
4. Кабашов А. Д., Лоскутов И. Г., Власенко Н. М., Лейбович Я. Г., Маркова А. С., Филоненко З. В., Разумовская Л. Г. Сорта овса немчиновской селекции, включенные в Госреестр в последние годы (обзор) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020;181(1):110-118.

Семенная продуктивность афилльных сортов гороха посевного

Л. П. Байкалова¹, В. В. Новиков^{1,2}

¹ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»,

г. Красноярск, Российская Федерация

²Обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН

«Красноярский НИИСХ»,

г. Красноярск, Российская Федерация

Аннотация. В ходе полевых исследований на примере 11 афилльных сортов гороха посевного установлено, что показатели семенной продуктивности изменялись в зависимости от сорта. Выявлены лучшие по семенной продуктивности сорта посевного гороха. В опыте использовали 11 сортов посевного гороха отечественного и иностранного географического происхождения: Радомир, выведенный в Красноярском крае; Тип из Чехии, Орел 305 из Орловской области, Факор из Тюменской области, Ostinato из Германии, Биатлон из Франции, SH-95-66 из Болгарии, Русь из Ростовской области, Алиот из Краснодарского края и IFPI 1300 из Сирии. В качестве стандарта использовали сорт Радомир. Исследования проводились в лесостепной зоне Красноярского края в 2023 году. Выявлено, что по числу семян, массе семян с растения и числу бобов на растении стандарт превосходил сорт Орел-305. Увеличение количества семян, продуктивных узлов и бобов приводило к увеличению массы семян с растения, о чем говорит сильная корреляционная зависимость между этими признаками.

Ключевые слова: число семян, масса семян, число продуктивных узлов, число бобов на растении

Seed productivity of aphilous varieties of seed peas

L. P. Baykalova¹, V. V. Novikov^{1,2}

¹Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk,

Russian Federation

²A separate division of the FITC KNC SB RAS

"Krasnoyarsk Scientific Research Institute of Agriculture",

Krasnoyarsk, Russian Federation

Abstract. In the course of field research, using the example of 11 aphilous varieties of seed peas, it was found that the indicators of seed productivity varied depending on the variety. The best varieties of seeded peas in terms of seed productivity have been identified. 11 varieties of cultivated peas of domestic and foreign geographical origin were used in the experiment: Radomir, bred in the Krasnoyarsk Territory; Type from the Czech Republic, Eagle 305 from the Orel region, Fakor from the Tyumen region, Ostinato from Germany, Biathlon from France, SH-95-66 from Bulgaria, Rus from the Rostov region, Aliot from the Krasnodar Territory and IFPI 1300 from Syria. The Radomir variety was used as a standard. The research was conducted in the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory in 2023. The distribution of temperatures and precipitation over the months of the growing season was not uniform. The first decade of June, July and August were warmer. Only the third decade of May and the second decade of August were characterized by better hydration in comparison with the norm.

It was revealed that in terms of the number of seeds, the weight of seeds from the plant and the number of beans on the plant, the standard exceeded the Eagle-305 variety. An increase in the number of seeds, productive nodes and beans led to an increase in the mass of seeds from the plant, as evidenced by a strong correlation between these signs.

Keywords: *number of seeds, seed weight, number of productive nodes, number of beans per plant*

Горох посевной (*Pisum sativum* L.) – зернобобовая однолетняя культура, имеющая широкий ареал распространения [1]. В структуре посевов зернобобовых культур на его долю приходится около 80 % [2]. Актуальными направлениями научных исследований по гороху посевному являются селекция и изучение основных элементов технологии выращивания с целью получения семян с хорошими посевными и урожайными свойствами, адаптивность к местным почвенно-климатическим факторам. Главным средством повышения семенной продуктивности является сорт. Однако темпы сортосмены и сортообновления гороха в России остаются на низком уровне, а жизненный цикл отечественных сортов доходит до 15 лет [3]. Отличительной чертой селекции гороха за последние годы стало создание принципиально новых морфотипов. В настоящее время более 60 % сортов – короткостебельные, детерминантные, с усатым типом листа, с неосыпающимися семенами. Все они отличаются объединением ряда рецессивных генов, что резко повышает требования к семеноводству [4]. Выведение сортов с усатым типом листа стало прорывом в решении вопроса полегания агроценозов гороха посевного. Основное преимущество афильных сортов гороха заключается в том, что устойчивые к полеганию посевы, состоящие из массы скрепленных усиками стеблей, лучше освещаются и аэрируются. В таком стеблестое снижается влажность, обеспечивается быстрое высыхание бобов, более равномерное их созревание. Посев, при отсутствии полегания, превращает поглощенную радиацию в сухое вещество с постоянной эффективностью в течение сезона. Несмотря на то, что интенсивность фотосинтеза у листочковых сортов выше, чем у полубезлисточковых (афильных), их сильное полегание после цветения снижает среднюю сезонную эффективность фотосинтеза. Афильные сорта гороха превосходят листочковые при возделывании в условиях недостатка влаги [5]. Однако урожайность гороха в Красноярском крае невысока и нестабильна по годам [2]. По-прежнему является актуальным увеличение продуктивности и технологичности сортов [6]. Основная задача селекционера – создание технологичных, урожайных сортов с высокой семенной продуктивностью [7]. Основными составляющими семенной продуктивности являются число продуктивных узлов, бобов, семян на растении и вес семян.

Цель работы – выявить образцы гороха посевного с наибольшей семенной продуктивностью.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований служили 11 сортов гороха посевного различного происхождения из мировой коллекции ВИГРР им. Н. И. Вавилова (табл. 1).

Географическое происхождение афильных сортов гороха посевного

Сорт	Происхождение
Радомир	Красноярский край
Тип	Чехия
Орел-305	Орловская область
Рыжик	Тюменская область
Факор	Воронежская область
Ostinato	Германия
Биатлон	Франция
SH-95-66	Болгария
Русь	Ростовская область
Алиот	Краснодарский край
IFPI 1300	Сирия

Исследование проводилось в 2023 году в лесостепной зоне Красноярского края на полях Красноярского НИИСХ. Почва опытного участка – чернозём слабовыщелоченный, с низким содержанием нитратного азота в пахотном слое (4...6 мг/кг почвы), высоким содержанием подвижного фосфора (P_2O_5 – 19,7 мг/кг почвы) и калия (K_2O – 12,6 мг/кг почвы) (по Чирикову). Кислотность почвенного раствора близка к нейтральной (рН = 6,8).

Обработка почвы и уход за растениями осуществлялись в соответствии с рекомендациями для возделывания культуры в зоне [8]. Посев выполняли сеялкой ССФК-7, норма высева – 1,3 млн всхожих семян/га.

Исследование проводили в соответствии с методическими указаниями по изучению коллекции [9]. Площадь делянок составляла от 2 до 4 м². Частота размещения стандарта – через каждые 10 номеров коллекции. После уборки образцы приводились к стандартной влажности 14 %. Стандартом являлся сорт Радомир. По режиму тепло- и влагообеспеченности опытное поле Красноярского НИИСХ относится к зоне обеспеченного увлажнения (среднее многолетнее значение ГТК по Селянинову – 1,2).

За вегетационный период 2023 года температурные показатели были ниже во второй и третьей декадах мая (на 3,87 и 0,58 °С соответственно), а также во второй и третьей декадах июня (на 1,11 и 0,92 °С). Температурные показатели были значительно выше в первой декаде июня (на 6,86 °С) и в третьей декаде августа (на 4,25 °С). Вегетационный период 2023 года в целом характеризовался как засушливый (ГТК = 0,82), количество осадков превышало среднегодовые значения в первой декаде июня на 15,96 мм, в остальных декадах была недостаточность выпадения осадков (табл. 2).

Результаты и обсуждение. По показателям «число семян» и «масса семян с растения» стандарт превышал сортообразец Орел-305 (16,2 шт./растение и 3,95 г/растение). У сорта Биатлон число и масса семян с растения были на

уровне стандарта. Остальные сорта уступали стандарту по этим показателям (табл. 3).

Таблица 2

Метеорологическая характеристика вегетационного периода года исследований

Месяц	Декада	Температура, °С			Осадки, мм			ГТК
		2023 г.	норма	± к норме	2023 г.	норма	± к норме	
Май	1	8,55	7,5	1,05	5,30	6,71	-1,41	0,11
	2	7,03	10,9	-3,87	3,70	10,92	-7,22	0,00
	3	12,22	12,8	-0,58	30,70	14,74	15,96	2,83
Июнь	1	22,56	15,7	6,86	6,00	13,62	-7,62	0,27
	2	16,39	17,5	-1,11	12,60	18,14	-5,54	0,77
	3	17,08	18	-0,92	17,40	19,81	-2,41	1,02
Июль	1	19,94	19,2	0,74	2,10	19,23	-17,13	0,11
	2	22,19	19,8	2,39	19,60	27,52	-7,92	0,88
	3	20,39	18,3	2,09	27,90	33,98	-6,08	1,24
Август	1	19,16	17,5	1,66	12,90	18,96	-6,06	0,67
	2	16,06	15,5	0,56	25,70	23,86	1,84	1,60
	3	18,35	14,1	4,25	3,40	16,02	-12,62	0,17
Весь период		16,66	15,5	1,09	167,3	223,51	-56,21	0,82

Таблица 3

Семенная продуктивность образцов гороха посевного

Сорт	Число семян, шт./растение	Масса семян, г/растение	Продуктивные узлы, шт./растение	Число бобов, шт./растение
Радомир, стандарт	13,6	3,08	2,7	3,1
Тип	7,9	1,95	1,7	2,5
Орел-305	16,2	3,95	2,7	4,0
Рыжик	8,6	1,96	2,1	2,6
Факор	11,1	2,70	1,9	3,0
Ostinato	13,8	2,52	1,9	2,9
Биатлон	14,7	3,35	2,1	2,9
SH-95-66	11,5	2,67	2,2	3,1
Русь	6,5	1,50	1,8	2,3
Алиот	10,5	2,10	1,7	2,8
IFPI 1300	9,0	1,45	2,1	2,7
НСР ₀₅	2,07	0,52	0,23	0,30

При изучении числа продуктивных узлов увеличения не выявлено, максимальный показатель у сорта Орел-305 был равен показателю стандарта (2,7 шт./растение). Остальные исследуемые сорта имели меньшее количество продуктивных узлов на растении. По числу бобов на растении превышал стандарт образец Орел-305 (4,0 шт./растение) и равным по числу бобов со стандартом был образец SH-95-66 (3,1 шт./растение).

Выявлена достоверная положительная зависимость сильной степени массы семян с растения от числа семян, числа продуктивных узлов и числа бобов на растении (рис.).

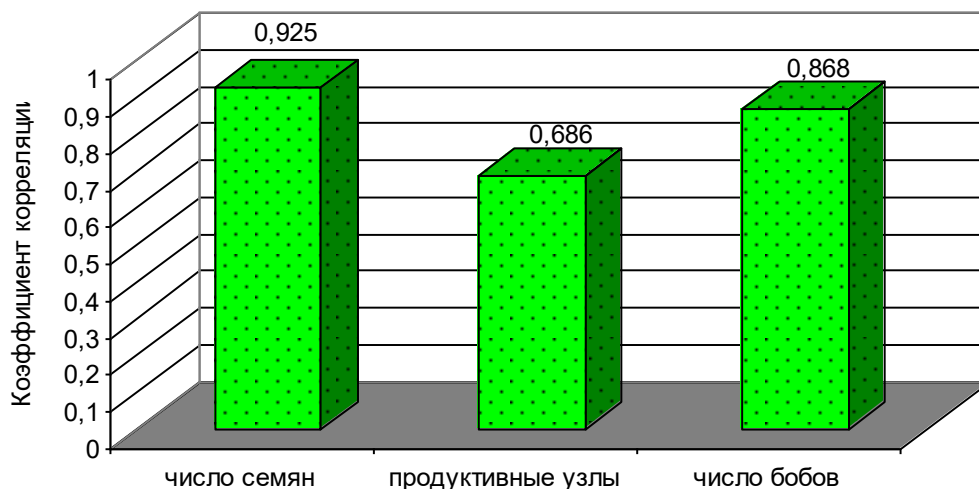


Рис. Корреляционная связь массы семян на растении с показателями семенной продуктивности афильных сортов гороха посевного (уровень достоверности 5 %)

Заключение. Комплексная оценка гороха посевного по показателям «число семян», «масса семян», «число продуктивных узлов» и «число бобов с растения» позволила установить более высокую семенную продуктивность сорта Орел-305 в сравнении со стандартом сортом Радомир.

Увеличение количества семян, продуктивных узлов и бобов приводило к увеличению массы семян с растения. Результаты корреляционного анализа позволили установить, что между массой семян афильных сортов гороха, числом семян, числом продуктивных узлов и числом бобов на растении существует сильная прямая зависимость $r = 0,925$, $r = 0,686$ и $r = 0,868$.

Список литературы

1. Костерин О. Э. О трех культурных подвидах гороха посевного (*Pisum sativum* L.) // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т.21 № 6. С. 154-164.
2. Байкалова Л. П. Инновационные технологии возделывания кормовых культур и заготовки кормов в Красноярском крае. Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2022. 280 с.
3. Омельянюк Л. В., Асанов А. М., Гайдар А. А. Горох посевной в лесостепи Западной Сибири. Омск: Литера, 2017. 238 с.
4. Зотиков В. И., Полухин А. А., Грядунова Н. В., Сидоренко В. С., Хмызова Н.Г. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 4(36). С. 5-17.
5. Вербицкий Н. М., Митропольский В. Т. Значимость признака «усатый тип листа» // Зерновые культуры. 1994. № 1. С. 13-14.
6. Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П., Ашиев А. Р. Новый сорт зернового гороха Памяти Хангильдина // Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 2 (10). С. 27.
7. Кожухова Е. В., Орешникова О. П., Новиков В. В. Анализ элементов продуктивности коллекционных образцов гороха // Земледелие. 2021. № 7. С. 44-48.
8. Чураков А. А., Валиулина Л. И. Технология возделывания гороха в Красноярском крае. Красноярск: ООО ПК «Знак», 2013. 40 с.
9. Вишнякова М. А. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР. Санкт-Петербург: ВИР, 2018. 143 с.

Оценка сортов сои по урожайности и качеству в условиях Красноярской лесостепи

Л. П. Байкалова¹, Ю. И. Серебренников²

¹ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет,
г. Красноярск, Российская Федерация

²Уярский государственный сортоиспытательный участок (ГСУ)
филиала ФГБУ «Госсорткомиссия» по Красноярскому краю
и Республике Хакасия,
п. Емельяново, Российская Федерация

Аннотация. В результате трехлетних исследований выявлены лучшие по продуктивности сорта сои в условиях Красноярской лесостепи. Исследования проводили в 2021, 2022, 2023 гг. на полях конкурсного сортоиспытания Уярского ГСУ Емельяновского района. По гидротермическому коэффициенту вегетационный период 2021 г. характеризовался засушливыми условиями, 2022 г. – избыточным увлажнением, 2023 г. – достаточным увлажнением. Распределение температур и осадков было неравномерным. В 2021 г. максимальные температуры воздуха отмечены в 1...3 декадах июля, в 2022 г. – во 2, 3 декадах июня, в 2023 г. – во 2, 3 декадах июля. Максимум осадков приходился в 2021 г. на 3 декаду июля, в 2022 г. – на 1 декаду июля, в 2023 г. – на 3 декаду мая. В среднем за период вегетации более высокая в сравнении с нормой была температура воздуха в 2023 г., большая сумма осадков – в 2022 г. Было установлено, что избыточное увлажнение может негативно влиять на продуктивность сортов сои. Так, урожаи исследуемых сортов не превышали 1,9 т/га. В то же время меньшее увлажнение препятствовало культуре формировать более высокие урожаи. О влиянии генотипа свидетельствует различие показателей урожайности сортов в благоприятные годы (2021 и 2023). Так, у сортов Сибириада, Заряница, Сибириада 20 в 2023 г. урожаи выше, чем в 2021 г. (2,5...3,1 т/га). У сорта Унга, наоборот, более высокая урожайность была в 2021 г. (2,6 т/га). В то же время есть сорт СибНИИК 315, у которого данный показатель одинаковый в 2021 и 2023 гг. (по 2,2 т/га). При этом у сортов Сибириада и Унга в неблагоприятном 2022 г. урожаи были средние, в то время как у остальных сортов – наименьшие за 3 года. Содержание белка в зерне сои достоверных различий по годам не имело. Сбор белка у всех сортов, кроме Сибириады, получился больше в 2021 г. В среднем сбор белка в 2021 г. составил 0,84 т/га, в 2022 г. – 0,58 т/га. Причём разница была существенная во всех случаях. Лучшими по урожайности зерна были сорта Заряница, Сибириада 20 и 75 лет Победы. Превосходил стандарт по сбору белка сорт Эос Красноярской селекции, обеспечивающий 0,90 т/га.

Ключевые слова: содержание белка, сбор белка, температура воздуха, влагообеспеченность, гидротермический коэффициент

The study of soybean varieties in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe

L. P. Baykalova¹, Yu. I. Serebrennikov²

¹Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russian Federation

²Uyarsky State Variety Testing Site (SVT) of the branch of the Federal State Budgetary Institution "Gossortkommission" for the Krasnoyarsk Territory and the Republic of Khakassia, p. Yemelyanovo, Russian Federation

Abstract. *As a result of three years of research, the best soybean varieties in terms of productivity in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe were identified. The studies were carried out in 2021, 2022, 2023 on the fields of competitive variety testing of the Uyarsky State Institution of the Emelyanovsky district. According to the hydrothermal coefficient, the growing season of 2021 was characterized by dry conditions, 2022 by excessive moisture, and 2023 by sufficient moisture (averagely provided with moisture). The distribution of temperatures and precipitation was uneven. In 2021, maximum air temperatures were recorded in the 1st-3rd decades of July, in 2022 – in the 2nd, 3rd decades of June, in 2023 – in the 2nd, 3rd decades of July. Maximum precipitation occurred in 2021 in the 3rd ten-day period of July, in 2022 – in the 1st ten-day period of July, in 2023 – in the 3rd ten-day period of May. On average, during the growing season, the air temperature was higher than normal in 2023, and the amount of precipitation was higher in 2022. It was found that excess moisture can negatively affect the productivity of soybean varieties. Thus, the yields of the studied varieties did not exceed 1.9 t/ha. At the same time, less moisture prevented the crop from producing higher yields. Here, such a factor as variety already “speaks its word”. This is evidenced by the difference in yield indicators of varieties in favorable years (2021 and 2023). Thus, the varieties Sibiriada, Zaryanitsa, Sibiriada 20 in 2023 have higher yields than in 2021 (25-31 c/ha). The Unga variety, on the contrary, had a higher yield in 2021 (26 c/ha). At the same time, there is the SibNIK 315 variety, for which this indicator is the same in 2021 and 2023. (2.2 t/ha). At the same time, the Sibiriada and Unga varieties had average yields in the unfavorable year 2022, while the other varieties had the smallest yields in 3 years. The protein content in soybean grain did not differ significantly between years. Protein collection for all varieties except Sibiriada was higher in 2021. On average, protein collection in 2021 was 8.38 c/ha, in 2022 – 5.79 c/ha. Moreover, the difference was significant in all cases. The best varieties in terms of grain yield were Zaryanitsa, Sibiriada 20 and 75 Let Pobeda. The variety of Krasnoyarsk selection Eos, providing 9.0 c/ha, exceeded the standard for protein collection.*

Keywords: *protein content, protein harvesting, air temperature, moisture availability, hydrothermal coefficient*

По словам А. П. Галиченко и Е. М. Фокиной, соя вызывает особый интерес для сельскохозяйственного производства благодаря высокому содержанию белка [1]. Об этом же свидетельствуют Д. Н. Прянишников и И. В. Якушкин [2]. Химический состав сои определяет уникальность её использования. Высокое содержание белка, при этом, является главной особенностью данной культуры [3]. А. Ю. Тимохин и др. [4] утверждают, что стресс от засухи может спровоцировать снижение урожайности через увеличение количества опадающих цветков и бобов, а также уменьшение размера плодов и семян. Сорт находится в числе ведущих факторов, определяющих продуктивность сои [5].

Цель исследований – установить продуктивность сои.

Материалы и методы. В исследовании использовали 7 сортов сои сибирской селекции, в том числе 2 сорта Красноярской селекции (Эос, 75 лет Победы), 2 – Омской селекции (Сибириада – сорт-стандарт, Сибириада 20), а также 1 сорт Новосибирской селекции (СибНИИК 315), Иркутской селекции (Унга), совместной Красноярской и Омской селекции (Заряница). Полевые исследования проводили на полях конкурсного сортоиспытания Уярского ГСУ в 2021...2023 гг. в Красноярской лесостепи в соответствии с методиками госсортоиспытания [6, 7]. Почва – выщелоченный чернозём. Предшественник – пар чёрный.

Опыты закладывались в четырёхкратной повторности с рендомизацией в пределах каждой повторности. Учётная площадь каждой делянки 25,0 м². Способ посева – ленточный (45x15). Норма высева – 100 кг всхожих семян на га. Обработку почвы осуществляли в соответствии с агротехническими требованиями, принятыми для данной почвенно-климатической зоны. Вносили удобрения: куриный помёт (50 т/га), N (44 кг/га), P₂O₅ (52 кг/га). Посев осуществляли с помощью сеялки селекционного типа Wintersteiger во 2 декаде мая. Уборку проводили в фазу полной спелости зерна с использованием комбайна селекционного типа «Сампо 500». Уборочная спелость наступала во 2 декаде сентября. Лишь в 2022 г. избыточное увлажнение во 2 декаде августа...1 декаде сентября привело к более позднему сроку наступления уборочной спелости у 4 сортов из 7 исследуемых (в 3 декаде сентября). Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по Г. Т. Селянинову [8].

Климат зоны Красноярской лесостепи резкоконтинентальный. И если взглянуть на показатели за 2021...2023 гг., то можно заметить их существенное отличие от среднемноголетних значений (рис. 1).

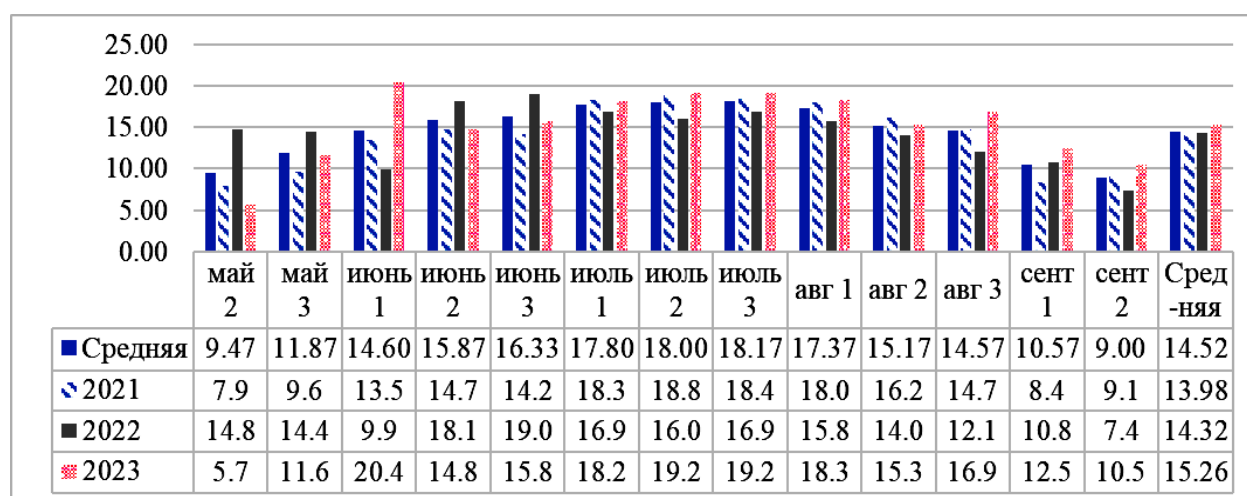


Рис. 1. Температура воздуха во 2 декаде мая ... 2 декаде сентября 2021...2023 гг.

Метеорологические условия лет исследований различались как друг от друга, так и от среднемноголетних значений. Самой прохладной декадой периода

«2 декада мая...2 декада сентября» отмечена 2 декада сентября (+9,00 °С), а самой тёплой – 3 декада июля (+18,17 °С) (см. рис. 1). Осадков меньше всего выпадало во 2 декаде мая (5,90 мм), а больше всего – в 3 декаде июля и 2 декаде августа (по 26,87 мм). Самый низкий показатель ГТК – в 1 декаде августа (0,67), самый высокий – во 2 декаде августа (1,80). По величине ГТК можно с большой долей вероятности охарактеризовать степень увлажнения за определённый период. Достаточным было увлажнение в период «2 декада мая... 2 декада сентября» в 2021 гг. (0,98); достаточным было увлажнение в 2023 г. (1,07), а в 2022 г. – избыточным (1,74). Подекадный анализ погодных условий в среднем за годы исследований показал засушливые условия увлажнения во 2 декаде мая, 2 декаде июля и 1 декаде августа. Достаточное увлажнение было в 1...2 декадах июня; избыточное – во 2 декаде августа и 1 декаде сентября; умеренное – в 3 декаде мая, июня и августа, 1 и 3 декадах июля; недостаточное увлажнение было во 2 декаде сентября.

Индекс условий среды (I_j) был положительным в 2021 г. (+0,881) и 2023 г. (+2,524), отрицательным – в 2022 г. (-3,405). В результате можно сказать, что более благоприятными оказались 2023 и 2021 гг., 2022 г. – наименее благоприятным.

Результаты и обсуждение. Средняя урожайность у четырёх сортов превысила 2,0 т/га: Сибириада 20, Заряница, 75 лет Победы, СибНИИК 315 (2,06...2,25 т/га). При этом у всех сортов, кроме сортов Сибириада и Унга, в 2022 г. урожайность наименьшая за 3 года, а максимальная распределилась между 2021 и 2023 гг. почти поровну (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность сортов сои, т/га

Сорт	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее
Сибириада (стандарт)	1,3	1,5	3,1	1,96
Заряница	2,2	1,6	2,5	2,10
Сибириада 20	2,3	1,5	2,9	2,25
СибНИИК 315	2,2	1,8	2,2	2,06
Унга	2,6	1,6	1,1	1,79
Эос	2,0	1,7	1,9	1,88
75 лет Победы	2,2	1,9	2,1	2,07
НСР ₀₅ А (сорт)	-	-	-	0,10
НСР ₀₅ В (год)	-	-	-	0,07
НСР ₀₅ АхВ	-	-	-	0,17

Сорт стандарт Сибириада лучше всех отреагировал на недостаточное увлажнение в 2023 г., а Унга – в 2021 г. Почти также хорошо отреагировали на этот фактор сорта Заряница и Сибириада 20. В 2022 г. почти у всех сортов была наименьшая за 3 года урожайность. Исключение – Сибириада и Унга, у

которых урожаи были средними. В 2021 г. у сортов Сибириада 20, СибНИИК 315 содержание белка было больше, чем в 2022 г. У остальных сортов, наоборот, в 2022 г. было чуть больше, хотя и меньше, чем на 0,5 %. Среднее содержание белка было большим у сортов Эос, Сибириада, 75 лет Победы (41,4...41,8 %). В среднем за 2021, 2022 гг. достоверных различий по содержанию белка у сортов сои не было. Однако по годам существенные различия отмечались. Сбор белка в 2021 г. у всех сортов, кроме стандарта, существенно превысил показатели 2022 г., особенно у Эоса. У Сибириады в 2022 г. немного он больше был, чем в 2021 г. (табл. 2).

Таблица 2

Содержание и сбор белка

Сорт	Содержание белка, %			Сбор белка, т/га		
	2021 г.	2022 г.	среднее	2021 г.	2022 г.	среднее
Сибириада (стандарт)	42,4	40,9	41,7	0,46	0,53	0,50
Заряница	39,6	39,0	39,3	0,86	0,55	0,71
Сибириада 20	43,9	37,2	40,6	0,88	0,49	0,69
СибНИИК 315	42,6	39,4	41,0	0,80	0,61	0,71
Унга	40,9	41,0	41,0	0,91	0,57	0,74
Эос	41,6	42,0	41,8	1,18	0,62	0,90
75 лет Победы	41,5	41,3	41,4	0,78	0,68	0,73
НСР ₀₅ А (сорт)	-	-	4,38	-	-	0,36
НСР ₀₅ В (год)	-	-	2,34	-	-	0,19

Унга и 75 лет Победы имели лучший среди остальных сортов результат (0,73...0,74 т/га) (табл. 2). По результатам исследований А. М. Асанова и др. [9] сорт-стандарт Сибириада показал себя как высокобелковый, что подтверждается нашими исследованиями.

На уровне стандарта проявили себя сорта Эос и 75 лет Победы. Средний сбор белка у сорта Эос достоверно превысил результат остальных сортов. Прибавка сбора белка этого сорта к стандарту составила 0,4 т/га, или 80 %, у остальных исследуемых сортов от 38 % – у Сибириады до 48 % – у сорта Унга (рис. 2).

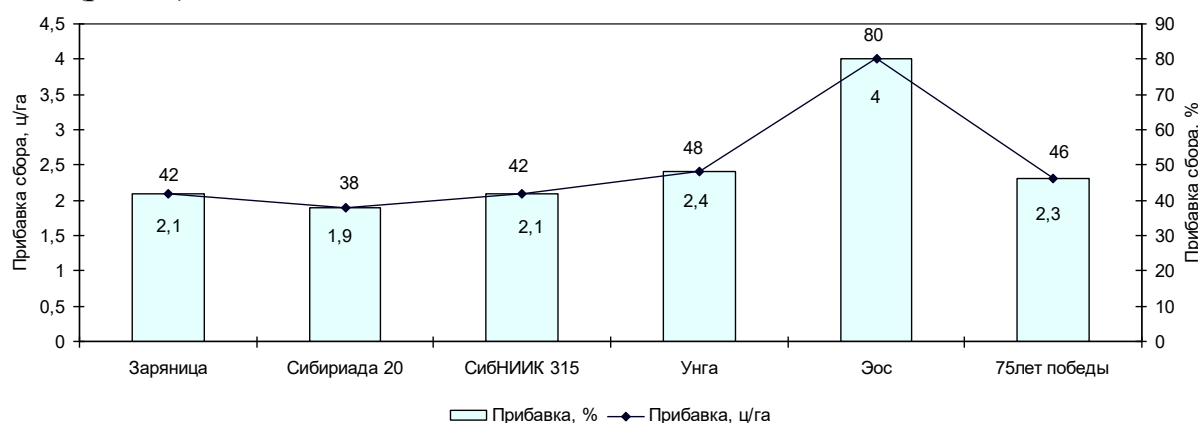


Рис. 2. Прибавка сбора белка сортов сои к стандарту Сибириада, 2021, 2022 гг.

Заключение. Можно предположить, что основная масса сортов предпочитает более сухую погоду. Об этом свидетельствуют более высокие урожаи сортов сои в годы с увлажнением. В отдельных случаях сорт может вносить коррективы в метеопредпочтения сои. В качестве примера можно привести сорта Сибириада и Унга. Аналогичная ситуация складывается и в ситуации с содержанием и сбором белка. Превосходили стандарт по урожайности зерна сорта Заряница, Сибириада 20 и 75 лет Победы на 0,14, 0,29 и 0,11 т/га. Содержание белка исследуемых сортов получено на уровне контроля. По сбору белка выделился сорт Красноярской селекции Эос. Сбор белка этого сорта составил 0,90 т/га.

Список литературы

1. Галиченко А. П., Фокина Е. М. Влияние метеорологических условий на формирование урожайности сортов сои селекции ВНИИ Сои // Аграрный вестник Урала. 2022. № 7 (222). С. 16-25.
2. Прянишников Д. Н., Якушкин И. В. Растения полевой культуры (частное земледелие). М.: Сельхозгиз, 1936. 843 с.
3. Сидорова Е. К., Федосеева В. В. Эффективное увеличение производственных посевов под соей в Орловской области, обладающими высоким процентным содержанием белка и жира в соевых бобах // Вестник аграрной науки. 2023. № 1 (100). С. 154-160.
4. Тимохин А. Ю., Бойко В. С., Омелянюк Л. В., Асанов А. М. Продуктивность сои в различных условиях выращивания на юге Западной Сибири // Земледелие. 2022. № 6. С. 26-31.
5. Сапега В. А., Турсумбекова Г. Ш. Сравнительная оценка урожайного и адаптивного материала сортов гороха и сои в условиях лесостепи Северного Зауралья // Вестник НГАУ. 2023. № 3 (68). С. 101-110.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. М., 2019. 329 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 3. Масличные, эфиромасличные, лекарственные и технические культуры, шелковица, тутовый шелкопряд. М., 1983. 184 с.
8. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 169-178.
9. Асанов А. М., Омелянюк Л. В., Юсова О. А., Кармазина А. Ю. Достижения Омской селекции по акклиматизации сои в Западно-Сибирском регионе на широте 55° // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 10. С. 50-55.

Коллекция декоративнолистных и красивоцветущих кустарников дендрария академика Н. В. Рудницкого ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока

И. В. Бронникова

Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого, г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. *В ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2023 году сформирована коллекция декоративных кустарников из 70 таксонов. Проведен краткий анализ разнообразия коллекции декоративнолистных и красивоцветущих видов и сортов *Berberis* L., *Ligustrum* L., *Weigela* Thunb., *Cornus* L., *Deutzia* Thunb., *Pentaphylloides* L., *Spiraea* L. Коллекции родовых комплексов являются основой для селекционной работы, способствуя дальнейшему совершенствованию сортимента. Основным принципом при формировании коллекций декоративных растений является отбор наиболее адаптивных в конкретных регионах видов, форм и сортов.*

Ключевые слова: *декоративные кустарники, семейство, род, вид, сорт*

Collection of decorative-leaved and beautifully flowering shrubs of the arboretum of academician N. V. Rudnitsky in FARC of North-East

I. V. Bronnikova

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

Abstract. *The Federal Agrarian Scientific Center of the North-East named after N.V. Rudnitskogov of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the North-East in 2023 formed a collection of ornamental shrubs from 70 taxa. A brief analysis of the diversity of the collection of ornamental and beautiful-flowering species and varieties of *Berberis* L., *Ligustrum* L., *Weigela* Thunb., *Cornus* L., *Deutzia* Thunb., *Pentaphylloides* L., *Spiraea* L. is carried out. Collections of generic complexes are the basis for breeding work, contributing to the further improvement of the assortment. The main principle in the formation of collections of ornamental plants is the selection of the most adaptive species, forms and varieties in specific regions.*

Keyword: *ornamental shrubs, family, genus, species, variety*

Исторически в России при отборе сортов декоративных растений основное внимание уделяется их адаптивности (главным образом зимостойкости, устойчивости к избыточной влаге или засухам, в зависимости от территориальной приуроченности, устойчивости к болезням и вредителям, способности к размножению). Массовая закупка за рубежом растений, не прошедших тщательного карантина и оценки их устойчивости в населенных пунктах России с условиями, отличными от мест производства посадочного материала, приводит к неоправданной расточительности денежных средств из-за потребности в скором ремонте и реконструкции произведенных насаждений, рас-

пространению новых фитопатогенов, ухудшающих фитосанитарную обстановку. Поэтому основным принципом при формировании коллекций декоративных растений является отбор наиболее адаптивных в конкретных регионах видов, форм и сортов [1]. Комплексным показателем, дающим наибольшее представление об успешности интродукции, является показатель адаптации растений, определяемый через оценку их реакции на отдельные группы факторов: морозоустойчивость, зимостойкость, засухоустойчивость, жаростойкость, устойчивость к действию биотических факторов. В то же время важно учитывать сохранение в процессе адаптации в новых условиях декоративных признаков (размер, форма кроны, характер цветения и т. д.) [2].

Цель работы – сформировать коллекцию декоративнолистных и красивоцветущих видов кустарников, адаптированных к условиям Кировской области.

Результаты и обсуждение. В 2023 году на базе ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока сформирована коллекция декоративных видов кустарников из 70 таксонов 7 родов – *Berberis* L., *Ligustrum* L., *Weigela* Thunb., *Cornus* L., *Deutzia* Thunb., *Pentaphylloides* L., *Spiraea* L. с целью изучения особенностей развития, цветения, сохранения декоративности и способности участия в озеленении как новых, так и хорошо известных сортов и видов.

В настоящее время широкое использование в практике озеленения получили декоративные красивоцветущие кустарники, особенно широкое – кустарники семейства Розоцветные (*Rosaceae*). Из них 90 видов насчитывает род Спирея (Таволга) (*Spiraea* L.), во флоре СНГ – 25 видов, в Кировской области встречается один вид – спирея средняя (*S. media* Fr.Schmidt) [3].

Разные виды рода *Spiraea* L. цветут в разные сроки и умелым подбором можно добиться их непрерывного цветения в течение всего вегетационного периода. По срокам цветения различают весеннецветущие и летнецветущие виды рода *Spiraea* L. У секции весеннецветущих (*Chamaedrion*) видов *Spiraea* L. цветение происходит на побегах прошлого года, цветки имеют белую окраску. У секции летнецветущих (*Calospira*) видов соцветия располагаются на концах побегов текущего года, цветки, в основном, розовые, красные, малиновые. Цветение у растений первой секции очень дружное, но непродолжительное. У растений второй секции цветение более растянутое [3].

Самыми многочисленными представителями коллекции – 10 видов и 14 сортов, является род *Spiraea* L. К секции *Calospira* (летнецветущие) относятся 6 видов и 12 сортов – спирея березолистная (*S. betulifolia* Pall.), спирея густоцветковая (*S. densiflora* Nutt. ex Rydb.), спирея Маргариты (*S. Margarita* Zbl.), спирея Ростгорна (*Spiraea rosthornii* E. Pritz.), спирея Бумальда (*Spiraea* × *bumalda* Burv.), спирея Бумальда Энтони Ватерери (*Spiraea* × *bumalda* cv. Anthony Waterer), спирея японская (*S. japonica* L.F.) и 11 сортов – Арнольд (cv. Arnold), Криспа (cv. Crispa), Дабл Плей Голд (cv. Double Play Gold), Файрлайт

(cv. Firelight), Голден Принцесс (cv. Golden Princess), Джапаниз Дварф (cv. Japanese Dwarf), Литтл Принцесс (cv. Little Princess), Крупнолистная (cv. Macrophylla), Мерло Голд (cv. Merlo® Gold), Мерло Стар (cv. Merlo® Star), Роненберг (cv. Ronenberg). К секции Chamaedrion (весеннецветущие) принадлежат 4 вида и 2 сорта – спирея средняя (*S. media* Fr. Schmidt), спирея ниппонская Сноумаунд (*S. nipponica* cv. Snowmound), спирея трехлопастная (*S. trilobata* L.), спирея пепельная Грефшейм (*S. x cinerea* cv. Grefsheim).

Особую популярность имеют виды и сорта рода *Berberis L.*, который представлен 4 видами – барбарис амурский (*B. amurensis* Maxim), барбарис восточный (*B. orientalis* C.K. Schneid.), барбарис обыкновенный (*B. Vulgaris* L.), барбарис Тунберга (*B. thunbergii* DS) и 13 сортами – Адмирейшн (cv. Admiration), Атропурпуреа Нана (cv. Atropurpurea Nana), Голден Горизонт (cv. Golden Horizon'®), Голден дивайн (cv. Golden Divine'®), Голден Пиллар (cv. Golden Pillar), Коронита (cv. Coronita), Лимончелло Бейлерин (cv. Limoncello™ BailErin), Мария (cv. Maria), Оранже Рокет (cv. Orange Rocket), Пинк Перфекшн (cv. Pink Perfection), Ред Чиф (cv. Red Chief), Старберст (cv. Starburst), Ауреа (cv. Aurea).

Сорта барбариса Тунберга, представленные в коллекции, сгруппированы по окраске листа и габитусу растения. В коллекции наиболее широко представлены желтолистные – 6 сортов: Ауреа (cv. Aurea), Голден Горизонт (cv. Golden Horizon'®), Голден Дивайн (cv. Golden Divine'®), Голден Пиллар (cv. Golden Pillar), Лимончелло (cv. Limoncello™ BailErin), Мария (cv. Maria) и краснолистные – 3 сорта: Адмирейшн (cv. Admiration), Коронита (cv. Coronita), Ред Чиф (cv. Red Chief). По одному экземпляру пурпурнолистные – Атропурпуреа Нана (cv. Atropurpurea Nana) и оранжеволистные – Оранже Рокет (cv. Orange Rocket). Еще два сорта - Старберст (cv. Starburst), Пинк Перфекшн (cv. Pink Perfection) отличаются пестрой окраской листа с розовыми вкраплениями (рис. 1).

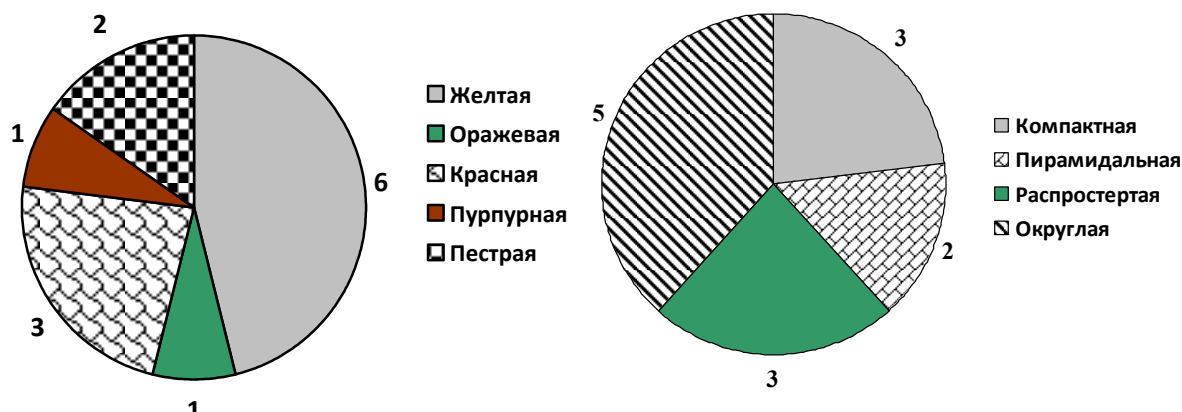


Рис. 1. Группировка сортов барбариса Тунберга по окраске листа и габитусу

По габитусу куста сорта сформированы в 4 группы – с компактной кроной (карликовые сорта) – Адмирейшн (cv. Admiration), Атропурпуреа Нана (cv. Atropurpurea Nana), Голден Дивайн (cv. Golden Divine'®), с пирами-

дальной кроной – Оранж Рокет (cv. Orange Rocket), Голден Пиллар (cv. Golden Pillar), сорта с распростертой формой – Голден Горизонт (cv. Golden Horizon®), Коронита (cv. Coronita), Ред Чиф (cv. Red Chief) и сорта с округлой кроной – Ауреа (cv. Aurea), Лимончелло Байлерин (cv. Limoncello™ BailErin), Мария (cv. Maria), Старберст (cv. Starburst), Пинк Перфекшн (cv. Pink Perfection).

Лапчатка кустарниковая (*Pentaphylloides fruticosa* (L.) O.Schwarz), семейство Розоцветные (*Rosaceae*). В культуре вид известен с 1700 года. В коллекции представлен 10 сортами, которые различаются разнообразием окраски и степенью махровости венчика. Большинство сортов имеют розовую окраску лепестков с разной интенсивностью оттенка – Беллссима (cv. Bellissima), Гламур Герл (cv. Glamour Girl), Данни Бой (cv. Danny Boy©), Лавли Пинк (cv. Lovely Pink®), Ново (cv. Novo). С желтой окраской венчика – 4 сорта – Дабл Панч Голд (cv. Double Punch Gold), Дабл Панч Крим (cv. Double Punch (R) Cream), Хачманс гигант (cv. Nachmann's Gigant), Цитрус Тарт (cv. Citrus Tart). Один сорт с оранжевой окраской лепестков – Ред Иссима (cv. Red'issima(R)) (рис. 2). Из новой серии Double Punch с полумахровыми цветами в коллекции 2 сорта – Дабл Панч Голд (cv. Double Punch Gold) и Дабл Панч Крим (cv. Double Punch (R) Cream).

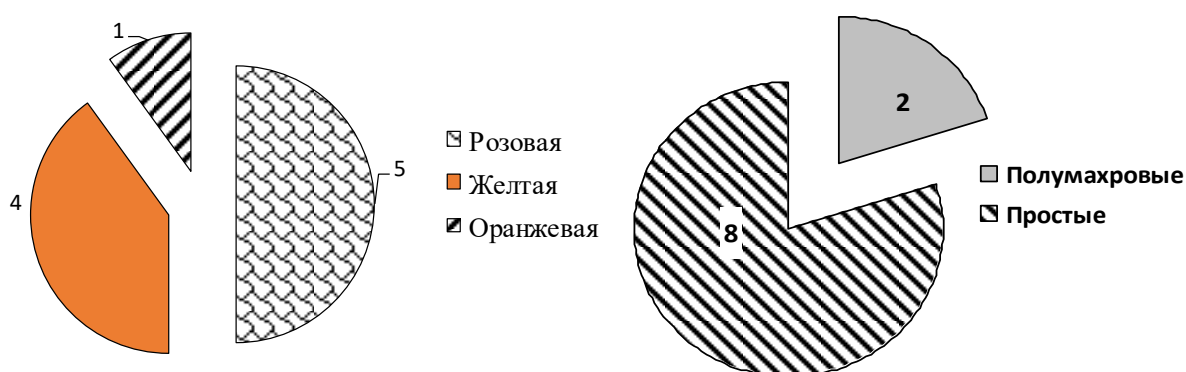


Рис. 2. Группировка сортов лапчатки кустарниковой по окраске и степени махровости венчика

Пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.), семейства Розоцветные (*Rosaceae*) представлен семью сортами с оригинальной окраской листвы и отличающихся по высоте куста – 1 низкорослый сорт (высотой до 1 м) – Эннис Голд (cv. Anny's Gold), 2 сорта среднерослых – (высотой до 1...1,5 метров) – Литтл Девил (cv. Little Devil), Литтл Энжел (cv. Little Angel) и 4 высокорослых сорта (высотой более 2 м) – Амбер Джубили (cv. Amber Jubilee), Андре (cv. Andre), Дьябло (cv. Diabolo), cv. Реверсед Хамелеон (cv. Reversed Chameleon).

В коллекции род Вейгела (*Weigela Thunb.*) семейства Жимолостные (*Caprifoliaceae*) представлен 3 видами – вейгела Миддендорфа (*Weigela middendorffiana* (Carr.) K.Koch), вейгела ранняя (*Weigela praecox* (Lemoine)

L.H. Bailey), вейгела цветущая (*Weigela florida* (Bge.) A.DC.) – 3 сортами Бригелла (cv. Brigella), Бристол Руби (cv. Bristol Ruby) и Нана Пурпуреа (cv. Nana Purpurea).

Семейство Кизилловые (*Cornaceae*) представлено тремя сортами дёрена белого (*Cornus alba* L.): Аргентеомаргината (cv. Argenteomarginata), Ауреа (cv. Aurea) и Шпети (cv. Spaethii).

Два вида – дейция изящная sp. (*Deutzia gracilis* sp.) и дейция гибридная Турбилюн Руж (*Deutzia x hybrida* cv. Tourbillon Rouge) относятся к роду *Deutzia* Thunb., семейству Гортензиевые (*Hydrangeaceae*).

Семейство Маслинные (*Oleaceae*) представлено одним видом – бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare* L.) и её желтолистной формой – бирючиной обыкновенной форма Ауреум (*Ligustrum vulgare* L. f. Aureum.). Это единственный европейский вид, в культуре с давних времен, широко используется на живые изгороди, а также в качестве подвоя. Бирючина обыкновенная, первый вид, наиболее распространенный в культуре в России, который появился в каталогах Аптекарского огорода (1793, 1796, 1824 гг.). Однако достоверно, в открытом грунте, испытан начиная с 1862 года. Форма Ауреум в культуре известна около 1884 г. [4]

Заключение. Таким образом, сформирована коллекция декоративно-листных и красивоцветущих видов кустарников из 70 таксонов. Наиболее широко представлены рода *Spiraea* L. (10 видов, 14 сортов), *Berberis* L. (4 вида, 13 сортов), *Pentaphylloides* L. (1 вид, 10 сортов) с разнообразной окраской листвы, формой кроны, венчика цветка. Рода *Deutzia* Thunb. (1 вид, 1 гибридный сорт), *Weigela* Thunb. (3 вида 3 сорта), *Ligustrum* L. (1 вид, 1 форма), *Cornus* L. (1 вид, 3 сорта) представлены в небольшом количестве. Формирование коллекции продолжится в 2024 году.

Список литературы

1. Куликов И. М., Сорокопудова О. А., Артюхова А. В. Принципы создания и сохранения коллекций декоративных растений в ФГБНУ ВСТИСП на современном этапе // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Том XXXXVI. С. 170-174.
2. Савенко А. В. Эколого-биологические особенности сортов вейгелы в условиях урбозкосистемы города Краснодара: дис. ... канд. с.-х. наук. Владикавказ: ФГБОУ ВО Горский государственный аграрный университет, 2017. 200 с.
3. Павленкова Г. А. Оценка видов рода Спирея (*Spiraea* L.) генофонда дендрария ВНИИСПК // Современное садоводств №4. 2015. С. 77-85.
4. Фирсов Г. А. Бирючина (*Ligustrum* L.) – позднецветущие родственники сирени Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН // *Syringa* L: Коллекции, Выращивание, Использование. Сборник научных статей. Выпуск 2. Санкт-Петербург, 2021. С. 117-121.

Исходный материал овса посевного для селекции на урожайность в условиях степной зоны Краснодарского края

Н. П. Войцуцкая², И. Г. Лоскутов¹

¹*«Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (ВИР), Санкт-Петербург, Российская Федерация*

²*Кубанская опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (ВИР), п. Ботаника, Российской Федерации*

Аннотация. В течение 2017...2019 гг. было изучено 307 образцов овса посевного различного эколого-географического происхождения коллекции ВИР имени Н. И. Вавилова в условиях Филиала Кубанская опытная станция ВИР (Краснодарский край). Среди изученного материала наибольшую среднюю урожайность (106,2...115,6 г/м²) показали образцы из РФ: Аватар (Кировская обл.), У-41-14 (Ульяновская обл.), образцы из Германии Simon, Flocke, Effektiv, Poseidon, Symphony, Duffy, Zorro и голозерные сорта (458,7 и 452,1 г/м²) – Владыка (Республика Беларусь), Hronek (Словакия). Высокие показатели элементов продуктивности были выявлены у образцов 2СП-98-14 (Московская обл.), 47/12 (Ульяновская обл.), Покров (Свердловская обл.), КСИ-35-14 (Московская обл.), Elipso (Австрия), Местный (Марокко), URS Guana (Бразилия), У 115/14 (РФ, Ульяновская обл.). Определено, что формирование урожайности в большой степени зависит от погодных условий в течение вегетации. Установлена зависимость урожайности от осадков мая ($r = 0,65$) и высоты растения ($r = 0,64$). Выявлено, что урожайность в степной зоне Краснодарского края определяется структурными элементами: массой 1000 зерен и массой зерна с метелки.

Ключевые слова: коллекция, изучение, источники, селекционные признаки

Source material of oats for breeding for productivity in the steppe zone of the Krasnodar Region

N. P. Voitsutskaya², I. G. Loskutov¹

¹*Federal Research Center N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St. Petersburg, Russian Federation*

²*Kubanskaya Experimental Station – branch of Federal Research Center N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), Botanika, Russian Federation*

Abstract. During 2017...2019, 307 samples of oats of various ecological and geographical origin were studied in the collection of the VIR named after N.I. Vavilov in the conditions of the Kuban Experimental Station Branch of the VIR (Krasnodar Territory). Among the studied material, the highest average yield (106.2...115.6 g/m²) from the standard variety Valdin 765 was shown by samples from the Russian Federation: Avatar (Kirov region); U-41-14 (Ulyanovsk region); samples from Germany Simon, Flocke, Effektiv, Poseidon, Symphony, Duffy, Zorro and naked varieties (458.7 and 452.1 g/m²) – Vladyka (Republic of Belarus); Hronek (Slovakia). High indicators of productivity elements were identified in samples 2SP-98-14

(Moscow region), 47/12 (Ulyanovsk region), Pokrov (Sverdlovsk region), KSI-35-14 (Moscow region), Elipso (Austria), Local (Morocco), URS Guana (Brazil), U 115/14 (Ulyanovsk region). It has been determined that the formation of yield largely depends on weather conditions during the growing season. The dependence of yield on May precipitation ($r = 0.65$) and plant height ($r = 0.64$) was established. It was revealed that the yield in the steppe zone of the Krasnodar region is determined by structural elements: the weight of 1000 grains and the weight of grain per panicle.

Keywords: *collection, research, sources of traits, valuable for breeding*

Материалы и методы. Исследования проводили в условиях филиала Кубанская опытная станция ВИР (КОС ВИР) с 2014 по 2019 гг. Материалом послужили 307 коллекционных образцов из 32 государств. Образцы высевали на делянках площадью 2 м². В качестве стандарта использовали сорт Валдин 765, который располагали через каждые 20 номеров. Агротехника – общепринятая в зоне. Закладку опытов, наблюдения, оценки, полевые учеты проводили в соответствии с «Методическими указаниями по изучению мировой коллекции ячменя и овса», а также руководствуясь «Международным классификатором СЭВ рода *Avena* L.» Почва опытного участка – слабовыщелоченный чернозем. Агрометеорологические условия за годы проведения изучения различались по гидротермическому режиму. Достаточным количеством осадков и невысокими температурами отличались 2014 и 2017 гг. Неравномерным выпадением дождей и повышенным температурным режимом отмечен 2015 г. – средняя температура за летний период превысила среднемноголетние показатели на 1,4 °С и составила 23,4 °С. Условия 2016 г. характеризовались обилием осадков – их выпало 448 мм при среднемноголетней норме 331 мм, и высоким температурным режимом. В 2018 и 2019 гг. наблюдался дефицит осадков и высокая температура воздуха. Налив зерна проходил в условиях жаркой погоды при низкой относительной влажности воздуха в сопровождении суховеев, что привело к плохой выполненности зерна. Таким образом, метеорологические условия 2014...2019 гг. различались по увлажнению, температурному режиму и смогли послужить хорошим фоном для проведения оценки и выделению источников урожайности в степной зоне Краснодарского края.

Результаты и обсуждение. Урожайность зерна отражает совокупность селекционно-ценных признаков генотипа [1]. Урожайность зерна – итоговый показатель, характеризующий способность сорта реализовывать свой генетический потенциал в конкретных почвенно-климатических условиях [2]. Урожайность в среднем за годы исследований составила 536,5 г/м². В 2017 году сложились наиболее благоприятные метеорологические условия для роста и развития растений овса и средняя урожайность была максимальной 649,9 г/м². Наибольшее значение по урожайности показал стандартный сорт Валдин 765 – 803,4 г/м². Самым низким показатель урожайности был в засуш-

ливых условиях вегетационного периода 2018 года и составил 441,7 г/м² Средняя урожайность по сортам колебалась от 50,0 (к-15663, 2018 г.) до 1075 г/м² (к-15515, 2017 г.). Коэффициент вариации урожайности овса составил 17...31 % (табл. 1).

Таблица 1

**Урожайность коллекционных образцов овса посевного, г/м²
(Кубанская ОС ВИР, 2014...2019 гг.)**

Признак	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее
Min-max	185,1- 850,4	340,2- 800,0	170,6- 855,5	170,0- 1075,1	50,1- 819,3	55,7- 827,1	172,4- 763,0
Среднее	554,7	622,6	543,2	649,9	441,7	530,1	-
CV, %	27	17	26	27	25	31	23

Высокой средней урожайностью (700,5...763,0 г/м²) за период исследований характеризовались пленчатые образцы из РФ: Аватар (к-15443, Кировская обл.); У-41-14 (к-15568, Ульяновская обл.); образцы из Германии Flocke (к-15509); Effektiv (к-15413); Poseidon (к-15468); Symphony (к-15472); Duffy (к-15410); Zorro (к-15421) и голозерные сорта (458,7 и 452,1 г/м²) – Владыка (к-15408; Республика Беларусь); Inovec (к-15644; Словакия). Наибольшую урожайность сформировал образец овса из ФРГ Simon (к-15515) (763 г/м²), что составило 115,6 % от стандартного сорта Валдин 765 (табл. 2).

Таблица 2

**Лучшие коллекционные образцы овса посевного по урожайности
(Кубанская ОС ВИР, 2014...2019 гг.)**

№ по каталогу ВИР	Сорт	Происхождение	Урожайность, г/м ²					среднее	% к St
			2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.		
Пленчатые образцы									
14574 (St)	Валдин 765	Краснодарский край	679,0	645,0	803,1	502,9	669,0	659,8	100,0
15515	Simon	Германия	785,0	569,9	1075,0	577,1	808,2	763,0	115,6
15410	Duffy	Германия	765,1	810,0	809,0	590,2	822,9	759,4	115,1
15516	Zorro	Германия	800,2	615,0	1031,1	564,2	723,6	746,8	113,2
15472	Symphony	Германия	745,0	680,0	1008,1	582,2	684,0	739,8	112,1
15468	Poseidon	Германия	690,3	669,4	912,2	586,0	738,8	719,4	109,0
15413	Effectiv	Германия	730,1	789,7	732,2	592,0	704,0	709,6	107,5
15658	У 41/14	Ульяновская область	715,0	630,2	979,6	614,5	643,6	716,6	108,6
15443	Аватар	Кировская область	725,0	725,1	775,0	611,3	652,2	700,5	106,2
Голозерные образцы									
15408	Владыка	Беларусь	462,0	500,1	589,8	365,0	377,0	458,7	69,5
15644	Inovec	Словакия	457,2	447,1	654,0	399,0	303,4	452,1	68,5
НСР ₀₅			59,1	57,3	66,1	47,5	58,0	69,7	9,9

Корреляции агробиологических и агрометеорологических характеристик выявили 3 сильных и средней силы зависимостей: масса зерна с 1 м² зависит от осадков мая ($r = 0,65$), от высоты растения ($r = 0,64$); высота растения зависит от осадков мая ($r = 0,83$).

Высокая урожайность зависит от действия и сочетания наследственных, биохимических, физиологических и морфологических механизмов. На данные признаки влияют условия вегетации. В результате проведенного двухфакторного дисперсионного анализа было выявлено, что на формирование зерновой продуктивности большое влияние оказали погодные условия года. У овса влияние фактора «год» составило 70 %. Сорт оказывал незначительное влияние и составил 10 %. Взаимодействие двух факторов внесло вклад в формирование урожайности на уровне 8 %

Различия изучаемых образцов овса наблюдали по многим хозяйственно ценным признакам, определяющим зерновую продуктивность (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика элементов структуры урожая, определяющих продуктивность овса посевного (Кубанская ОС ВИР 2016-2019гг.)

Показатель	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	CV, %
Масса зерна с 1 метелки, г	1,2	1,6	1,3	1,3	1,3	15,6
Число зерен в метелке, шт	36,5	53,4	44,3	47,4	46,7	14,7
Число колосков в метелке, шт	36,8	46,8	35,7	45,6	41,7	14,1
Длина метелки, см	20,5	22,4	19,4	21,6	21,0	6,3
Продуктивная кустистость	1,2	1,6	1,3		1,4	14,2
Масса 1000 зерен, г	30,0	30,9	27,3	27,7	28,9	8,5
Масса зерна с 1 растения, г	1,2	2,4	1,5	1,6	1,7	35,7
Число продуктивных метелок на 1 м ²	544,5	477,2	450,4	442,7	472,9	9,7

Структурный анализ позволил выделить образцы овса с максимальными показателями длины, массы зерна, числа колосков и зерен. Масса зерна с метелки является одним из самых важных элементов структуры урожая. По этому признаку образцы овса характеризовались значительной изменчивостью от 27 до 36 %. Наибольший средний показатель параметра (1,6 г) был отмечен в 2017 г. и изменялся от 0,2 до 7,7 г. Наименьшее среднее значение признака (1,2 г) отмечалось в 2016 г. с пределами варьирования от 0,3 до 6,7 г. У стандартного сорта Валдин 765 средняя масса зерна с метелки была равной 1,35 г. Показатели, близкие к стандарту (1,2...1,9 г), имели 63,0 % образцов, у 33,0% образцов отмечена малая и очень малая масса зерна с метелки (0,4...1,1 г). Всего лишь 5,0 % образцов овса превысили стандарт по этому показателю (2,0...8,2 г).

Максимальная масса зерна с метелки (2,5...8,2 г) в опыте отмечена у пленчатых образцов 2СП-98-14 (к-15560, Московская обл.), 47/12 (к-15448, Ульяновская обл.), ×46911 (к-12350, США), Auteuil (к-15400, Франция) и у голозерных образцов (1,7...2,5 г) – У-113-14 (к-15576, РФ, Ульяновская обл.), КСИ 35-14 (к-15553, РФ, Московская обл.), У-115-14 (к-15577, РФ, Ульяновская обл.).

Масса зерна с 1 растения – один из признаков, определяющих урожайность, он зависит от числа зерен в метелке, их крупности, а также от продуктивного кущения [3]. В среднем по опыту масса зерна с 1 растения варьировала от 0,7 до 5,8 г при CV = 35,7 %. Средняя масса зерна с растения составила 1,7 г, размах варьирования был от 0,4 до 7,0 г. Коэффициенты вариации были велики по каждому году и изменялись от 30 до 37 %, что свидетельствует о широкой изменчивости признака. Продуктивность одного растения у стандартного сорта в среднем по опыту варьировала в пределах 1,50...2,30 г и имела среднее значение 1,8 г. Значительное превышение этого показателя над стандартом (3,8...5,8 г) отмечено у образцов в пленках: Покров (к-15580, Свердловская обл.), 2СП98-14 (к-15560, Московская обл.), КП-42-14 (к-15559, Московская обл.), UFRGS 4 (к-15531, Бразилия) и голозерных образцов (2,6 г): КСИ-3514 (к-15553, Московская обл.), Din Yan 3 (к-15519, Китай), UFRGS106150-3 (к-15493, Бразилия).

Количество зерен в метелке зависит от длины метелки и числа колосков. Число зерен в метелке в годы исследований (2016...2019) варьировало от 36,5 до 53,4 шт., а в среднем составило 46,7 шт. По сравнению со стандартным сортом Валдин 765 (43,0 шт.) лучшими по величине этого признака были: пленчатые образцы (от 83 до 174 шт.) КСИ-35-14 (к-15553, Московская обл.), 47/12 (к-15448, Ульяновская обл.), 115/14 (к-15577, Ульяновская обл.), С.W. Margaret (к-15395, Швеция); среди голозерных форм (от 62 до 106 шт.) выделились: Ning Yan 1 (к-15655, Китай), У-116/14 (к-15578, Ульяновская обл.), У-115/14 (к-15577, Ульяновская обл.). Число колосков в метелке за годы исследований варьировало от 15,7 до 85,7 шт. Наибольшее среднее число колосков в метелке было отмечено в 2017 г. – 46,8 шт., а наименьшее в 2016 г. – 36,5 шт., при среднем значении за годы исследования 41,7 шт. Выделились сорта и линии, значительно превысившие стандарт Валдин 765 (38,6 шт.): образцы в пленках 47/12 (к-15448, Ульяновская обл.), Elipso (к-15634, Австрия), UFRGS 21 (к-15545, Бразилия) (65,6...71,0 шт.); голозерные образцы (все из Ульяновской области) У-115/14(к-15577), У-113/14 (к-15576), У-116/14 (к-15578) (69,7...85,7шт.).

Длина метелки во многом зависит от условий среды и генотипа, у культурных видов она влияет на продуктивность. Для гексаплоидных видов свой-

ственно повышенное число зерен в метелке [4]. По результатам наших исследований за 2016...2019 гг. отмечено, что длина метелки изменялась от очень короткой (11,6 см) до очень длинной (35,5 см). Средняя длина метелки составила 21,0 см. Анализ изменчивости длины метелки у коллекционных образцов овса указывает на высокую стабильность данного элемента ($CV = 6,3 \%$). Большой интерес могут представлять образцы, имеющие длинную метелку и большое количество зерен в ней. В наших исследованиях к таким были отнесены пленчатые образцы: У47/12 (к-15447, Ульяновская обл.), С.W. Margaret (к-15395, Швеция), голозерные формы У-115/14 (к-15577, Ульяновская обл.), КСИ 35-14 (к-15553, Московская обл.).

Число продуктивных метелок на 1 м^2 – один из слагающих факторов урожайности. По результатам наших исследований размах варьирования по этому признаку изменялся от 191,3 до 1153,1 шт. В среднем за годы изучения средняя величина показателя составила $472,9 \text{ шт/м}^2$. Лучшими по числу продуктивных метелок были образцы Brusher (к-15172, Австралия), Hronek (к-15642, Словакия), Simon (к-15515, Германия), Trucker (к-15275, США).

Масса 1000 зерен является одним из важнейших элементов структуры урожая, на данный признак оказывают значительное влияние погодные условия. Успехи селекции во многом связаны с повышением и стабилизацией этого признака [5]. Чем меньше изменяется масса 1000 зерен у сортов, тем больше их экологическая пластичность и приспособленность к местным условиям возделывания [6]. По результатам исследований средние показатели массы 1000 зерен варьировали по годам от 27,3 до 30,9 г. Средняя масса 1000 зерен составила 28,9 г. Стандартный сорт Валдин 765 формировал зерно массой 34,1 г. Максимально крупное (38,7...40,5 г) зерно формировали пленчатые образцы Местный (к-15432, Марокко), URS Guana (к-15484, Бразилия), UFRGS 086136-5 (к-15682, Бразилия), UFRGS 970654-3 (к-15610, Бразилия); голозерные образцы Din Yan 6 (к-15518, Китай), Yan Za 1 (к-15656, Китай), Пибанд (к-15440, Ленинградская обл.) Слабое изменение массы 1000 зерен (38,0...39,8 и 36,4...37,2 г) образцов к-15682 и к-15529 (Бразилия) указывает на их биоло-гическую пластичность.

Корреляционный анализ выявил только слабые и средней силы связи между хозяйственно ценными признаками. Урожайность овса была связана с массой 1000 зерен (0,54), массой зерна с метелки (0,42). Масса 1000 зерен образца отрицательно коррелировала с числом зерен в метелке (-0,31), длиной метелки (-0,39), продолжительностью периода всходы-выметывание (-0,47), положительно – с продолжительностью выметывание-созревание (0,37). Масса зерна с растения была связана с массой зерна с метелки (0,48), с продуктивной кустистостью (0,36), обратно коррелировала с числом продуктивных метелок

на 1 м² (-0,41). Масса зерна с метелки была связана с озерненностью (0,54), числом зерен в метелке (0,48). Число зерен в метелке связано с числом колосков в метелке (0,66), отрицательно с числом продуктивных метелок на 1 м² (-0,52). Число колосков в метелке связано с длиной метелки (0,63), продолжительностью всходы-выметывание (0,65), облиственностью (0,46). Длина метелки коррелировала с высотой растения (0,77), продолжительностью всходы-выметывание (0,67), облиственностью (0,46).

Заключение. Результаты оценки коллекционных образцов овса в условиях степной зоны Краснодарского края показали, что формирование урожайности в большой степени зависит от погодных условий в течение вегетации (70 %). Доля влияния генотипа на урожайность составила 10 %. Взаимодействие двух факторов «генотип × среда» вклад в формирование урожайности внесли на уровне 8 %. Установлена зависимость урожайности от осадков мая ($r = 0,65$) и от высоты растения ($r = 0,64$). Выявлено, что урожайность в степной зоне Краснодарского края определяется структурными элементами: масса 1000 зерен и массой зерна с метелки. Выделены перспективные образцы по признаку продуктивность для использования в селекционных программах: У-41/14 (к-15658); Simon (к-15515); Duffy (к-15410); Zorro (к-15421) и др.

Список литературы

1. Тулякова М. В., Баталова Г. А., Пермякова С. В., Кротова Н. В. Исходный материал овса пленчатого для селекции на урожайность // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 7. С. 9-12. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10702
2. Ворончихин В. В. Урожайность и элементы структуры урожая коллекции озимой гексаплоидной тритикале в центральном районе Нечерноземной зоны // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 69-81.
3. Баталова Г. А. Некоторые аспекты устойчивости к лимитирующим факторам в селекции овса // Зерновое хозяйство. 2013. № 2 (6). С. 52–58.
4. Лоскутов И. Г. Современная система рода *Avena* L. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2006. Т.162. С. 84-97.
5. Калыбекова Ж. Т., Цыганков В. И., Зуев Е. В. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Западного Казахстана // Известия Оренбургского ГАУ. 2019. № 5. С. 51-56.
6. Кузьмин В. П. Вопросы селекции сельскохозяйственных культур: Избранные труды. Алма-Ата: Кайнар, 1978. 432 с.

**Оценка образцов ярового ячменя
в конкурсном сортоиспытании Вятского ГАТУ**

С. А. Емелев

*Вятский государственный агротехнологический университет,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *Искусственный мутагенез в последние 50 лет является одним из распространенных (относительно простых и дешёвых) методов создания разнообразия растений. С помощью мутагенеза получены урожайные, скороспелые формы ярового ячменя. В конкурсном испытании проведена их оценка хозяйственно полезных свойств.*

Ключевые слова: *мутанты, урожайность, белок, сорт*

**Evaluation of spring barley samples in competitive variety testing
in Vyatsky SAU**

S. A. Emelev

*Vyatka State Agrotechnological University,
Kirov, Russian Federation*

Annotation. *Over the past 50 years, artificial mutagenesis has been one of the most common (relatively simple and cheap) methods for creating plant diversity. Using mutagenesis, productive, early-ripening forms of spring barley were obtained. Their economically useful properties were assessed in a competitive test.*

Keywords: *mutants, productivity, protein, variety*

Эффективность сельского хозяйства сильно зависит от внедрения новых сортов (более урожайных, лучшими качествами продукции и иными свойствами). В мире довольно активно для создания исходного материала используется индуцированный мутагенез. На основе более 200 видов растений (из 70 стран) используется в производстве более 3000 мутантных сортов, включая многочисленные сельскохозяйственные культуры, декоративные растения и деревья (в т. ч. 313 ячменя). Наибольшее количество мутантных сортов зарегистрировано в Китае – 907, Индия – 388 сортов, Российской Федерации – 217 сортов, Соединенных Штатах Америки – 140 сортов. Соответственно среди культур лидером по индуцированию полезных мутаций является рис *Oryza sativa* L. зарегистрировано 907 сортов (26 % всех сортов), кроме того результативно применяют мутагенез и на ячмене *Hordeum vulgare* L. – более 313 сортов (около 9 %), пшенице *Triticum aestivum* L. – 312 сортов (9 %) и т. д. (Совместная база данных ФАО/МАГАТЭ, 2023).

На кафедре биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии Вятского ГАТУ проведены опыты по изучению мутагенного действия

ионизирующих и неионизирующих излучений, пестицидов и агрохимикатов (в т. ч. фитогормонов, регуляторов роста, биопрепаратов и т. д.) на яровой ячмень [1]. В результате селекции [8], в том числе с помощью метода фото- и хемомутагенеза были получены разнообразные мутантные формы как селекционно-полезные (скороспелые, продуктивные, устойчивые к полеганию, с разным содержанием белка), так и ценные с генетической точки зрения (с различной длиной стебля, колоса и остей, разнообразными хлорофилльными мутациями и другими признаками) [2...4, 8]. Образцы с хозяйственно полезными признаками, представляющие интерес для селекции, оценивают в контрольном питомнике (КП) и конкурсном сортоиспытании (КСИ), где проводится их анализ на урожайность, качество продукции, устойчивость к вредителям, болезням и т. д. Лучшие из полученных форм регистрируются, проходя оценку на государственном сортоиспытании (ГСИ), внедряется в производство [1].

Материалы и методы. Полевые исследования проводили в 2020...2022 гг. на Учебно-опытном поле (Агротехнопарк) Вятского ГАТУ. Почва участка дерново-среднеподзолистая, по гранулометрическому составу среднесуглинистая. Агротехника в КСИ традиционная при возделывании ярового ячменя, доза минеральных удобрений (NPK) по 60 кг д.в./га каждого элемента, предшественник – озимая рожь. Метеорологические условия в годы проведения исследований были контрастными. Наиболее благоприятным для роста и развития ячменя сложился 2020 год.

Учетная площадь делянок – 25 м². Размещение систематическое, повторность 4-кратная. Норма высева – 5 млн всхожих семян на 1 га. Посев проводили сеялкой ССФК-7М. Для закладки КСИ использовали семена мутантов ярового ячменя с лабораторной всхожестью 94...98 %.

Контролем служил стандартный сорт ячменя по Кировской области Белгородский 100 – селекции ОАО НПФ «Белселект». Для сравнительной оценки среднеспелых сортообразцов использовали сорт Нур – селекции Московский НИИСХ «Немчиновка» и Рязанского НИИСХ.

В период с 2020 по 2022 год в КСИ испытывалось 10 мутантов, полученных при обработке водными растворами карбонатов калия (K₂CO₃), натрия (Na₂CO₃), лазерного (ЛКС) и дальнего (ДКС) красного света:

М 5-11 – облучение ЛКС,	М 5-3 – 0,1н Na ₂ CO ₃ + 0,1н K ₂ CO ₃ ,
М 2-37-6 – 0,1н Na ₂ CO ₃ ,	М 6-10 – облучение ДКС,
М 8-3-013 – ЛКС + 0,1н Na ₂ CO ₃ ,	М 10-12 – ДКС + 0,1М K ₂ CO ₃ ,
М 11-13-Ха – ЛКС + 0,1н Na ₂ CO ₃ + ДКС,	М 9-5-3 – 0,1н Na ₂ CO ₃ +ДКС,
М 4-10 – 0,1н K ₂ CO ₃ + Na ₂ CO ₃ 0,1н,	М 4-16-3 – 0,1н Na ₂ CO ₃ .

Исходным сортом для мутантов являлся Биос 1 селекции Московского НИИСХ «Немчиновка» и Рязанского НИИСХ.

Образцы на урожайность оценивали по методике конкурсного сортоиспытания. Проводили наблюдения, сравнивали мутантные формы ячменя с сортами Белгородский 100 и Нур. Уборку ячменя в КСИ проводили комбайном «Terrion 2010». Данные по урожайности мутантных форм обрабатывали с помощью дисперсионного анализа для однофакторных экспериментов.

Результаты и обсуждения. Средняя урожайность мутантных номеров за 3 года изучения изменялась от 3,95 (М 11-13 Ха) до 5,45 т/га (М 4-10) (рис. 1). Средняя урожайность ячменя в 2020 году – 5,15 т/га. Половина образцов показала тенденцию к увеличению урожайности по сравнению со стандартом Белгородский 100: наибольшее, но статистически незначимое, повышение сбора урожая отмечено у мутантов М 4-10, М 8-3-013 – 0,27...0,28 т/га ($НСР_{05} = 0,41$ т/га). Средняя урожайность мутантов ячменя в 2021 году по вариантам колебалась от 3,68 до 5,26 т/га, средняя урожайность ярового ячменя составила 4,34 т/га. Наибольшая урожайность образцов ячменя в этом году отмечена у мутанта М 5-3 – 4,94 т/га ($НСР_{05} = 0,30$ т/га). Некоторые образцы показали статистически незначимое увеличение урожайности по сравнению со стандартом Белгородский 100: наибольшее увеличение сбора урожая отмечено у мутанта М 5-11 и М 8-3-013 – 0,17...0,20 т/га ($НСР_{05} = 0,30$ т/га). Созрели на уровне стандартного сорта. Урожайность мутантов ячменя в 2022 году получена на уровне стандартного сорта Белгородский 100 (4,66 т/га).

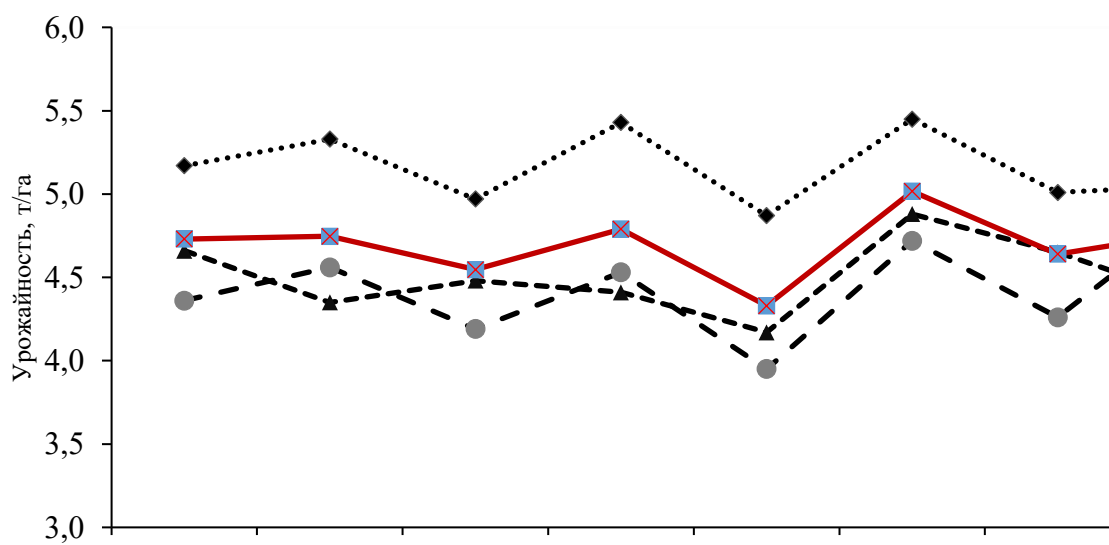


Рис. 1. Изменение урожайности образцов ярового ячменя в КСИ

Наибольшая урожайность (4,88 т/га) по сравнению со стандартом Белгородский 100 отмечена у образца М 4-10. У контрольного сорта Нур урожайность в 2022 году составила 4,65 т/га. Таким образом, за годы испытания (2020...2022 гг.) максимальную прибавку урожайности среди изучаемых мутантов (0,29...0,38 т/га) показал среднеспелый М 4-10, в сравнении с сортами Белгородский 100 и Нур.

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию по РФ на 2023 год включены: 336 сортов ячменя, в том числе ярового (*Hordeum vulgare* L.) – 281 сорт. Из них более 90 сортов отнесены к пивоваренным. Для производства пива показатели, характеризующие необходимое качество ячменя, отражены в ГОСТ 5060-86 «Ячмень для пивоварения. Требования при заготовках и поставках». В государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Волго-Вятскому региону включено 45 сортов ярового ячменя.

Масса 1000 зерен ячменя имеет бóльшее значение, чем натура, так как она коррелирует с показателем крупности зерна. Масса 1000 зерен лучших пивоваренных сортов 40...47 г, но этот показатель может колебаться, не вызывая существенных изменений других показателей пивоваренных качеств [5, 6, 7].

В 2020 году масса 1000 зерен в среднем по опыту составила 50,7 г, у стандартного сорта Белгородский 100 – 51,0 г (рис. 2).

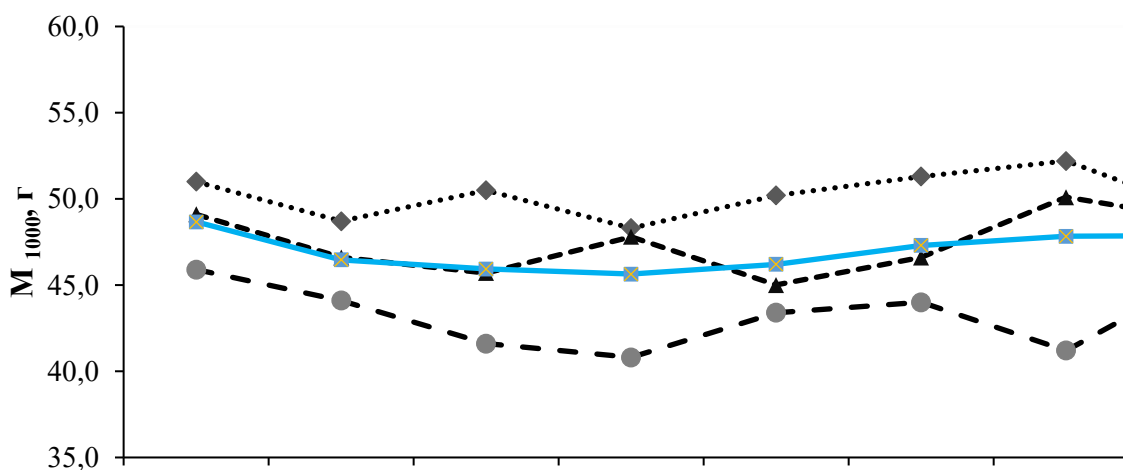


Рис. 2. Изменение массы 1000 зерен образцов ярового ячменя в КСИ

Наибольшая масса 1000 зерен наблюдалась у образца М 6-10 (54,9 г). Масса 1000 семян в виду погодных условий 2021 года в среднем составила 43,4 г, у стандарта Белгородский 100 – 45,9 г. Наибольшая масса 1000 зерен наблюдалась у мутантов М 5-3 и М 6-10 (соответственно 45,2 г и 45,8 г). В 2022 году показатель M_{1000} семян в среднем по опыту составил 48,4, у стандартного сорта Белгородский 100 – 49,1 г. Наибольшая масса 1000 зерен отмечена у образца М 6-10 (53,9 г). В среднем за годы испытаний масса 1000 семян колебалась от 45,6 до 51,3 г, стандарт – 48,7 г. Основная часть мутантов обладает несколько меньшей массой 1000 зерен по сравнению с сортами Белгородский 100 и Нур (47,8 г). Существенное снижение массы зерен отмечено у мутантных форм М 5-11, М 2-37-6, М 8-3-013, М 11-13 Ха, М 4-16-3 – средняя масса составила 45,6...46,5 г. Наибольшую массу зерен по сравнению со стандартом и контролем имел образец М 6-10 (масса 51,3 г).

Важным показателем качества зерна является натура зерна. В условиях 2020...2022 гг. натура всех мутантов и сортов ячменя на учебно-опытном поле сформировалась не ниже 1 класса (ГОСТ 28672-2019 «Ячмень. Технические условия») (рис. 3).

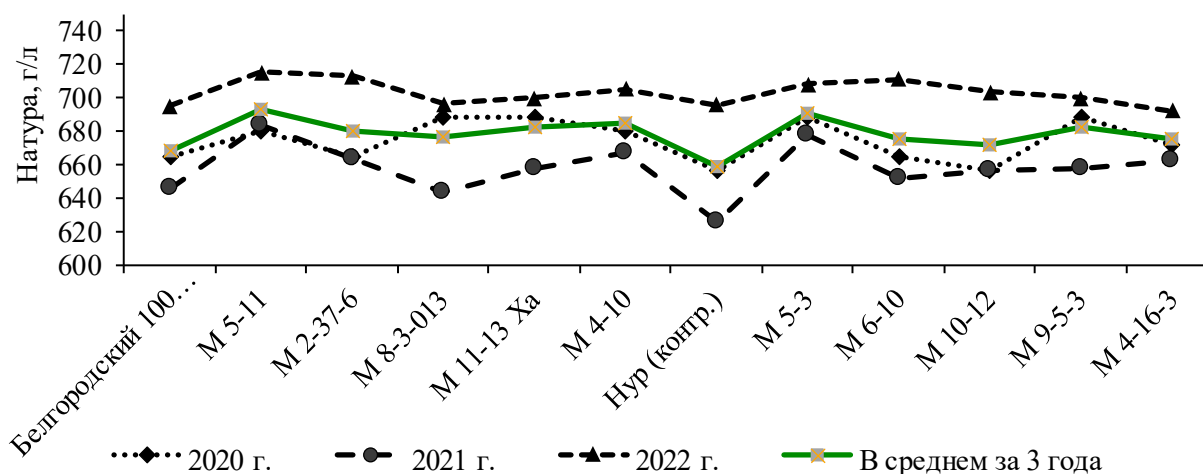


Рис. 3. Изменение натуры зерна образцов ярового ячменя в КСИ

В условиях 2020 года с меньшей суммой активных температур она снизилась до 674 г/л. Наихудшие условия для формирования ярового ячменя сложились в 2021 году – средневзвешенная натура зерна составила 657,6 г. При благоприятных условиях 2022 г. средневзвешенная натура ячменя составила 703 г/л. Сорта Нур и Белгородский 100 обладают относительно постоянной натурой зерна 625...695 г/л слабо (на 3...5 %) и средне (8...11 %) зависящей от климатических условий года (рис. 3). Мутанты М 4-10, М 11-13 Ха, М 5-3 имеют также практически слабоменяющуюся (1...6 %) натуру зерна, но с большей величиной до 670...710 г/л. Мутант М 5-11 обладает в целом неизменяемой (менее 5 %) и высокой натурой зерна – средняя за годы испытания 693 г/л. Сильно зависит данный показатель от погодных условий у образца М 8-3-013 от -6,5 и до +8,2 % между исследуемыми годами.

Наиболее значимым показателем, влияющим на качество зерна ячменя, является содержание в нем белка. Согласно ГОСТ 5060-86 содержание белка в зерне пивоваренного ячменя не должно превышать 12,0 %. Зерно пивоваренных сортов должно иметь пониженное содержание белка. Оптимальным является содержание белка 9...12,5 % на сухое вещество [5, 6].

Средневзвешенное содержание белка у изучаемых форм в 2020 году составило 11,7 %, в 2021 – 14,4 %, в 2022 – 14,1 % (рис. 4).

Повышение содержания белка в 2021...2022 годах связано со сравнительно коротким и прохладным периодом вегетации. Наибольшее содержание за годы испытаний отмечено у мутанта М 6-10 (14,6 %), наименьшее у стандартного сорта Белгородский 100 (12,2 %), а у контрольного Нур – 13,3 %. Особенностью некоторых образцов является относительно постоянное содержание М 2-37-6 – 12,1...13,6 % и М 4-16-3 – 11,7...13,8 % белка независимо от внешних факторов среды, как и для контрольного сорта Нур (12,3...14,5 %).

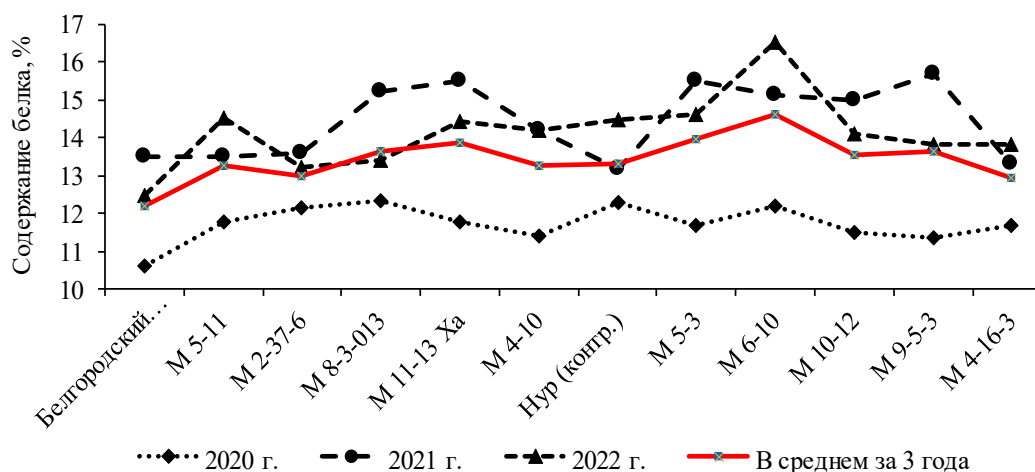


Рис. 4. Содержание белка у ярового ячменя в КСИ

Заключение. Перед сельскохозяйственным производством ячменя, в том числе пивоваренного стоит задача: сформировать условия производства близкие к 2020 г. – сочетание довольно высокого уровня урожайности и массы 1000 зерен, среднего содержания белка. Высокую урожайность (более 5,0 т/га) показал среднеспелый М 4-10, в сравнении с сортами Белгородский 100 и Нур. «Очень высокой» массой 1000 зерен (более 50 г) характеризуется мутантная форма М 6-10. Наибольшее содержание белка за годы испытаний отмечено у мутантов М 11-13-Ха, М 5-3 (13,9%), М 6-10 (14,6%), наименьшее – у М 4-16-3 (12,9%) и относительно узкой нормой реакции по содержанию белка.

С помощью метода индуцированного мутагенеза получены урожайные и скороспелые (М 8-3-013 и М5-11) и среднеспелые (М 4-10) формы, пластичные и интенсивного типа, с узкой нормой реакции на среду как пивоваренного, так и кормового назначения.

Список литературы

1. Дудин Г. П., Лысиков В. Н. Индуцированный мутагенез и использование его в селекции растений. Киров: Вятская ГСХА, 2009. 208 с.
2. Жилин Н. А., Зайцева И. Ю., Щенникова И. Н., Емелев С. А. Сорт Биос 1 как исходный материал для селекции ячменя // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. Т. 181 (вып. 2). С. 96-100.
3. Дудин Г. П., Помелов А. В., Черемисинов М. В., Емелев С. А. Оценка мутагенной активности химических факторов на яровом ячмене // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2008. 6. С. 32-37.
4. Черемисинов М. В., Дудин Г. П., Помелов А. В. Использование пестицидов как один из способов быстрого получения исходного материала в селекции ярового ячменя // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2017. С. 173-178.
5. Щенникова И. Н. Модели сортов ярового ячменя для условий Волго-Вятского региона // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. 6 (49). С. 9-14.
6. Ториков В. Е., Мельникова О. В., Клименков Ф. И. Оценка пригодности сортов ярового ячменя на пивоваренные цели // Вестник Брянской ГСХА. 2007. 6. С. 36-45.
7. Козлова Л. М., Шихова Л. Н., Шешегова Т. К. Пути сохранения пахотных и залежных земель // Защита и карантин растений. 2006. 1. С. 18-19.
8. Шешегова Т. К., Градобоева Т. П., Баталова Г. А., Щенникова И. Н. Источники устойчивости овса и ячменя к болезням и их использование в селекции НИИСХ Северо-Востока // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2013. Т. 171. С. 64-69.

**Урожайность образцов яровой пшеницы
селекции Ульяновского НИИСХ
в экологическом сортоиспытании Вятского ГАТУ**

С. А. Емелев

*Вятский государственный агротехнологический университет,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *Разнообразие форм культур является основой получения высоких и устойчивых урожаев. В опыте проведена оценка урожайных качеств образцов яровой пшеницы селекции Ульяновского НИИСХ.*

Ключевые слова: *сортообразцы*

**Productivity of spring wheat samples selected
by the Ulyanovsk Research Institute of Agriculture in the ecological
variety testing of the Vyatka SATU**

S. A. Emelev

*Vyatka State Agrotechnological University,
Kirov, Russian Federation*

Annotation. *A variety of crop forms is the basis for obtaining high and sustainable yields. The experiment assessed the yield qualities of spring wheat samples selected by the Ulyanovsk Research Institute of Agriculture.*

Keywords: *varieties*

Основным путем решения продовольственной проблемы является увеличение производства продукции, это возможно только благодаря росту урожайности сельскохозяйственных культур [1...6, 9]. Для создания новых сортов сельскохозяйственных и других растений, отвечающих все возрастающим и новым требованиям производства, разрабатываются и совершенствуются методы создания исходного материала для селекции растений [1...5, 7...10]. При реализации этой важной задачи в последние десятилетия наравне с гибридизацией экспериментальный мутагенез занимает одно из первых мест [7...10]. Экологическое сортоиспытание сортов преследует цель – оценка сортов в данном эколого-географическом регионе и внедрение их в производство [6]. В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию по РФ на 2023 год включены: 841 сортов пшеницы, в том числе мягкая яровая (*Triticum aestivum* L.) – 320 сортов. В государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Волго-Вятскому региону включено 49 сортов яровой мягкой пшеницы.

В отделе селекции Ульяновского НИИСХ создан селекционный материал овса, яровой пшеницы и гороха. Новые селекционные линии по комплексу

хозяйственно ценных признаков превосходят ранее созданные сорта. Всего за период существования отдела создано более 70 сортов различных культур. Из них в разные годы было рекомендовано в производство 29 сортов. В настоящее время селекция в отделе ведётся по яровой пшенице, овсу, гороху. С 2002 года отдел селекции возглавляет доктор с.-х. наук В. Г. Захаров. Выделенные формы с хозяйственно полезными признаками, представляющие интерес для производства и дальнейшей селекции, на последнем этапе оценивают в конкурсном (КСИ) и экологическом (ЭСИ) сортоиспытаниях, где проводится их оценка на урожайность, качество продукции, устойчивость к вредителям и болезням и т. д. Лучшие образцы регистрируются, проходя оценку в государственном сортоиспытании (ГСИ), внедряются в производство.

Материалы и методы. Полевые исследования проведены в 2023 году на Учебно-опытном поле (Агротехнопарк) Вятского ГАТУ. Почва участка дерново-среднеподзолистая, по гранулометрическому составу среднесуглинистая. Агротехника в демонстрационных опытах традиционная при возделывании яровой пшеницы, доза минеральных удобрений (NPK) по 40 кг д.в./га каждого элемента, предшественник – яровой рапс. Учетная площадь делянок – 4,5 м². Размещение систематическое, повторность 4-кратная. Норма высева – 6 млн всхожих семян на 1 га. Посев проводили сеялкой ССФК-7М. Для закладки ЭСИ использовались семена сортообразцов и сорта яровой пшеницы с лабораторной всхожестью 92...99 %. В качестве стандартных для Кировской области использованы сорта Баженка (селекции ФАНЦ Северо-Востока), Каменка (селекции Верхневолжского ФАНЦ), Ирень (селекции Уральского ФАНЦ). Селекционные образцы (ПСИ 53, ПСИ 64, ПСИ 70, ПСИ 71, ПСИ 72, ПСИ 73, ПСИ77, ПСИ 83, ПСИ 89, ПСИ 98), полученные методом гибридизации, любезно предоставлены отделом селекции Ульяновского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН (заведующий доктор с.-х. наук Владимир Григорьевич Захаров). Все образцы на урожайность оценивались по методике конкурсного сортоиспытания. В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения, фитопатологические наблюдения и учеты, биометрические учеты, после уборки проведено определение уровня урожайности и элементов структуры продуктивности с сортом-стандартом Баженка. Уборку пшеницы в ЭСИ проводили комбайном «Terrion 2010». Во время уборки зернобобовых определяли влажность семян с помощью влагомера WILE 55. Данные по урожайности форм обрабатывали с помощью дисперсионного анализа для однофакторных экспериментов.

Результаты и обсуждения. Испытуемые сорта дали различные по степени эффекта результаты по сравнению со стандартом Баженка (3,79 т/га) (табл. 1). Слабый недобор урожая отмечен у образца ПСИ 83 – 5,6 %. Большинство образцов обладало бóльшей бункерной урожайностью, чем стандарт Баженка – 8,3 % и более.

Бункерная урожайность при уборке сортов яровой пшеницы

Сорт, образец	Урожайность		
	т/га	± т/га к Баженка	% от Баженка
Баженка (St)	3,79	-	100,0
ПСИ 53	4,81	+1,02	126,9
ПСИ 64	4,45	+0,66	117,5
ПСИ 70	4,66	+0,88	123,1
ПСИ 71	4,58	+0,79	120,8
ПСИ 72	4,15	+0,36	109,6
ПСИ 73	4,10	+0,31	108,3
ПСИ 77	5,40	+1,61	142,6
ПСИ 83	3,58	-0,21	94,4
ПСИ 89	4,24	+0,46	112,0
ПСИ 98	4,83	+1,04	127,4
Каменка (St)	4,11	+0,32	108,4
НСР ₀₅	-	0,46	-

Прибавку бункерной урожайности в 2023 году дали формы и сорта:

- от 12 до 25 % – 0,46...0,88 т/га (НСР₀₅ = 0,46 т/га) – Каменка, ПСИ 64, 71, 70, 73, 72, 89;
- более 25 % – 1,02...1,61 т/га (НСР₀₅ = 0,46 т/га) – ПСИ 53, 98, 77.

Наибольшей бункерной урожайностью среди изучаемых образцов обладала форма ПСИ 77 с урожайностью 5,40 т/га (+42,6 %), созревающая на 4...5 дней позднее стандарта Баженка. Более позднеспелый стандарт Каменка показал урожайность 4,11 т/га, что на уровне стандарта Баженка.

Во время уборки определяли влажность образцов влагомером Wile-55. Данный процесс носит не только технологический характер – определение необходимых ресурсов (энергии и времени) на сушку убранного материала, но и позволяет опосредованно определять уровень созревания сортов и их вегетационный период. Влажность при уборке образцов и сортов яровой пшеницы ульяновской селекции в экологическом сортоиспытании составила от 18,3 до 20,8 % (табл. 2).

Образцы, созданные в Ульяновском НИИСХ, в основном средне-спелые. Более поздним созреванием характеризуются половина остальных испытуемых образцов пшеницы – ПСИ 64, 70, 71, 72, 73, созревают на 4...6 дней позднее стандарта Баженка и на 1...2 дня – Каменка, то есть относятся к группе позднеспелых. Самое позднее созревание (отставание от сорта Баженка на более чем 7...9 дней) отмечалось у образцов ПСИ 64 и 71.

Таблица 2

Влажность при уборке образцов яровой пшеницы

Сорт, образец	Влажность		
	%	± к Баженка	% от Баженка
Баженка (St)	18,3	-	100,0
ПСИ 53	19,6	+1,3	107,3
ПСИ 64	20,6	+2,4	112,9
ПСИ 70	20,0	+1,7	109,3
ПСИ 71	20,8	+2,5	113,7
ПСИ 72	20,2	+1,9	110,5
ПСИ 73	20,1	+1,8	110,0
ПСИ 77	19,3	+1,0	105,6
ПСИ 83	19,2	+0,9	105,1
ПСИ 89	18,8	+0,5	102,7
ПСИ 98	18,8	+0,6	103,0
Каменка (St)	19,1	+0,9	104,7
НСР ₀₅	-	1,2	-

Урожайность кондиционных семян зерновых отражена в таблице 3 – у сортов Баженка получена 3,60 т/га и Каменка – 3,86 т/га. Часть испытуемых образцов имели недостоверные отклонения по урожайности от стандарта Баженка на – 6,7 % (ПСИ 83) и до +11,4 % (ПСИ 72, 73, 89, Каменка) – 0,21...0,41 т/га (НСР₀₅ = 0,44 т/га).

Таблица 3

Урожайность кондиционных семян сортов яровой пшеницы

Сорт, образец	Урожайность		
	т/га	± т/га к Баженка	% от Баженка
Баженка (St)	3,60	-	100,0
ПСИ 53	4,50	+0,89	124,9
ПСИ 64	4,11	+0,51	114,1
ПСИ 70	4,34	+0,73	120,4
ПСИ 71	4,22	+0,62	117,1
ПСИ 72	3,85	+0,25	107,0
ПСИ 73	3,81	+0,21	105,8
ПСИ 77	5,07	+1,47	140,8
ПСИ 83	3,36	-0,24	93,3
ПСИ 89	4,01	+0,41	111,4
ПСИ 98	4,56	+0,96	126,5
Каменка (St)	3,86	+0,26	107,3
НСР ₀₅	-	0,44	-

Существенная прибавка урожайности кондиционных семян отмечена у остальных образцов: высокоурожайные (по сравнению с сортом Баженка): достоверное увеличение урожайности на 0,51...0,89 т/га (прибавка 13...25 %) – ПСИ 64, 53, 71; очень высокоурожайные (по сравнению с сортом Баженка): достоверное увеличение урожайности на 0,86...1,47 т/га (прибавка 26...41 %) – ПСИ 98 и 77. Наибольшей урожайностью среди изучаемых образцов обладала форма ПСИ 77 с показателем 5,07 т/га (+40,8 %), хотя и созревающая на 4...5 дней позднее стандарта Баженка.

На рисунке показана зависимость между урожайностями бункерной и кондиционных семян яровой пшеницы. Хотя урожайность образцов ПСИ 77 и ПСИ 98 превышает стандарт Баженка на 40,8 и 26,5 % соответственно, но они на ~1 % имеют более высокую влажность при уборке. А это приводит к увеличению расхода теплоносителя на сушку получаемой продукции из расчета 1 л/т % влажности, что составит дополнительный расход только по топливу около 100 рублей при цене 70 рублей/л дизельного топлива. То есть абсолютная прибавка в 0,96 и 1,47 т/га в текущих ценах на зерно (август...сентябрь 2023 г.) существенно окупается стоимостью дополнительного расхода топлива.

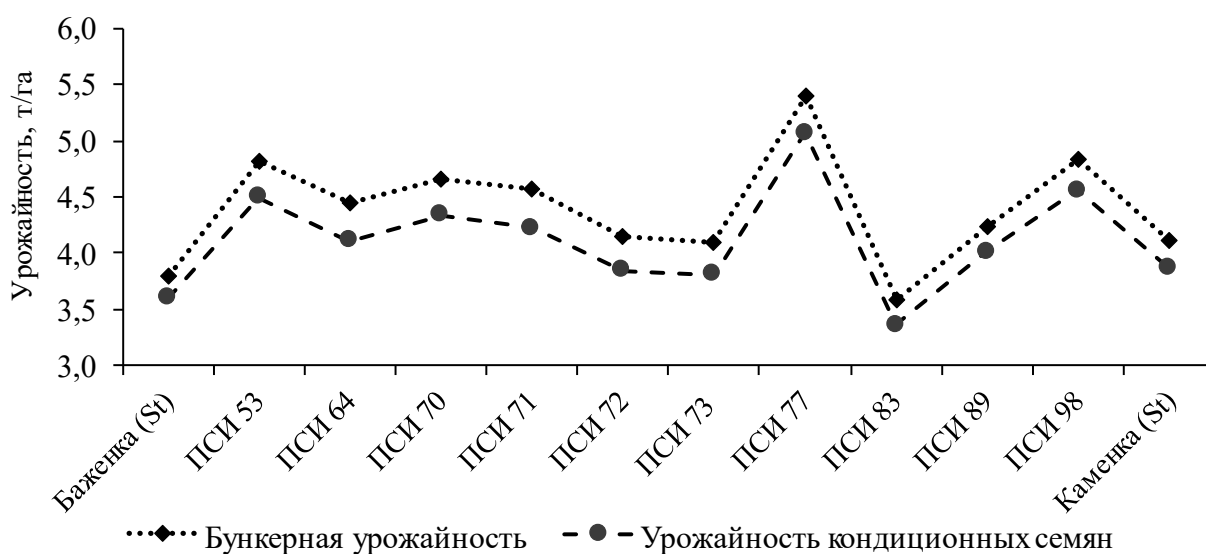


Рис. Изменение урожайности яровой пшеницы

При учете существующих характеристик продукции в текущем году существенных различий к моменту уборки сорта не имели, из-за более длительного и сухого конца вегетационного периода – прибавка урожая кондиционных семян в зависимости от срока созревания (увеличение влажности зерновой массы около 1 % в абсолютных величинах) выглядит практически несущественным.

Таким образом, отечественные селекционеры создают конкурентные по урожайности (Экада 214 и Ульяновская 105) и скороспелые (Зауральский

простор и Никон) сорта, не уступающие по своим характеристикам сортам иностранной селекции.

Заключение. Наибольшую урожайность кондиционных семян (4,64 т/га) показал сорт Экада 214, он имел несущественно более высокую влажность зерновой массы при уборке. Более раннеспелым является сорт Зауральский простор. Благодаря активной селекции в Ульяновском НИИСХ получены урожайные, пластичные и интенсивного типа сорта яровой пшеницы с узкой нормой реакции на среду.

Список литературы

1. Волкова Л. В. Исходный материал для селекции сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Кировской области // Вестник НГАУ. 2016. № 2 (39). С. 7-16.
2. Амунова О. С., Волкова Л. В., Зуев Е. В., Харина А. В. Исходный материал для селекции мягкой яровой пшеницы в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. Т. 22. № 5. С. 661-675.
3. Захаров В. Г., Яковлева О. Д. Результативность селекции яровой мягкой пшеницы на повышение урожайности (на примере сортосмены по Ульяновской области) // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3 (47). С. 59-65.
4. Сюков В. В., Захаров В. Г., Мальчиков П. Н., Кривобочек В. Г., Никонов В. И., Василова Н. З., Ганеев В. А., Гулаева Н. В., Менибаев А. И. Эффективность статистических методов оценки адаптивности генотипов яровой мягкой пшеницы вдоль экологического вектора // Аграрный научный журнал. 2019. № 2. С. 4-12.
5. Захаров В. Г., Яковлева О. Д. Оценка урожайности и стабильности сортов яровой пшеницы методом *GGE biplot* анализа // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции в Беларуси. Достижения науки – производству. Минск, 2021. С. 185-188.
6. Емелев С. А. Урожайность сортов яровой пшеницы селекции Ульяновского НИИСХ в демонстрационных опытах Вятского ГАТУ // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве. Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2023. С. 51-55.
7. Дудин Г. П., Лысиков В. Н. Индуцированный мутагенез и использование его в селекции растений. Киров: Вятская ГСХА, 2009. 208 с.
8. Дудин Г. П., Помелов А. В., Черемисинов М. В., Емелев С. А. Оценка мутагенной активности химических факторов на яровом ячмене // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2008. №6. С. 32-37.
9. Щенникова И. Н. Модели сортов ярового ячменя для условий Волго-Вятского региона // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. 6 (49). С. 9-14.
10. Шешегова Т. К., Градобоева Т. П., Баталова Г. А., Щенникова И. Н. Источники устойчивости овса и ячменя к болезням и их использование в селекции в НИИСХ Северо-Востока // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2013. Т. 171. С. 64-69.

Подбор исходного материала озимой ржи для селекции в условиях Кировской области с помощью кластерного анализа

Е. С. Парфенова

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. Кластерный анализ позволяет выделить в большой совокупности образцов относительно однородные группы со сходной реакцией на условия выращивания в конкретном регионе. На опытном поле Федерального аграрного научного центра Северо-Востока (г. Киров) в 2006...2009 гг. и 2018...2022 гг. проведено полевое изучение 160 образцов озимой ржи мирового генофонда по 13 показателям. С помощью кластерного анализа данных (метод Уорда) выделено 15 кластеров. По принципу отдельных селекционно-ценных признаков были выделены кластеры №№ 1, 7, 8 (в количестве 25 образцов). Кластер № 1 (сорта Фаленская 4 и Вятка 2, образцы из Томской области, Беларуси, Швеции, Финляндии, Австрии, Польши, Румынии, бывшей Югославии) и кластер № 8 (образцы из Швеции, Германии, Финляндии, Китая) отличались высокой урожайностью (116 % и более к стандарту), зимостойкостью (5...6 баллов) и количеством продуктивных стеблей не ниже стандарта (313...335 шт./м²). Кластер № 7 (образцы из Ленинградской области) выделился по массе зерна с колоса (2,27 г) и количеству зерен в колосе (62 шт.), массе 1000 зерен (35,2 г), зимостойкости (6 баллов), короткостебельности (98 см), толерантности к мучнистой росе, бурой и стеблевой ржавчинам (степень поражения 14...20 %). Для использования в селекции в условиях Кировской области более адаптивными являются образцы кластеров №№ 1 и 8 (за счет количества продуктивных стеблей на 1 м²). Кластер № 7 за счет наибольшей массы зерна с колоса (в среднем 2,27 г) перспективен в селекции на повышение продуктивности.

Ключевые слова: коллекция, *Secale cereale* L., признак, иерархическая кластеризация, урожайность, зимостойкость, структура урожая

Selection of sources for winter rye breeding in the Kirov region using cluster analysis

E. S. Parfenova

*Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation*

Abstract. Cluster analysis makes it possible to identify relatively homogeneous groups in a large set of samples with a similar response to growing conditions in a particular area. On the experimental field of the Federal Agricultural Research Center of the North-East (Kirov) in 2006...2009 and 2018...2022. A field study of 160 samples of winter rye from the world gene pool was carried out using 13 indicators. Using cluster data analysis (Ward's method), 15 clusters were identified. Based on the principle of individual selection-valuable traits, clusters No. 1, 7, 8 (in the amount of 25 samples) were identified. Cluster No. 1 (varieties Falenskaya 4 and Vyatka 2, samples from the Tomsk region, Belarus, Sweden, Finland, Austria, Poland, Romania, the former Yugoslavia) and cluster No. 8 (samples from Sweden,

Germany, Finland, China) had high yields (116 % or more to the standard), winter hardiness (5...6 points) and the number of productive stems is not lower than the standard (313...335 pieces/m²). Cluster No. 7 (samples from the Leningrad region) differed in grain weight per ear (2.27 g) and the number of grains per ear (62 pieces), weight of 1000 grains (35.2 g), winter hardiness (6 points), short stemness (98 cm), tolerance to powdery mildew, leaf and stem rust (damage rate 14-20 %). For use in breeding in the conditions of the Kirov region, samples of clusters No. 1 and No. 8 are more adaptive (due to the number of productive stems per 1 m²). Cluster No. 7 is promising in selection for increasing productivity due to the largest grain weight per ear (on average 2.27 g).

Keywords: *collection, Secale cereale L., trait, hierarchical clustering, productivity, winter hardiness, crop structure*

Обоснованный подбор исходного материала является залогом успеха в селекции сельскохозяйственных растений. Проблема поиска исходного материала в селекции озимой ржи становится все более актуальной по мере роста требований к создаваемым сортам [1]. Несмотря на достигнутый определенный селекционный прогресс по озимой ржи в нашей стране в последние годы, актуальными задачами селекции остаются повышение урожайности, зимостойкости, адаптивности, устойчивости к полеганию, качества зерна, устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам [2]. Достоинством озимой ржи в селекционном и эволюционном планах является значительное внутривидовое разнообразие признаков и свойств, обусловленное аллогамией и своеобразным вхождением ржи в культуру [3, 4]. Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР, г. Санкт-Петербург) располагает крупнейшей в мире коллекцией генетических ресурсов ржи (3260 образцов) и обеспечивает разнообразным исходным материалом селекционные учреждения в нашей стране [5]. Для селекции высокоурожайных, зимостойких и экологически устойчивых сортов озимой ржи в условиях Кировской области необходимо использовать исходный материал, генетически разнообразный по признакам зимостойкости, продуктивности, короткостебельности, качества зерна, устойчивости к болезням. С. Борович [6] выделял три принципа подбора исходного материала: по максимуму хозяйственно ценных признаков; по отдельным селекционно-ценным признакам; на основании данных о генетической структуре признака. В селекции озимой ржи используются все три принципа [7]. Оценка большого количества фенотипически разнообразного ассортимента исходного материала проводится одновременно по многим хозяйственно-биологическим показателям, поэтому возникает необходимость в систематизации данных. Кластерный анализ позволяет выделять среди большой совокупности образцов отдельные, относительно однородные группы (кластеры), внутри которых образцы будут схожими по проявлению нормы реакции на условия выращивания в конкретном регионе. Подбор исходных форм можно проводить в выделенных кластерах с наиболее высокими средними значениями признаков.

Цель исследования – выявить перспективный исходный материал разнообразного эколого-географического происхождения для селекции озимой ржи в условиях Кировской области.

Материалы и методы. Объектом исследований служили 160 образцов озимой ржи (*Secale cereale* L. var. *vulgare* Koern.) мирового генофонда из 31 страны, изученные в полевых условиях в период 2006...2009 гг. и 2018...2022 гг. Образцы получены из коллекции мирового генофонда ржи Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР). Наибольшей была доля образцов из России (22 %), также достаточно многочисленными были образцы из Германии (16 %), Польши (13 %), Финляндии (8 %). Изучение образцов проводили в коллекционном питомнике на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров). Повторность опыта 2-кратная, площадь делянки 1 м², норма высева 120...150 зерен на 1 м². Стандартом служил районированный по Северному, Северо-Западному, Центральному и Волго-Вятскому регионам сорт озимой ржи Фаленская 4. Погодные условия в период исследований способствовали проявлению нормы реакции генотипов. Оценку хозяйственно-биологических показателей проводили согласно «Методическим указаниям по изучению мировой коллекции ржи» (1973), «Международному классификатору СЭВ рода *Secale* L.» (1984). Данные по степени поражения листостебельными болезнями предоставлены лабораторией иммунитета и защиты растений ФАНЦ Северо-Востока. Для группировки образцов по величине хозяйственно-биологических показателей проведен кластерный анализ в программе STATGRAPHICS plus (иерархическая кластеризация по методу Уорда с использованием в качестве меры сходства объектов квадрата евклидовых расстояний и стандартизацией данных).

Результаты и обсуждение. По результатам многолетних исследований выделено 15 кластеров, внутри которых образцы обладают примерно одинаковым уровнем развития признаков и сходной реакцией на условия выращивания (табл. 1).

По урожайности выделены кластеры №№ 1, 2, 8, 14, 15 с показателем на среднем и высоком уровнях (96 % и более от урожайности стандарта).

Зимостойкость, близкая к уровню стандарта (6 баллов), отмечена у кластеров №№ 7 и 8. С зимостойкостью растений положительно связано количество продуктивных стеблей на 1 м². По количеству продуктивных стеблей на 1 м² выделены кластеры №№ 1, 8, 13, 15. Особо выделяется кластер № 15, представленный образцами к-11650 Weidmannsdank (Германия), к-11453 местный (Финляндия) с высоким количеством продуктивных стеблей (более 600 шт./м²), что обусловлено очень высокой продуктивной кустистостью (в среднем 16,9 шт.). Все кластеры имели среднюю и высокую продуктивную

кустистость (более 5,1 шт.), что связано с низкой плотностью стеблестоя. Большинство кластеров характеризовались низкими показателями «масса зерна с колоса» и «количество зерен в колосе» (менее 2,10 г и 51 шт. соответственно). Выделен кластер № 7 (по массе зерна с колоса и массе 1000 зерен). Крупнозерностью отличались кластеры №№ 2, 9, 10, 12, 13, 14. Бóльшим количеством колосков в колосе отличались кластеры №№ 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 14, 15. Более длинный колос отмечен в кластерах №№ 1, 2, 3, 7, 13. Преобладание кластеров с более высокими значениями «количество колосков в колосе» свидетельствует о фенотипической стабильности этого признака. По признаку «высота растений» большинство кластеров (№№ 1, 4, 5, 8, 9, 10, 15) относились к средневысокой и полукороткостебельной градации (№№ 2, 11, 12, 14) с показателями в пределах 130,0...149,9 см и 110,0...129,9 см соответственно.

Таблица 1

Хозяйственно-биологическая характеристика кластеров

Признак	Номер кластера														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Урожайность, г/м ²	258	229	176	127	73	110	187	258	108	169	91	113	74	220	216
Зимостойкость, балл	5	4	5	4	3	5	6	6	3	4	5	3	5	4	5
Масса зерна с колоса, г	1,74	1,85	1,24	1,10	1,01	1,63	2,27	1,39	1,56	1,48	1,01	1,25	0,49	1,92	1,23
Масса 1000 зерен, г	31,5	34,9	25,6	26,9	30,5	31,7	35,2	29,5	32,5	32,0	26,3	32,1	37,6	37,4	25,4
Продуктивных стеблей, шт./м ²	313	235	265	241	129	97	144	335	143	273	146	202	376	269	690
Продуктивная кустистость, шт.	9,5	11,1	12,1	11,6	9,2	5,1	5,6	8,5	10,0	10,4	6,5	12,1	8,7	10,1	16,9
Колосков в колосе, шт.	35	33	34	31	29	29	34	31	31	30	28	28	29	31	31
Зерен в колосе, шт.	54	53	50	42	36	49	62	48	49	46	40	41	14	50	43
Длина колоса, см	11,2	11,5	12,0	10,9	10,1	10,6	12,2	9,8	10,2	10,4	9,6	8,8	11,5	10,1	10,4
Высота растений, см	134	126	155	145	131	93	98	130	131	135	112	116	150	129	140
Поражение, %:															
мучнистой росой	34	38	32	38	32	27	20	43	32	33	21	45	40	31	35
бурой ржавчиной	31	39	46	41	34	22	20	35	40	34	29	36	35	33	34
стеблевой ржавчиной	36	48	43	41	43	22	14	51	48	38	44	36	36	37	39
Количество образцов в кластере, шт.	13	14	10	12	12	12	7	5	31	18	5	6	3	12	2

Кластеры №№ 3 и 13 относились к градации короткостебельных и длинностебельных растений (90,0...109,9 см и 150,0...169,9 см). Для коллекционных образцов в большинстве случаев была свойственна восприимчивость к листостебельным болезням. Средняя устойчивость к мучнистой росе (степень поражения 16...25 %) выявлена в кластерах №№ 7 и 11, к бурой

ржавчине – в кластерах №№ 6 и 7, к стеблевой ржавчине – в кластере № 6. Умеренную устойчивость к стеблевой ржавчине (степень поражения 11...15 %) наблюдали в кластере № 7.

В результате изучения не выявлено кластеров, полностью соответствующих принципу максимума хозяйственно ценных признаков [6]. Однако по принципу отдельных селекционно-ценных признаков были выделены кластеры №№ 1, 7, 8 (табл. 2).

Таблица 2

Источники селекционно-ценных признаков озимой ржи

Номер кластера	№ каталога ВИР, название и происхождение образца	Признак
1	к-11449 Фаленская 4 (Кировская область), к-9441 Вятка 2 (Кировская область), к-11396 Таежная (Томская область), к-9896 Edelhofer (Австрия), к-11516 Фея (Беларусь), к-11409 LAD 5/82 (Польша), к-11370 Suceava 317/76 (Румыния), к-10984 Нја 6902 (Финляндия), к-11408 Нја 7016 (Финляндия), к-11253 Jo 71214 (Финляндия), к-11346 Jo 71114 (Финляндия), к-11260 Ivan (Швеция), к-11083 местный (Югославия)	Урожайность. Зимостойкость. Количество продуктивных стеблей на 1 м ²
8	ВК-1/16 (Китай), к-11177 SCW-2219 (Германия), к-8199 Harmanruis (Финляндия), к-11432 Нја 7052 (Финляндия), к-11291 Sv. 7230 (Voima x Otello) (Швеция)	
7	к-11823 Ника 3, к-11821 Донская, Снежана 3/06, Отава, Снежана 4 шт. 15/14, Штам 89/14, Эстет 42/14 (все – Ленинградская область)	Масса зерна с колоса. Масса 1000 зерен. Количество колосков и зерен в колосе. Длина колоса. Короткостебельность. Толерантность к листовым болезням

Более урожайными и адаптивными были кластеры №№ 1 и 8, образцы которых сочетали высокую урожайность (в среднем 116 % и выше относительно стандарта) со средней и повышенной зимостойкостью (5 и 6 баллов соответственно) и количеством продуктивных стеблей не ниже стандарта (313 и 335 шт./м² соответственно). Инорайонные образцы в кластере № 1 были схожи по реакции на условия выращивания с высокоадаптивными сортами Фаленская 4 и Вятка 2. Наибольшее количество ценных характеристик сочетал кластер № 7: повышенные показатели «масса зерна с колоса» (2,27 г), «количество зерен в колосе» (62 шт.) и «масса 1000 зерен» (35,2 г), зимостойкость выше средней градации (6 баллов), короткостебельность (98 см), средняя устойчивость к мучнистой росе и бурой ржавчине (степень поражения 20 %) и умеренная устойчивость к стеблевой ржавчине (степень поражения 14 %). Недостатком образцов этого кластера была невысокая густота продуктивного стеблестоя и продуктивная кустистость.

Заключение. Таким образом, применение кластерного анализа позволяет систематизировать данные на этапе подбора исходного материала. В условиях

Кировской области с помощью кластерного анализа образцов коллекции озимой ржи мирового генофонда выделены 15 кластеров. К селекционно-ценным отнесены 3 кластера (№№ 1, 7, 8), содержащие 25 образцов различного эколого-географического происхождения (Россия, Северная и Восточная Европа). Использование образцов селекционно-ценных кластеров в гибридизации позволит увеличить генетическое разнообразие будущих сортов озимой ржи. Для селекции на сочетание урожайности, зимостойкости и адаптивности интерес представляют образцы кластеров №№ 1 и 8. Кластер № 1 можно считать наиболее адаптивным в условиях Кировской области, так как к нему принадлежат высокозимостойкие и адаптивные сорта Фаленская 4 и Вятка 2. Образцы из кластера №7 перспективны для селекции на высокую продуктивность за счет наибольшей массы зерна с колоса (в среднем 2,27 г).

Список литературы

1. Пономарева М. Л., Пономарев С. Н., Маннапова Г. С. Значение генетических ресурсов озимой ржи и их оценка методами многомерного анализа // Успехи современной науки. 2017. Т. 1. № 10. С. 139-146.

2. Пономарева М. Л., Пономарев С. Н. Научные основы селекции озимой ржи. Казань: Изд-во ФЭН. 2019. 352 с.

3. Кобылянский В. Д., Корзун А. Е., Катерова А. Г., Лапиков Н. С. и др. Культурная флора СССР. Т. 2, ч. 1. Рожь / под ред. В. Д. Кобылянского. Л., 1989. 368 с.

4. Hackauf B., Siekmann D., Fromme F.J. Improving yield and yield stability in winter rye by hybrid breeding. Plants. 2022;11(19):2666. <https://doi.org/10.3390/plants11192666>

5. Сафонова И. В., Аниськов Н. И., Кобылянский В. Д. База данных генетических ресурсов коллекции озимой ржи ВИР как средство классификации генетического разнообразия, анализа истории коллекции и эффективного изучения и сохранения // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019;23(6):780-786.
DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ19.552>

6. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений / под ред. А. К. Федорова. М.: Колос, 1984. 344 с.

7. Чайкин В. В., Гороп А. А. Принципы и результаты подбора исходного материала в селекции озимой ржи // Зерновое хозяйство России. 2014. № 3. С. 38-41.

**Изучение урожайности и продолжительности вегетационного периода
коллекционных образцов пшеницы мягкой яровой
в условиях Средневолжского региона**

С. О. Ромадина

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Ульяновский НИИСХ,
г. Самара, Российская Федерация

Аннотация. Представлены результаты изучения в Ульяновском НИИСХ урожайности и продолжительности вегетационного периода 413 коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Выделены сорта отечественной и иностранной селекции, формирующие наибольшую продуктивность. К лучшим по урожайности отнесены сортообразцы из Франции – Niveau (5,19 т/га), Cornetto (4,69 т/га), Jceman (4,69 т/га); Германии – KW 329217 (4,98 т/га), KW 440-2-14 (4,75 т/га); Чехии – Пексесо (4,76 т/га); Швеции – SW Kadrilj (4,68 т/га). Из отечественного коллекционного материала в число наиболее продуктивных вошли сорта из разных селекционных центров: Виталия, Юниор, Клара, Маэстро, Ульяновская 105, ТИМА, Беяна, Радмира, у которых величина признака была выше 3,80 т/га. По продолжительности вегетационного периода образцы разделены на группы ранне-спелых, средне- и поздне-спелых. У изученных сортообразцов период от всходов до колошения колебался от 34 до 61 суток. Короткий период «всходы – колошение», сформировался у сортообразцов Рифор 1, Рифор 6, Рифор 11, Рифор 12, Рифор 13, Новосибирская 16, Одинцовская (34-39 дней). В целом, 74 % изученных образцов являются среднеспелыми. В условиях Ульяновской области преимущество по урожайности имеют сорта, относящиеся к среднеспелым и среднепоздним группам.

Ключевые слова: селекция, образцы

**The study of the yield and duration of the growing season of collection
samples of soft spring wheat in the conditions of the Middle Volga region**

S. O. Romadina

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,
Ulyanovsk Scientific Research Institute of Agriculture,
Samara, Russian Federation

Abstract. The results of the study of the yield and duration of the growing season of 413 collectible samples of spring soft wheat of various ecological and geographical origin in the Ulyanovsk Research Institute are presented. The varieties of domestic and foreign breeding that form the highest productivity are highlighted. Varieties from France – Niveau (5.19 t/ha), Cornetto (4.69 t/ha), Jceman (4.69 t/ha); Germany – KW 329217 (4.98 t/ha), KW 440-2-14 (4.75 t/ha); Czech Republic – Pexeso (4.76 t/ha); Sweden – SW Kadrilj (4.68 t/ha). From the domestic collection material, the most productive varieties included varieties from different breeding centers: Vitalia, Junior, Clara, Maestro, Ulyanovsk 105, TIMA, Belyana, Radmir, whose trait value was higher than 3.80 t/ha. According to the duration of the growing season, the samples are divided into groups of early-maturing, medium- and late-maturing. In the studied cultivars, the period from germination to earing ranged from 34 to 61 days. A short period of "shoots – earing" was formed in the cultivars of Riphor 1, Riphor 6, Riphor 11, Riphor 12, Riphor 13, Novosibirsk 16, Odintsovo (34-39 days). In general, 74 % of the studied samples

are medium-ripe. In the conditions of the Ulyanovsk region, varieties belonging to the medium-ripe and medium-late groups have an advantage in yield.

Keywords: *Breeding, samples*

Пшеница является одной из основных продовольственных культур в сельском хозяйстве России, где составляет основу зернового комплекса страны, от развития которого напрямую зависит ее обеспеченность продовольствием. Новые перспективные сорта яровой пшеницы в агроэкологических условиях нашего региона одни из эффективных и наиболее доступных ресурсов повышения величины и качества урожая, увеличения конкурентоспособности [1]. Внедрение в производство новых высокопродуктивных сортов, характеризующихся высоким приспособлением к местным условиям выращивания, отвечает требованиям развития сельского хозяйства на современном уровне [2]. Максимальная урожайность достигается при условии наиболее оптимального сочетания всех элементов генофонда [3]. Актуально использовать в качестве исходного материала адаптивных генотипов различного происхождения с высокой экологической устойчивостью к неблагоприятным и экстремальным условиям регионов [4]. Вместе с тем практика показывает, что создание и совмещение в генотипе блоков местных коадаптированных генов позволяет преодолевать нежелательные корреляции и создавать сорта, сочетающие в себе высокую продуктивность, широкую адаптивность. Результаты работы селекционеров многих стран свидетельствуют, что исходный генофонд, подбор родительских компонентов в скрещивания более чем на 50 % определяет успех в селекции, и сегодня уже не приходится доказывать значение привлечения разнообразного генетического материала, в том числе доноров коадаптивности для создания новых эффективных сортов.

Цель исследования – изучение продолжительности вегетационного периода, выявление урожайных сортов отечественной и зарубежной селекции среди коллекционных образцов для дальнейшего использования в селекционных программах скрещивания в качестве источников.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования использованы коллекционные сортообразцы различного эколого-географического происхождения, преимущественно полученные в разные годы из Всероссийского центра генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), источники и доноры хозяйственно ценных признаков и свойств.

Вегетационный период характеризовался умеренно дождливой и теплой погодой в мае, пониженным температурным режимом и незначительными осадками в июне, засушливой погодой и пониженными ночными температурами в июле, жаркой засушливой погодой в августе. Сумма активных температур за май...август накопилась 2316 °С, при норме 1790 °С. За период развития растений с мая по июль месяц выпало 90,6 мм осадков при норме 166 мм. Гидротермический коэффициент составил 0,5 при норме 1,0.

В ходе полевых исследований в коллекционном питомнике в 2023 году было изучено 413 образцов. Сравнение исходного материала проводили с сортом Ульяновская 105. Коллекцию высевали по эколого-географическому принципу на делянках площадью 3,0 м² в трёхкратной повторности. Посев производился селекционной навесной сеялкой ССФК-7. В питомнике были высеяны сортообразцы различных селекционных центров Российской Федерации, а также зарубежной селекции: Швеции, Чехии, Австралии, Испании, Великобритании, Нидерландов, Германии, Казахстана, Финляндии, Франции, Польши, США, Канады, Китая, Сирии, Аргентины и других стран. Ежегодно данная коллекция пополняется новыми образцами, в том числе с известными генами, что позволяет их эффективно использовать в качестве доноров интересующих признаков.

Исследования и учёты проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5].

Учёт урожайности с делянок проводили методом сплошного обмолота комбайном WintersteigerClassic, после приведения зерна к 14 % влажности и 100 % физической чистоте по общепринятым методикам.

Результаты и обсуждение. По итогам оценки продуктивности коллекционных образцов выявлено – в число лучших вошли сорта различного эколого-географического происхождения. Они активно включаются в селекционный процесс с местными адаптированными перспективными линиями для создания гибридных популяций. В таблице 1 дана информация о количестве образцов.

Таблица 1

Количество перспективных образцов зарубежных стран

Название	Кол-во	Название	Кол-во	Название	Кол-во
РФ	207	Аргентина	3	Сирия	3
Казахстан	8	Нидерланды	3	Кения	3
Украина	5	Китай	10	Польша	20
Белоруссия	4	Непал	1	Бельгия	1
Норвегия	1	Австралия	11	Великобритания	8
Австрия	1	Афганистан	1	Чехия	13
Канада	17	Кыргызстан	1	Греция	1
Финляндия	1	Турция	1	Эстония	3
Швеция	15	Германия	42	Швейцария	14
Мексика	10	Франция	11	Испания	3
США	5	Италия	1	Кипр	1
Всего					413

В год изучения в коллекционном питомнике наибольшая продуктивность сформировалась у образцов, созданных во Франции – Niveau, Cornetto, Jceman – 5,19, 4,69, 4,69 т/га; Германии – KW 329217, KW 440-2-14 – 4,98, 4,75 т/га; Чехии – Пексесо – 4,76 т/га; Швеции – SW Kadriļj – 4,68 т/га (табл. 2). Среднее значение урожайности у стандарта по коллекционному питомнику 3,43 т/га.

Коллекционные образцы яровой пшеницы с наибольшей урожайностью

Название сорта	Происхождение	Урожайность зерна, т/га
SW Kadriļj	Швеция	4,68
Пексесо	Чехия	4,76
Attis	Германия	4,56
KW 440-2-14	Германия	4,75
KW 329 2 17	Германия	4,98
KW 360 2 17	Германия	4,62
Cornetto	Франция	4,69
Niveau	Франция	5,19
Jсeman	Франция	4,69
Patricia	Франция	4,58
Ульяновская 105	Россия	3,43

В число десяти наиболее продуктивных сортов из Российской Федерации в коллекционный питомник входят: Виталия (Владимировская область) – 4,37; Юниор (Алтайский край) – 4,19; Клара (Кировская область) – 3,91; Маэстро (Рязанская область) – 3,91; Ульяновская 105 – 3,85, 3,84 и 3,79; ТИМА, Беяна, Радмира (Московская область) – 3,99, 3,84 и 3,81 т/га.

В условиях Ульяновской области для формирования наибольшей продуктивности преимущество имеют сорта по продолжительности вегетационного периода, относящиеся к среднеспелым и среднепоздним. Это подтверждается и результатами оценки признака у коллекционных образцов. В таблице 3 расположены фазы продолжительности вегетационного периода сортообразцов.

Период от всходов до колошения колебался от 34 до 61 суток. Короткий период «всходы – колошение», сформировался у сортообразцов Рифор 1, Рифор 6, Рифор 11, Рифор 12, Рифор 13 (Ленинградская область), Новосибирская 16 (Новосибирская область), Одинцовская (Челябинская область) – 34...39 дней. Также максимальное количество дней в периоде: 55 дней – ЛАН-13 (Ленинградская область), Ульяновская 105 (Ульяновская область) и Балкыш (Республика Татарстан); 56 дней – Наставник (Пензенская область), Аль Варис (Республика Татарстан) и 61 день – ЛАН-4 (Ленинградская область).

Период «колошение – созревание» варьировал от 29 до 49 дней. Наиболее сокращенный он оказался у образцов Saffran (Швеция) – 29 дней, K-46563, Batalj (Швеции), SWKungslet (Швейцарии), ЛАН-4 (Ленинградская область) – 31 день и SWKronjetvelutinum, Lavett (Швеции) – 32 дня. Самый длительный был у следующих образцов: Caral (Швейцарии), FinsiF 2000 (Мексика), Печерянка (Украины), ЛАН-17 (Ленинградская область), Ырым (Кыргызстана) – 47 дней, Hawk 12, Korongo (Кения), Л-656 (Саратовская область) – 48 дней и Panifor (Финляндия) – 49 дней.

**Распределение коллекционных образцов по продолжительности фаз
вегетационного периода**

Период «всходы-колошение»		
Количество дней	Количество образцов	Процент
34...42	45	11
43...52	334	81
53...61	34	8
Всего	413	100
Период «колошение-восковая спелость»		
29...35	28	7
26...42	312	76
43...49	73	18
Всего	413	100
Период «всходы-восковая спелость»		
76...83	67	16
84...91	305	74
92...100	40	10
Всего	413	100

По продолжительности вегетационного периода изучаемые образцы в большинстве среднеспелые (84...91 дней) – 74 %, раннеспелые (76...83 дней) – 16 %, среднепоздние (92...100 дней) – 10 %.

Заключение. В коллекционном питомнике выделены урожайные сорта пшеницы мягкой яровой, которые будут использоваться нами в дальнейшей работе по созданию нового селекционного материала, характеризующегося наличием в генотипе коадаптированных комплексных генов. По итогам оценки урожайности коллекционных образцов выявлено, что высокую потенциальную урожайность имели преимущественно зарубежные сорта. В погодных условиях исследуемого года вегетационный период у изучаемых образцов в 74 % был среднеспелым.

Список литературы

1. Донгак М. М. Результаты исследования селекционных линий яровой пшеницы в Республике Тыва // The Scientific Heritage. 2021. № 74-1(74). С. 3-6.
2. Сакер С., Вертикова Е. А., Хомутова А. А. Сравнительная оценка сортов яровой мягкой пшеницы на урожайность и качество зерна // Вавиловские чтения: Материалы международной научно-практической конференции. Саратов: ООО Амирит, 2020. С. 235-237.
3. Таранова Т. Ю., Кинчарова А. И., Дёмина Е. А., Муллаянова О. С., Чекмасова К. Ю. Селекционная оценка исходного материала яровой мягкой пшеницы по продуктивности и ее элементам // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. № 5(170). С. 81-88.
4. Дёмина Е. А., Таранова Т. Ю., Кинчарова А. И., Муллаянова О. С., Чекмасова К. Ю. Источники ценных признаков для селекции яровой мягкой пшеницы в Среднем Поволжье // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15, № 4(60). С. 21-26.
5. Салихова О.А., Тихончуков П.В. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1985. Вып.1. 267 с.

Лук шалот: озимые формы, перспективные коллекционные образцы

*Т. М. Середин¹, В. М. Мотов², М. В. Мотова²,
Н. А. Хаустова³, А. В. Гончаров³*

¹*Федеральный научный центр овощеводства,
пос. ВНИИССОК, Российская Федерация*

²*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

³*Российский государственный университет народного хозяйства
им. В.И. Вернадского,
г. Москва, Российская Федерация*

Аннотация. *В настоящих исследованиях обобщены полученные многолетние данные по озимой культуре лука шалота в условиях Одинцовского городского округа (Московская область) Российской Федерации. Охарактеризован коллекционный и селекционный питомники лука шалота генетической коллекции лаборатории селекции луковых культур (Федеральный научный центр овощеводства) и коллекции отдела овощных культур ФИЦ Всероссийский научно-исследовательский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Цель исследований: подбор образцов и сортов, способных перезимовывать и формировать полноценное гнездо луковиц лука шалота. Материалом исследований являлись 4 коллекционных образца и 13 сортов лука шалота с различной окраской сухих покровных чешуй и формой луковицы. Методика исследований была общепринятой для лука шалота. В исследованиях преобладали образцы и сорта с жёлтой окраской сухих чешуй, также были формы с розовой и коричневой окраской. Определено, что высадка луковиц шалота в озимой культуре была оптимальной – вторая декада октября. Показано, что зимостойкость лука шалота в условиях Нечерноземной зоны РФ в среднем составила 82 %. Максимальная масса луковицы была отмечена у группы образцов Ш-18, Ш-22 и сорта Овальный. Было определено, что коллекционный образец Ш-22 показал себя как урожайный, также подходит для выращивания как в озимой, так и в яровой культуре.*

Shallots: winter forms, promising collection samples

*T. M. Seredin¹, V. M. Motov², M. V. Motova²,
N. A. Khaustova³, A. V. Goncharov³*

¹*Federal Scientific Center of Vegetable Growing,
VNISSOK village, Russian Federation*

²*Federal Agricultural Scientific Center of the North-East
Kirov, Russian Federation*

³*Russian State University of National Economy
named after V.I. Vernadsky
Moscow, Russian Federation*

Annotation. *The present studies summarize the long-term data obtained on the winter culture of shallots in the conditions of the Odintsovo city district (Moscow region) Of the Russian Federation. The collection and breeding nurseries of shallots of the genetic collection of the Laboratory of Onion crop Breeding (Federal State Budgetary Institution Federal*

Scientific Center for Vegetable Growing) and the collections of the Department of Vegetable crops of the All-Russian Scientific Research Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov are characterized. The purpose of the research was to select samples and varieties capable of overwintering and forming a full-fledged nest of shallot bulbs. The objectives of the research included: determining the optimal timing of bulb planting, selecting the shapes of shallots with minimal bulb formation after overwintering. The research material was 4 collection samples and 13 varieties of shallots with different colors of dry integumentary scales and the shape of the bulb. The research methodology was generally accepted for shallots. The studies were dominated by samples and varieties with yellow coloring of dry scales, and there were also forms with pink and brown coloring. It was determined that the planting of shallots in winter crops was optimal - the second decade of October. It is shown that the winter hardiness of shallots in the conditions of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation averaged 82 %. The maximum weight of the bulb was noted in the group of samples Sh-18, Sh-22 and the Oval variety. It was determined that the collection sample Sh-22 proved to be productive, and is also suitable for cultivation in both winter and spring crops.

По данным Плиния, название *Allium ascalonicum* L. происходит от названия города Аскалон в Иудее. Известен шалот также в Бенгалии и Пенджабе. Но в Палестине шалот не был найден, поэтому Декандоль считал его разновидностью *A. sepa* L., которая видоизменилась в культуре. Местом происхождения этого вида ряд исследователей считает Сирию, Египет и Грецию. Однако произрастание его в Египте в диком состоянии недостоверно [1]. Лук шалот как самостоятельный ботанический вид выделил Карл Линней в середине XVIII века, однако в настоящее время большинство биологов, работающих с растениями рода *Allium* L., считают его формой лука репчатого, размножающейся преимущественно вегетативно [2]. По Роксбургу (1832), *A. ascalonicum* широко возделывали в Индии, и он мало чем отличался от *A. Sepa* L. Баухин (1620) дал ему название *Sepa sterelis* как видоизмененную форму. В огороде Карла Великого шалот уже был. В XII веке в словаре Горланда дается французская форма слова – Eschaloighe. Также имеются сведения о шалоте, относящиеся к 1261 году. В средние века культура шалота наравне с чесноком и луком репчатым была очень распространена в Нормандии [3]. Возделывать луки начали с глубокой древности, о чем свидетельствуют научные труды естествоиспытателей за рубежом и в отечественных исследованиях [4]. Лук шалот (*Allium ascalonicum* L.) также называют шарлот, шалотка, сорокозубка, кущёвка, кустовка, корчушка, семейный, плодушка. Центром происхождения лука шалота Н. И. Вавилов считал Эфиопию, а также немного позднее А. В. Кузнецов (1970) на основании исследований миграции луковых растений по регионам Средиземноморья подтвердил, что именно этот центр является родиной лука шалота.

Цель исследований – подбор образцов и сортов, способных перезимовать и сформировать полноценное гнездо луковиц лука шалота.

Материалы и методы. Изучены четыре коллекционных образца, полученные из генетической коллекции ВНИИГР им. Н. И. Вавилова (различного эколого-географического происхождения), и 13 сортов лука шалота с различной окраской сухих покровных чешуй и формой луковицы коллекции лаборатории селекции и семеноводства луковых культур (ФГБНУ ФНЦО). В качестве стандарта был взят районированный с 2020 года сорт лука шалота Дачная соната. Методика исследований – общепринятая для лука шалота с использованием ОСТА 4671-78, этап I. Лабораторно-полевые опыты – по общепринятой методике (Доспехов, 1985), «Методическим указаниям по экологическому испытанию овощных культур в открытом грунте» (1987), «Методическим указаниям по селекции луковых культур» (1997).

Результаты и обсуждение. В условиях изучаемых лет (2021...2022 гг.) были получены результаты по испытанию коллекционного питомника лука шалота (озимая форма), который был высажен в третьей декаде октября 2020 года, данные представлены в таблице.

Таблица

Хозяйственно ценные признаки лука шалота (подзимняя посадка) (2021...2023 гг.)

Сортообразец	Число луковиц с делянки, шт.	Масса луковиц с делянки, шт.	Масса луковицы, г	Окраска луковицы	Форма луковицы
Ш-18	35	778,7±77,8	22,4±2,2	Желтая	Округло-плоская
Ш-20	45	476,6±47,6	10,6±1,0	Розовая	
Ш-21	22	298,9±29,8	13,6±1,3	Желтая	
Ш-22	11	390,9±39,0	35,5±3,5	Розовая	Округло-плоская
Батя	9	162,1±16,2	18,0±1,8	Желтая	Округло-плоская
Варяг	23	404,3±40,4	17,6±1,7		Овальная
Вяземский 5	22	240,3±24,0	11,1±1,1		Округло-плоская
St Дачная соната	34	478,6±47,8	14,1±1,4		Округлая
Колобок	12	192,3±19,2	16,1±1,6		Округло-плоская
Красное золото	17	184,4±18,4	10,9±1,0		Коричневая
Макарьевский	9	172,7±17,2	19,2±1,9	Розовая	Овальная
Овальный	7	150,1±15,0	21,4±2,1		Округлая
Подворье 2019	31	226,8±22,6	7,4±0,7	Желтая	Округло-плоская
Сибирский желтый	10	140,4±14,0	14,5±1,4		
Уральский красный	18	260,6±26,0	14,5±1,4	Розовая	Округлая
Ферапонт	7	120,2±12,0	17,2±1,7		
Чиполуччо	6	76,7±7,6	12,8±1,2	Желтая	Овальная
НСР ₀₅	0,3	0,9	1,1	-	-

В исследованиях преобладали образцы и сорта с жёлтой окраской сухих чешуй, также были формы с розовой и коричневой окраской. Определено, что высадка луковиц шалота в озимой культуре была оптимальной – вторая декада октября. В более поздние сроки посадки луковиц было отмечено появление стрелок и формирование минимального числа луковиц в гнезде.

Зимостойкость лука шалота в условиях изучаемых лет в среднем составила 82 %. Под урожай 2021 года, в зависимости от имеющегося посадочного материала, по образцам и сортам было высажено от 5 до 15 луковиц. У сортов Чиполуччо, Ферापонт, Овальный, Макарьевский и Батя было получено минимальное число луковиц – 6...9 с делянки.

Масса луковиц у этих сортов колебалась от 76,7 до 172,7 г в зависимости от крупности и формы луковиц. По полученным данным, необходимо отметить, что максимальная масса луковиц была отмечена у образца Ш-18 (778,7 г) и с делянки получено 35 луковиц. У коллекционного образца Ш-22 было получено 11 луковиц с делянки, масса их составила 390,9 г, что является максимальной массой из всех образцов.

В дальнейших исследованиях по луку шалоту будет охарактеризован биохимический состав луковиц и дана сравнительная характеристика озимого и ярового шалота.

Заключение. В ходе исследований были определены оптимальные сроки высадки луковиц шалота: вторая декада октября. Коллекционный образец Ш-22 показал себя как урожайный и подходит для выращивания как в озимой, так и в яровой культуре. В среднем, по сортам и коллекционным образцам зимостойкость за годы исследований составила 82 %.

Список литературы

1. Казакова А. А. Культурная флора СССР. Том X. Лук. Л.: Изд-во Колос, 1978.
2. Кокорева В. А., Титова И. В. Лук, чеснок и декоративные луки. М.: Изд-во Ниола-Пресс, 2007.
3. Агафонов А. Ф. Шалот – лук для всей семьи // Мир садовода. 2009. № 12. С. 4.
4. Выращивание лука шалота в условиях Нечерноземья и на юге Западной Сибири / Т. М. Середин, В. В. Шумилина, А. Ф. Агафонов, С. В. Жаркова и др. Омск, 2019. 44 с.

Специфика функционирования фотосинтетического аппарата разных видов злаковых культур

С. А. Чуракова

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *Оценивались основные параметры флуоресценции хлорофилла *a* фотосистемы 2 с использованием JIP-теста с помощью флуорометра Fluor Pen FP 110/S (Photon Systems Instruments, Czech Republic). Несмотря на наименьший уровень потоков энергии, приходящихся на активный реакционный центр, пшеница более эффективно сохраняет полученную энергию для переноса на ФС1. Ячмень и овес при значительной схожести процессов поглощения и переноса энергии, обладали большими ее потерями. Овес с преимуществом относительно ячменя на 26,2 % в сохранении энергии и меньшими ее потерями внутри ФС2, на этапе переноса электронов на ФС1 значительно снизил значение параметра PI_{ABS_total} , достигнув уровня ячменя.*

Ключевые слова: *яровая пшеница, пленчатый овес, яровой ячмень, флуоресценция, хлорофилл *a**

The specific functioning of the photosynthetic apparatus in different types of cereal

S. A. Churakova

*Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N.V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation*

Annotation. *The main parameters of chlorophyll *a* fluorescence of photosystem 2 were evaluated using the JIP-test with a fluorometer Fluor Pen FP 110/S (Photon Systems Instruments, Czech Republic). Although the level of energy flow attributed to the active reaction center was lowest, wheat accumulated the received energy more efficiently and transmitted it to photosystem 1. Barley and oats had similar processes of energy absorption and transfer, but they had high energy losses. Oats, with a 26.2 % advantage over barley in terms of energy saving and reduced energy losses in PS2, significantly decreased the value of the PI_{ABS_total} parameter during the electron transfer process in PS1 and reached the level of barley.*

Keywords: *spring wheat, husked oats, spring barley, fluorescence, chlorophyll *a**

Фотосинтез – процесс, обеспечивающий растительную клетку энергией, способствуя не только устойчивости к стрессовым факторам, но и продуктивности растения. За счет энергии электронов, возбужденных фотонами и проходящих по электрон-транспортной цепи от ФС2 к ФС1, их конечному акцептору, происходит важнейший процесс – синтез АТФ [1, 2]. Интенсивность индукции хлорофилла *a* может меняться в значительных пределах под воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды [3, 4]. Изучение работы фотосинтетического аппарата в нормальных условиях у разных видов злаковых культур представляет интерес для понимания особенностей функ-

ционирования ФС2 и эффективности переноса энергии внутри этой системы и за ее пределами. Эти данные могут быть использованы для понимания, на что обратить внимание при селекции конкретного вида и получения наиболее продуктивного сорта в специфических условиях среды отдельного региона [5].

Материалы и методы. Объектом исследования служили сорта ячменя (Новичок, Добряк, Памяти Родины, Родник Прикамья, Белгородский 100), овса (Медведь, Сапсан, Кировский 2, Аргамак, Фаленец) и пшеницы (Линия 2, Саратовская 29, Карабалыкская 98, Маргарита, Баженка). Для оценки параметров кинетики индукции флуоресценции хлорофилла использовались двухнедельные проростки, выращенные при фотопериоде 16/8 ч (день/ночь) и комнатной температуре на полном питательном растворе. Флуоресценцию хлорофилла *a* регистрировали на адаптированных к темноте листьях в течение 20 минут с использованием флуорометра Fluor Pen FP 110/S (Photon Systems Instruments, Czech Republic) согласно руководству производителя. Индукционные кривые флуоресценции хлорофилла *a* инициировали красным светом длиной волны 650 нм интенсивностью $3000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Оценивали следующие параметры: F_0 (минимальная флуоресценция); F_m (максимальная флуоресценция); F_v/F_m (максимальный квантовый выход ФСII); δ_{RE} (эффективность электронного транспорта от Q_B до первичного акцептора ФСI); специфические потоки энергии внутри ФС2 (ABS/RC – поток адсорбированной световой энергии; TR_0/RC – максимальный поток захваченных экситонов; ET_0/RC – поток электронного транспорта от Q_A до Q_B ; DI_0/RC – поток энергии, рассеянной в виде тепла); перфоманс-индексы сохранения энергии от адсорбированного фотона до редукции Q_B (PI_{ABS}) или до акцептора ФСI (PI_{ABS_total}). Более подробно о параметрах ОЖР-теста можно узнать в статье [6].

Статистическую обработку данных проводили с помощью программ Microsoft Excel 2016 с использованием методов вариационной статистики.

Результаты и обсуждение. Увеличение флуоресценции от F_0 до F_m (рис. 1) отображает окислительно-восстановительное состояние пластохинона Q_A , который запускает поток электронов в процессе фотосинтеза. При максимальных значениях начальной и максимальной флуоресценции у ячменя переменная флуоресценция ($F_v = F_m - F_0$) проявилась у пшеницы с преобладанием перед ячменем и овсом на 4,8 и 21,49 % соответственно.

Параметр F_v/F_m рассчитывается по формуле $(F_m - F_0)/F_m$ для оценки средневзвешенного квантового выхода для всех комплексов ФС2. Известно, что при значении параметра выше 0,74 состояние растения считается благополучным.

На рисунке 2 показаны средние значения параметра и его вариабельность. Ячмень и овес при одинаковом среднем значении параметра обладают значи-

тельной разницей в вариабельности. У пшеницы при вариабельности в 0,63 % на 6,02 % больше потенциальная эффективность квантового выхода.

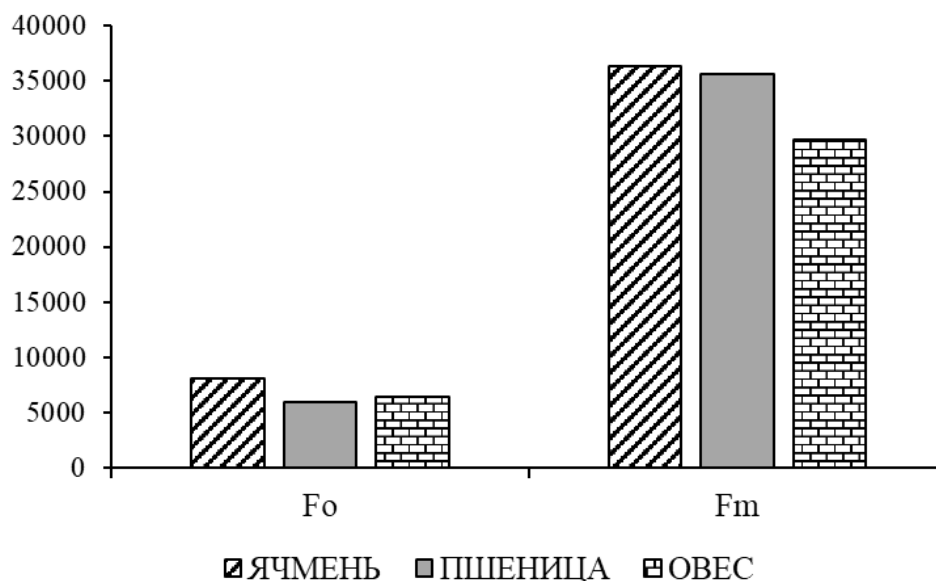


Рис. 1. Величины начальной (F_0) и максимальной (F_m) флуоресценции хлорофилла

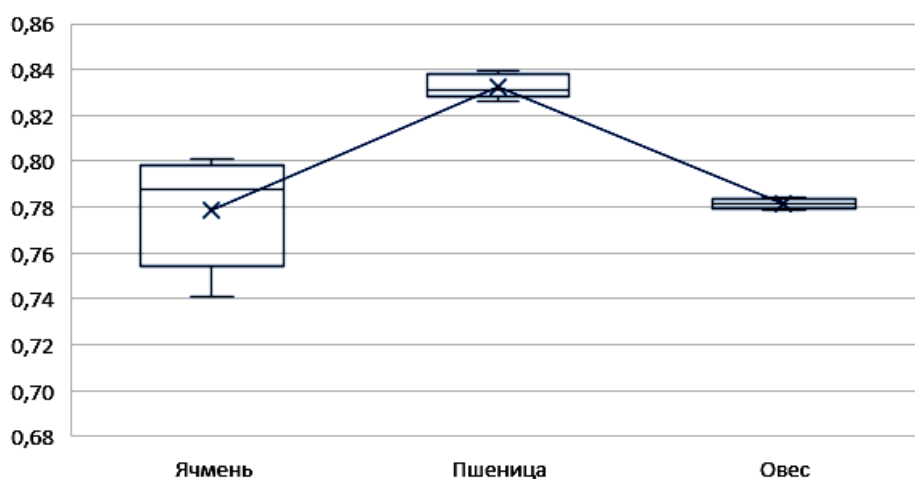


Рис. 2. Эффективность фотохимического преобразования энергии в ФС2 (F_v/F_m)

Говоря о потоках энергии, можно проследить путь энергии фотонов от ее поглощения до вторичного акцептора, включая потери в виде тепла. На рисунке 3 прослеживается схожий характер для всех параметров, но с некоторой разницей в амплитуде значений. При большем потенциале квантового выхода, все потоки энергии внутри ФС2 пшеницы снизились на 11,56...17,12 % относительно максимальных значений группы.

Ячмень занял лидирующие позиции по захвату и передаче электронов во всех потоках энергии, в том числе и ее потерях. Среднее поглощение реакционным центром (ABS/RC) увеличивается вследствие инактивации реакционных центров и большего размера антенны светособирающего комплекса ФС2. Поглощенные фотоны активируют первичное разделение зарядов

(TR_0/RC), что приводит к потоку электронов от Q_A до Q_B (ET_0/RC). При увеличенном потоке поглощения фотонов реакционные центры закрываются, при этом выделяя энергию в виде тепла (DI_0/RC).

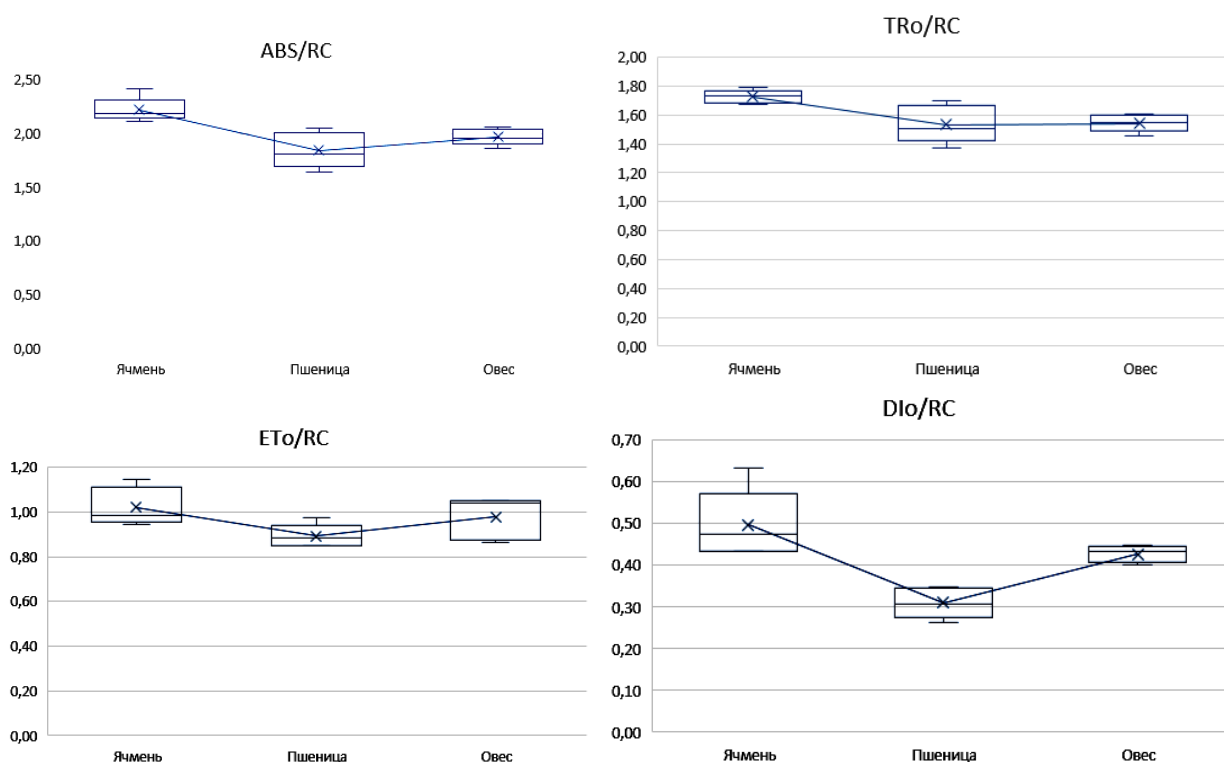


Рис. 3. Потоки энергии в перерасчете на один активный реакционный центр

Следуя этому описанию, можно отметить, что функционирование ФС2 трех изучаемых видов злаков при поглощении энергии и дальнейшем передвижении электронов не нарушено. Подобная динамика может быть обоснована различным содержанием хлорофилла растений разных видов. В других исследованиях была показана корреляция между хлорофилльным фотосинтетическим потенциалом и содержанием хлорофилла для сортов ячменя и овса [7].

Еще одним параметром, показывающим путь электрона после захвата, является δ_{RE} (эффективность, с которой электрон от вторичного акцептора Q_B передается на акцептор ФС1) (рис. 4).

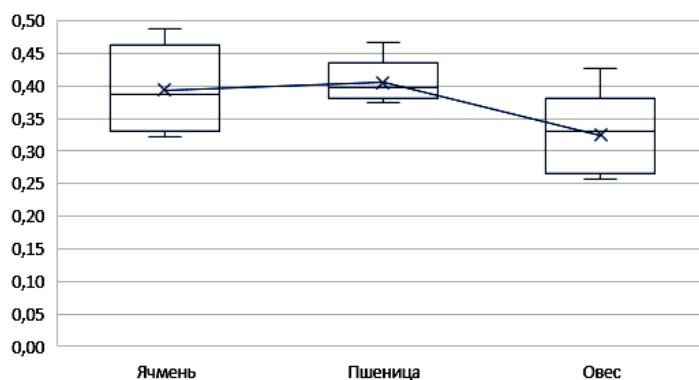


Рис. 4. Эффективность переноса электрона от вторичного акцептора к ФС1

Несмотря на показатели менее эффективной работы реакционных центров у пшеницы, вероятность переноса электронов из ФС2 в ФС1 показала у нее наилучшие результаты в группе. Сокращенные потери энергии привели к более продуктивному электронному транспорту внутри фотосистемы. Также можно предположить, что минимальный показатель параметра ABS/RC свидетельствует о значительном количестве активных реакционных центров, которые смогли результативно поглотить и передать энергию дальше по цепи.

Итоговым результатом транспорта энергии является ее сохранение для последующего химического преобразования в процессе жизнедеятельности растений. Параметрами оценки этой характеристики являются перфоманс-индексы PI_{ABS} (сохранение энергии от фотона до редукции Q_B) и PI_{ABS_total} (сохранение энергии от фотона до редукции акцепторов ФС1) (рис. 5).

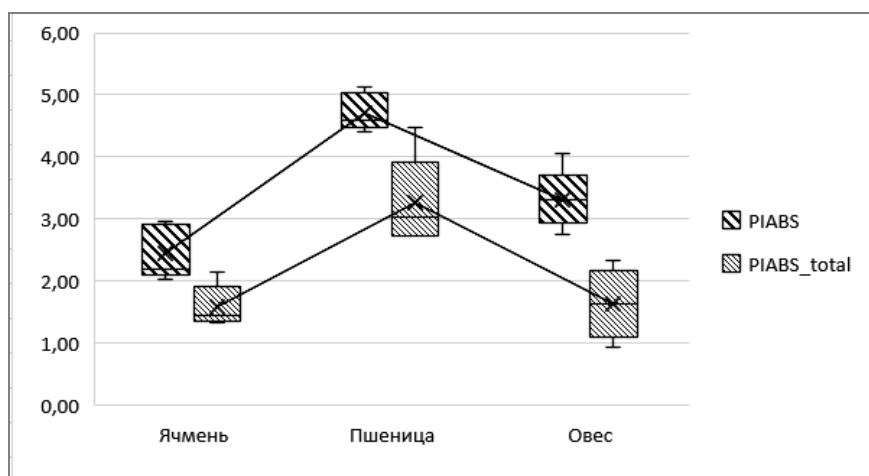


Рис. 5. Перфоманс-индексы сохранения энергии

Первый параметр дает характеристику эффективности сохранения энергии внутри ФС2, второй – до конечного переноса в ФС1. Доказывая предыдущие выводы об эффективности переноса энергии, пшеница показала максимальные значения обоих индексов, превышая ближайшие к ней результаты овса на 29,66 и 49,85 % для PI_{ABS} и PI_{ABS_total} соответственно. Можно заметить, что овес, обладая большей эффективностью сохранения энергии внутри ФС2, чем ячмень (на 26,2 %), при дальнейшем транспорте энергии до ФС1 потерял преимущественную разницу, практически сравнив результаты (2,44 %).

Заключение. Таким образом, разные виды злаков показали как общие черты функционирования ФС2, так и значительные различия, влияющие на итоговую продуктивность фотосинтеза. Проследив путь потока энергии от ее захвата до окисления акцептов ФС1, можно сказать, что пшеница, обладая минимальными средними значениями параметров потоков энергии на один реакционный центр, способна более эффективно сохранить ее до конечной точки транспорта электронов. Ячмень и овес характеризовались значительной

схожестью процессов поглощения и переноса энергии. При этом один активный реакционный центр ячменя в среднем оказался самым продуктивным, но потерял большую часть энергии в процессе передачи энергии по электронтранспортной цепи. Овес на пути передачи электрона со вторичного акцептора на ФС1 потерял значительную часть энергии, обладая большим потенциалом при ее преобразовании внутри ФС2. Параметр F_v/F_m способен охарактеризовать не только влияние стресса на работу ФС2 [8], но и в целом дать оценку функционирования системы в нормальных условиях при необходимости анализа большого количества экземпляров, тем самым упростив работу селекционеров.

Список литературы

1. Baker N. R. Chlorophyll Fluorescence: A Probe of Photosynthesis In Vivo // Annual Review of Plant Biology. 2008. 59(1). P. 89-113.
2. Strasser R. J., Srivastava A., Tsimilli-Michael M. The fluorescence as tool to characterize and screen photosynthetic samples // Probing Photosynth. Mech. Regul. Adapt. 2000. P. 443-480.
3. Zhang X., Liu W., Lv Ya., Li T., Tang J., Yang X., Bai J., Jin X., Zhou H. Effects of drought stress during critical periods on the photosynthetic characteristics and production performance of naked oat (*Avena nuda* L.) // Scientific Reports. 2022. T. 12. № 1. P. 1-11.
4. Kalaji H. M., Rastogi A., Živčák M., Brestic M., Daszkowska-Golec A., Sitko K., Alsharafa K. Y., Lotfi R., Stypiński P., Samborska I. A., Cetner M. D. Prompt chlorophyll fluorescence as a tool for crop phenotyping: an example of barley landraces exposed to various abiotic stress factors // Photosynthetica. 2018. V. 56(3). P. 953-961.
5. Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D., Kalaji H. M., Mastalerczuk G., Bąba W., Noras K. Can photosynthetic performance of oat (*Avena sativa* L.) Plants be used as bioindicator for their proper growth conditions? // Chiang Mai Journal of Science. 2019. T. 46. № 5. P. 880-895.
6. Лисицын Е. М., Чуракова С. А. Работа фотосистемы II листьев ярового ячменя под воздействием ионов марганца // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023. Т. 24(1). С. 66-76.
7. Sidko A. F., Pisman T. I., Botvich I. Yu., Shevyrnogov A. P. Estimation of Chlorophyll Content of Barley and Oats Crops Based on Reflectance Spectra Obtained by Ground-Based Remote Measurements // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. 2016. №9 (8) P. 1333-1339
8. Juzon K., Idziak-Helmcke D., Rojek-Jelonek M. et al. Functioning of the Photosynthetic Apparatus in Response to Drought Stress in Oat × Maize Addition Lines // International Journal of Molecular Sciences. 2020. №21 (18). P. 1-25.

Закономерности формирования урожайности сортов озимой ржи в условиях Волго-Вятского региона РФ

М. Г. Шамова, Е. И. Уткина

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. В статье изложены результаты изучения хозяйственно ценных признаков 36 сортов озимой ржи отечественной селекции в условиях центральной зоны Кировской области в 2021...2022 гг. Изучение элементов структуры урожая дает возможность установить закономерности формирования урожайности в зависимости от генотипа и факторов внешней среды. Исследования показали, что в условиях Волго-Вятского региона наибольшая урожайность выявлена у сортов Графиня и Лика (4,05...4,20 т/га) селекции ФАНЦ Северо-Востока и сортов Дана, Эра и Эврика (4,02...4,50 т/га) Ленинградского НИИСХ «Белогорка». Данные сорта характеризуются высокой зимостойкостью (7,0...9,0 баллов) и регенерационной способностью (80...100 %), что является гарантом высокой урожайности в условиях Северо-Восточного региона. Корреляция урожайности с зимостойкостью составила $r = 0,85$. Установлено, что на урожайность сортов в опыте так же оказывают влияние количество продуктивных стеблей с единицы площади ($r = 0,76$), количество зерен ($r = 0,51$) и колосков в колосе ($r = 0,48$). Высокими параметрами продуктивности колоса характеризуются сорта Алиса, Дарвет и Эра, которые могут быть использованы в качестве источников селекционно-ценных признаков в селекции на повышение продуктивных параметров колоса.

Ключевые слова: зимостойкость, поражение снежной плесенью, элементы структуры урожая

Patterns of yield formation of winter rye varieties in the conditions of the Volga-Vyatka region of the Russian Federation

M. G. Shamova, E. I. Utkina

*Federal Agricultural Research Center of the North- East
named after N.V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation*

Abstract. The article presents the results of studying the economically valuable characteristics of 36 varieties of winter rye of domestic breeding in the conditions of the central zone of the Kirov region in 2021...2022. The study of the elements of the crop structure makes it possible to establish patterns of yield formation depending on the genotype and environmental factors. Studies have shown that in the conditions of the Volga-Vyatka region, the highest yields were found in the Grafinya and Lika varieties (4.05...4.20 t/ha) of the Northeastern FANZ breeding and the Dana, Era and Eureka varieties (4.02...4.50 t/ha) of the Leningrad Research Institute "Belogorka". These varieties are characterized by high winter hardiness (7.0...9.0 points) and regenerative ability (80...100 %), which is a guarantee of high yields in the conditions of the North-Eastern region. The correlation of yield with winter hardiness was $r = 0.85$. It was found that the yield of varieties in the experiment is also influenced by the number of productive stems per unit area ($r = 0.76$), the number of grains ($r = 0.51$) and spikelets per ear ($r = 0.48$). Alice, Darvet and Era varieties are characterized by high ear productivity parameters, which can be used as sources of breeding valuable traits in breeding to increase the productive parameters of the ear.

Keywords: winter hardiness, snow mold infestation, crop structure elements

Проблема стабильного производства высококачественного зерна озимой ржи должна решаться, прежде всего, за счет внедрения сортов, адаптивных к условиям региона возделывания. Селекция озимой ржи в условиях Волго-Вятского региона имеет свои особенности: неблагоприятные условия зимнего периода, ежегодное сильное поражение посевов снежной плесенью, низкоплодородные кислые почвы. Изучение элементов структуры урожая дает возможность установить закономерности формирования урожайности в зависимости от генотипа и факторов внешней среды [1], что позволяет разработать комплекс мероприятий по совершенствованию агробиологических и агротехнических приемов для оптимального использования природных условий в получении высокого урожая [2]. В современных условиях сокращения площадей под озимой рожью до предельно низкого уровня (менее 1 млн га), проблема качественных показателей сортов, и в частности урожайности, становится крайне острой. В условиях Нечерноземной зоны урожайность озимой ржи находится в пределах 2...6 т/га [3].

Цель исследований – оценить влияние элементов продуктивности на формирование урожайности сортов озимой ржи в питомнике экологического сортоиспытания в условиях Волго-Вятского региона РФ.

Материалы и методы. Изучение проводили в 2021...2022 гг. на опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Исходным материалом служили 36 районированных и перспективных сортов озимой ржи отечественной селекции. В качестве стандарта использован сорт Фаленская 4. Посев проведен по чистому пару в 3-кратной повторности, площадь делянки 5 м².

Учеты и оценки проведены в соответствии с "Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур" (1983); статистическая обработка результатов исследований – методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием Пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.07.), Microsoft Office Excel.

Результаты и обсуждение. Формирование урожая происходит под воздействием сложного комплекса факторов (погодные условия, почвенный фон, морфо-биологические особенности сорта и т.д.), каждое из которых оказывает определенное влияние на его величину и качество продукции. В условиях Волго-Вятского региона уровень урожайности озимой ржи в первую очередь определяется ее зимостойкостью [4].

Погодные условия 2020/2021 и 2021/2022 гг. были удовлетворительными для роста и развития озимой ржи. Теплая и сухая погода первой половины апреля 2021 г. способствовала интенсивному и дружному снеготаянию. Обильные осадки второй половины месяца (142 % от нормы) привели к

частичному вымоканию, гибели ослабленных растений ржи и изреживанию посевов. Фазы колошения, цветения и формирования зерна проходили в достаточно благоприятных условиях. Урожайность в 2021 г. по сортам была невысокой – 0,22...3,66 т/га. Весенняя погода 2022 года была холоднее обычной, вегетация ржи началась в конце апреля. Регенерация растений проходила активно. Урожайность сортов составила 1,70...5,34 т/га.

В среднем за 2 года урожайность в питомнике экологического сортоиспытания варьировала от 1,10 (Пуховчанка) до 4,50 т/га (Эра). Коэффициент вариации составил 27,8 %. Превысили стандарт Фаленская 4 (3,9 т/га) по урожайности сорта Графиня и Лика (4,05...4,20 т/га) селекции ФАНЦ Северо-Востока и сорта Дана, Эра и Эврика (4,02...4,50 т/га) Ленинградского НИИСХ «Белогорка». Это связано с тем, что данные сорта характеризуются высокой зимостойкостью (7,0...9,0 баллов) и активно отрастают весной после поражения снежной плесенью (на 80...100 %). За 2 года изучения также хорошую урожайность показали сорта Флора, Рушник, Кировская 89 и Парча (3,77...3,87 т/га), несколько уступив стандарту Фаленская 4 (табл. 1). При анализе данных в среднем за 2 года коэффициент корреляции между зимостойкостью и урожайностью составил $r = 0,85$.

Таблица 1

Комплексная характеристика сортов озимой ржи (2021...2022гг.)

Показатель	Пределы варьирования	Фаленская 4, стандарт	CV, %	Выделившиеся сорта по данному признаку
Урожайность, т/га	1,10...4,50	3,90	27,8	Эра, Дана, Лика, Графиня, Эврика (более 4 т/га)
Количество прод. стеблей на 1 м ²	149...656	543	28,6	Лика, Эврика (более 550 на 1 м ²)
Продуктивная кустистость, шт.	3,1...6,0	4,1	15,8	Антарес, Памяти Кунакбаева, Лика, Грань, Роксана (5,5 шт. и более)
Отрастание после поражения снежной плесенью, %	45...100	94,0	24,9	Лика, Кировская 89, Флора, Вятка 2, Рушник, Фаленская 4 (90 % и более)
Зимостойкость, балл	4,1...9,0	8,5	24,7	Лика, Кировская 89, Флора, Вятка 2, Рушник, Фаленская 4 (8,5 баллов и более)
Устойчивость к полеганию, балл	3...5	4,0	10,3	Немчиновский F ₁ , Пуховчанка, Паром, Янтарная, ГП-985, Парча, Виркас, Дана, Эврика, Таловская 45, Крона, Чусовая, (4,7 балла и более)
Масса 1000 зерен, г	24,1...43,8	24,1	14,2	Пуховчанка, Саратовская 10, Марусенька, Саратовская 7, Солнышко, Памяти Бамбышева (более 34 г)

Урожайность является сложным показателем и формируется за счет многих признаков, но основными составляющими являются количество про-

дуктивных стеблей на единицу площади и масса зерна с колоса. На формирование густоты стояния озимой ржи оказывают влияние норма высева семян, полевая всхожесть, зимостойкость, число сохранившихся растений к моменту уборки и продуктивная кустистость. В нашем опыте количество продуктивных стеблей варьировало от 149 (Безенчукская 87) до 656 (Лика) и находилось в тесной положительной корреляции с урожайностью ($r = 0,76$). Продуктивная кустистость растений находилась в пределах от 3,1 до 6,0 стеблей. Максимальное значение (более 5,5) отмечено у сортов: Антарес, Памяти Кунакбаева, Лика, Грань и Роксана. Продуктивная кустистость в большей мере характеризует продуктивность отдельного растения и менее связана с урожайностью, так как у большинства сортов количество продуктивных стеблей возрастает после изреживания посева после перезимовки. Из перечисленных выше сортов только сорт Лика сочетает высокую урожайность (4,2 т/га) с хорошей продуктивной кустистостью (5,5 стеблей).

Масса зерна с колоса определяется длиной колоса, количеством колосков в колосе, озерненностью колоса и крупностью зерна. Длина колоса и количество колосков в колосе – признаки наиболее стабильные ($CV = 11,2$ и $10,8$ % соответственно) и обусловлены в большей степени сортовыми особенностями. Наибольшей длиной колоса (11,55...12,40 см), количеством колосков (36,1...36,4 шт.) и зерен (61,0...63,2 шт.) в колосе характеризуются сорта озимой ржи Алиса, Дарвет и Эра.

В озерненности колоса наследственных закономерностей не установлено. Но при увеличении инфекционной нагрузки урожайность снижается главным образом за счет уменьшения озерненности и массы 1000 зерен [5]. Неодновременность образования побегов озимой ржи так же оказывает отрицательное влияние на озерненность: чем раньше образуется побег, тем большее количество зерен в нем формируется.

Крупность зерна в большей степени обусловлена сортовыми особенностями и корректируется количеством тепла и влаги в период его налива и созревания [2]. Масса 1000 зерен у сортов в опыте варьировала от 24,1 до 43,8 г. и находилась в отрицательной зависимости с урожайностью зерна ($r = -0,67$). Максимальная крупность зерна отмечена у тетраплоидного сорта Пуховчанка (43,8 г) и диплоидных сортов Марусенька и Саратовская 7 – 37,5 и 37,4 г соответственно.

В результате корреляционного анализа установлено, что в условиях Волго-Вятского региона урожайность сортов разных эколого-географических групп имеет положительную достоверную связь с количеством зерен и колосков в колосе, а также плотностью колоса (табл. 2).

**Коэффициенты корреляции урожайности с элементами структуры урожая
и череззерницей**

Длина колоса, см	Количество колосков в колосе, шт.	Количество зерен в колосе, шт.	Вес зерна с колоса, г	Вес зерна с растения, г	Количество зерен с растения., шт.	Плотность колоса, шт./10 см	Череззерница, %
0,31	0,48*	0,51*	-0,03	-0,07	0,23	0,34*	-0,30

* значимо при $p \leq 0,05$; число наблюдений $n = 36$

Заклучение. Таким образом, в условиях Волго-Вятского региона Нечерноземной зоны РФ основным фактором, влияющим на величину урожайности сортов озимой ржи, является устойчивость к неблагоприятным факторам перезимовки и способность к регенерации после поражения снежной плесенью. Изреженность посева из-за низкой зимостойкости может привести к повышению продуктивной кустистости выживших растений и увеличению крупности зерна, но не компенсирует в полной мере плотность агроценоза и урожайность сорта. Урожайность сорта обеспечивается за счет высокой зимостойкости ($r = 0,85$), количества продуктивных стеблей на единицу площади ($r = 0,76$), количества зерен ($r = 0,51$) и колосков в колосе ($r = 0,48$).

В результате комплексной оценки выделены сорта Графиня, Лика, Дана, Эра, Эврика с высокой зимостойкостью (7,6...9,0 баллов) и урожайностью (4,02...4,50 т/га). Сорта Алиса, Дарвет и Эра характеризуются высокими параметрами продуктивности колоса и могут использоваться как источники селекционно-ценных признаков в селекции на повышение продуктивных параметров колоса.

Список литературы

1. Тороп Е. А., Тороп А. А., Чайкин В. В. Интегральные показатели структуры урожая озимой ржи и их определение // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 2. С. 16-18.
2. Петров Н. Ю., Таранова Е. С., Зволинский В. П. Структура урожая и качественные характеристики продукции озимой ржи при регулировании условий среды обитания растений в Северном Прикаспии // Научно-производственное обеспечение развития комплексных мелиораций Прикаспия. М., 2006. С. 278-295.
3. Золотарёва Р. И., Максимов В. А. Структурный анализ озимой ржи в зависимости от сорта и внесения минерального удобрения // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 7-1 (97). С. 151-155. doi.org: 10.23670/IRJ.2020.97.7.024.
4. Уткина Е. И., Кедрова Л. И. Зимостойкость озимой ржи: проблемы и решения // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018; 62 (1):11-18. doi.org: 10.30766/2072-9081.2018.62.1.11-18.
5. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В. Вредоносность главнейших болезней озимой ржи и методы селекции на устойчивость // Докл. ВАСХНИЛ. 1982. № 9. С. 3-5.

СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ: МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИИ, РЕЗУЛЬТАТЫ

УДК 631.524.84:633.13

Предварительные результаты оценки чистой продуктивности фотосинтеза овса пленчатого на окультуренных и алюмокислых почвах

Г. А. Баталова, Е. М. Лисицын
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н.В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. В ходе полевых и лабораторных исследований в условиях опытного поля ФАНЦ Северо-Востока в двух экологических точках (г. Киров, п. Фаленки) на трех почвенных фонах (на окультуренных и алюмокислом) установлено влияние агроклиматических и эдафических факторов на эффективность фотосинтеза овса пленчатого по показателю чистая продуктивность фотосинтеза ($г/м^2 сут$).

Ключевые слова: сорта, линии, почвенный фон

Preliminary results of evaluation of net productivity of photosynthesis of film oats on cultured and alumina soils

G. A. Batalova, E. M. Lisitsyn
Federal Agrarian Research Center of the North-East
named N.V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation

Abstract. In the course of field and laboratory studies in the conditions of the experimental field of the North-East FARC in two ecological points (Kirov city, Falenki village), the influence of agroclimatic and edaphic factors on the efficiency of photosynthesis of oats in terms of net photosynthesis productivity ($g/m^2 day$) was established on three soil backgrounds (cultured and alumo-acid).

Keywords: varieties, lines, soil background

Среди глобальных вызовов сельскому хозяйству наряду с климатическими отмечают и социальные процессы, когда с увеличением численности населения планеты стабильно возрастает потребность в продовольствии. По данным ФАО, численность и доходы населения могут вырасти вдвое к 2050 г., что повысит уровень конкуренции за природные (водные, земельные) и сельскохозяйственные ресурсы. За последние 50 лет производство зерна увеличилось от 1,1 млрд т (1970 г.) до 2,819 млрд т (2023 г.) [<https://www.zol.ru/n/39621>], но при этом в 2023 г. произошло сокращение производства зерна пшеницы на 19 млн т, ячменя – на 9 млн т, овса – на 3 млн т [<https://agrotrend.ru/news/40300-obyavlen-prognoz-globalnogo-sbora-zerna-i-maslichnyh-2023>], что может негативно

отразиться как на кормовой базе животноводства, так и на обеспеченности населения планеты продуктами питания. В структуре питания населения большинства стран мира удельный вес зерновых продуктов составляет не менее 50 % суточной энергетической ценности пищевых рационов, основой которых является зерно, в том числе овес. Овес культура зернофуражная, но при этом является важной составляющей формирования продовольственной корзины человечества, в т. ч. диетического, функционального, лечебно-профилактического [1]. Овес – ценная кормовая культура, выращиваемая как на зерно, так и на зеленый корм, в том числе в гидропонной культуре в зимний период, для получения силоса, сено [2]. Одним из путей увеличения производства зерна и кормовой массы овса является создание и внедрение в производство генотипов с высоким потенциалом чистой продуктивности фотосинтеза. Основой накопления урожая является фотосинтез, это указывает на актуальность создания методами селекции новых генотипов способных накапливать высокую массу растения, в том числе зерна за счет поглощенной энергии солнца. Лимитирующими урожайность и качество зерна факторами в условиях Волго-Вятского региона являются неравномерное распределение тепла и влаги в период вегетации, преобладание низкоплодородных, часто с повышенной кислотностью почв, количество которых в Нечерноземной зоне России насчитывает более 60 млн га [3]. В Северо-Восточном регионе страны данные почвы занимают более 70 % пашни, в Кировской области – более 80 %, из них около 50 % имеют $pH < 4,5$ и повышенное содержание Al^{+3} . Урожайность на данных почвах снижается до 80 % [4]. Ранее нами было показано значимое влияние почвенных фонов на площадь листьев и содержание хлорофилльных пигментов в них [5, 6]. В Продолжение этих работ в настоящем исследовании была поставлена *цель*: на трех почвенных фонах в двух экологических точках селекции оценить перспективные селекционные линии овса пленчатого по показателям чистой продуктивности фотосинтеза.

Материалы и методы. Место проведения исследований – Кировская область, опытные поля и лаборатории ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров и пос. Фаленки). Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая окультуренная: содержание гумуса 2,43 % [по Тюрину, ГОСТ 26213-91], содержание подвижного фосфора – 350...504 мг/кг, обменного калия – 200...240 мг/кг почвы [по Кирсанову, ГОСТ 26207-91], pH солевой вытяжки – 5,7...6,7 (ГОСТ 26212-91); и алюмоокислая на уровне естественного плодородия (экспериментальный участок) Фаленкой селекционной станции (Al^{3+} в пахотном слое 13,86 мг/100 г почвы, в подпахотном 17,73 мг/100 г почвы; $pH = 3,92...3,98$). Исследования проведены в 2023 г., условия вегетации варьировали по экологическим точкам и фазам развития растений овса. За период от посева до созревания ГТК составил 1,73 для условий г. Кирова и 0,95 для Фаленок. При этом в период от посева до всходов осадков в условиях станции не наблюдали.

Исследования выполнены в соответствии с методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [7], стандарт – сорт овса пленчатого Архан. Посев проведен 16 апреля в Кирове, в Фаленках – 25 мая; уборка – селекционными комбайнами Winterstayer и Sampo 130. Статистическая обработка данных с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.07.).

Результаты и обсуждение. В условиях селекционной станции в период от посева до всходов (ГТК = 0,0) осадки отсутствовали, формирование всходов происходило за счет накопившейся в период таяния снега влаги. В этот же период на опытном поле в районе г. Кирова наблюдали избыточное увлажнение (ГТК = 2,72), которое обеспечило дружные всходы, формирование плотного с широким листом куста и хорошее развитие растений в период от выметывания до созревания. Несмотря на неблагоприятные агроклиматические условия вегетации в первой половине вегетации растения овса за период от выхода в трубку до выметывания имели равную по величине чистую продуктивность фотосинтеза на трех почвенных фонах, в том числе на фоне эдафического стресса (рис. 1).

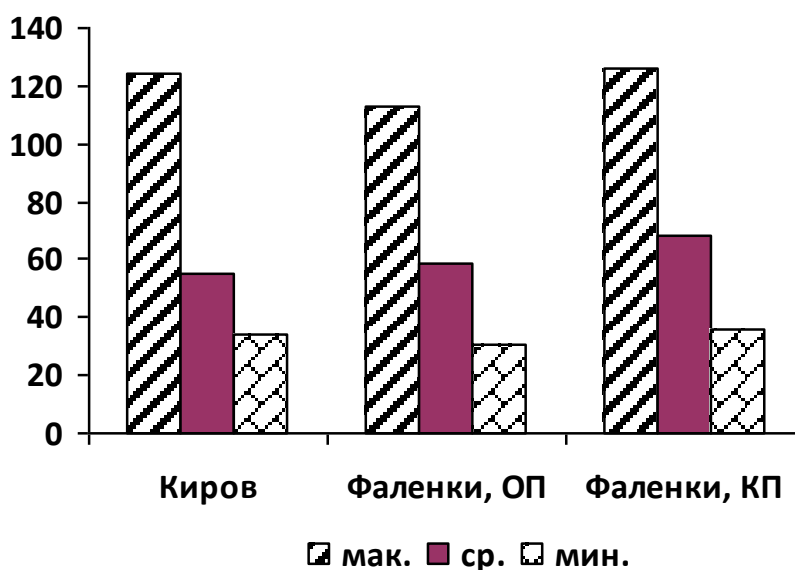


Рис. 1. Чистая продуктивность фотосинтеза (г/м² сут.) на трех почвенных фонах за период «выход в трубку – выметывание»:
мак. – максимальная, ср. – среднее, мин. – минимальная для 10 генотипов

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) сортов и линий овса питомника конкурсного сортоиспытания в период «выход в трубку – выметывание» была положительная, варьировала от 124,3 г/м²·сут. у сорта Кречет до 34,2 г/м²·сут. у линии 20h20 на опытном поле в Кирове, на фоне окультуренных почв Фаленской селекционной станции (ОП) – от 112,8 г/м²·сут. у сорта Кировский 2 до 30,2 г/м²·сут. у линий 25h18 и стандарта – сорта Архан. Средний по почвенным фонам показатель ЧПФ составил: 55,3; 58,5; 68,5 г/м²·сут.

Анализ данных в целом за период «выход в трубку – начало созревания» показал положительные величины ЧПФ для опытного поля в Кирове от 12,59 г/м²·сут. у сорта Кречет до 4,35 г/м²·сут. у линии 18h20 и в среднем для изученных генотипов – 9,06 г/м²·сут. (рис. 2). Для условий почв в Фаленках наблюдали варьирование ЧПФ от положительных величин до отрицательных. На фоне окультуренных почв (селекционный севооборот) показатель ЧПФ изменялся от положительных величин у сорта Кировский 2 (5,27 г/м²·сут.) до отрицательных у линии 19h20 (-5,57 г/м²·сут.) при среднем отрицательном (-1,36 г/м²·сут.). Для стрессовых алюмоокислых почв естественного уровня плодородия ЧПФ варьировала от 1,95 г/м²·сут. у сорта Кречет до отрицательных величин: -5,76 г/м²·сут. у линии 14h20, при среднем минусовом показателе (-1,52 г/м²·сут.).

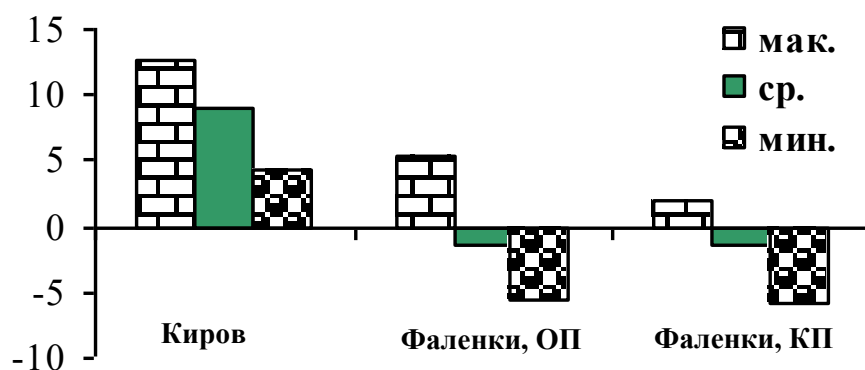


Рис. 2. Чистая продуктивность фотосинтеза (г/м² сут.) на трех почвенных фонах за период «выход в трубку - начало созревания»: макс. - максимальная, ср. – среднее, мин. – минимальная для 10 генотипов

По результатам исследований установлены значимые прямые корреляции между показателями ЧПФ в период от выхода в трубку до выметывания и от выхода в трубку до начала созревания и урожайности зерна для почвенных условий в Кирове ($r = 0,502$ и $0,512$ соответственно, при критическом $r = 0,349$). Для окультуренных почв в Фаленках корреляции были отрицательные, исключение отмечено для периода «выход в трубку - начало созревания», когда корреляция с урожайностью зерна была слабая положительная ($r = 0,265$). В то же время для урожайности, полученной на фоне алюмоокислых почв, установлена значимая положительная корреляция с ЧПФ в период от выметывания до начала созревания ($r = 0,715$).

Анализ корреляций для 36 признаков показал значимое влияние на продуктивность метелки растений овса пленчатого в районе г. Кирова показателей: площадь листьев стебля растения и флагового листа, высоты растений, длины и массы метелки, числа зерен и колосков в ней. Установлено, что урожай с единицы площади возможно регулировать за счет оптимизации плотности продуктивного стеблестоя (количества продуктивных стеблей на единицу

площади), но при этом следует учитывать, что с повышением плотности продуктивного стеблестоя возможно снижение показателя «масса 1000 зерен», а для овса пленчатого возможно при этом увеличение пленчатости зерна. Площадь листьев растения и подфлагового листа в период «выход в трубку» оказала положительное значимое влияние на уровень развития признаков: высота растения, длина и масса метелки, число колосков в ней. Большинство изученных показателей значимо связано с высотой стебля растений овса (r от 0,429 для массы зерна с метелки и до 0,738 для суммарной площади листьев стебля). Аналогично высота растения овса положительно значимо связана с большинством показателей, полученных на фоне эдафического стресса: корреляция от 0,477 с коэффициентом хозяйственной полезности до 0,743 с длиной метелки. Уровень показателя «масса зерна с метелки» определили признаки ее продуктивности (длина, масса, число колосков и зерен в метелке), а также высоту растения, показатели площади листьев. Для признака «масса зерна с метелки» на фоне окультуренных почв Фаленской станции получено меньшее число значимых зависимостей, среди них высота растения и длина метелки, число колосков и зерен в ней, площадь листьев стебля и площадь подфлагового листа.

Заключение. Урожай с единицы площади возможно регулировать за счет оптимизации плотности продуктивного стеблестоя (количества продуктивных стеблей на единицу площади), но при этом следует учитывать, что с повышением плотности продуктивного стеблестоя возможно снижение показателя «масса 1000 зерен» – крупности зерна, а для овса пленчатого увеличение пленчатости зерна. Площадь листьев растения и подфлагового листа в период выхода в трубку оказала положительное значимое влияние на уровень развития признаков: высота растения, длина и масса метелки, число колосков в ней. Большинство изученных показателей (18) значимо связаны с высотой стебля растений овса (r от 0,429 для массы зерна с метелки до 0,738 для суммарной площади листьев стебля).

Список литературы

1. Loskutov I. G., Khlestkina E. K. Wheat, barley, and oat breeding for health benefit components in grain // *Plants* 2021, 10, 86.
2. Вологжанина Е. Н., Баталова Г. А. Новые перспективные сорта и линии пленчатого и голозерного овса укосного и универсального направления // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2022. №4. С. 3-7.
3. Югай А. М. Эффективность производства и уровень кислотности почв // *Вестник АПК Верхневолжья*. 2015. № 4 (32). С. 3-8.
4. Batalova G. A., Shchennikova I.N., Lisitsyn E.M. Breeding of grain crops in extreme climatic conditions // In: *Temperate Crop Science and Breeding: Ecological and Genetic Studies*. Waretown, NJ: Apple Academic Press, 2016. P. 3-16.
5. Баталова Г. А., Ведерников Ю. Е., Лисицын Е. М., Снигирева О. М., Мартынова А. Н. Влияние агропестицидов на ассимиляционную поверхность растений яровых зерновых культур // *Достижения науки и техники АПК*. 2017. Т. 31. № 6. С. 39-42
6. Баталова Г. А., Лисицын Е. М., Вологжанина Е. Н., Журавлева Г. П. Влияние дозы и времени обработки препаратом «КАС 28» на развитие растений овса // *Таврический вестник аграрной науки*. 2021. № 4(28). С. 9-21.
7. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 1. 270 с.

Адаптивные свойства плёнчатого овса в условиях Кировской области

Е. Н. Вологжанина, Г. А. Баталова
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. Проведена оценка адаптивности и пластичности 7 сортов и линий ярового плёнчатого овса конкурсного сортоиспытания в условиях Кировской области в период с 2021 по 2023 гг. Выделены линии 91h18 и 41h18 высокоинтенсивного типа по признаку «урожайность», с высокой пластичностью ($b_i = 1,13$) и средней стабильностью ($S_i^2 = 0,24$ и $0,23$ соответственно). Сорт-стандарт Кречет относится к группе экстенсивных сортов ($b_i = 0,76$, $S_i^2 = 0,05$). Наиболее высокое содержание белка и жира отмечено у линий 91h18 и 41h18, 11h20.

Ключевые слова: урожайность, пластичность, стабильность, белок, селекционная ценность

Adaptive properties of filmly oats in the conditions of the Kirov region

E. N. Vologzhanina, G. A. Batalova
Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky
Kirov, Russian Federation

Abstract. An assessment of the adaptability and plasticity of 7 varieties and lines of spring filmly oats of competitive variety testing in the conditions of the Kirov region in the period from 2021 to 2023 was carried out. The lines 91h18 and 41h18 of the high-intensity type on the basis of "yield", with high plasticity ($b_i = 1.13$) and average stability ($S_i^2 = 0.24; 0.23$, respectively) were identified. The standard Gyrfulcon variety belongs to the group of extensive varieties ($b_i = 0.76$, $S_i^2 = 0.05$). The highest protein and fat content was observed in the lines 91h18 and 41h18, 11h20.

Keywords: yield, plasticity, stability, protein, breeding value

Овес – традиционная культура Нечерноземья России. Его используют как в пищевой промышленности, так и в животноводстве. Ценность зерна овса обусловлена сбалансированным для зерновых аминокислотным составом белков, высоким содержанием жира и других микроэлементов [1, 2]. В процессе создания сорта селекционный материал оценивают по урожайности, качеству, стрессоустойчивости. Лимитирующими факторами для роста и развития овса могут быть как осадки, так и среднесуточная температура воздуха [2, 3]. Овес – высокоадаптивная культура, способная формировать высокие, стабильные урожаи зерна в различных природно-климатических условиях [3,4]. Правильно подобранный сорт наиболее полно реализует потенциал продуктивности в меняющихся условиях среды. Урожайность зерна является важной величиной, характеризующей адаптивность сорта. Наиболее высокую урожайность фор-

мируют сорта, способные адаптироваться к местным почвенно-климатическим условиям. Оценка параметров адаптивности и стабильности сортов на конечном этапе селекционного процесса позволяет с большей точностью выделять лучшие из них для государственного сортоиспытания [5].

Цель исследований – оценить сорта и линии ярового плёнчатого овса, способные формировать стабильные урожаи в условиях Кировской области и выделить перспективные высокоадаптивные, экологически пластичные генотипы, наиболее полно реализующие потенциал продуктивности в меняющихся условиях среды.

Материалы и методы. Работу проводили в 2021...2023 гг. на базе ФАНЦ Северо-Востока (Кировская область). Изучали 7 перспективных и включенных в Госреестр РФ сортов и линий плёнчатого овса питомника конкурсного испытания. В качестве стандарта использовали общепринятый по Волго-Вятскому региону (на момент исследований), включенный в Государственный реестр сорт Кречет. Индекс условий среды (I_j), коэффициент регрессии (b_i) и индекс стабильности (S_i^2) определяли по S. A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В. З. Пакудина, Л. М. Лопатиной [6], вклад генотипа и условий среды в формирование урожайности – по Н. А. Плохинскому [7], гидротермический коэффициент (ГТК) – по А.И. Селянинову [8], показатель селекционной ценности (S_c) – по В. В. Хангильдину [9], индекс стабильности (I_c) – по Р. А. Удачину, А. П. Головченко (1990), показатель уровня стабильности (ПУСС) по Э. Д. Неттевичу [10], коэффициент адаптивности (КА) по Л.А. Животкову и др. в изложении П. В. Поползухина и др. [11], селекционную ценность генотипа (S_c) методом А. В. Кильчевского и Л. В. Хотылевой [12].

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая на элювии пермских глин с небольшой мощностью перегнойного горизонта. Содержание гумуса низкое – 2,43...2,51 % (по Тюрину, ГОСТ 26213-91), подвижного фосфора и калия – соответственно 334...339 мг/кг и 200...245 мг/кг почвы (по Кирсанову, ГОСТ 26207-91), кислотность – 5,7...6,0 ед. рН (ГОСТ 26212-91).

Результаты и обсуждение. В 2021 г. отмечали тёплую и жаркую погоду. Повышенный температурный режим в мае обусловил интенсивное накопление эффективного тепла. В июне и июле наблюдали от умеренно теплой до жаркой, сухую или с периодически выпадающими грозовыми дождями разной интенсивности погоду. Август характеризовался сильной жарой и почвенной засухой, за месяц выпало 37 мм осадков. В целом погодные условия в 2021 г. были наименее благоприятны для развития овса ($I_j = -1,67$) (табл. 1). Засуха в период «посев...всходы» (ГТК = 0,10) и недостаточное увлажнение в период «всходы...выметывание» (ГТК = 0,92) привела к значительному снижению урожайности – до 3,8 т/га. В начале вегетации 2022 г. наблюдали небольшие, в отдельные дни значительные, осадки. Среднесуточная температура воздуха

была ниже обычных значений. В июне и июле преобладала тёплая, временами жаркая погода, периоды с частыми дождями чередовались с сухими периодами. Август характеризовался жаркой погодой с редкими дождями. Тёплая погода на начальном этапе развития овса и достаточное количество осадков в период активного роста, формирования вегетативных и генеративных органов в 2022 г. (ГТК = 2,67) создали благоприятные условия для формирования урожайности, что подтверждается индексом условий среды ($I_j = 1,13$) и более высокой урожайностью (6,6 т/га).

Таблица 1

Влияние условий года на урожайность пленчатого овса

Год	Среднее, т/га	Размах варьирования, т/га	ГТК («всходы...вымётывание»)	Индекс условий среды (I_j)
2021	3,8	3,6...4,2	0,92	-1,67
2022	6,6	5,6...7,3	2,67	1,13
2023	6,0	4,8...7,1	0,84	0,54

Апрель 2023 года был преимущественно сухим и теплым. В мае наблюдали неустойчивую по температуре и осадкам погоду. Среднесуточная температура воздуха составила 12...15 °С. Июнь характеризовался неустойчивой, от очень теплой до холодной, преимущественно сухой или с небольшими осадками погодой. За месяц выпало 20...40 мм осадков. В июле наблюдали частые, временами обильные дожди, средняя температура воздуха составила 18...19 °С. Август преимущественно был теплым и жарким с дождями разной интенсивности. В целом условия, сложившиеся в 2023 г., были достаточно благоприятны для роста и развития овса, о чем свидетельствует урожайность (6,0 т/га) и индекс условий среды ($I_j = 0,54$).

За годы исследований наиболее высокую урожайность сформировали линии 91h18 (6,1 т/га), 41h18 (5,7 т/га), что выше стандарта Кречет на 1,2 т/га, 0,8 и 0,5 т/га соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность и качество плёнчатого овса (2021...2023 гг.)

Сорт, линия	Урожайность, т/га				± к ст. Кречет	Белок, %	Жир, %
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее			
3h19	3,8	7,1	4,8	5,2±1,0	+0,32	11,4	5,0
11h20	3,5	6,1	5,8	5,1±0,8	+0,22	12,2	5,3
Кировский 2	3,7	6,2	6,4	5,4±0,9	+0,53	11,2	4,8
91h18	4,2	7,1	7,1	6,1±1,0	+1,23	11,7	5,2
41h18	3,9	7,3	6,0	5,7±1,0	+0,81	11,9	5,4
50h18	3,6	6,5	6,1	5,4±0,9	+0,48	11,4	5,1
ст. Кречет	3,6	5,6	5,5	4,9±0,7	-	11,3	4,7
Среднее	3,8	6,6	6,0	5,4	-	11,6	5,1
НСР ₀₅	0,4	0,6	0,2	-	-	0,3	0,2

Ценность сорта определяет не только способность формировать высокий урожай, но и высокое качество зерна. Высокое содержание белка и жира в зерне относительно стандарта отмечено у перспективных линий 41h18 (11,9 и 5,4 % соответственно), 11h20 (12,2 и 5,3 % соответственно), 91h18 (11,7 и 5,2 % соответственно). Следует отметить, что все изученные сорта и линии по содержанию жира в зерне превысили показатель стандарта Кречет.

На урожайность зерна значительное влияние оказали температура, количество осадков и ГТК в период «всходы...выметывание» ($r = 0,50, 0,58$ и $0,58$ соответственно, при $p \leq 0,95$), количество осадков и ГТК в период «всходы...созревание» ($r = 0,87$ и $0,86$ соответственно). Установлена высокая обратная зависимость урожайности и содержания белка в зерне ($r = -0,75$) и высокая положительная с содержанием жира ($r = 0,51$). Содержание жира в зерне находилось в тесной корреляционной зависимости с ГТК в период «всходы...выметывание» ($r = 0,76$) и «всходы...созревание» ($r = 0,67$). Отмечена высокая отрицательная связь содержания белка в зерне и ГТК в период «всходы...созревание» ($r = -0,66$).

Согласно результатам двухфакторного дисперсионного анализа, сорт и его взаимодействие с погодными условиями оказали достоверное влияние на урожайность пленчатого овса на 5%-ном уровне значимости. Генотип изучаемых сортов и линий оказал доминирующее влияние – 72,6 %, однако было достаточно велико взаимодействие факторов «сорт × год» – 21,6 %, что позволяет оценить их адаптивность.

Реакцию сортов и линий на изменяющиеся условия среды можно оценить с помощью параметров адаптивности и стабильности. Наибольшую пластичность ($b_i = 1,13$) по признаку «урожайность» среди изученных генотипов при средней стабильности ($S_i^2 = 0,24$; $S_i^2 = 0,23$) наблюдали у урожайных линий 91h18 и 41h18 (табл. 3). Эти линии хорошо отзываются на улучшение условий среды. Их можно отнести к линиям высокоинтенсивного типа.

Таблица 3

Некоторые параметры экологической адаптивности и пластичности сортов и линий плёнчатого овса по признаку «урожайность»

Сорт, линия	b_i	S_i^2	Эффект генотипа	Ис	ПУСС, %	КМ	Sc	КА, %	Σ рангов
3h19	0,96	1,43	-0,19	16,58	83,4	2,00	2,84	96,5	43
11h20	0,98	0,05	-0,29	18,12	89,4	2,03	2,91	94,5	36
Кировский 2	1,00	0,34	0,02	19,24	100,7	1,98	3,10	100,4	27
91h18	1,13	0,24	0,72	22,10	130,5	1,98	3,59	113,2	14
41h18	1,13	0,23	0,30	19,24	105,8	2,05	3,07	105,4	18
50h18	1,04	0,03	-0,03	18,80	97,4	2,03	3,02	99,4	29
ст. Кречет	0,76	0,05	-0,51	21,18	100,0	1,83	3,14	90,6	35

Примечание: b_i – коэффициент линейной регрессии, S_i^2 – показатель стабильности, Ис – индекс стабильности, ПУСС – показатель уровня стабильности сорта относительно стандарта, КА – коэффициент адаптивности, КМ – коэффициент мультипликативности, Sc – селекционная ценность

Средней степенью пластичности характеризуются сорт Кировский 2 ($b_i = 1,00$) и линия 50h18 ($b_i = 1,04$), при этом у линии 50h18 отмечен самый высокий уровень стабильности. Наиболее низкую стабильность среди изученных генотипов наблюдали у линии 3h19 ($S_i^2 = 1,43$). Высокой стабильностью признака характеризуется сорт-стандарт Кречет ($S_i^2 = 0,05$) при низком уровне пластичности ($b_i = 0,76$), что позволяет отнести его к сортам экстенсивного типа, слабо отзывающимся на изменение условий среды, но формирующим при этом стабильный урожай. К линиям экстенсивного типа можно отнести линию 11h20 с высоким уровнем стабильности и средней степенью пластичности.

Пластичность сортов можно оценить по коэффициенту мультипликативности (КМ). Наибольшая пластичность по урожайности характерна для линий 41h18 (2,05), 50h18 и 11h20 (2,03).

Самый высокий показатель эффекта генотипа отмечен у наиболее продуктивных линий 91h18 и 41h18 (0,72 и 0,30 соответственно) и сорта Кировский 2 (0,02), как и высокий индекс стабильности $I_c = 22,10$ для линии 91h18 и 19,24 для линии 41h18 и сорта Кировский 2. Высокий индекс стабильности наблюдали и у стандарта Кречет ($I_c = 21,18$). Наибольшей стабильностью относительно стандарта также характеризуются линии 91h18 и 41h18 и сорт Кировский 2 (ПУСС = 130,5; 105,8 и 100,7 % соответственно). При этом у линии 91h18 наблюдали высокую селекционную ценность ($S_c = 3,59$). Высокая селекционная ценность характерна для стандарта Кречет.

Адаптивную способность сорта характеризует коэффициент адаптивности (КА). Высокий коэффициент адаптивности отмечен у линий 41h18 (105,4 %), 91h18 (113,2 %) и сорта Кировский 2 (100,4 %).

Более полную информацию о параметрах адаптивности даёт ранжирование всех изученных показателей. Наибольшей хозяйственной ценностью по сумме рангов обладают сорт Кировский 2 (27), линия 91h18 (14) и линия 41h18 (18). Это говорит о наибольшей приспособленности данных линий и сорта к изменяющимся условиям произрастания.

Заключение. В результате исследований среди изученных генотипов выделены наиболее урожайные перспективные линии 41h18 (5,7 т/га), 91h18 (6,1 т/га), при этом эти линии характеризуются высоким качеством зерна. У линии 41h18 содержание белка составило 11,9 %, жира – 5,4 %, у линии 91h18 11,7 и 5,2 % соответственно. По совокупности параметров адаптивности и пластичности генотипов по признаку «урожайность» линии 91h18 и 41h18 можно отнести к группе высокоинтенсивного типа, которые при улучшении условий среды формируют высокий урожай. Данные линии характеризуются высоким эффектом генотипа (0,72 и 0,30 соответственно), индексом стабильности ($I_c = 22,10$ и 19,24), высокой стабильностью относительно стандарта

(ПУСС = 130,5 и 105,8 соответственно) и высоким коэффициентом адаптивности (КА = 113,2 и 105,4 % соответственно), высокой селекционной ценностью ($S_c = 3,59$ и $3,07$ соответственно). По сумме рангов линии 91h18 и 41h18 являются наиболее ценными по признаку «урожайность зерна». Выделен сорт Кречет (стандарт) экстенсивного типа, который слабо реагирует на изменение условий среды, способен давать при этом стабильный урожай, обладает высоким уровнем стабильности ($S_i^2 = 0,05$; $I_c = 21,18$) и высокой селекционной ценностью ($S_c = 3,14$).

Список литературы

1. Юсова О. А., Николаев П. Н., Сафонова И. В., Юсова О. А., Аниськов Н. И. Изменение урожайности и качества зерна овса с повышением адаптивности сортов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. №181 (2). С. 42-49.
2. Власов А. Г., Халецкий С. П., Булавина Т. М. Адаптивные свойства и особенности формирования урожайности сортов овса белорусской селекции // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2020. Т. 6. №4 (24). С. 397-405.
3. Тулякова М. В., Баталова Г. А., Салтыков С. С., Пермякова С. В. Урожайность и адаптивная способность образцов овса плёнчатого в условиях Кировской области // Таврический вестник аграрной науки. 2023. №1. С. 125-134.
4. Тулякова М. В., Баталова Г. А., Пермякова С. В. Адаптивный потенциал коллекционных образцов овса плёнчатого в условиях Кировской области // Таврический вестник аграрной науки. 2022. №2 (30). С. 143-154
5. Кардашина В. Е., Николаева Л. С. Агроэкологическая оценка сортов и перспективных линий овса универсального использования // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. №5. С. 56-60.
6. Пакудин В. З. Лопатина Л. М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. №4. С. 109-113.
7. Плохинский Н. А. Биометрия. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР; 1961. 364 с.
8. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 165-177.
9. Хангильдин В. В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. Москва: Наука, 1978. С. 111-116.
10. Неттевич Э. Д., Моргунов А. И., Максименко М. И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна // Вестник сельскохозяйственной науки. 1985. № 1. С. 66-73.
11. Поползухин П. В., Николаев П. Н., Аниськов Н. И., Юсова О. А., Сафонова И. В. Оценка продуктивности и адаптивных свойств сортов ярового ячменя в условиях Сибирского Приртышья // Земледелие. 2018. №3. С. 40-44.
12. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Экологическая селекция растений. Минск: Тэхналогія, 1997. 372 с.

Взаимосвязь погодных условий и урожайности ярового голозерного овса в условиях Кировской области

Н. В. Емелева, Г. А. Баталова
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. *В сложившихся климатических условиях 2021...2023 гг. выделена перспективная линия 63h11 с максимальной урожайностью 4,26 т/га в 2023 г., незначимой зависимостью урожайности от погодных условий в целом за период вегетации ($r = -0,19$) и значимой в период от выметывания до восковой спелости ($r = 0,95$).*

Ключевые слова: *период вегетации, гидротермический коэффициент*

The relationship between weather conditions and the yield of spring naked oats in the conditions of the Kirov region

N. V. Emeleva, G. A. Batalova
Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N.V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation

Abstract. *In the current climatic conditions of 2021...2023 the promising line 63h11 was identified with a maximum yield of 4.26 t/ha in an insignificant dependence of yield on weather conditions in general during the growing season ($r = -0.19$) and significant in the period from sweeping to waxy ripeness ($r = 0.95$).*

Keywords: *vegetation period, hydrothermal coefficient*

Овес – культура северных территорий, в том числе региона распространения дерново-подзолистых почв с продолжительным световым днем в период вегетации. Культурный овёс представлен плёнчатыми и голозёрными формами. Овес голозерный более технологичен при переработке в целях питания населения и скармливания животным в связи с отсутствием плёнки и сокращением затрат на производство [1, 2]. Однако важнейшим показателем, определяющим экономическую целесообразность выращивания сорта, является величина урожайности, которая обусловлена как потенциалом продуктивности сорта, так и устойчивостью и/или толерантностью к региональным экологическим факторам, чаще всего это климатические факторы – температура и осадки, недостаточное увлажнение и повышенные температуры, которые приводят к снижению урожайности на 60 % и более [3, 4].

Материалы и методы. Исследования проведены в 2021...2023 гг. в ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров). В питомнике конкурсного сортоиспытания изучено 4 перспективных линии ярового голозерного овса. Стандартами

служили сорта Першерон (селекция ФАНЦ Северо-Востока) и Азиль (совместной селекции филиала СамНЦ РАН – Ульяновского НИИСХ и ФИЦ Немчиновка). Наблюдения, оценки и учеты проведены в соответствии с Методикой ГСИ [5], гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по Селянинову [6]. Обработка экспериментальных данных проведена методом корреляционного анализа с использованием табличного процессора Microsoft Office Excel 2007.

Опытный участок расположен в селекционном севообороте, предшественник – чистый пар. Посев проводили при достижении почвой физической спелости, учётная площадь делянки 10 м², повторность четырёхкратная.

Результаты и обсуждение. В мае 2021 г. преобладала теплая сухая погода, температура на 3,8 °С выше нормы (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика гидротермических условий вегетации овса (2021...2023 гг.)

Месяц	Температура воздуха, °С/± к норме			Осадки, мм/% к норме		
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Май	15,0/+3,8	8,5/-2,7	13,8/+1,9	56/104	53/99	45/86
Июнь	19,9/+3,5	16,0/-0,5	14,1/-2,3	63/78	117/150	30/38
Июль	19,2/+0,3	19,0/+1,0	18,6/-0,3	73/89	130/103	117/227
Август	18,8/+3,2	20,0/+4,0	17,4/+1,5	38/52	18/25	15/21

В период от посева до всходов показатель ГТК составил 0,10, наблюдали изреженные слаборазвитые всходы. Температурные показатели мая, июня превышали норму на 3,5...3,8 °С, при этом осадки отсутствовали или их было очень малое количество. Температура достигала 34,0 °С в третьей декаде июня, 30,9 °С и 29,7 °С в первой и второй декадах июля. Количество осадков в совокупности с температурным фоном, выраженное в показателе ГТК = 0,98, в целом за период вегетации также указывает на неблагоприятные для формирования высокой урожайности овса условия. Такие температуры вызвали стерилизацию пыльцы голозерного овса и уменьшили способность к опылению. В результате метелки (до 50 %) на период уборки имели либо щуплое зерно, либо не имели зерна совсем.

Период вегетации голозерного овса в 2021 г. у всех изучаемых генотипов был примерно одинаковый – 75...78 дней. В этом году урожайность ст. Першерон имела минимальное значение (1,05 т/га) не только за все три года исследований, но в целом по сравнению со всеми изучаемыми линиями. Максимальная урожайность была отмечена у перспективной линии 72h11 – 1,37 т/га (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика перспективных линий голозерного овса питомника конкурсного сортоиспытания по урожайности и периоду вегетации

Линия, сорт	Год	Урожайность, т/га	Период вегетации, дни
63h11	2021	1,27±0,05	75
	2022	3,48±0,30	86
	2023	4,26±0,05*	98
3h18	2021	1,16±0,33	78
	2022	3,10±0,45	88
	2023	3,15±0,10*	95
11h12o	2021	1,33±0,10	77
	2022	3,18±0,12	86
	2023	2,85±0,14*	96
72h11	2021	1,37±0,10	75
	2022	3,00±0,06	88
	2023	2,98±0,09	96
Першерон (стандарт)	2021	1,05±0,10	77
	2022	3,10±0,06	88
	2023	3,76±0,09	96
Азиль ** (стандарт)	2021	-	-
	2022	3,53±0,57	87
	2023	3,26±0,06	97
НСР ₀₅	2021	0,23	-
	2022	0,45	-
	2023	0,21	-

* отличие от стандарта статистически значимо при $P \geq 0,95$;

** стандарт введен Госсорткомиссией с 2022 г.

Период вегетации голозерного овса в 2022 г. отличался практически на 10 дней от показателей 2021 г. У линий 63h11 и 11h12o он составил 86 дней, у стандарта Азиль – 87 дней, у Першерона – 88 дней. Посев культуры, как и в 2021 г., проведен 8 мая. Погодные условия мая – холодная погода с большим количеством осадков (ГТК от посева до всходов составил 0,61) – привела к недружным и запоздалым всходам – 17 мая. Условия вегетации способствовали формированию урожайности овса от 3,0 т/га у линии 72h11 до 3,53 т/га у стандарта Азиль.

В 2022 г. сумма эффективных температур от посева до восковой спелости составила 1587,1 °С (ГТК = 2,00). В период от посева до всходов отмечали недостаточное увлажнение почвы и нестабильный температурный фон (ГТК = 0,61). Климатические условия июня обеспечили формирование длинного

стебля и колоса, количество осадков составило 117 мм, или 150 % от нормы, ГТК в период «всходы – колошение» составил 3,04, что соответствует переувлажнению. Во второй половине следующего месяца наблюдали ливневые дожди в сочетании с теплой погодой, среднесуточная температура днем была 19...20 °С, что способствовало затягиванию созревания овса и формированию череззерницы.

Посев в 2023 г. был ранний – 18 апреля, было преимущественно сухо и тепло. В мае наблюдали неустойчивую по температуре и осадкам погоду. Среднесуточная температура воздуха составила 12...15 °С. Июнь характеризовался неустойчивой от очень теплой до холодной, преимущественно сухой или с небольшими осадками погодой. За месяц выпало 20...40 мм осадков. В июле наблюдали частые сильные дожди, средняя температура воздуха составила 18...19 °С. Август в основном был теплым и жарким с дождями разной интенсивности. В целом условия, сложившиеся в 2023 г., были достаточно благоприятны для роста и развития овса. Из-за раннего посева и частых обильных дождей в июле период вегетации культуры в этот год составил от 95 (3h18) до 98 (63h11) дней. Урожайность голозерного овса изучаемых линий была значительно ниже стандартов, кроме перспективной линии 63h11, которая превысила стандарт Першерон на 0,5 т/га, а Азиль на 1,0 т/га.

Перспективную линию 63h11 в 2023 г. также изучали в конкурсном сортоиспытании в разных экологических зонах: на Фаленской селекционной станции, в Самарском и Удмуртском НИИСХ (табл. 3). Наибольшее положительное отклонение от стандарта Азиль было отмечено, кроме изучения на опытном поле в Кирове, на Фаленской селекционной станции – +34 %. В Самаре и Удмуртии урожайность линии получена на уровне стандарта.

Таблица 3

**Результаты конкурсного экологического сортоиспытания
линий овса голозерного 63h11, селекции ФАНЦ Северо-Востока (2023 г.)**

Экологическая зона	Урожайность, т/га	Отклонение от ст. Азиль, ±	
		т/га	%
Киров	4,26	+1,46	+34
Фаленки	4,28	+0,72	+16
Самара	2,41	+0,02	+1
Удмуртия	4,21	-0,10	-3

Исследования показали значительное влияние на урожайность погодных условий (по ГТК) от фазы выметывания до восковой спелости. Коэффициент корреляции (r) за период «колошение-восковая спелость» составил 0,60...0,91 (табл. 4). Отрицательная зависимость установлена между урожай-

ностью и ГТК в период от всходов до выметывания практически у всех исследуемых генотипов ($r = -0,90 \dots 0,49$).

Таблица 4

Зависимость урожайности от ГТК, периода вегетации и элементов структуры урожайности

Период	Урожайность					
	стандарт Азиль	стандарт Першерон	63h11	3h18	11h12o	72h11
Всходы - выметывание	-0,20	0,41	0,49	-0,70*	-0,86*	-0,90*
Выметывание - восковая спелость	0,89*	0,60	0,95*	0,76*	0,89*	0,91*
Всходы - восковая спелость	-0,38	-0,30	-0,42	0,17	0,20	0,40
Период вегетации	0,13	0,22	-0,19	0,05	0,80*	0,81*

* уровень вероятности 0,95

Заключение. В сложившихся климатических условиях 2021...2023 гг. выделена перспективная линия 63h11 с максимальной урожайностью 4,26 т/га в 2023 г., незначимой зависимостью урожайности от погодных условий в целом за период вегетации ($r = -0,19$) и значимой в период от выметывания до восковой спелости ($r = 0,95$).

Список литературы

1. Дятлова Н. А. Голозерный овес как перспективная зерновая культура // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием и Всероссийской Школы молодых ученых. 2019. Изд-во ООО «Принт» Белгород. С. 422-426
2. Гапонова Л. В., Полежаева Т. А., Матвеева Г. А., Блинова Е. В., Лоскутов И. Г. Особенности подбора сортов овса и ячменя для использования в технологии получения белково-липидно-углеводных композиций со сбалансированным нутриентным составом // Хранение и переработка сельхозсырья. 2021 № 4 С. 118-131.
3. Admas S., Tesfaye K. Genotype-by-environment interaction and yield stability analysis in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes in North Shewa, Ethiopia // Acta Universitatis Sapientiae. Agriculture and Environment. 2017. no 9. P. 82-94.
4. Никифоров М. И., Никифоров В. М., Меликов М. М. Урожайность сортов овса в условиях серых лесных почв Брянской области // Современные тенденции развития аграрной науки: сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции. Бранск, 2023. С. 130-133
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под общ. ред. М. А. Федина. Вып. 1, 2. М.: Колос, 1985. 267 с.
6. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928. вып. 20, С. 165-177.

Изучение хлебопекарных качеств сортов озимой ржи в условиях Кировской области

М. Н. Жукова

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. В статье изложены результаты изучения хлебопекарных качеств сортов озимой ржи в разные по погодным условиям годы. Исследования проведены на опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2022...2023 гг. В опыте было изучено 20 сортов в питомнике конкурсного сортоиспытания. В благоприятных условиях налива и уборки зерна 2022 г. все сорта в опыте по числу падения сформировали зерно 1 класса качества (ЧП 203...279 с.) и натурой от 685 до 741 г/л, что соответствует 1 и 2 классу качества. Максимальная натура зерна отмечена у сортов Фаленская универсальная (741 г/л); Флора (721 г/л); НВАК 285/15 (721 г/л) и Сармат (716 г/л). В сложных погодных условиях 2023 г. с частыми обильными осадками число падения зерна у всех сортов снизилось почти в 2 раза в сравнении с предыдущим годом и составило 83...157 с. Выделились сорта Батист, Рушник крупнозерный, Лика, Сармат, Садко (ЧП выше 140 с.), которые по данному показателю соответствовали 2 классу качества. Натура зерна в 2023 г. была несколько ниже, чем в 2022 г., однако 12 сортов в опыте соответствовали 1 классу качества. По результатам двухлетних испытаний выделены перспективные сорта Батист, Сармат, Садко, которые в благоприятных условиях 2022 г. имели число падения 238...260 с. (1 класс качества), а в неблагоприятном 2023 г. – 143...157 с. (2 класс качества) и натуру зерна более 700 г/л.

Ключевые слова: число падения, натура

Study of baking qualities of winter rye varieties in Kirov region conditions

M. N. Zhukova

*Federal Agrarian Research Center of the North-East,
Named N.V. Rudnitsky
Kirov, Russian Federation*

Abstract. The article presents the results of the study of baking qualities of winter rye varieties in different weather years. The research was carried out on the experimental field of FARC North-East in 2022...2023. In the experiment 20 varieties in the nursery of competitive variety testing were studied. Under favorable conditions of grain filling and harvesting in 2022, all varieties in the experiment on the number of fall formed grain of the 1st quality class (FN 203...279 sec.) and naturalness from 685 to 741 g/l, which corresponds to the 1st and 2nd quality class. Maximum grain naturalness was observed in varieties: Falenskaya universal (741 g/l); Flora (721 g/l); NVAK 285/15 (721 g/l) and Sarmat (716 g/l). Under difficult weather conditions in 2023 with frequent heavy precipitation, the number of grain drop in all varieties decreased almost 2-fold compared to the previous year and amounted to 83...157 s. The following varieties stood out: Batiste, Rushnik coarse-grained, Lika, Sarmat, Sadko (FN above 140 sec.), which according to this indicator corresponded to the 2nd quality class. Grain naturalness in 2023 was slightly lower than in 2022, but 12 varieties in the experiment corresponded to 1 class of quality. Based on the results of two-year trials, promising varieties Batiste, Sarmat, and Sadko were

identified, which in favorable conditions in 2022 had a fall number of 238...260 sec. (1st quality class), and in unfavorable 2023 – 143...157 sec. (2 class quality) and grain natura above 700 g/l.

Key words: *falling number, test weight*

Озимая рожь является национальной культурой России. Благодаря уникальным генетически обусловленным адаптивным характеристикам озимая рожь занимает особое место в развитии агропромышленного комплекса Евро-Северо-Востока страны [1]. Рыночный спрос на зерно ржи формируется с учетом показателей качества зерна. Исходя из того, что основное направление использования зерна ржи – продовольственное, сорта должны формировать зерно с высокими хлебопекарными свойствами, соответствующими действующим ГОСТам. Одними из основных показателей качества зерна ржи является число падения и натура, по которым можно судить о пригодности зерна для использования в хлебопекарной промышленности. Число падения – это сильно варьирующий показатель, который в большей степени зависит от гидротермических условий формирования зерна, и в меньшей – от генотипа, и претерпевает значительные изменения в процессе созревания зерна [2, 3].

Цель исследования – изучить хлебопекарные качества зерна сортов озимой ржи в нестабильных погодных условиях Северо-Востока НЗ РФ, оценить их изменчивость под влиянием внешних факторов.

Материалы и методы. Исследования проведены на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока в 2022...2023 гг. Полевые опыты размещались по черному пару на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах. Опыт заложен в 6 повторениях на делянках с учетной площадью 10 м². Объектом исследования являлись 20 районированных и перспективных сортов озимой ржи конкурсного сортоиспытания. Полученные экспериментальные данные сравнивали с показателями сорта-стандарта Фаленская 4. Отбор проб и выделение навески зерна проводили по ГОСТ 13586.5-2015, размол зерна – на лабораторной мельнице Perten LM 3100. Число падения определяли по методу Хагберга-Пертена (ГОСТ ISO 3093 2016) на приборе Falling Number 1900, натуру зерна – по ГОСТ 10840-2017 на пурке ПХ-1М.

Основными факторами, оказывающими влияние на рост и развитие растений, являются температура и наличие доступной влаги. Фаза цветения и формирования зерна озимой ржи приходится на июнь и июль. Июнь 2022 г. характеризовался преимущественно теплой погодой с неравномерными осадками (табл. 1). Однако длительный период с пониженной температурой воздуха в мае привел к замедлению развития растений ржи с последующим отставанием прохождения фаз вегетации в среднем на 10 дней. Несмотря на влажную погоду июля, уборку начали 7 августа при благоприятной теплой и сухой

погоде. В июне 2023 г. наблюдали прохладную и сухую (30 % от нормы) погоду. В июле большое количество осадков (227 % от нормы) пришлось на период налива и созревания зерна, что негативно сказалось на его качестве.

Таблица 1

**Метеорологические показатели июня...июля 2022...2023 гг.
(по данным Кировского ЦГМС)**

Месяц	Температура воздуха, °С		Количество осадков, мм		Сумма эффективных температур, °С
	среднее за месяц	± к средне-многолетнему значению	сумма	в % от нормы	
2022 г.					
Июнь	16,0	-0,5	117	150	475
Июль	19,9	+1,0	130	160	939
2023 г.					
Июнь	14,1	-2,4	30	38	611
Июль	18,6	-0,3	177	227	1035

Результаты и обсуждение. Число падения является основным показателем качества продовольственного зерна озимой ржи, характеризующее состояние его углеводно-амилазного комплекса. Известно, что число падения – очень нестабильный признак и существенно снижается в условиях избыточного увлажнения в предуборочный период. В настоящее время это единственный метод оценки качества ржи, приемлемый для производства при формировании однородных партий зерна в период заготовок. По данному признаку предусмотрена классификация зерна ржи (табл. 2).

Таблица 2

Технические требования хлебопекарных качеств зерна озимой ржи

Наименование показателя	Характеристика и ограничительная норма для ржи класса			
	1	2	3	4
Натура, г/л, не менее	700	680	640	Не ограничивается
Число падения, с	Более 200	141...200	80...140	Менее 80

При оценке качества урожая озимой ржи определяется натура зерна. У ржи натура варьирует от 660 до 740 г/л и косвенно характеризует выполненность зерна. Выполненность, в свою очередь, характеризует пищевую ценность зерна (содержание крахмала, сахара, белков). Натура не может стремиться к некоторому максимальному значению, а соответствует нормативным значениям (см. табл. 2)

Различия в гидротермических условиях вегетационных периодов способствовали формированию зерна с контрастными показателями качества. В более благоприятных условиях налива и уборки зерна 2022 г. сорта

озимой ржи по числу падения различались незначительно ($CV = 8 \%$). Все сорта в опыте сформировали зерно 1 класса качества (ЧП – 203...279 с). Максимально высокое значение показателя (ЧП - 279 с) наблюдалось у сорта Рушник крупнозерный, который превысил стандарт на 43 с.

В 2023 г. из-за дождливой с порывистыми ветрами погоды в период налива зерна посевы сильно полегли, что стало причиной снижения хлебопекарных качеств у всех сортов в опыте. Число падения почти в 2 раза снизилось в сравнении с предыдущим годом и составило в среднем 125 с, с варьированием ($CV = 16 \%$) от 83 с (НВАК-285/15) до 157 с (Батист). Выделились сорта: Батист, Рушник крупнозерный, Лика, Сармат, Садко (ЧП свыше 140 с), которые по данному показателю соответствовали 2 классу качества (табл. 3).

Таблица 3

Лучшие сорта озимой ржи по хлебопекарным качествам

Сорт	Натура, г/л		Число падения, с	
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
Фаленская 4 – стандарт	711	710	236	109
Фаленская универсальная	741	725	232	136
Флора	721	705	255	108
Рушник крупнозерный	699	689	279	154
Батист	710	700	238	157
Лика	704	694	250	153
Сармат	716	714	260	146
Садко	707	708	248	143
НВАК-285/15	721	709	210	83
CV, % по опыту	2	2	9	16
НСР ₀₅	3	3	15	10

Натуры зерна в 2022 году варьировала от 685 г/л (Кировская 89) до 741 г/л (Фаленская универсальная), что соответствует 1 и 2 классам качества ($CV = 2 \%$). Стандарт Фаленская 4 сформировал зерно с натурой 711 г/л. Максимальная натура зерна отмечена у сортов: Фаленская универсальная (741 г/л); Флора (721 г/л); НВАК 285/15 (721 г/л) и Сармат (716 г/л).

В 2023 г. натура зерна варьировала от 673 (Кировская 89) до 725 г/л (Фаленская универсальная). Стандарт Фаленская 4 сформировал зерно с натурой 710 г/л. В целом, натура зерна сортов озимой ржи в 2023 г. была несколько ниже, чем в 2022 г., однако 12 сортов в опыте соответствовали 1 классу качества.

По результатам двухлетнего изучения установлено, что доля влияния погодных условий на величину числа падения составила 89 %, при этом натура зерна является более стабильным признаком и обусловлена на 82 % генотипом. По числу падения выделены перспективные сорта: Рушник крупнозерный, Батист, Сармат и Садко, которые в оба года сформировали зерно хорошего качества, пригодное для использования в хлебопекарной промышленности и достоверно превысили стандарт Фаленская 4 по данному показателю. При этом сорта Садко, Сармат и Батист в оба года по натуре зерна соответствовали 1 классу качества (700 г/л и более).

Заключение. Основными показателями, определяющими пригодность зерна для использования на продовольственные цели, являются число падения и натура. Число падения находится в зависимости от погодных условий налива и периода уборки зерна (доля влияния составляет 89 %). Натура зерна – признак более стабильный и контролируется генотипом на 82 %. В результате изучения выделены перспективные сорта Батист, Сармат, Лика и Садко, которые в благоприятных условиях 2022 г. имели число падения 238-260 с (1 класс качества), а в неблагоприятном 2023 г. – 143-157 с (2 класс качества) и натуру зерна более 700 г/л. Способность сорта сохранять низкую активность альфа-амилазы в неблагоприятных условиях имеет большое значение при выборе сорта для производства, т. к. это является гарантом получения зерна высокого класса качества независимо от неконтролируемых внешних факторов среды.

Список литературы

1. Сысуев В. А., Кедрова Л. И., Уткина Е. И. Значение озимой ржи для сохранения природного агроэкологического баланса и здоровья человека (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 1. С. 14-20.
2. Шляхтина Е. А., Рылова О. Н. Результаты оценки адаптивных показателей признаков «урожайность» и «число падения» сортов озимой ржи в условиях Кировской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 38-42.
3. Летяго Ю. А. Белкин Р. И. Качество зерна муки и хлеба в Тюменской области. Тюмень, 2017. 129 с.

**Отбор и выделение нового селекционного материала картофеля
с высокими продуктивными качествами**

*С. А. Замятин, Р. Б. Максимова, С. А. Максуткин
Марийский НИИСХ – филиал
ФГБНУ Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
п. Руэм, Республика Марий Эл, Российская Федерация*

Аннотация. *В статье представлены результаты изучения гибридов первого клубневого поколения Фалёнской селекционной станции и ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха». В 2023 году проведена оценка гибридных популяций первого года, по устойчивости к заболеваниям, продуктивности и качеству клубней. В питомнике испытания гибридов первого года было высажено 1182 клубня по 13 гибридным комбинациям. Из них отобрано 28 номеров.*

Ключевые слова: *селекционный питомник, гибридные популяции, болезни, продуктивность, урожайность*

**Selection and selection of new potato breeding material
with high productive qualities**

*S. A. Zamyatin, R. B. Maksimova, S. A. Maksutkin
Mari Agricultural Research Institute
– Branch of FARC of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Ruem, Mari El Republic, Russian Federation*

Abstract. *The article presents the results of a study of hybrids of the first tuber generation obtained from the Falenskaya breeding station and the Federal State Budgetary Institution "Federal Research Center for Potatoes named after A.G. Lorha." In 2023, hybrid populations of the first year were assessed for disease resistance, productivity and tuber quality. In the first year hybrid testing nursery, 1182 tubers were planted in 13 hybrid combinations. Of these, 28 numbers were selected.*

Keywords: *breeding nursery, hybrid populations, diseases, productivity, yield*

На начало 2023 года в Государственном реестре селекционных достижений Российской Федерации представлено 518 сортов картофеля, 136 сортов допущены к использованию на территории Волго-Вятского региона (4 регион), менее трети из них принадлежат к сортам отечественной селекции. Использование сортов в современном сельском хозяйстве является незаменимым средством производства. Сорт, являясь одним из основных элементов инновационной технологии, позволяет совершенствовать всю систему сельскохозяйственного производства и повышать ее рентабельность: на этапе выращивания – за счет более высокой устойчивости к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям, на этапе реализации – за счет высокой урожайности и качества продукции. Внедрение перспективных сортов, отличающихся по

важнейшим хозяйственно ценным признакам от ранее используемых, является решающим фактором стабилизации валового производства картофеля [1, 2, 3]. Основными требованиями, предъявляемыми товаропроизводителями к вновь создаваемым сортам – высокая и стабильная урожайность, приспособленность к почвенно-климатическим условиям возделывания, высокое качество продукции. Одним из главных резервов стабилизации и повышения продуктивности картофеля в Волго-Вятском регионе является выведение сортов, адаптированных к местным условиям, а общая экологическая устойчивость находится в тесной взаимосвязи с качеством урожая (химический состав, вкус, товарность) и устойчивостью к биотическим факторам. К тому же почвенно-климатические условия большинства районов зоны показывают необходимость создания сортов преимущественно раннего и среднераннего срока созревания [4, 5, 6]. Отбор лучших селекционных образцов начинается в питомнике первой клубневой репродукции и продолжается на протяжении всего селекционного процесса.

Цель исследования – оценить гибриды в селекционных питомниках картофеля по продуктивности и основным хозяйственно ценным признакам, отобрать перспективные для создания новых селекционных линий и сортов картофеля в условиях Республики Марий Эл.

Материалы и методы. Исследования гибридных комбинаций картофеля проводили в семеноводческом севообороте опытного поля Марийского НИИСХ – филиала ФАНЦ Северо-Востока на высококультуренной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Содержание гумуса составляет 2,5 %, рН – 5,7 ед. Подвижного фосфора в почве содержится 350 мг/кг почвы, обменного калия – 226 мг/кг почвы. Предшествующая культура – чистый пар. Осенью проводили зяблевую вспашку на глубину 20 см трактором МТЗ-82 с плугом ПЛН-4-3. Весной – закрытие влаги, культивацию в два следа.

Посадку питомника проводили в предварительно нарезанные гребни по схеме 70x30 см, с шириной междурядий 70 см, вручную, 20 мая. Через неделю провели первую междурядную обработку. В начале всходов провели следующую междурядную обработку, а последующее рыхление через две недели трактором МТЗ-82, агрегатируемым с КФК-2,8. Удобрения в питомниках не вносили.

Питомник испытания гибридов 1 года был посажен без повторностей и стандартов. Наблюдения и учеты проводили согласно методикам [7, 8].

В течение вегетации провели фенологические наблюдения (начало и полные всходы, бутонизация, цветение); учет растений, пораженных болезнями, прочистку от больных кустов, оценку на устойчивость к болезням на естественном фоне (вирусы, фитофтороз, альтернариоз, ризоктониоз, парша). Оценка фитофторозоустойчивости проводили по 9-балльной шкале Методического классификатора СЭВ, где 9 баллов – очень высокая устойчивость, 1 балл – отсутствие устойчивости. Диагностику вирусов осуществляли визу-

ально. Устойчивость образцов к вирусам оценивали по 9-балльной шкале: 1 – неустойчив (симптомы отмечены более чем у 60 % растений), 3 балла – слабоустойчив (поражено от 30 до 60 % растений), 5 баллов – среднеустойчив (поражено от 10 до 30 % растений), 7 баллов – устойчив (до 10 % растений), 9 баллов – высокая устойчивость (отсутствие поражения).

Браковка в питомнике 1 года проводится по клубням: учитывается выравненность гнезда, форма клубня, глубина глазков, длина столонов, поражение клубней паршой и фитофторозом.

Клубневые анализы проводили согласно ГОСТ Р 33996-2026 «Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества». Оценку селекционного материала по биохимическим показателям проводили в лаборатории «Станции агрохимической службы «Марийская».

Достаточное количество почвенной влаги в первой половине вегетации позволило растениям реализовать свой потенциал по большому количеству клубней в гнезде (до 18...25 шт.). Однако недостаток влаги и засушливые условия августа ограничили дальнейшее накопление органического вещества в клубнях. Положительный момент в таких погодных условиях в том, что не отмечено существенного поражения растений картофеля грибными заболеваниями. В целом метеорологические условия вегетационного периода 2023 года были благоприятными для роста и развития картофеля.

В первой декаде августа месяца были замечены признаки поражения альтернариозом в виде единичных пятен на нижних листьях. Удаление ботвы провели 15 августа. Уборка картофеля была проведена с 22 по 31 августа.

Результаты и обсуждение. В 2023 году в питомнике испытания гибридов первого года в Марийском НИИСХ – филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока было высажено 167 клубней, полученных из Фаленской селекционной станции по 5 гибридным комбинациям, отобрано шесть генотипов (процент отбора в среднем по питомнику составил 7,5 %) (табл. 1).

В питомнике испытания гибридов первого года, полученных из ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха» было высажено 1015 клубней, из которых взошло 1003 клубня по 9 гибридным комбинациям. По комплексу хозяйственно ценных признаков для дальнейшего изучения отобрано 22 гибрида с продуктивностью с куста более 300 г. В среднем процент отбора гибридов, полученных из этого учреждения, составил 2,1 %.

При отборе учитывали форму клубня, глубину глазков, длину столонов, устойчивость клубней к болезням, продуктивность куста. Все отобранные гибриды перспективны и обладают компактным гнездом, ровными клубнями с привлекательным внешним видом, мелким залеганием глазков.

В таблице 2 представлены средние показатели хозяйственно ценных признаков в питомнике 1 года. Хочется отметить, что продуктивность с куста гибридов Фаленской селекционной станции, превосходит материал, полученный

из ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха. Так, средняя продуктивность с куста гибридов Фаленской селекционной станции варьировала от 200 до 299 г/куста.

Таблица 1

Результаты отбора гибридов 1 года (2023 г.)

Селекционный номер	Происхождение	Высаженные гибриды, шт	Взошедшие гибриды, шт	Отобрано, шт	Отбор, %
Гибриды Фаленской селекционной станции					
15	Красавица×428-05	39	37	2	5,1
18	Очарование×Уладар	21	21	2	9,5
20	Рагнеда ×Крепыш	20	19	Отбракован	
21	Никулинский×Крепыш	11	11	2	18,1
22	167-07×Крепыш	76	72	Отбракован	
		167	160	6	7,5
Гибриды ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха»					
3181с	Аустин×Флагман	142	138	отбракован	
3188	Ариэль×Феррари	150	150	4	2,7
3201	Аризоне×Вымпел	150	150	6	4,0
3218с	Беттина×Прайм	135	134	5	3,7
3275с	Сатурна×Кармен	150	148	5	3,3
3298	Севим×Гулливер	93	92	Отбракован	
3304	Рикарда×Дубрава	95	91	Отбракован	
3325	Вега×Гала	100	100	2	2,0
		1015	1003	22	2,1
Итого		1182	-	-	-

Таблица 2

Средние показатели хозяйственно ценных признаков в питомнике гибридов 1 года (2023 г.)

Комбинация	Продуктивность, г/куст			Вес клубня, г			Ко-во клубней, шт/куст	Ровность клубня, балл	Выравненность клубней, балл
	сред.	min	max	сред.	min	max			
Гибриды Фаленской селекционной станции									
Красавица×428-05	218	120	450	25	11	56	9	6,0	4,5
Очарование ×Уладар	290	180	480	38	19	58	7	5,6	5,9
Рагнеда ×Крепыш	200	110	280	25	18	42	6	4,5	5,0
Никулинский ×Крепыш	299	180	486	36	20	68	8	6,5	5,9
167-07×Крепыш	248	150	320	44	25	69	5	6,0	4,0
Гибриды ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха»									
Аустин×Флагман	322	190	490	26	17	42	12	7,0	4,2
Ариэль×Феррари	180	300	26	19	36	39	9	6,3	7,0
Аризоне×Вымпел	150	320	44	21	60	66	6	5,3	6,3
Беттина×Прайм	80	530	26	20	41	48	8	6,5	7,0
Сатурна×Кармен	60	170	19	17	21	35	6	5,8	5,9
Севим×Гулливер	233	150	340	29	20	26	8	4,5	4,0
Рикарда×Дубрава	155	100	190	21	12	22	7	5,5	3,6
Вега×Гала	120	450	25	11	56	59	9	6,3	6,7

Продуктивность гибридов, полученных из института имени Лорха, была на уровне от 60 до 180 г/куста. Исключение составляют комбинации – Аустин×Флагман, Севим×Гулливер и Рикарда×Дубрава, которые имели более высокую продуктивность, но были отбракованы из-за глубины глазков, длины столонов или устойчивости к болезням. Отобранные гибриды заложены на хранение в отдельные пакеты с присвоением номера. В 2024 году сохранившиеся гибриды будут использованы для закладки питомника гибридов 2 года.

Выводы. Таким образом, в результате проведенных работ в питомнике первого года выделились 3 комбинации гибридов, полученных из Фаленской селекционной станции и 5 селекционных номеров ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха. У этих генотипов сформировались достаточно выравненные клубни в гнезде, которые обладают высокими потребительскими качествами и привлекательным внешним видом. Изучение всех выделившихся гибридов будет продолжено в следующем году.

Список литературы

1. Яшина И. М. Значение сорта в современных технологиях производства картофеля // Актуальные проблемы современной индустрии производства картофеля. Чебоксары: КУП ЧР «Агро-Инновации», 2010. С. 41-44.
2. Симаков Е. А. Современные направления развития селекции высокопродуктивных сортов картофеля различного целевого использования // Состояние и перспективы инновационного развития индустрии картофеля: Материалы научно-практической конференции «Картофель – 2013». Чебоксары, 2013. С. 23-16.
3. Башлакова О. Н., Синцова Н. Ф. Результаты оценки селекционных гибридов картофеля в питомнике основного испытания // Известия Коми научного центра УрО РАН Серия «Сельскохозяйственные науки». 2021. № 1 (47). Сыктывкар, С. 25-28.
4. Жученко А. А. Биолого-генетические основы биологизации и экологизации в растениеводстве // Картофелеводство: сборник научных трудов, материалы научной конференции «Мировые генетические ресурсы картофеля и их использование в современных направлениях селекции» к 125-летию со дня рождения Н. И. Вавилова. М., 2012. С. 8-36.
5. Башлакова О. Н., Синцова Н. Ф. Оценка селекционных номеров картофеля по комплексу признаков в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019, 20(6). С. 575-584.
6. Башлакова О. Н., Синцова Н. Ф. Сравнительная оценка гибридов картофеля в экологическом испытании // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 1. С. 25-27
7. Методика исследований по культуре картофеля. М., 1967. 263 с.
8. Симаков Е. А., Складорова Н. П., Яшина И. М. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. 70 с.

Фенотипическое проявление признака ЦМС-Ogura у дайкона MS Gensuke и его использование для создания стерильных линий редиса

*Т. В. Заячковская, В. А. Степанов
Федеральный Научный Центр Овощеводства
Московская обл., п. ВНИИССОК, Российская Федерация*

Аннотация. В результате проведенного сравнительного изучения морфологических особенностей цветка у форм с ЦМС-Ogura и фертильных растений дайкона, редиса, гибридов F_1 выявлено, что нарушения в развитии пыльника стерильных растений в бутонах длиной 2,5 мм у андростерильной формы дайкона и 3...4 мм у гибридов F_1 . В итоге в бутонах дайкона размером 3 мм пыльца уже стерильная. Формирование зрелой пыльцы происходит у фертильных растений редиса в бутонах – 4 мм, а у дайкона в бутонах длиной 4,5 мм. Начиная с бутона 6,5 мм, отмечаются различия в динамике развития тычинок в разных типах бутонов. Тычинка фертильных цветков начинает развиваться значительно быстрее: разница в длине по сравнению с пестиком в бутонах 7 мм составляет 0,8 мм, тогда как в стерильных бутонах такого же размера – 1,4 мм. Полностью раскрытые цветки у стерильных растений дайкона с ЦМС-Ogura, использованных в качестве родительской формы в скрещиваниях, имеют меньший размер основных частей цветков, деформированные пыльники и отличаются от фертильных форм наличием выступающего над тычинками пестика. Морфологическое проявление данных признаков сохраняется в гибридном потомстве и является маркерами стерильности ЦМС-Ogura для стерильных форм редиса, дайкона и гибридов F_1 . В результате многократных беккроссирований гибридных комбинаций растениями полностью фертильных потомств редиса разных поколений инбридинга ($I_2...I_7$), путем переноса ЦМС от стерильной формы дайкона MS Gensuke в редис, в ФГБНУ ФНЦО впервые получена линия редиса № 24 сортопопуляции Моховский со 100 % ЦМС-Ogura, с белоокрашенным округлыми корнеплодами, а также закрепитель стерильности № 25, стабильно закрепляющий стерильность.

Ключевые слова: редис европейский, гибриды F_1 , гетерозис, гомозиготные линии, пыльник, цитоплазматическая мужская стерильность, цветок

Phenotypic expression of the CMC-Ogura characteristic in daikon MS Gensuke and its use for the creation of sterile radish lines

*T. V. Zayachkovskaya, V. A. Stepanov
Federal Scientific Vegetable Center
Moscow Region, VNISSOK, Russian Federation*

Abstract. As a result of the comparative study of morphological features of the flower in forms with CMC-Ogura and fertile plants of daikon, radish, and F_1 hybrids, it was revealed that disturbances in the development of anther of sterile plants in buds 2.5 mm long in the androsterile form of daikon and 3...4 mm in F_1 hybrids. As a result, in daikon buds measuring 3 mm, the pollen is already sterile. The formation of mature pollen occurs in fertile radish plants in buds - 4 mm, and in daikon in buds 4.5 mm long. Starting from 6.5 mm bud, differences in the dynamics of stamen development in different types of buds are noted. The stamen of fertile flowers begins to develop much faster: the difference in length compared to the pistil in buds of 7 mm is 0.8 mm, whereas in sterile buds of the same size it is 1.4 mm. Fully opened flowers in sterile daikon plants with CMC-Ogura, used as a parental form in crosses, have smaller size of the main parts of flowers, deformed anthers and differ from fertile forms by the

presence of the pistil protruding above the stamens. Morphological manifestation of these traits is preserved in hybrid progeny and are markers of CMC-Ogura sterility for sterile forms of radish, daikon and F1 hybrids. As a result of multiple backcrossing of hybrid combinations by plants of fully fertile radish progeny of different generations of inbreeding (I2-I7), by transferring CMC from the sterile form of daikon MS Gensuke to radish, in FGBNU FNTSO for the first time obtained radish line No. 24 of Mokhovskiy variety with 100 % CMC-Ogura, with white-colored rounded roots, as well as sterility fixer No. 25, stably fixing sterility.

Keywords: *European radish, F1 hybrids, heterosis, homozygous lines, anther, cytoplasmic male sterility, flower*

Редис (*Raphanus sativus subsp. sativus* (L.) convar. *radicula* (Pers.) Sazonova относится к семейству *Brassicaceae* Burnett – капустные (*Cruciferae* Juss – Крестоцветные) и является одним из самых популярных, ранних, скороспелых овощных растений. Большое количество аминокислот, витаминов, минеральных солей, биологически активных веществ обуславливает незаменимость редиса для правильного, полноценного питания человека [1]. В настоящее время значительные площади редиса в открытом и защищенном грунте засеваются, преимущественно, гибридными семенами зарубежных производителей семян. Использование гетерозисного эффекта позволяет повысить урожайность на 39...115 % и улучшить качество продукции [2]. В селекции капустных овощных культур, в том числе растений рода *Raphanus*, для получения гибридов F₁, используют, преимущественно, ядерно-цитоплазматическую мужскую стерильность [3]. К такому типу стерильности относится наиболее изученная и широко распространенная среди капустных культур ЦМС-Ogura, первоначально возникшая у диких представителей дайкона [4]. В России, в ФГБНУ ФНЦО проводится работа по созданию F₁ гибридов редиса на основе выделенной формы дайкона MS Gensuke, являющейся донором Ogura-ЦМС [5]. Выделены стерильные формы растений с Ogura-ЦМС и создан перспективный линейный материал для селекции редиса на гетерозис [6, 7]. С использованием молекулярных методов исследования у стерильной формы дайкона MS Gensuke и гибридных комбинаций, полученных на ее основе при скрещивании с фертильными растениями редиса, подтверждено наличие цитоплазмы Ogura [6, 8]. Проведение сравнительного изучения фертильных и стерильных растений культур вида *Raphanus sativus* с точки зрения детального морфологического описания цветка и развития его структурных частей в процессе онтогенеза, а также изучение возможности андростерильной формы дайкона передавать стерильность ЦМС-Ogura гибридному потомству при скрещивании с редисом, является актуальным и может использоваться в практической селекции при подборе соответствующих опылителей для получения гибридных популяций с высоким содержанием стерильных растений и создания полностью стерильных линий редиса при получении гетерозисного гибрида F₁ редиса.

Материалы и методы. В настоящем исследовании использовали одну сортопопуляцию редиса европейского (*Raphanus sativus subsp. sativus* (L.) *convar. radicola* (Pers.) Sazonova) сортотипа розовый округлый – Вариант, сортопопуляции сортотипа красный округлый – Фея, Софит, Королева Марго, Родос; сортотипа красный, овальный Красный великан, Дуро; сортотипа розово-красный с белым кончиком Французский завтрак, № 42/03; сортотипа фиолетовый округлый – № 43/03; сортотипа белый округлый – Моховский; гибридные комбинации (ms × mf) и инбредные потомства; одну стерильную форму дайкона (*Raphanus sativus subsp. acanthiformis* (Blanch) Stankev. *convar. acanthiformis*) – MS Gensuke, фертильные сортопопуляции дайкона – Uchuki Gensuke, Д-3 (Chosikadze risoo) и Д-4 (Yhasato riso). Селекционные исследования проведены на базе ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» в весенних пленочных теплицах. Оценку растений по признаку ЦМС проводили визуально в фазу «начало массового цветения». Измерение длины частей цветка стерильных и фертильных растений на разных стадиях развития бутонов проводили с использованием линейки на бинокулярной лупе «ОРТОН М 35W». Стерильность полученных гибридов определяли визуально. Основной метод получения ms-линий – насыщающие скрещивания, mf-линий – инбридинг.

Результаты и обсуждение. Следствием нарушения процессов микроспорогенеза и развития соматических тканей пыльника у андростерильной формы дайкона является уменьшение размера пыльника, которое начинается после распада тетрад, с последующими отклонениями в развитии одноядерных микроспор (процесс вакуолизации опережает формирование клеточной стенки, утолщение оболочки не происходит) в бутонах длиной 2,5 мм. В итоге в бутонах дайкона размером 3 мм пыльца уже стерильная. Формирование зрелой пыльцы происходит у фертильных растений редиса в бутонах длиной 4 мм, а у дайкона 4,5 мм. Анализ динамики развития основных частей цветка дайкона в процессе онтогенеза показал, что уже в бутонах длиной 2 мм пыльник фертильных растений дайкона длиннее пыльника стерильных растений на 0,2 мм (рис. 1).

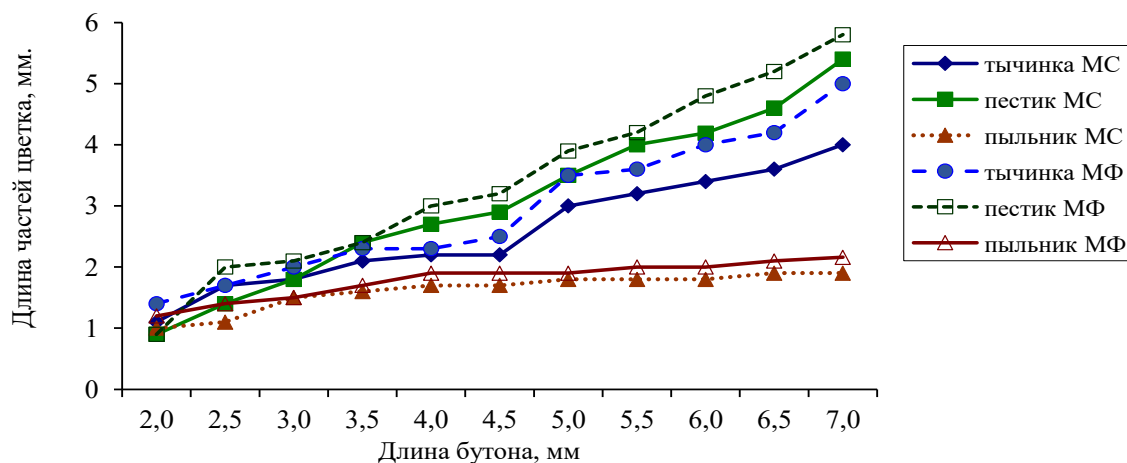


Рис. 1. Изменение длины частей цветка стерильных и фертильных растений дайкона в онтогенезе

Превышение в длине пестика над тычинкой наблюдается при всех исследуемых размерах бутона как фертильных, так и стерильных растений. Однако тычинка фертильных цветков уже в бутонах 2 мм длиннее на 0,3 мм, чем тычинка стерильных цветков, тогда как пестики в обоих типах бутонов достигают одинаковой длины – 0,9 мм. В дальнейшем пестик и тычинка фертильных цветков значительно быстрее увеличиваются в размерах, чем соответствующие части стерильных цветков.

Однако соотношение длины пестика и тычинок бутона (до 5,0...6,5 мм) и фертильных и стерильных растений имеет одинаковую величину. В этот период растения с ЦМС можно определить визуально: внутри бутона длиной 5 мм хорошо видны темно-желтые или коричневые, спавшиеся пыльники. При нажатии лезвием на такие пыльники пыльцевые зерна не выделяются. В бутонах длиной 4...5 мм деформированные, темно-желтые пыльники дайкона короче на 0,1...0,2 мм. В стерильных бутонах дайкона длиной 7 мм эта разница в длине увеличивается и достигает 0,26 мм, что свидетельствует об отставании в развитии пыльника стерильных растений. Кроме того, начиная с бутона 6,5 мм, отмечаются различия в динамике развития тычинок в разных типах бутонов. Тычинка фертильных цветков начинает развиваться значительно быстрее: разница в длине по сравнению с пестиком в бутонах 7 мм составляет 0,8 мм, тогда как в стерильных бутонах такого же размера – 1,4 мм. Изучение размеров частей раскрытых цветков фертильных и стерильных растений показало, что внешнее и внутреннее строение для обоих типов цветка было одинаковым. Бледно-розовые лепестки цветка изучаемой нами формы дайкона с цитоплазматической мужской стерильностью – MS Gensuke по окраске практически не отличались от окраски лепестков цветка фертильного дайкона (рис. 2).

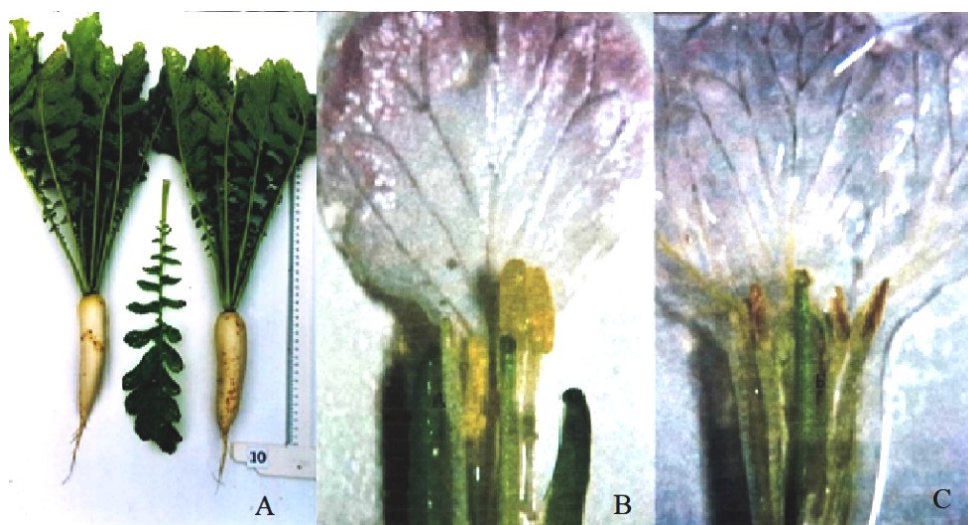


Рис. 2. Растения и цветки стерильных и фертильных растений дайкона: А – растения первого года вегетации стерильной формы дайкона MS Gensuke; В – цветок фертильного растения дайкона; С – цветок стерильной формы дайкона MS Gensuke

Наши наблюдения в период массового цветения растений дайкона и редиса показали, что, как правило, цветки растений мужскистерильной формы дайкона (MS Gensuke) отличались от фертильных цветков по величине основных частей цветка. Нарушения, происходящие в процессе развития бутонов, приводят к тому, что размер цветков андростерильной формы дайкона меньше (20,1...21,6 мм), чем цветки фертильных растений (17,8...19,9 мм) (табл.).

Таблица

Морфологические параметры цветков стерильных и фертильных растений дайкона и редиса

Генотип	Длина, мм				
	цветоножки	цветка	тычинки	пестика	пыльника
Дайкон					
MS Gensuke	6,2±0,2	16,6±0,5	8,4±0,4	9,4±0,6	1,6±0,1
MF Д-3	8,9±0,2	20,1±0,4	12,2±0,2	12,0±0,4	2,1±0,1
MF Д-4	8,0±0,3	21,6±0,3	11,7±0,2	12,7±0,5	2,2±0,2
НСР ₀₅	0,3	1,3	0,9	1,5	0,1
Редис					
MS Линия А № 24	5,0±0,1	14,3±0,5	7,8±0,4	8,0±0,5	1,5±0,2
MF Фея	5,3±0,2	17,8±0,2	12,7±0,7	11,4±0,4	2,2±0,1
MF Вариант	5,6±0,2	19,6±0,3	13,9±0,6	13,7±0,8	2,1±0,1
MF Моховский	6,2±0,3	19,1±0,5	11,9±0,2	11,5±0,5	2,2±0,1
MF Дуро	6,1±0,2	19,9±0,5	12,5±0,2	12,0±0,4	2,2±0,1
НСР ₀₅	0,3	1,2	0,2	1,7	0,1

Как и размеры цветка, так и его части у стерильных растений дайкона меньше, чем соответствующие части цветков фертильных растений. Так, у стерильной формы дайкона тычинка в цветке меньше по длине, чем тычинка фертильных цветков в среднем на 3,5 мм, а пестик – на 2,9 мм; у стерильных растений редиса линии № 24 тычинка меньше на 4,9 мм, а пестик – на 4,1 мм.

Полученные нами результаты согласуются с литературными данными [9]. Однако в работе этих авторов сообщается, что одним из отличительных признаков растений с ЦМС-Ogura является более длинная цветоножка, что не было отмечено в наших наблюдениях. Отставание тычинки в развитии в процессе онтогенеза цветка стерильного дайкона приводит к тому, что в раскрытом цветке тычинка остается короче, чем пестик, хотя разница между их длинами уменьшается до 0,95 мм. У фертильных растений дайкона и редиса тычинка по длине уже превосходит пестик на 0,15 и 0,6 мм соответственно (рис. 1). Полученные нами результаты согласуются с некоторыми литературными данными, например, что степень стерильности растений рапса опреде-

ляется соотношением размера тычинки и столбика в цветке. При этом, чем больше разница в длине пестика и тычинки, тем большее количество стерильной пыльцы было в цветках исследуемых растений [10]. Отставание пыльников в развитии в процессе онтогенеза цветка приводит к тому, что в раскрытых цветках темно-желтые или коричневые, сморщенные, без высыпавшейся пыльцы пыльники стерильного дайкона короче уже на большую величину (на 0,56 мм), чем хорошо сформированные пыльники у фертильных растений дайкона, которые имеют ярко-желтую окраску и легко растрескиваются при высыпании пыльцы (см. табл., рис. 2).

Анализ коэффициентов корреляции между длиной бутона у растений с различной степенью стерильности и морфологическими показателями цветка показал, что степень развития пыльников как фертильных, так и стерильных растений в онтогенезе в слабой степени связана с изменением основных параметров бутонов $r = 0,23 \dots 0,48$ и имеет средний коэффициент корреляции только с длиной пестика $-r = 0,47 \dots 0,60$. В отличие от пыльников в развитии всех остальных частей цветка, независимо от присутствия признака стерильности, отмечена высокая степень корреляции.

У гибридного потомства, полученного после проведенных насыщающих скрещиваний используемой в качестве материнского компонента стерильной формы дайкона с фертильными инбредными потомствами редиса разных сортопопуляций (Моховский, Красный великан, Фея, Вариант, Софит, Дуро, Французский завтрак, Родос, Королева Марго; селекционных сортообразцов 42/03, 43/03), установлено, что в 64 % комбинаций встречались стерильные растения. Количество растений с признаками стерильности в гибридных комбинациях составило от 10 до 100 %. Цветок и основные составные его части стерильных растений гибридов F_1 были меньше по длине, чем соответствующие параметры фертильных цветков; отличительной особенностью стерильных растений всех исследуемых гибридных популяций был выступающий над тычинками пестик и деформированные пыльники без выделяющейся пыльцы. Таким образом, морфологическое проявление данных признаков сохраняется в гибридном потомстве и является маркерами стерильности ЦМС-Ogura для стерильных форм редиса, дайкона и гибридов F_1 . В течение последних лет в результате многократных беккроссирований гибридных комбинаций растениями полностью фертильных потомств редиса разных поколений инбридинга ($I_2 \dots I_7$), путем переноса ЦМС от стерильной формы дайкона MS Gensuke в редис, в ФНЦО впервые получена линия А редиса № 24 сортопопуляции Моховский с белоокрашенными округлыми корнеплодами со 100%-ной цитоплазматической мужской стерильностью (рис. 3) и закрепитель стерильности № 25, стабильно закрепляющий ЦМС-Ogura.



Рис. 3. Стерильная линия редиса № 24, полученная в результате многократных беккроссирований путем переноса ЦМС-Ogura от стерильной формы дайкона MS Gensuke

Заключение. Выявлено, что на самых ранних стадиях развития цветка различия в развитии пестика и тычинки как стерильных, так и фертильных растений редиса, дайкона и гибридов F_1 незначительны. Установлено, что маркерным признаком полностью раскрытых цветков стерильных растений дайкона, редиса и гибридов F_1 является выступающий над тычинками пестик. Способность андростерильной формы дайкона передавать стерильность ЦМС-Ogura гибридному потомству в 64 % комбинаций позволяет при подборе соответствующего опылителя получать гибридные популяции с высоким содержанием стерильных растений и может использоваться для создания стерильных линий редиса.

Список литературы

1. Сазонова Л. В. Редис европейский. Культурная флора. Т.18. Л.: Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1985. С. 274.
2. Миронов А. А., Тюханова С. М. Новый гибрид редиса для защищенного и открытого грунта // Картофель и овощи. 2015. № 10. С. 39-40.
3. Монахос Г. Ф., Миронов А. А., Тюханова С. М. Селекция F_1 гибридов вида *Raphanus sativus* L. на основе линий с мужской стерильностью // Овощи России. 2015. № 1 (26). С. 8-12.
4. Yamagishi H., Bhat S. R. Cytoplasmic male sterility in Brassicaceae crops // Breeding Science, 2014, no. 64. P. 38-47
5. Бунин М.С. Новые овощные культуры России. М.: Росинформагротех, 2002. С. 150-155.
6. Федорова М. И., Заячковская Т. В., Домблидес Е. А., Домблидес А. С. Редис Моховский – источник ms- и mf-линий при селекции на гетерозис // Овощи России. 2015. № 3 (28). С. 22-27.
7. Янаева Д.А., Ховрин А.Н. Редис европейский: селекция и технология выращивания // Картофель и овощи. М., 2013. №4.
8. Domblides E.A., Domblides A.S., Zayachkovskaya T.V., Bondareva L.L. Identification of cytoplasm types in accessions of the Brassicaceae family (Brassicaceae Burnett) by DNA markers // Russian Journal of Genetics: Applied Research. 2016. V. 6. No. 5. P. 510-519.
9. Hawlader M.S.H., Mian M.A.K., Ali M. Identification of male sterility lines for Ogura radish (*Raphanus sativus* L.) // Euphytica. 1997. V. 96. P. 297-300.
10. Onkawa Y. Cytoplasmic male sterility in *Brassica campestris* ssp. *rapifera* L. // Japan J. Breed. 1984. V. 34. P. 285-294.

Испытание раннеспелых сортов сои на семенную продуктивность в условиях Чувашской Республики

С. В. Ильина, И. Ю. Иванова

*Чувашский НИИСХ – филиал ФАНЦ Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого
п. Опытный, Чувашская Республика, Российская Федерация*

Аннотация. *Объектом исследования являются перспективные раннеспелые сорта сои отечественной и зарубежной селекции. По результатам исследований, проведенных в коллекционном питомнике в условиях 2023 года на территории южной части Волго-Вятского региона, выделены раннеспелые сортообразцы сои по семенной продуктивности. Выявленный генофонд, охарактеризованный по целому ряду признаков, может послужить ценным исходным материалом для создания сортов, рекомендуемых для возделывания на северной границе агрономического ареала сои, а также продвижения культуры в более высокие широты.*

Ключевые слова: *сортообразцы, скороспелость, продуктивность растения, урожайность, селекционная ценность*

Testing of early-maturing soybean varieties for seed productivity in the conditions of the Chuvash Republic

S. V. Ilyina

*Chuvash Agricultural Research Institute – Branch of FARC of North-East,
Opitny, Chuvashia, Russian Federation*

Abstract. *The object of this study is to evaluate the seed productivity of promising early-maturing cultivars of domestic and foreign origin. Based on research conducted in 2023 at a collection nursery located in the southern region of the Volga-Vyatka area, early-maturing soybeans were identified with respect to their seed productivity. The identified gene pool, characterized by a number of characteristics, can serve as a valuable source material for the creation of varieties recommended for cultivation on the northern border of the agronomic area of soybeans, as well as the promotion of crops to higher latitudes.*

Keywords: *cultivars, precocity, plant productivity, yield, breeding value*

Расширение зоны возделывания сои на территории Российской Федерации связано с продвижением этой культуры в северные регионы страны. В результате потепления климата и благодаря успехам селекционеров сегодня имеются сорта сои, районированные в Волго-Вятском, Центральном и в южных районах Северо-Западного регионов России [1]. В то же время специфические почвенно-климатические условия многих регионов России (невысокое плодородие почв, засушливые условия в период всходов и цветения, систематическое переувлажнение почвы в отдельные годы) затрудняют получение стабильно высокого урожая зерна сои, что требует поиска новых решений [2]. Внедрение сои в новые регионы требует выведение специальных сортов применительно

к почвенным, климатическим условиям зоны возделывания, а также разработку технологии возделывания конкретного сорта для конкретной местности, что является весьма актуальным. Оценка на территории 56° с. ш. небольших наборов скороспелых образцов сои начата еще в 1990-е годы. Когда был начат поиск в генофонде сои образцов, перспективных в качестве исходного материала для создания ультраскороспелых сортов сои. Многолетний опыт изучения сои позволяет нам сделать вывод о возможности возделывания ее в южной части Волго-Вятского региона как для получения семян, так и для товарной продукции с последующей переработкой на пищевые и кормовые цели [3, 4].

Цель исследований – создание новых сортов сои для возделывания в условиях 56° с. ш. путем подбора источников хозяйственно ценных признаков при изучении сортов, адаптированных к почвенно-климатическим условиям южной части Волго-Вятского региона.

Материалы и методы. Исследования проводили на опытном поле Чувашского НИИСХ – филиала ФАНЦ Северо-Востока в естественных условиях. Объектом изучения было 6 перспективных раннеспелых сортов сои отечественной и зарубежной селекции. В питомнике экологического испытания использован реестровый сорт-стандарт по Чувашской Республике СибНИИК-315 (ФНЦ Агробиотехнологий РАН). Агротехнический фон в производственном испытании соответствовал южной части Волго-Вятского региона. Почва серая лесная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 4,1...4,5, подвижного фосфора – 137 мг/кг почвы, обменного калия – 101 мг/кг почвы, рН – 5,4...5,7 [5].

Фенологические наблюдения, учет урожая, биометрический анализ проводили согласно методическим рекомендациям Госсортокмиссии.

Результаты и обсуждение. Продолжительность вегетационного периода – это важный фактор полевой оценки образца, указывающий на скороспелость или позднеспелость. Соя является растением короткого дня и большинство сортов чувствительны к изменениям длины дня. В ходе исследования по классификации групп спелости применительно к условиям 56° с. ш. выделена ранняя группа (период вегетации составил 117 дней).

Вегетационный период 2023 года характеризовался недостаточной влагообеспеченностью (ГТК 0,4, сумма активных температур 2513 °С). За период активной вегетации (май...сентябрь) средняя температура воздуха составила 16,8 °С, сумма осадков – 130 мм, или 60 % от многолетней нормы.

Такие показатели, как высота растений и форма куста являются признаками технологичности сорта. Высота растений у испытываемых сортов находилась в диапазоне от 43 до 65 см. Каждому сорту присуща своя форма куста. Согласно классификации СЭВ рода *Glycine* Willd, 1990 – скороспелые сорта

имеют широкую, канделябробразную, полужатую с малым, средним и с большим ветвлением форму куста. Форма куста при механизированной уборке влияет на процент потери урожая. Наиболее технологичны по форме кусты высокие, прямостоячие, сжатые или полусжатые, не лежащие и устойчивые к обламыванию ветвей с высоким прикреплением нижнего боба (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика раннеспелых сортов сои по элементам продуктивности

Сорт	Высота растения, см	Ветвление, шт.	Кол-во узлов на главном стебле, шт.	Высота прикрепления нижнего боба, см	Кол-во бобов на 1 растении, шт.	Кол-во, шт.	
						семян на 1 раст	семян в бобе
СибНИИК-315 – ст.	57	3	12	9	44	76	1,7
Чера 1	56	1	12	12	33	63	1,9
Памяти Фадеева	52	2	12	11	37	73	1,9
Цивиль	46	3	10	8	33	73	2,2
СИБНИИСХОЗ 6	43	2	13	5	35	62	1,8
ЭН Аргента	65	5	14	12	41	86	2,1
Черемшанка	58	4	12	9	39	77	2,0

Биометрический анализ снопа по группам спелости показал, что в ранней группе по основным элементам продуктивности выделился сорт ЭН Аргента (ООО «ЭкоНива-Семена»), превысив сорт-стандарт СибНИИК 315 (ФНЦ Агробиотехнологий РАН) по высоте растения, по ветвлению, по количеству узлов на главном стебле, по высоте прикреплению нижнего боба и по количеству семян на растении. Однако данный сорт склонен к осыпаемости семян. По количеству бобов на одном растении ни один сорт не смог превысить стандарт, а по количеству семян в бобе лучшим был сорт Цивиль (ФАНЦ Северо-Востока).

Следует отметить сорт СИБНИИСХОЗ 6 (Сибирский НИИСХ), который показал прикрепление нижнего боба на уровне 5 см от поверхности почвы, будет снят с испытания по непригодности к механизированной уборке.

Продуктивность – один из основополагающих признаков в селекции. Данный признак подвержен влиянию многих факторов, таких как место возделывания, погодные условия и агротехника. По плотности стеблестоя в ранней группе отмечено 2 сорта: Чера 1 (ФАНЦ Северо-Востока) и СИБНИИСХОЗ 6 (табл. 2). По биологическому урожаю и по массе семян с растения – сорт ЭН Аргента (191,3 г/м² и 12,2 г) превысил все остальные, включая и сорт-стандарт СибНИИК-315 (133,0 г/ м² и 8,7 г соответственно).

По массе 1000 семян все сорта имели показатель ниже сорта-стандарта. Наименьшее значение было у сорта Цивиль – 110,63 г, у сорта-стандарта СибНИИК-315 – 158,42, что больше на 47,8 г.

Таблица 2

Характеристика сортов сои раннеспелой группы по продуктивности

Сорт	Плотность стеблестоя, шт./м ²	Продуктивность, г/м ²	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
СибНИИК-315 – ст.	15,3	133,0	8,7	158,42
Чера 1	17,3	117,8	6,8	135,15
Памяти Фадеева	16,6	168,0	10,1	135,33
Цивиль	16,0	138,8	9,0	110,63
СИБНИИСХОЗ 6	17,3	138,2	8,0	132,14
Аргента	15,7	191,3	12,2	130,21
Черемшанка	15,3	167,8	11,0	158,15
Коэф.вар., %	5,33	16,99	19,6	12,19
НСР _{0,5}	-	12,4	-	-

Выводы. В условиях южной части Волго-Вятского региона по комплексу хозяйственно ценных признаков среди раннеспелых сортов сои в 2023 году выделено в качестве селекционно-ценных источников три перспективных сорта: ЭН Аргента (ООО «ЭкоНива-Семена»), Цивиль и Чера 1 (ФАНЦ Северо-Востока).

Список литературы

1. Сеферова И. В. Соя в условиях северо-запада Российской Федерации // Масличные культуры. 2016. №3 (167). С. 101-105.
2. Иванова И. Ю., Ильина С. В. Сравнительная оценка продуктивности перспективных сортов яровой мягкой пшеницы коллекции ВИР // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. №. 2(2). С. 182-185.
3. Иванова И. Ю., Фадеев А. А. Влияние погодных условий на урожайность сои в условиях Волго-Вятского региона // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. №. 4 (36). С. 93-98.
4. Фадеев А. А., Фадеева М. Ф., Воробьева Л. В. Определение гетерозиса у реци-прокных гибридов сои F₁ // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. №. 2 (45). С. 10-13
5. Иванова И. Ю., Иванова А. О., Ильина С. В. Корреляционная зависимость пшеницы мягкой яровой от элементов продуктивности // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 4(32). С. 119-125.
6. Фадеев А. А. Слагающие величины продуктивности сои и параметры модели нового сорта северного экотипа для условий 56° с. ш. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2012. № 3 (28). С. 13-17.

**Опыт возделывания сои северного экотипа
в условиях Кировской области**

А. П. Кислицына, Ф. А. Попов, А. Ю. Софронова
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлены результаты изучения 5 сортов и 2 коллекционных номеров сои северного экотипа селекции Чувашского НИИСХ, проведённого в 2023 году на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока на дерново-подзолистых тяжёло-суглинистых среднекислых почвах. При сумме эффективных температур к концу сентября 1750,5 °С все сорта сои сформировали полноценный урожай семян. Вегетационный период всходы - созревание семян составил 130 суток. Урожайность семян была низкой – от 51,2 до 116,6 г/м². Более продуктивным отмечен сорт Мерчен – 116,6 г/м². Содержание сырого протеина в семенах сои варьировало по сортам от 27,4 до 35,9 % а.с.в., сырого жира от 20,2 до 24,3 %. Масса 1000 семян была близка к верхним значениям показателей, обозначенных в характеристике сортов.

Ключевые слова: урожайность, вегетационный период, фазы развития, сырой протеин, сырой жир, масса 1000 семян

**Experience in cultivating soya of the northern ecotype in the conditions
of the Kirov region**

A. P. Kislitsyna, F. A. Popov, A. Yu. Sofronova
Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N.V. Rudnitsky
Kirov, Russian Federation

Abstract. The article presents the results of a study of 5 varieties and 2 collection numbers of soya of the northern ecotype selected by the Chuvash Research Institute of Agriculture, carried out in 2023 on the experimental field of the FANC of the North-East on sod-podzolic heavy loamy, medium-acidic soils. With the sum of effective temperatures by the end of September 1750,5 °C, all soya varieties formed a full-fledged seed harvest. The growing season for seedlings and seed maturation was 130 days. Seed yield was low, from 51,2 to 116,6 g/m². The Merchen variety was more productive with 116,6 g/m². The content of crude protein in soya seeds varied by variety from 27,4 to 35,9 % a.s.v., crude fat from 20,2 to 24,3 %. The weight of 1000 seeds was close to the upper values of the indicators indicated in the characteristics of the varieties.

Keywords yield, growing season, development phases, crude protein, crude fat, weight of 1000 seeds

Соя — ценная зернобобовая культура с высоким содержанием белка (более 36...48 %), который по биологической ценности приближается к белкам мяса, молока, яиц и содержанием жира от 20 до 26 %. Соя относится к группе свето-, влаголюбивых и теплолюбивых растений. Сумма активных температур, необходимая для развития сои, зависит от сорта и колеблется от 1700 °С для скороспелых до 3200 °С – для позднеспелых [1]. Соя довольно засухоустой-

чивая культура, но очень чувствительна к недостатку влаги в период набухания, прорастания семян и появления всходов. Растение требует высокой обеспеченности влагой и в период цветения, образования и роста плодов. Особенно чувствительна соя в этот период к воздушной засухе, под влиянием которой цветки и плоды опадают. Соя культура короткого дня и продолжительность вегетации возрастает при продвижении на север. Поэтому продолжительность вегетации – один из важнейших признаков, по которым оценивается возможность надёжного созревания бобовых культур. Чувашскими учёными созданы раннеспелые сорта сои северного экотипа, которые пригодны для возделывания на 56° северной широты. Эти сорта имеют сниженную или нейтральную чувствительность к фотопериоду, имеют промежуточный или индетерминантный тип роста. Архитектура куста компактная, средневетвистая, сорта технологичны при уборке [2]. Сорта обладают высокой массой семян и высоким содержанием белка – до 37...45 %. Урожайность в условиях Мордовии и Чувашии достигает 2,6...3,0 т/га. Выведение данных сортов позволяет продвигать ареалы возделывания дальше на север. Климатические условия центральной части Кировской области характеризуются умеренным температурным режимом в летние месяцы. В последние годы в различные периоды вегетации (чаще в период формирования и налива зерна) проявляется почвенная и воздушная засуха. Специфичность агроклиматических условий Кировской области заключается также в относительно низком уровне плодородия почв, и повышенной кислотности почвенной среды, почвы с $pH < 5,5$ ед. занимают до 77 % площади пашни. В 2023 году на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока в составе коллекции однолетних кормовых культур было высеяно 5 сортов сои селекции Чувашского НИИСХ в одновидовых посевах и 2 номера вьющихся разновидностей в смешанных посевах с суданской травой.

Цель исследований – дать оценку продукционных и адаптационных возможностей сортов сои на почвенно-климатические условия центральной зоны Кировской области.

Материалы и методы. Почва опытного участка дерново-подзолистая тяжелосуглинистая, характеризуется низким содержанием гумуса (слой 0...20 см – 1,37 %,) среднекислой реакцией среды ($pH_{\text{сол}} 4,5$), средней степенью насыщенности основаниями – 72,4 % при ёмкости поглощения почвы 26,8 мг-экв/100 г, высоким содержанием подвижного фосфора и обменного калия (190 и 221 мг/кг). Содержание бора (0,39 мг/кг) – среднее и молибдена (0,07 мг/кг) – низкое.

Посев узкорядный был проведён сеялкой точного высева 17 мая 2023 года, когда почва прогрелась и установилась тёплая погода. Предшественник чистый пар. Под культивацию внесён 1 ц/га нитроаммофоски (16:16:16). Почва

перед посевом и после посева прикатывали кольчато-шпоровыми катками. Семена перед посевом обработали препаратом клубеньковых бактерий, специфичным для сои. Норма высева семян сортов сои в узкорядном посеве в соответствии с рекомендациями оригинатора составила 600 тыс. шт./га всхожих семян в одновидовых посевах и 400 тыс. – для номеров, высеваемых в смеси с суданской травой.

Площадь делянки 15 м². Учёт урожая проводили методом сплошной уборки с приведением к стандартной 14%-ной влажности и 100 % чистоте. Биохимический анализ семян сои на содержание белка и масла выполнен в аналитической лаборатории института.

Результаты и обсуждение. Соя – пластичная культура, однако, результаты её реакции на стрессовые климатические условия могут быть весьма ощутимы [3]. В 2023 году отдельные периоды вегетационного сезона были вполне благоприятными для культуры. Установившаяся тёплая погода и оптимальная влажность почвы во второй и третьей декадах мая соответствовала оптимальным параметрам теплового (температура почвы 14...18 °С) и водного режима для сои. Всходы у всех сортов сои появились на 9 день после посева. К 3 июня у сортов Мерчен, Памяти Фадеева, Чера 1 и номеров 314 и 320 появился первый тройчатый лист. К середине июня отмечено ветвление у большинства растений всех сортов. С 7 июля – начало бутонизации в нижних узлах, а с конца первой декады июля – начало цветения. Период цветения в нижних и средних узлах совпал с тёплой и влажной погодой июля (ГТК = 3,12), что способствовало активному росту и закладке бобов у всех сортов сои.

Период цветения и плодообразования у сои северного экотипа длительный и продолжается более двух месяцев, даже в условиях Чувашской Республики [3]. В наших условиях выполненные бобы в нижнем и центральном ярусе стебля образовались к концу августа. В верхней части стебля и боковых ветвях при сухой и жаркой погоде в августе (ГТК = 0,39) формировались односемянные бобы, когда не все семяпочки развивались в полноценные семена. В условиях умеренно теплого и сухого сентября все изучаемые сорта сои к концу месяца достигли полной спелости (25.09).

Таким образом, вегетационный период сортов сои северного экотипа в условиях северо-востока европейской части России на широте 58°38' составил 130 дней (посев – полная спелость) при сумме активных температур 1750 °С на момент полной спелости семян.

Продуктивность сои, как и всех бобовых культур, зависит от количества бобов на растении, озернённости боба и крупности семян. Озернённость боба считается сортоспецифичным и стабильным показателем, однако под действием абиотических внешних факторов могут быть

отклонения от типичных значений. Особо существенное значение оказывают на формирование числа семян в бобе погодные условия в период цветения и плодообразования [4, 5].

В наших исследованиях средняя по сорту озерненность боба была низкой и составила от 1,23 до 1,88 (табл. 1), хотя при благоприятных условиях в бобе формируется 2...3 семени, а у некоторых сортов урожай до 26,0...41,0 % может формироваться, даже из 3-семянных бобов [5].

Все сорта сои имели от одной до двух ветвей, исключение сорта Мерчен и Люмария, где у большинства растений насчитывалось до 3 ветвей. В одном продуктивном узле было в основном от одного до двух бобов. Количество бобов на одном растении зависело от сорта, меньше их сформировали сорта Памяти Фадеева, Чера 1, Цивиль и №314. У этих же сортов на одно растение приходилось меньшее количество семян (табл.1).

Таблица 1

Показатели формирования урожая и урожайность сортов сои

Сорт	Высота растений, см	Количество, шт.			Масса 1000 семян, шт.	Урожайность, г/м ²
		бобов на 1 растение	семян в бобе	семян на 1 растение		
Цивиль	47,5	11,6	1,74	20,1	124,4	76,3
Памяти Фадеева	49,0	8,1	1,84	14,7	123,0	66,4
Люмария	60,0	13,6	1,63	22,2	140,9	91,2
Мерчен	52,5	21,3	1,88	40,1	180,7	116,6
Чера 1	51,2	12,0	1,65	19,8	144,0	76,8
№ 314	55,0	6,9	1,23	8,5	101,0	35,1
№ 320	154	11,6	1,62	19,0	150,0	53,3

Масса 1000 семян у всех сортов сои была высокой и соответствовала показателям, обозначенным в характеристике сорта.

Урожайность семян изучаемых сортов сои была невысокой – от 66,4 г/м² у Память Фадеева до 116, г/м² – сорта Мерчен. Самые низкие показатели были у коллекционных номеров, которые высевались в смеси с суданской травой. Более высокая урожайность сорта Мерчен была обусловлена большим количеством бобов на одном растении в сравнении с остальными сортами и количеством семян в бобе. Также данный сорт отличался более крупными семенами, масса 1000 семян составила 180,7 г.

Из двух номеров сои, № 314 был менее продуктивным – 35,1 г/м², что объясняется как малым количеством образовавшихся бобов на растении, так и малым числом выполненных семян. У растений этого номера отмечено большое количество бобов с несформированными семенами.

Продуктивность и содержание сырого протеина в растениях сои зависит как от сорта, так и от активности азотфиксации [6, 7, 8]. На активность работы симбиотического аппарата бобовых культур влияет ряд факторов: температура,

влажность почвы, аэрация, реакция почвенной среды. Оптимальные условия для развития клубеньковых бактерий на корнях сои складываются при рН почвенной среды от 6,5 до 7,0. В наших опытах кислотность солевой вытяжки почвы пахотного слоя составила 4,3...4,6 ед. рН, что, возможно, явилось одним из факторов низкой урожайности, так и содержания сырого протеина в семенах. При оценке развития растений в фазу цветения на корнях сои было отмечено наличие единичных клубеньков, а активных клубеньков не было совсем. Поэтому ни один из изучаемых сортов по содержанию сырого протеина не достиг характеризуемых сорт показателей. Максимальное содержание сырого протеина было у коллекционного номера 320 (35,9 %). Больше 30 % сырого протеина имели сорта Чера 1 и Люмария (табл. 2).

Таблица 2

Содержание сырого протеина и сырого жира в семенах сои, % а.с.в.

Сорт сои	Сырой протеин	Сырой жир
Цивиль	29,1	24,3
Памяти Фадеева	27,4	23,4
Люмария	30,8	22,8
Мерчен	29,5	20,2
Чера 1	30,7	21,7
№320	35,9	20,4
№314	27,6	21,6

Содержание сырого жира было высоким – от 20,4 до 24,3 % и превышало результаты, полученные в более южных регионах. Выделились по этому показателю сорта Цивиль и Памяти Фадеева. С увеличением белковости семян у большинства сортов сои содержание жира снижалось.

Заключение. Таким образом, при совпадении погодных условий вегетационного периода 2023 года с критическими периодами в развития сои (фазы всходы, цветение), а также теплая и сухая погода в сентябре позволили получить полноценные семена у всех изучаемых сортов, которые содержали от 27,4 до 35,9 % сырого протеина и до 20,4...24,3 % жира. Вегетационный период от посева до полной спелости составил 130 суток, при сумме активных температур к концу вегетации сои 1750 °С. Изучение коллекции сортов сои будет продолжено.

Список литературы

1. Бабич А.А. Соя на корм. М.: Колос, 1974. 112 с.
2. Иванова И.Ю., Фадеев А.А. Влияние погодных условий на урожайность сои в условиях Волго-Вятского региона // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. №4. С. 93-97.
3. Фадеева М. Ф., Воробьева Л. В. Влияние засухи на биометрические показатели раннеспелых сортообразцов сои // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. №6 (37). С. 26-29.
4. Соколов С. М. Число семян в бобах сои при выращивании на орошении в условиях Поволжья // Исходный материал, селекция и систематика зерновых бобовых культур. Сборник научных трудов, Том 91. Л., 1985. С. 101-104.
5. Фадеев А. А., Фадеева М. Ф., Воробьева Л. В. Влияние абиотических факторов среды на число семян в бобах сои в условиях Чувашии // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. №5 (36). С. 14-17.
6. Посыпанов Г. С. Соя в Подмосковье. М., 2007. 199 с.

7. Фадеева М. Ф., Воробьева Л. В. Оценка азотфиксирующей активности перспективных линий сои // Вестник Марийского государственного университета. Серия: сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2015. Т. 1. №4 (4). С. 51-54.

8. Шабалдас О. Г., Дорожко Г. Р., Власова О. И., Вайцеховская С. С. Симбиотическая активность в посевах сои в зависимости от обработки семян биопрепаратами на чернозёме обыкновенном // Земледелие. 2023. №8. С. 32-36.

УДК 633.13:631.527

Оценка образцов пленчатого овса по некоторым ценным хозяйственным признакам

Н. В. Кротова, Г. А. Баталова

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н.В. Рудницкого, г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *Исследования проведены в 2021...2023 гг. на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока. Изучено 49 образцов овса пленчатого по ценным хозяйственным признакам. Выделенные генотипы рекомендованы для использования в селекции овса в качестве родительских форм.*

Ключевые слова: *урожайность, период вегетации, высота растений, масса 1000 зерен, количество зерен в метелке, белок, жир*

Evaluation of hulled oat samples for some valuable economic traits

N. V. Krotova, G. A. Batalova

*Federal Agricultural Research Center of North-East
named N.V Rudnitsky, Kirov, Russian Federation*

Annotation. *The studies were conducted in 2021...2023. at the experimental field of FANC North-East. 49 samples of hulled oats were studied for valuable economic traits. The selected genotypes are recommended for use in oat breeding as parental forms.*

Keywords: *yield, vegetation period, plant height, weight of 1000 grains, number of grains in a panicle, protein, fat*

Изучение коллекционных образцов овса различного эколого-географического происхождения в конкретных почвенно-климатических условиях позволяет оценить их по комплексу признаков, включения в селекционный процесс для создания нового адаптированного материала, способного реализовать продуктивный потенциал [1, 2]. В связи с этим актуально изучение адаптивной способности образцов пленчатого овса в конкретных условиях выращивания [3, 4] для получения высокой урожайности и устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам [5, 6]. Оценка генофонда культуры в условиях Кировской области помогает выделить формы с комплексом или отдельными признаками, отвечающими задачам селекции, и использовать их в дальнейшей селекционной работе. Следует отметить, что уверенно прогнозировать селекционную ценность коллекционных образцов можно лишь в том случае, когда известны их потенциальные возможности.

Цель исследований – поиск источников селекционно-ценных признаков на основе регионального изучения коллекционного материала с учетом реакции генотипа на состояние экологических факторов окружающей среды.

Материал и методы. В 2021...2023 гг. на опытном поле Федерального аграрного научного центра Северо-Востока (ФАНЦ Северо-Востока; Кировская область) изучено 49 образцов овса пленчатого (стандарт – сорт овса Кречет) в соответствии с «Методическими указаниями ...» [7] и «Международным классификатором ...» [8]. Для анализа результатов применяли пакет прикладных программ AGROS 2.07, Microsoft Office Excel 2007. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, размер делянки 1 м², повторность 3-кратная, предшественник – чистый пар.

Результаты и обсуждение. Условия вегетации по температуре и осадкам в годы исследований были контрастные. Посев и появление всходов в 2021 г. проходили при теплой и жаркой погоде как с сухими, так и дождливыми периодами, гидротермический коэффициент (ГТК) составил 0,11. Июнь...июль были умеренно-теплыми и жаркими месяцами (ГТК = 0,67). В августе также преобладала теплая и жаркая сухая погода, что ускорило процессы созревания и начало уборки. Май...июнь 2022 г. характеризовались неустойчивой, преимущественно холоднее обычной с небольшими, в отдельные дни значительными осадками погодой. ГТК в период «всходы-выметывание» составил 2,71. В июле преобладала теплая, временами жаркая, сухая погода. В августе наблюдали теплую и жаркую с редкими дождями погоду. Температурный режим и условия увлажнения в августе способствовали созреванию посевов и были благоприятны для уборки (ГТК периода «выметывание-созревание» 2,05). В целом, период вегетации был благоприятен для роста, развития и формирования высокой продуктивности растений овса. Апрель 2023 г. характеризовался неустойчивой, но преимущественно теплее нормы с дефицитом осадков погодой. Среднесуточная температура воздуха в мае составила 12...15 °С, что на 1,5...2,5 °С выше климатической нормы. В июне отмечали неустойчивую – от очень теплой до холодной, преимущественно сухой или с небольшими осадками погоду. В июле...августе наблюдалась неустойчивая, от теплой и жаркой до прохладной, с дождями разной интенсивности погода. Условия в период созревания были благоприятны для формирования выполненного зерна (ГТК периода «выметывание - созревание» 2,48). За годы исследований отмечена средняя положительная связь урожайности и гидротермического коэффициента ($r = 0,510$).

По продолжительности вегетационного периода отмечены значительные внутривидовые различия, огромное разнообразие среди форм и сортов в пределах вида. Продолжительность периода «всходы...выметывание» у пленчатых образцов в среднем за три года изменялась от 33 дней у сортообразца к-15597 UFRGS 077014-2 (Бразилия) до 57 дней у к-15251 местный (Тунис) (табл. 1).

Период вегетации и урожайность овса (2021...2023 гг.)

Каталог	Название	Происхождение	Урожайность, г/м ²	Период вегетации, дни	
				всходы-выметывание	всходы-восковая спелость
к-15597	UFRGS 077014-2	Бразилия	147	33	71
к-15251	местный	Тунис	317	57	89
к-15054	Sirius II	Швеция	247	43	70
к-15607	UFRGS 930597-4	Бразилия	223	40	72
к-15042	Simonen	Финляндия	199	41	72
к-15596	UFRGS 068001-3	Бразилия	232	37	71
к-15405	Raven	Чехия	500	43	73
к-15626	Памяти Ушакова	Россия	428	41	73
к-15516	Zorgo	Германия	427	45	74
к-14857	ст. Кречет	Россия	429	44	77

Период «всходы...восковая спелость» варьировал от 70 дней (образец из Швеции к-15054 Sirius II) до 89 дней (Тунис, к-15251 местный). Короткий период вегетации (71...72 дня) имели пленчатые образцы: к-15607, к-15042, к-15596, к-15597, урожайность их составила 147...232 г/м². Выявлена средняя зависимость урожайности от продолжительности периода вегетации ($r = 0,557$).

В среднем за 2021...2023 гг. максимальная урожайность получена у пленчатого образца к-15405 Raven (Чехия) – 500 г, или +71 г к стандарту Кречет. Выше или на уровне стандарта (427...447 г/м²) урожайность была у образцов к-15626 (Россия) и к-15516 (Германия), данные образцы отнесены к средне-спелым (период «всходы...восковая спелость» 73...74 дня).

Внутривидовое разнообразие рода *Avena* L. включает в себя достаточно большой потенциал изменчивости растений по высоте. Это обеспечивает возможность подбора и создания нового исходного материала, сочетающего оптимальную высоту растений с другими хозяйственно ценными признаками [9]. Показатель «высота растения» варьировал в исследованиях 2021...2023 гг. от 55,1 см у образца к-15597 UFRGS 077026-2 из Бразилии (данный образец отнесен к очень низкорослым) до 103,0 см – у к-15697 Tusk Moss Selection (Швеция) при 72,4 см у стандарта Кречет (табл. 2).

Таблица 2

Некоторые элементы структуры и урожайность сортообразцов овса (2021...2023 гг.)

Каталог	Название	Происхождение	Урожайность, г/м ²	Высота растений, см	Длина метелки, см
к-15597	UFRGS 077026-2	Бразилия	147	55,1	12,4
к-15697	Tusk Moss Selection	Швеция	382	103,0	15,5
к-15604	UFRGS 910905-1-3	Бразилия	169	64,7	10,8
к-15622	Чемал	Россия	201	100,0	21,4
к-14857	ст. Кречет	Россия	429	72,4	14,6

Выявлена средняя достоверная корреляционная зависимость между урожайностью и высотой растений ($r = 0,389$). В основном, образцы коллекции по признаку «высота растений» относятся к низкорослым, среднее значение показателя в выборке составило 79,8 см.

В исследованиях отмечена достоверная положительная корреляция высоты растения с длиной метелки ($r = 0,881$). Длина метелки у образцов овса изменялась от 10,8 см у к-15604 UFRGS 910905-1-3 (Бразилия) до 21,4 см у к-15622 Чемал (Россия). Известно, что длина метелки овса во многом зависит от условий среды и генотипа, однако очень длинные рыхлые раскидистые метелки редко бывают высокопродуктивными. В исследованиях наблюдали слабое отрицательное влияние температуры и осадков на длину метелки ($r = -0,128$).

Одним из важных элементов формирования урожайности зерна является количество зерен в метелке. Среди образцов с количеством зерен больше показателя ст. Кречет можно выделить к-15614 Атула 508-89 (Россия) – 51 зерно, при этом образец имел массу зерна с метелки 2,12 г (+0,56 г к стандарту Кречет), к-15516 Zorro из Германии (40 зерен), к-15405 Raven из Чехии (48 зерен), к-15057 Plym из Швеции (43 зерна) (табл. 3). Количество зерен в метелке значимо влияло на массу зерна с метелки ($r = 0,947$).

Таблица 3

Продуктивность растений овса пленчатого, 2021...2023 гг.

Каталог	Название	Происхождение	Количество зерен, шт.	Масса зерна с метелки, г	Масса 1000 зерен, г
к-15614	Атула 508-89	Россия	51	1,73	33,6
к-15516	Zorro	Германия	40	1,33	32,9
к-15405	Raven	Чехия	48	1,87	39,6
к-15057	Plym	Швеция	43	1,29	30,3
к-15622	Чемал	Россия	31	1,41	46,6
к-15404	Minue	Франция	28	1,30	45,5
к-15601	UFRGS 881920	Бразилия	19	0,89	45,8
к-14857	ст. Кречет	Россия	33	1,20	36,8

Согласно «Международному классификатору...» (1984) очень большой массой 1000 зерен (более 45 г) обладали образцы к-15622 Чемал (Россия), к-15404 Minue (Франция), к-15601 UFRGS 881920 (Бразилия). Масса зерна с метелки у них была на уровне или выше стандарта (0,89...1,41 г). Выявлена средняя зависимость массы 1000 зерен от погодных условий в период вегетации ($r = 0,252...0,306$).

Высокотатурными (591...614 г/л) являлись генотипы к-15630 Conway (Великобритания), к-15611 Bessin (Норвегия), к-15516 Zorro (Германия). Натура зерна ст. Кречет варьировала от 560 г/л (2021 г.) до 594 г/л (2022 г.) (табл. 4).

Таблица 4

Источники по качеству зерна овса (2021...2023 гг.)

Каталог	Название	Происхождение	Натура, г/л	Пленчатость, %
к-15630	Conway	Великобритания	592	25,2
к-15611	Bessin	Норвегия	614	25,8
к-15516	Zorro	Германия	591	27,1
к-15591	2579	Турция	555	22,5
к-15626	Памяти Ушакова	Россия	584	23,9
к-15613	Ot-F1 520-89	Россия	573	23,4
к-15606	UFRGS 930551-6	Бразилия	563	23,2
к-15602	UFRGS 884070-2	Бразилия	538	23,2
к-15607	UFRGS 930597-4	Бразилия	571	23,2
к-15609	UFRGS 953195	Бразилия	568	22,6
к-14857	ст. Кречет	Россия	580	25,6

На показатель «пленчатость» слабое влияние оказывают условия произрастания ($r = 0,249$). Самый низкий показатель пленчатости (22,5 %) в течение трех лет получен у образца из Турции к-15591 2579, при 25,6 % у ст. Кречет. К низкопленчатым отнесены к-15626 Памяти Ушакова, к-15613 Ot-F1 520-89 (Россия), к-15606 UFRGS 930551-6, к-15602 UFRGS 884070-2, к-15607 UFRGS 930597-4, к-15609 UFRGS 953195 (Бразилия). Корреляционный анализ выявил слабую отрицательную зависимость натурального веса и пленчатости зерна ($r = -0,181$).

Биохимический анализ зерна показал разброс показателей по содержанию белка (11,94...14,64 %), максимальное значение у к-15054 Sirius II (Швеция), при этом он содержал значительное количество жира в зерне (5,28 %). Высокобелковыми были сортообразцы: к-15697, к-15700, к-15404 (14,07...14,33 %) (табл. 5).

Таблица 5

Содержание белка и жира в зерне овса (2021...2023 гг.)

Каталог	Название	Происхождение	Белок, %	Жир, %
к-15054	Sirius II	Швеция	14,64	5,28
к-15697	Tysk Moss Selection	Швеция	14,07	4,76
к-15700	Olands	Швеция	14,33	4,91
к-15404	Minue	Франция	14,29	4,91
к-15405	Raven	Чехия	12,94	4,75
к-15058	Roslags	Швеция	13,22	5,44
к-15606	UFRGS 930551-6	Бразилия	14,90	5,00
к-15610	UFRGS 970654-3	Бразилия	14,36	5,36
к-15042	Simonen	Финляндия	14,11	5,01
к-14857	ст. Кречет	Россия	11,99	5,09

Выявлена средняя отрицательная зависимость показателей содержания белка и жира в зерне ($r = -0,304$), что соответствует литературным данным [10]. Показатель «содержание жира в зерне» варьировал от 4,75 % (к-15405, Чехия) до 5,44 % (к-15058, Швеция). По сочетанию высокого содержания белка и жира среди образцов выделены: к-15606, к-15610 (Бразилия), к-15058 (Швеция), к-15042 (Финляндия).

Заключение. По результатам исследований выделены:

- урожайные, высоконатурные с большим количеством зерен в метелке: к-15405 Raven (Чехия) и к-15516 Zorro (Германия);
- скороспелые с высоким биохимическим составом зерна: к-15054 Sirius II (Швеция) и к-15042 Simonen (Финляндия);
- скороспелый низкопенчатый к-15607 UFRGS 930597-4 (Бразилия);
- низкопенчатый с высоким содержанием белка и жира в зерне к-15606 UFRGS 930551-6 (Бразилия);
- урожайный низкопенчатый к-15626 Памяти Ушакова (Россия).

Выделившиеся генотипы рекомендованы для использования в селекции овса в качестве родительских форм.

Список литературы

1. Тулякова М. В., Баталова Г. А., Лоскутов И. Г., Пермякова С. В., Кротова Н. В. Оценка адаптивных параметров коллекционных образцов овса пленчатого по урожайности в условиях Кировской области // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. Т. 182(1). С. 72-79.
2. Войцуцкая Н. П., Лоскутов И. Г. Селекционная ценность европейских образцов овса в условиях Кубанской опытной станции ВИР // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019;180(1):52-58.
3. Алабушев А. В., Макарова Т. С., Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Дубинина О. А. Параметры пластичности и стабильности сортов озимой твердой пшеницы по различным предшественникам в условиях Ростовской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(6):557-566.
4. Драгавцев В. А., Драгавцева И. А., Ефимова И. Л., Маринец А. С., Савин И. Ю. Управление взаимодействием "генотип-среда" - важнейший рычаг повышения урожая сельскохозяйственных растений // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016;(59):105-121.
5. Karsai I., Mészáros K., Láng L. Multivariate Analysis of Traits determining Adaptation in cultivated Barley // Plant Breeding. 2001. № 120 (3) P. 217-222.
6. Robinson L.H., Lahnstein J., Eglinton J.K. The Identification of a Barley Haze active Protein that influences Beer haze stability: Cloning and Characterisation of the Barley Protein as a Barley Trypsin Inhibitor of the Chloroform/Methanol Type // Journal of Cereal Science. 2007. № 45 (3). P. 343-352.
7. Международный классификатор рода *Avena* L. Ленинград: ВИР, 1984.
8. Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. Санкт-Петербург: ВИР, 2012
9. Трушко А.А., Халецкий С.П. Источники хозяйственно-ценных признаков в коллекции овса посевного // Земледелие и селекция в Беларуси. 2020. № 56. С. 311-319.
10. Иванова Ю.С., Фомина М.Н. Биохимические показатели качества зерна у коллекционных образцов овса голозерного в условиях северной лесостепи // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, № 6. С. 38-41.

**Возможность использования содержания зеленых пигментов в листьях
для прогноза содержания белка в зерне ячменя**

Е. М. Лисицын

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. Проанализированы корреляционные связи содержания белка в зерне 28 сортов ярового ячменя с содержанием хлорофиллов во флаговом и подфлаговом листьях. Установлено, что для сортов экстенсивного типа возможен следующий прогноз: с повышением содержания хлорофилла во флаговом листе в фазу цветения на 1 мг/г сухой массы листа содержание белка в зерне уменьшится на 0,63 % (для Chl a), на 0,68 % (для Chl b) и на 0,33 % (для суммарного хлорофилла). С повышением соотношения Chl a/b на единицу содержание белка, наоборот, возрастет на 2,03 %.

Ключевые слова: *Hordeum vulgare*, хлорофилл, флаговый лист, подфлаговый лист

**Possibility using green pigment content in leaves to predict
the protein content in barley grains**

E. M. Lisitsyn

*Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation*

Abstract. *Correlations of the protein content in the grain of 28 varieties of spring barley with the content of chlorophyll in flag and subflag leaves were analyzed. It was established that for varieties of extensive type, the following forecast is possible: with an increase in the content of chlorophyll in the flag leaf in the flowering phase by 1 mg/g of dry sheet weight, the protein content in the grain will decrease by 0.63 % (for Chl a); 0.68 % (for Chl b) and 0.33 % (for total chlorophyll). With an increase in the ratio of Chl a/b per unit, the protein content, on the contrary, will increase by 2.03 %.*

Keywords: *Hordeum vulgare*, chlorophyll, flag leaf, second leaf

В Кировской области Российской Федерации яровым ячменем представлены 36 % посевов зерновых культур [1]. Флаговый лист зерновых культур поставляет азот прямо в колос и обеспечивает от 50 до 60 % ежедневного синтеза пластических веществ, поэтому его роль в повышении урожая и качества зерна, в частности, в повышении содержания белка, в последние годы активно изучается и используется в селекции [2, 3]. Многие авторы указывают на то, что содержание белка в зерне может быть спрогнозировано по величине содержания в листьях таких пигментов, как хлорофиллы, оцененного в поле с помощью портативных хлорофиллометров типа SPAD-502 (Minolta Corporation, Japan), Yara N-Tester™ (Yara International ASA, Norway) или CCM-200 (Opti-Sciences, USA).

Цель исследования – на основе оценки коллекционных образцов различного эколого-географического происхождения проанализировать возможность прогноза содержания белка в зерне по содержанию хлорофилла в листьях.

Материал и методы. Исследования проведены в 2018...2020 гг. в ФАНЦ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого, г. Киров. Объектом исследований являлись 28 образцов ярового ячменя различного эколого-географического происхождения. Данные по содержанию белка в зерне получены и представлены сотрудниками лаборатории селекции и первичного семеноводства ячменя. В фазу цветения с 20 растений каждого исследуемого генотипа отбирали пробы флагового и подфлагового листьев для анализа содержания пигментов. Концентрацию хлорофиллов *a* (*Chl a*) и *b* (*Chl b*) в ацетоновых вытяжках листьев (100 % ацетон) определяли на спектрофотометре UVmini 1240 Shimadzu (Japan), с последующим пересчетом содержания пигментов на 1 г сухой массы листьев согласно методике [4].

Полученные данные обрабатывали статистически с использованием табличного процессора Microsoft Office Excel 2013 и пакета селекционно-генетических программ AGROS, версия 2.07.

Результаты и обсуждение. Согласно анализу полевых данных, проведенном сотрудниками лаборатории селекции ячменя ФАНЦ Северо-Востока, исследуемые сорта значительно отличались между собой по параметрам экологической пластичности (b_i) содержания белка. Образцы интенсивного типа ($b_i > 1,0$) составили половину набора сортов, вторая половина была представлена сортами экстенсивного или нейтрального типа ($b_i < 1,0$).

Для изученных сортов ярового ячменя провели анализ содержания пигментов во флаговом и подфлаговом листьях. Данные представлены в таблице 1.

Среднее для выборки содержание *Chl a* составило $5,24 \pm 0,19$ и $3,94 \pm 0,28$ мг/г сухой массы для флагового и подфлагового листьев соответственно. Для *Chl b* аналогичные величины составили $3,01 \pm 0,19$ и $1,89 \pm 0,21$. Соответствующие коэффициенты вариации были равны 19,7; 37,0; 32,6 и 57,6 %. Из этих данных следует, что варибельность величин содержания *Chl b* в обоих листьях почти вдвое превышает варибельность содержания *Chl a*, что делает это показателем более пригодным для оценки межсортовых различий, особенно при анализе подфлагового листа, что подтверждает полученные нами ранее данные [5].

В целом для исследуемой выборки сортов ярового ячменя содержание белка в зерне не показало каких-нибудь статистически значимых корреляций с содержанием и соотношением пигментов во флаговом и подфлаговом листьях (табл. 2).

Таблица 1

Содержание хлорофилльных пигментов во флаговом и подфлаговом листьях сортов ярового ячменя (мг/г сухой массы)

Образец	b_i	Флаговый лист		Подфлаговый лист	
		<i>Chl a</i>	<i>Chl b</i>	<i>Chl a</i>	<i>Chl b</i>
Местный (к-5983)	-0,65	4,82±0,36	2,75±0,28	3,08±0,33	1,33±0,19
Местный (к-3506)	-0,62	4,12±0,19	2,23±0,20	1,44±0,25	0,59±0,07
Местный (к-2930)	-0,54	3,37±0,29	1,51±0,20	3,40±0,16	1,58±0,09
NCL 95098	-0,24	5,37±0,26	2,92±0,21	2,80±0,17	1,14±0,13
Orthega	0,01	4,40±0,23	1,96±0,23	5,52±0,18	2,14±0,21
Наран	0,22	5,95±0,31	3,25±0,29	4,44±0,21	1,94±0,25
752 А	0,24	5,50±0,25	3,24±0,22	3,51±0,17	1,50±0,11
Sultan	0,25	4,28±0,28	1,99±0,21	3,45±0,18	1,12±0,12
Mentor	0,45	6,58±0,17	4,46±0,05	6,06±0,31	3,58±0,31
Казьминский	0,46	6,74±0,18	4,41±0,21	7,24±0,18	4,76±0,22
Щедрый	0,59	5,63±0,24	3,17±0,05	3,03±0,13	1,28±0,06
Mie	0,80	6,03±0,28	3,97±0,24	3,93±0,14	1,96±0,11
Полярный 14	0,92	4,97±0,18	2,69±0,15	2,92±0,17	1,28±0,08
Crusades	0,96	3,98±0,25	1,88±0,16	1,99±0,07	0,86±0,02
Одесский 115	1,17	6,34±0,10	4,25±0,11	5,68±0,16	3,18±0,13
Danuta	1,18	3,26±0,25	1,67±0,36	2,73±0,15	1,21±0,07
Landrace	1,24	4,58±0,21	1,96±0,22	3,70±0,11	1,19±0,08
Местный (к-2929)	1,35	5,34±0,13	3,04±0,23	5,45±0,31	3,11±0,23
Filipra	1,60	6,04±0,16	3,92±0,12	2,92±0,18	1,27±0,12
Bonita	1,61	5,67±0,26	3,02±0,20	3,77±0,31	1,07±0,11
Новичок	1,61	4,57±0,21	2,10±0,17	2,81±0,01	0,48±0,02
Белгородский 100	1,83	6,48±0,26	4,32±0,13	5,98±0,32	3,61±0,31
Нахбу	1,89	6,62±0,18	4,52±0,20	6,17±0,21	3,81±0,24
Сябра	2,00	3,68±0,05	1,59±0,03	2,30±0,17	1,16±0,21
Рейдер	2,17	6,00±0,08	4,21±0,09	3,64±0,19	1,72±0,15
Rodos	2,25	6,25±0,22	3,65±0,20	4,42±0,21	2,22±0,12
Соопег	2,43	4,51±0,24	2,35±0,12	2,66±0,18	1,13±0,08
Местный (к-2930)	3,16	5,65±0,13	3,26±0,16	5,18±0,10	2,61±0,05

Таблица 2

Величины коэффициентов парных корреляций между содержанием пигментов в листьях и содержанием белка в зерне для 28 сортов ярового ячменя

Образец	<i>Chl a</i>	<i>Chl b</i>	<i>Chl a / Chl b</i>	<i>Chl a + b</i>
<i>Вся выборка (28 сортов)</i>				
Флаговый лист	-0,168	-0,171	-0,186	-0,171
Подфлаговый лист	-0,034	-0,035	0,062	-0,035
<i>Сорта, имеющие $b_i > 1,0$ (14 сортов)</i>				
Флаговый лист	0,148	0,104	-0,196	0,128
Подфлаговый лист	0,321	0,275	-0,101	0,304
<i>Сорта, имеющие $b_i < 1,0$ (14 сортов)</i>				
Флаговый лист	-0,643*	-0,638*	0,585*	-0,645*
Подфлаговый лист	-0,447	-0,430	0,372	-0,446

* корреляции статистически значимы при $p \leq 0,05$

Необходимо отметить, что в научной литературе на сегодняшний день нет единого мнения о характере сопряженности содержания пигментов в листьях и белка в зерне для большинства зерновых культур [6, 7]. Aranguren et al. [8] считают, что величины и направление взаимосвязей этих двух параметров в значительной степени варьируют в зависимости от конкретных условий года и места выращивания. López-Bellido et al. [9] отмечали, что высокое содержание азота в зерне и низкая урожайность характерны для засушливых условий вегетации. В этом случае содержание хлорофилла на середине стадии цветения (GS65) во флаговом листе может на 68...77 % объяснить вариабельность содержания белка в зерне.

Aranguren et al. [8] предлагают обращать внимание на величину урожайности сорта. В их исследовании в условиях Средиземноморья, при урожайности яровой пшеницы ниже, чем 8 т/га, показана адекватность использования данных содержания хлорофилла во флаговом листе на стадиях от GS60 до GS69 для предсказания вариабельности содержания белка в зерне.

Мы использовали несколько иной подход и разделили всю выборку сортов не по урожайности, а по величине параметра экологической пластичности (b_i) сортов. Такой подход позволил отметить отсутствие корреляционных связей между пигментным комплексом листьев и средним содержанием белка для сортов с уровнем b_i выше единицы (сорта интенсивного типа). В то же время сорта, имеющие показатель экологической пластичности ниже единицы, характеризовались наличием статистически значимых взаимосвязей содержания белка в зерне и пигментным комплексом флагового листа. Так, для *Chl a* и *Chl b* коэффициенты парных корреляций составили $r = -0,643$ и $-0,638$ соответственно, для соотношения *Chl a/b* – $r = 0,585$; для суммарного содержания хлорофилла во флаговом листе – $r = -0,645$.

Рассчитанные по исходным данным уравнения регрессии могут способствовать прогнозу содержания белка в зерне сортов ярового ячменя экстенсивного типа (с b_i ниже 1) на основе анализа содержания зеленых пигментов во флаговом листе в фазу цветения. Эти уравнения выглядят следующим образом:

содержание белка = $17,36 - 0,627 * \text{содержание } Chl a$;

содержание белка = $16,11 - 0,677 * \text{содержание } Chl b$;

содержание белка = $16,79 - 0,330 * \text{суммарное содержание } Chl$;

содержание белка = $10,34 + 2,030 * \text{соотношение } Chl a/b$.

Таким образом, эти уравнения показывают, что с повышением содержания хлорофилла на 1 мг/г сухой массы листа содержание белка в зерне уменьшится на 0,63 % (для *Chl a*), на 0,68 % (для *Chl b*) и на 0,33 % (для суммарного хлорофилла). С повышением соотношения *Chl a/b* на единицу содержание белка, наоборот, возрастет на 2,03 %.

Выводы. Вариабельность величин содержания *Chl b* в листьях почти вдвое превышало вариабельность содержания *Chl a*, что делает этот показатель более пригодным для оценки межсортовых различий, особенно при анализе подфлагового листа. В целом для исследуемой выборки содержание белка в зерне не имело значимых корреляций с содержанием и соотношением пигментов в листьях; однако для сортов, имеющих b_i ниже единицы, коэффициенты парных корреляций были статистически значимы и составили для *Chl a* и *Chl b* во флаговом листе -0,643 и -0,638 соответственно, для соотношения *Chl a/b* – $r = 0,585$, для суммы хлорофиллов во флаговом листе $r = -0,645$. Для сортов ярового ячменя экстенсивного типа возможен следующий прогноз: с повышением содержания хлорофилла во флаговом листе в фазу цветения на 1 мг/г сухой массы листа содержание белка в зерне уменьшится на 0,63 % (для *Chl a*), на 0,68 % (для *Chl b*) и на 0,33 % (для суммарного хлорофилла). С повышением соотношения *Chl a/b* на единицу содержание белка, наоборот, возрастет на 2,03 %.

Список литературы

1. Щенникова И. Н., Кокина Л. П. Перспективы селекции ячменя для условий Волго-Вятского региона (аналитический обзор). Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(1):21-31.
2. Racz I., Hirișcău D., Berindean I., Kadar R., Muntean E., Tritean N. et al. The influence of flag leaf removal and its characteristics on main yield components and yield quality indices on wheat. *Agronomy*. 2022;12:2545.
3. Nayak D. K., Sahoo S., Barik S. R., Sanghamitra P., Sangeeta S., Pandit E., et al. Association mapping for protein, total soluble sugars, starch, amylose and chlorophyll content in rice. *BMC Plant Biology*. 2022;22:620.
4. Lichtenthaler H. K., Buschmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. In: R. E. Wrolstad, T. E. Acree, H. An, E. A. Decker, M. H. Penner, D. S. Reid et al. (eds), *Current Protocols in Food Analytical Chemistry (CPFA)*, John Wiley and Sons, New York, 2001. F4.3.1-F4.3.8.
5. Носкова Е. Н., Зайцева И. Ю., Лисицын Е. М. Пригодность параметров содержания пигментов в листьях для селекции ярового ячменя. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019;6(176):22-26.
6. Hansen P. M., Jørgensen J. R., Thomsen A. Predicting grain yield and protein content in winter wheat and spring barley using repeated canopy reflectance measurements and partial least squares regression. *J. Agric. Sci.* 2002;139:307-318.
7. Wang Z., Wang J., Liu L., Huang W., Zhao C., Wang C. Prediction of grain protein content in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) using plant pigment ratio (PPR). *Field Crop. Res.* 2004;90:311-321.
8. Aranguren M., Castellón A., Aizpurua A. Wheat grain protein content under mediterranean conditions measured with chlorophyll meter. *Plants*. 2021;10:374.
9. López-Bellido R. J., Shepherd C. E., Barraclough P. B. Predicting post-anthesis N requirements of bread wheat with Minolta SPAD meter. *Eur. J. Agron.* 2004;20:313-320.

Генотипическая вариабельность реакции процессов переноса энергии в тилакоидных мембранах листьев овса на осмотический стресс

Е. М. Лисицын

Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого
Киров, Российская Федерация

Аннотация. *Оценивались воздействие осмотического стресса на процессы переноса энергии в тилакоидных мембранах листьев овса с использованием JIP-теста. Установлено, что наибольшую генотипическую вариабельность по реакции на стресс показали параметры скорости электронного транспорта через фотосистему II ($CV = 13.0\%$); потока электронного транспорта от хинона Q_A по межсистемного пула хинонов; потока энергии, рассеянной антеннами фотосистемы II; потока электронов, переносимых от хинона Q_A до конечного акцептора фотосистемы I ($CV = 17.9...21.0\%$); квантовых выходов электронного транспорта на акцепторной стороне PSII от Q_A до межсистемного пула пластохинонов и электронного транспорта от Q_A до конечного акцептора PSI ($CV = 15.5...19.9\%$). Соответственно, эти параметры в наибольшей степени подходят для использования при отборе желаемых генотипов.*

Ключевые слова: *Avena sativa L., флуоресценция, хлорофилл a, потоки энергии, квантовые выходы*

The specific functioning of the photosynthetic apparatus in different types of cereal

E. M. Lisitsyn

Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky
Kirov, Russian Federation

Annotation. *The effects of osmotic stress on energy transfer processes in thylakoid membranes of oat leaves were evaluated using a JIP-test. It was found that the greatest genotypic variability in stress response was shown by the parameters of the speed of electronic transport through photosystem II ($CV = 13.0\%$); the flow of electronic transport from quinone Q_A through the intersystem quinone pool; energy flux scattered by antennas of photosystem II; flow of electrons transferred from quinone Q_A to the final acceptor of photosystem I ($CV = 17.9...21.0\%$); quantum yield of electron transport on the acceptor side of PSII from Q_A to the intersystem pool of plastoquinones and electron transport from Q_A to the final acceptor of PSI ($CV = 15.5...19.9\%$). Accordingly, these parameters are most suitable for use in the selection of desired genotypes.*

Keywords: *Avena sativa L., fluorescence, chlorophyll a, energy fluxes, quantum yield*

Овес – важная зернофуражная и продовольственная культура. Зерно овса используется в кормопроизводстве, при производстве продуктов питания, в медицине. Правильно подобранный генотип наиболее полно реализует свой потенциал в меняющихся условиях среды. Оценка параметров адаптивности и стабильности сортов позволяет с большей точностью выделять лучшие из

них [1, 2]. Так как погодные условия, в том числе засуха, к которой овес особенно чувствителен на ранних стадиях развития [3], в большой степени влияют на урожайность и биохимические характеристики овса, мы провели предлагаемую работу с *целью* выявить генотипическое разнообразие овса по реакции фотосистемы II на засуху, определить этапы и процессы преобразования энергии, позволяющие проводить отбор исходного материала. Одним из быстрых и результативных способов оценки стрессоустойчивости растений считается метод оценки флуоресценции хлорофилла *a* [4]. Для подобной работы все чаще используется JР-тест, способный дать представление о процессах преобразования энергии в листьях, оценить влияние стресса на фотосинтетический аппарат и общую продуктивность растений.

Материалы и методы. Для оценки параметров кинетики индукции флуоресценции хлорофилла *a* использовали двухнедельные проростки 33 сортов и селекционных линий овса посевного (*Avena sativa* L.) селекции ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров), выращенные на полном питательном растворе Кнопа и в условиях засухи (питательный раствор + ПЭГ 400, 7 атм) при комнатной температуре и фотопериоде 16/8 ч (день/ночь). Измерения проводил с использованием флуорометра Fluor Pen FP 110/S (Photon Systems Instruments, Czech Republic) после темновой адаптации в течение 20 минут, согласно руководству производителя, по методу JР-теста. Подробная методика и оцениваемые параметры описаны ранее [5].

Результаты и обсуждение. Из набора показателей, характеризующих структурные параметры фотосистемы II листьев овса (рис. 1), наиболее вариабельной была скорость электронного транспорта через нее (F_m/F_o), составляя в стрессовых условиях от 59 (сорт Аргамак) до 135 % (линия 63h11) контрольных величин.

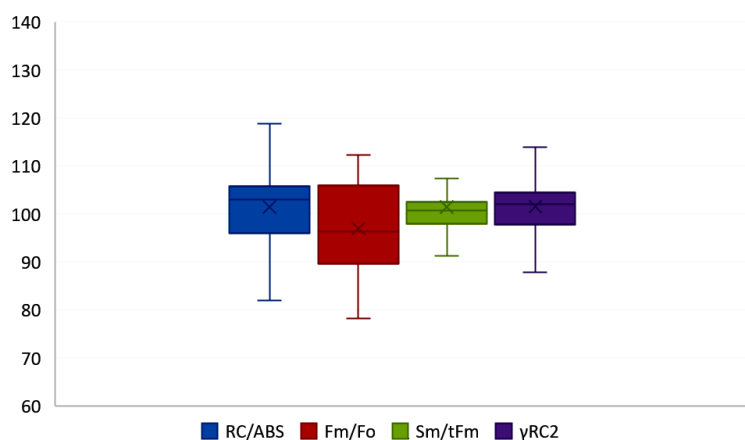


Рис. 1. Влияние осмотического стресса на структурные параметры фотосистемы II листьев овса (% от контроля): RC/ABS – плотность реакционных центров на единицу антенного хлорофилла; F_m/F_o – скорость электронного транспорта через фотосистему II; Sm/tFm – средняя фракция открытых РЦ в течение времени, необходимого для их полного закрытия; γRC^2 – вероятность того, что молекулы хлорофилла работают как РЦ

Таким образом, при средней для изученного набора генотипов величины $97,0 \pm 2,2$ % коэффициент вариации составил 12,6 %. Две трети изученных генотипов снижали величину этого параметра, треть генотипов повысила ее, только три генотипа не показали реакции на стресс по данному параметру (сорт Кречет, линии 42h12o и 90h18).

Плотность реакционных центров (количество РЦ, восстанавливающих хинон Q_A) на единицу антенного хлорофилла (RC/ABS) в стрессовых условиях несколько повышалось, составляя в среднем $101,4 \pm 1,5$ % от контроля. Вариабельность этого соотношения составила 8,7 %; в наибольшей степени превосходил контроль сорт Багет (121,6 % от контроля), самая сильная депрессия отмечена для линии 225h14 (82,0 % от контроля). Только у трети изученных генотипов стресс привел к снижению показателя относительно контроля. Три генотипа (сорт Фаленец, линии 72h11 и 91h18) не отличались от контрольных значений.

Изменчивость двух последних структурных параметров (Sm/tFm и γRC^2) была довольно низкой – 5,7...5,9 %. Средняя их величина составляла около 101,5 % от контроля. По первому параметру снизили величину относительно контроля 10 генотипов (минимальная величина у линии 63h11 – 91,2 %), повысили 14 генотипов (максимальная величина у сорта Аргмак – 126,4 %), на уровне контроля – 9 генотипов.

По второму параметру снизили величину относительно контроля 9 генотипов (минимальная величина у линии 225h14 – 87,9 %), повысили вдвое больше – 18 генотипов (максимальная величина у сорта Багет – 113,9 %), на уровне контроля – 6 генотипов.

Осмотический стресс, в целом, привел к снижению величин электронных потоков энергии внутри фотосистемы (рис. 2), за исключением потока энергии, рассеянной в виде тепла.

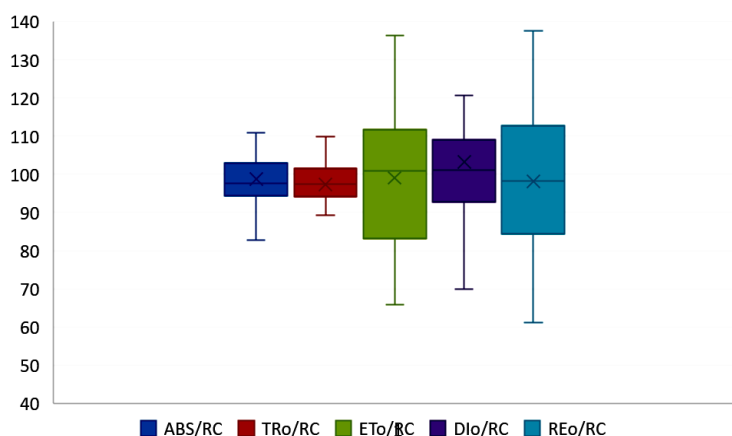


Рис. 2. Влияние осмотического стресса на потоки энергии внутри фотосистемы II листьев овса (% от контроля): ABS/RC – поток абсорбированной энергии в антенных хлорофиллах; TRo/RC – поток энергии, захваченной открытыми РЦ, приводящий к восстановлению хинона Q_A ; ETo/RC – поток электронного транспорта от хинона Q_A до межсистемного пула хинонов; DIo/RC – поток энергии, рассеянной антеннами фотосистемы II; REo/RC – поток электронов, переносимых от хинона Q_A до конечного акцептора фотосистемы I

Наименее вариабельным было изменение общего потока адсорбированной энергии в антенных комплексах РЦ (ABS/RC) – всего 6,9 %. При этом только три генотипа остались на уровне контроля, 20 генотипов снизили объемы этого потока, остальные 10 – повысили. Наибольшим снижением (82,5 % от контроля) характеризовалась линия 63h11, самое сильное повышение параметра отмечено для линии 49h18 (117,0 % от контроля). Изменение величины этого параметра характеризует на структурное изменение размера антенных комплексов, а "эффективный" или "экономический" их размер, т. е. величины адсорбции на один активный РЦ.

TRo/RC (часть потока энергии, захваченной открытыми РЦ, которая приводит к восстановлению хинона Q_A) изменялся в соответствии с предыдущим параметром, но с чуть большей вариабельностью (7,5 %) среди исследованных образцов. Распределение генотипов по характеру изменения показателя (на уровне контроля, ниже и выше его) примерно совпало с параметром ABS/RC, составив соотношение 3:22:9. Наибольшее снижение объема этого потока наблюдалось у линии 178h13 (74,5 % от контроля), наибольшее повышение – у линии 196h15 (114,5 %).

Поток электронного транспорта от хинона Q_A до межсистемного пула хинонов (ETo/RC) сильнее всего снизился у линии 31h12 (65,9 % от контроля), а повысился – у линии 159h14 (136,3 % от контроля), но по этому параметру число генотипов, снизивших и повысивших уровень этого потока, был примерно равным в исследуемой выборке (16 и 15 соответственно). Два генотипа проявили устойчивость, не изменив его под влиянием стрессора (линии 11h12o и 74h12). Вариабельность степени изменчивости признака составила 17,9 % – от 65,9 до 136,3 % от контроля (соответственно линии 31h12 и 159h14).

Часть потока энергии, рассеянной антеннами фотосистемы II в процессах, отличных от улавливания (DTo/RC), показала самый высокий уровень вариабельности по реакции на осмотический стресс – 21,0 %, изменяясь от 59,5 до 188,7 % от контроля (линия 63h11 и сорт Аргамак). Соотношение генотипов по уровню устойчивости составило 6:11:16.

Наконец, по величине изменения потока электронов, переносимых от хинона Q_A до конечного акцептора первой фотосистемы (REo/RC) уровень вариабельности был также высок (19,8 %), но соотношение генотипов составило 8:13:12, т. е. по данному параметру устойчивость (на уровне контроля) проявило максимальное число генотипов (восемь). Самым депрессированным (61,2 % от контроля) был генотип 49h18, а самое большое повышение уровня признака (137,5 % от контроля) отмечено для линии 178h13.

Если усреднить данные по четырем потокам, способствующим запасанию энергии (за исключением потока D1o/RC), то можно заключить, что для большинства генотипов (16 из 33 исследованных) характерна депрессия передачи энергии под воздействием осмотического стресса, для восьми генотипов – усиление ее запасания, но еще девять генотипов проявили устойчивость (т. е. остались на уровне контроля). В то же время можно наблюдать большое разнообразие по реакции на стресс отдельных звеньев этого процесса как в пределах одного генотипа, так и в пределах изученной выборки.

Передача энергии внутри фотосистемы может быть оценена и по так называемым "квантовым выходам" отдельных процессов. Квантовый выход представляет собой соотношение между количеством энергии на входе и выходе определенного процесса. Как показывают данные рисунка 3, квантовый выход первичной фотохимии (Phi_Po) остался практически на уровне контроля (в среднем 98,8 %), с вариабельностью всего 5,7 %.

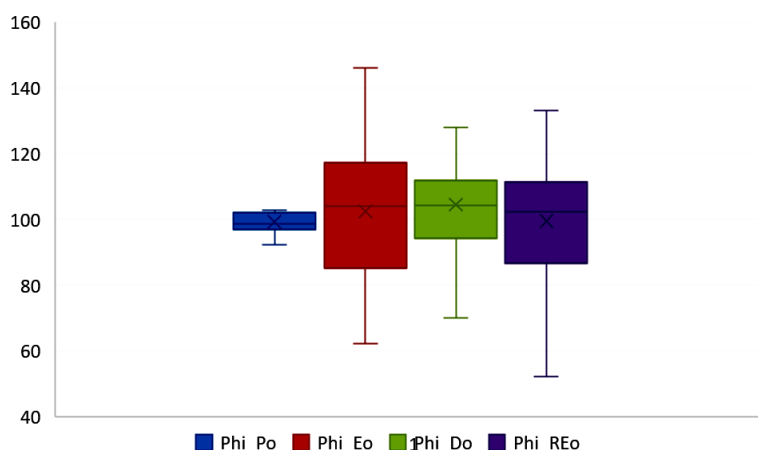


Рис. 3. Влияние осмотического стресса на квантовые выходы процессов внутри фотосистемы II листьев овса (% от контроля): Phi_Po – максимальный квантовый выход первичной фотохимии в PЦ; Phi_Eo – квантовый выход электронного транспорта на акцепторной стороне PSII от Q_A до межсистемного пула пластохинонов; Phi_Do – квантовый выход термальной диссипации; Phi_REo – квантовый выход электронного транспорта от Q_A до конечного акцептора PSI

Минимальное значение обнаружено у сорта Аргмак (80,6 %), максимальное – у линии 196h15 (117 % от контроля). При этом стоит отметить, что точка данной линии является выбросом из общего набора и не отражена на диаграмме. В целом, 17 генотипов достоверно снизили величину квантового выхода, а 9 генотипов – повысили. На уровне контроля остались 7 генотипов.

Вариабельность реакции на осмотический стресс квантовых выходов остальных трех процессов была значительно выше, но примерно на одном уровне (16,1...19,9 %). Средние для набора изученных генотипов показатели всех трех процессов были около контрольных значений (99,6...104,5 % контроля). Что касается распределения по уровню устойчивости данных процессов, то можно отметить, что большинство генотипов показало превосходство над

контролем (17, 18 и 15 генотипов соответственно для параметров Φ_{Eo} , Φ_{Do} и Φ_{Reo}), примерно равное число генотипов снизили величину этих параметров (12, 9 и 11 генотипов соответственно).

Выводы. Таким образом, осмотический стресс оказал сильное влияние на процессы поглощения и передачи энергии по электронтранспортной цепи тилакоидных мембран листьев овса. Наибольшую вариабельность по реакции на стресс (и, соответственно, наиболее подходящие для использования при отборе желаемых генотипов) показали: среди структурных параметров – F_m/F_o – скорость электронного транспорта через фотосистему II ($CV = 13,0\%$); среди величин потоков энергии – ETo/RC – поток электронного транспорта от хинона Q_A по межсистемного пула хинонов; DIo/RC – поток энергии, рассеянной антеннами фотосистемы II; REo/RC – поток электронов, переносимых от хинона Q_A до конечного акцептора фотосистемы I ($CV = 17.9...21.0\%$); среди квантовых выходов – Φ_{Eo} – квантовый выход электронного транспорта на акцепторной стороне PSII от Q_A до межсистемного пула пластохинонов – и Φ_{REo} – квантовый выход электронного транспорта от Q_A до конечного акцептора PSI ($CV = 15.5...19.9\%$).

Список литературы

1. Жуйкова О. А., Баталова Г. А. Анализ адаптивности сортов и линий овса по элементам продуктивности в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023. Т. 24. № 6. С. 949-957.
2. Зайцева И. Ю., Щенникова И. Н., Панихина Л. В., Дягилева Е. В. Адаптивность высокобелковых генотипов ячменя в условиях Волго-Вятского региона // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. Т. 183. № 4. С. 30-38.
3. Тоноян С. В., Киселев Е. Ф., Афанасьева В. К., Зяблова М. Н., Богданов А. Ю., Бунеев М. П. Влияние климатических условий и предшественников на урожайность и качество овса // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2012. № 4. С. 41-48.
4. Kalaji H. M., Rastogi A., Živčák M., Brestic M., Daszkowska-Golec A., Sitko K., Alsharafa K. Y., Lotfi R., Stypiński P., Samborska I. A., Cetner M. D. Prompt chlorophyll fluorescence as a tool for crop phenotyping: an example of barley landraces exposed to various abiotic stress factors // Photosynthetica. 2018. V. 56(3). P. 953-961.
5. Лисицын Е. М., Чуракова С. А. Работа фотосистемы II листьев ярового ячменя под воздействием ионов марганца // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023. Т. 24(1). С. 66-76.

Новый сорт чеснока озимого Айсберг

В. М. Мотов, О. А. Чеглакова

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. В статье представлено описание нового сорта чеснока озимого Айсберг. Исследования проведены 2020...2023 гг. на базе фирмы «Агросемтомс». Объектами изучения явились 20 образцов чеснока озимого селекции фирмы «Агросемтомс». Контрольный сорт Кировский. Агротехнические мероприятия – общепринятые для Северо-Востока европейской части России. Сорт Айсберг создан методом клонового отбора. Сорт раннего срока созревания, с высокой урожайностью, в среднем за 2020...2023 гг. средняя урожайность составила 1,8 кг/м², что достоверно превышает контрольный сорт Кировский (1,3 кг/м²). Максимальная урожайность 2,2 кг/м². Сорт Айсберг относится к мелкобульбочным сортам, количество бульбочек в одной головке от 366 до 429 штук, что в 1,5 раза превышает количество бульбочек контрольного сорта Кировский 220-310 штук. Новый сорт относится к мелкобульбочным сортам, как и сорт Кировский. Интерес к таким сортам вызван большим количеством бульбочек, что дает возможность увеличения коэффициента размножения и при удалении стрелки значительно увеличивается луковица. В луковицах в среднем содержится 13,2 мг% витамина С, 30,10 % – сахаров. Сорт требователен к плодородию почвы, необходимо выращивать с применением органоминеральных удобрений. На ранней стадии требователен к поливу и подкормкам. Относительно устойчив к пониженным температурам. За период наблюдений хорошо переносил зимние низкие температуры (до -40° С). Сорт Айсберг рекомендуется для приусадебного и дачного использования в Волго-Вятском регионе Российской Федерации. По итогам изучения, сорт Айсберг выделился по комплексу хозяйственно полезных признаков, прошёл экспертную оценку и зарегистрирован как селекционное достижение, а с 2024 года внесён в реестр Российской Федерации.

Ключевые слова: урожайность, мелкобульбочный, агродерновая почва

Iceberg - new variety of winter garlic

V. M. Motov, O. A. Cheglakova

*Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation*

Abstract. The article describes a new variety of winter garlic Iceberg. The research was conducted in 2020...2023 on the basis of the firm "Agrosemtoms". The objects of the study were 20 samples of winter garlic selected by Agrosemtoms. The control variety is Kirovsky. Agrotechnical measures are generally accepted for the North-East of the European part of Russia. The variety was created by the method of clone selection. An early ripening variety with high yields, on average for 2020...2023 the average yield was 1.8 kg/m², which significantly exceeds the control variety Kirovsky (1.3 kg/m²). The maximum yield is 2.2 kg/m². The Iceberg variety belongs to small-bulbous varieties, the number of bulbules in one head ranges from 366 to 429 pieces, which is 1.5 times higher than the number of bulbules of the Kirovsky control variety 220...310 pieces. The new variety belongs to the small-bulbous varieties, as well as the Kirovsky variety. Interest in such varieties is caused by a large number of bulbs, which makes it possible to increase the reproduction coefficient and when the arrow is removed,

the bulb increases significantly. The bulbs contain an average of 13.2 mg% vitamin C, 30.10 % – sugar. The variety is demanding on soil fertility, it must be grown with the use of organo-mineral fertilizers. At an early stage, it is demanding of watering and fertilizing. It is relatively resistant to low temperatures. During the observation period, it tolerates low winter temperatures (up to -40 °C) well. The Iceberg variety is recommended for household and suburban use in the Volga-Vyatka region of the Russian Federation. According to the results of the study of the Iceberg variety, which stood out for a complex of economically useful features, passed an expert assessment and was registered as a breeding achievement, and since 2024 it has been entered into the register of the Russian Federation.

Keywords: *yield, small-bulbous, agrodern soil*

Чеснок озимый (*Allium sativum* L.) в настоящее время является одной из наиболее востребованных овощных культур среди луковых, широко применяемой в пищевой промышленности и медицине. Востребованность чеснока ставит перед учеными-селекционерами большие задачи. Одна из них – создание сортов, адаптированных к условиям зоны возделывания и обеспечивающих получение высоких урожаев. Продуктивность чеснока зависит не только от генетики сорта, но и от экологических факторов. Чеснок обладает большой пластичностью и, в то же время, является локальной культурой. На культуру влияет изменение условий выращивания и хранение посадочного материала. Так как чеснок является растением узкого ареала, то при переносе его из одних географических зон в другие, резко различающихся по почвенно-климатическим условиям, происходят изменения его признаков и снижение урожайности [1, 2]. При создании новых сортов с учетом особенностей эколого-географического фактора необходим обоснованный подбор исходного материала и многолетняя адаптация к условиям произрастания. Необходимо учитывать, что качество продукции (внешний вид, консистенция, аромат, вкус, биохимический состав) изменяется не только под влиянием технологии выращивания и сроков уборки, но и при изменении почвенно-климатических условий [3]. В России на промышленной основе чеснок выращивается в малых объемах (основное производство сосредоточено в ЛПХ и мелких фермерских хозяйствах), доля импорта может быть оценена в 90...98 % [4]. В среднем по Российской Федерации учетная площадь под культурой чеснока в хозяйствах, производящих товарную продукцию, составляет 0,2...0,3 % всей площади овощных культур [5]. Для ускорения производства отечественной продукции чеснока необходим качественный посадочный материал новых, адаптированных к условиям возделывания, сортов и в достаточном количестве. Создание таких сортов возможно при наличии необходимого селекционного материала, проведения соответствующих отборов перспективных образцов с их оценкой по показателям хозяйственно ценных признаков.

Материалы и методы. Исследования проведены в 2020...2023 гг. на базе фирмы «Агросемтомс». Объектом изучения стали 20 образцов чеснока озимого селекции «Агросемтомс». Контрольный сорт Кировский, рекомендо-

ванный в качестве стандарта Государственной комиссией РФ по испытанию и охране селекционных достижений по Кировской области. Схема посадки 12x30 см. Повторность четырехкратная, по 36 растений на учетной делянке.

Почва изначально дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Благодаря ежегодному внесению на пашню (в течение 15 лет) торфа, основные агрохимические свойства пахотного слоя почвы были следующие: рН = 7,08; углерод – 5,38 %; содержание P₂O₅ и K₂O > 250 мг/кг почвы. На участке организован автоматический полив.

Агротехнические мероприятия – общепринятые для Северо-Востока европейской части России. Учеты и наблюдения проводили по общепринятой методике [5].

Статистическая обработка данных проведена по Б. А. Доспехову (1985).

Результаты и обсуждение. Происхождение исследуемого образца – сорта Айсберг – Ленинградская область. Сорт создан методом клонового отбора. Чеснок раннего срока созревания, период от полных всходов до уборки 103...106 суток, зимостойкость высокая, лежкость до 226 дней. Листья зеленого цвета, со средним восковым налетом, средней плотности вертикального расположения длиной 52 см, шириной 1,8...2,5 см. Стрелка прямая, высокая, до 125 см, с числом воздушных луковичек 366...429 штук в одной головке (рис.).



Рис. Новый сорт чеснока озимого Айсберг

Луковица плоско-округлой формы, индекс 0,7. Число сухих чешуй до 5 штук, белой окраски и средней толщины. Число зубков в луковице 13...14 штук, расположение зубков сложное.

Сорт выделился высокой урожайностью, в среднем за годы исследования урожайность составила 1,8 кг/м². Максимальная урожайность – 2,2 кг/м² (табл.).

другие образцы. Уникальность нового сорта Айсберг является биохимический состав. По содержанию сухого вещества, сахара и витамина С он превосходит многие сорта и т. ч. контроль. По экспертной оценке Госкомиссии, сорт Айсберг признан селекционным достижением и с 2024 года внесён в реестр РФ для приусадебного и дачного использования.

Список литературы

1. Скорина В. В., Берговина И. Г., Скорина Вит. В. Селекция чеснока озимого. Горки: Ред. изд. отдел БГСХА, 2014. 123 с.
2. Сузан В. Г., Ниматулаев Н. М., Литвиненко Н. В., Грехова И. В. Влияние смены экологических факторов на сортообразцы чеснока озимого // International agricultural journal, 2023. №2. 785-796.
3. Кохтенкова И. Г. Сравнительная характеристика сортообразцов чеснока озимого (*Allium sativum* L.) по биохимическим показателям // Овощеводство: сб. науч. труд. / Нац. акад. наук Беларуси, Институт овощеводства. 2020. Т. 28. С. 52-59.
4. Nemtinov V. I., Shirokova A. V. Monitoring of the evaluation of winter garlic morphometry using chemical mutagens // Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens. 2019. №133. P. 187-194.
5. Селекция чеснока озимого на качество продукции / Т. М. Середин, А. Ф. Агафонов, Л. И. Герасимова, А. В. Солдатенко и др. Омск: Издательский центр КАН, 2020. 115 с.

УДК: 633.14:664.641.1.016

Взаимосвязь между признаками масса 1000 зерен и число падения у озимой ржи

Н. А. Набатова

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *Исследование проведено в ФАНЦ Северо-Востока в 2020...2023 гг. В качестве объектов для исследования выступили сорта озимой ржи разного эколого-географического происхождения. Погодные условия в период формирования и созревания зерна ржи (июнь...июль) в годы изучения были контрастными по тепло- и влагообеспеченности. В июне 2020 и 2023 гг. наблюдались засушливые условия (ГТК = 0,72...0,83), в июне 2022 г. – избыточное увлажнение (ГТК = 2,44), в июне 2021 г. условия среды были оптимальными (ГТК = 1,06). В июле наблюдалась избыточная влажность во все годы изучения (ГТК = 1,57...3,12). Крупное зерно у сортов в опыте (37,0...37,3 г) отмечено в 2020 и в 2023 гг. ($I_j = 3,5$ и $3,2$ соответственно). В 2022 г. сложились лучшие условия для формирования зерна с высоким числом падения (222 с; $I_j = 70$). Разделение сортов на группы согласно классификатору СЭВ позволило определить число падения у крупнозерных, мелкозерных сортов и сортов средней крупности. Крупнозерные сорта (≥ 40 г) каждый год изучения отличались наименьшим значением числа падения. Взаимосвязь между рассматриваемыми признаками была отрицательной. В 2020, 2021 и 2022 гг. связь массы 1000 зерен и числа падения была достоверной ($r = -0,50...-0,69$). В 2023 г. связь между признаками была незначимой.*

Ключевые слова: *Secale cereale* L., гидротермический коэффициент

Relationship between 1000 grain weight and falling number in winter rye

N. A. Nabatova

Federal Agricultural Research Center of the North-East named
N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

Abstract. *The research was conducted at FARC North-East in 2020...2023. Winter rye varieties of different ecological and geographical origin were used as research objects. Weather conditions during the period of rye grain formation and ripening (June...July) in the years of research were contrasting in terms of heat and moisture availability. In June 2020 and 2023, drought conditions were observed ($HTC = 0.72...0.83$), in 2022, excessive moisture ($HTC = 2.44$), and in 2021, environmental conditions were optimal ($HTC = 1.06$). In July, excessive moisture was observed in all years of research ($HTC = 1.57...3.12$). Coarse grain of varieties in the experiment ($37.0...37.3$ g) was observed in 2020 and in 2023 ($I_j = 3.5$ and 3.2 , respectively). In 2022, there were better conditions for the formation of grain with high drop number (222 s; $I_j = 70$). Dividing the varieties into groups according to the CMEA classifier, it was possible to determine the fall number of coarse-grained, small-grained and medium-grained varieties. Coarse-grained varieties (≥ 40 g) had the lowest fall number in each year of the study. The relationship between the traits considered was negative. In 2020, 2021 and 2022, the relationship between 1000 grain weight and fall number was significant ($r = -0.50...-0.69$). In 2023, the relationship between traits was insignificant.*

Keywords: *Secale cereale L, hydrothermal coefficient*

Озимая рожь в России используется на продовольственные, кормовые и технические цели. В связи с этим важной задачей селекции озимой ржи является комплексное изучение качественных показателей зерна для создания сортов разного целевого использования [1]. Согласно ГОСТ 16990-2017, зерно ржи в зависимости от величины числа падения подразделяется на 4 класса: более 200 с – 1 класс, 141...200 с – 2 класс, 81...140 с – 3 класс, менее 80 с – 4 класс. Величина числа падения ниже 80 секунд свидетельствует о высокой амилолитической активности зерна и его плохих хлебопекарных качествах. Масса 1000 зерен – важный показатель технологических свойств зерна, который указывает на его крупность и выполненность. От величины этого показателя при переработке зерна зависит выход муки. Одним из направлений современной селекции является создание крупнозерных сортов. Однако в литературе встречаются данные о наличии отрицательной связи между крупностью зерна и числом падения, а также случаи, когда связь между этими признаками не обнаружена [2, 3, 4]. Несмотря на то, что этот вопрос у озимой ржи изучен недостаточно, есть данные, подтверждающие наличие слабых отрицательных взаимосвязей между крупностью зерна и числом падения [5, 6, 7]. В данной работе представлены результаты изучения взаимосвязей между признаками «масса 1000 зерен» и «число падения» у озимой ржи в условиях Кировской области.

Материалы и методы. Исследования проведены на полях ФАНЦ Северо-Востока в 2020...2023 гг. В качестве объектов для исследования

служили сорта разного эколого-географического происхождения питомника экологического испытания озимой ржи. Сорта высевались на делянках учетной площадью 5 м² в 3-кратной повторности. Наблюдения, оценки и учет урожая проведены в соответствии с «Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1983). Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ 12042-80; число падения – по методу Хагберга-Пертена на приборе Falling Number 1900. Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по методике Г. Т. Селянинова (1937); коэффициент вариации (CV) – по Б. А. Доспехову (1985); индекс условий среды (I_j) – по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell в изложении В. З. Пакудина (1984). Корреляционный анализ проведен с использованием Microsoft Office Excel 2016.

Гидротермический коэффициент и сумма эффективных температур, характеризующие погодные условия в период от завязывания зерна до полной его спелости за 2020...2023 гг., показаны на рисунке 1.

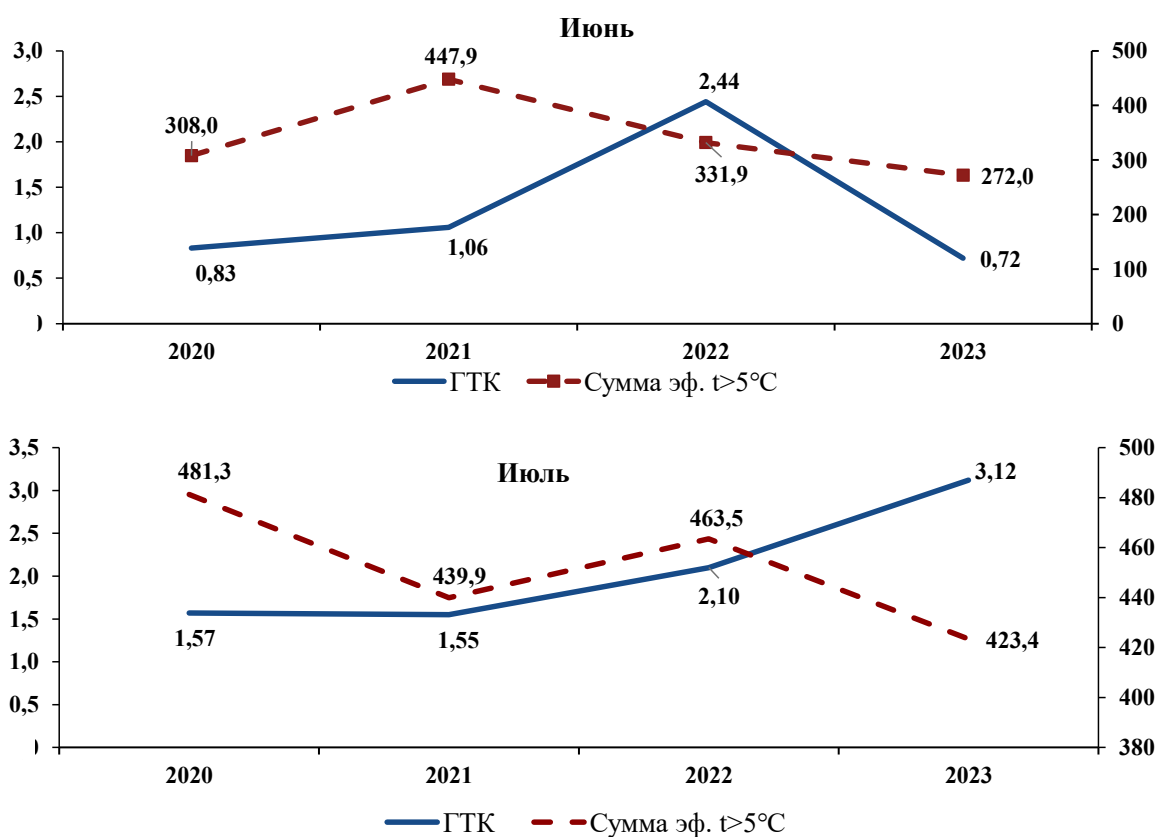


Рис. 1. Погодные условия в период от образования зерновки до полной спелости озимой ржи (июнь-июль), 2020-2023 гг. (по данным метеорологической станции г. Кирова)

Из приведенных данных видно, что погодные условия июня...июля в годы проведения опыта были контрастными по тепло- и влагообеспеченности. Июнь – важный месяц, когда завершается процесс формирования всех органов соцветия и цветка. Умеренно-теплая с недостаточным увлажнением погода отмечена в июне 2020 и 2023 гг. (ГТК = 0,72...0,83). Оптимальные условия увлажнения сложились в июне 2021 г. (ГТК = 1,06). В июне 2022 г. осадки

выпадали 14 раз, что привело к избыточной влажности (ГТК = 2,44). Фазы созревания зерна выпадают на июль. В это время происходит активный отток пластических веществ из листьев и стебля в зерновку. Сумма эффективных температур июля в разрезе лет практически не изменялась (CV = 6 %). Также в июле наблюдалась избыточная влажность во все годы исследований (ГТК = 1,57...3,12). В целом, избыточное увлажнение в течение всего периода формирования зерновки наблюдалось в 2022 г. (ГТК_{июнь...июль} = 2,25). 2020 и 2023 гг. можно охарактеризовать как контрастные (засушливые условия июня переходят в переувлажненный июль). Наиболее оптимальные погодные условия отмечены в 2021 г. (ГТК_{июнь...июль} = 1,26).

Результаты и обсуждение. Количество исследуемых сортов озимой ржи в опыте было разным в зависимости от года (от 28 до 38 сортов). Изучались сорта, созданные в различных научных учреждениях России: ФАНЦ Северо-Востока, ФИЦ «Немчиновка», Уральский НИИСХ, Калининградский НИИСХ, Ленинградский НИИСХ, НИИСХ ЦЧП, НИИСХ Юго-Востока и другие. В таблице 1 представлены показатели «масса 1000 зерен» и «число падения» у озимой ржи.

Таблица 1

Масса 1000 зерен и число падения озимой ржи (г. Киров, 2020...2023 гг.)

Год	Кол-во сортов	Масса 1000 зерен					Число падения, с				
		X, г	X _{min} , г	X _{max} , г	V, %	I _j	X, с	X _{min} , с	X _{max} , с	V, %	I _j
2020	30	37,3	28,0	53,0	15	3,5	168	83	184	22	16
2021	38	28,7	21,7	40,2	15	-5,1	114	63	195	27	-38
2022	37	32,3	25,0	47,4	15	-1,5	222	141	287	13	70
2023	28	37,0	29,4	44,7	10	3,2	104	62	160	26	-48

Примечание: X – среднее; X_{min} – минимальное, X_{max} – максимальное значение в опыте

Высокая крупность зерна в среднем по опыту (37,0 и 37,3 г) отмечена в 2020 и 2023 гг. (I_j = 3,5 и 3,2 соответственно). В 2020 г. также отмечено максимальное значение признака – 53,0 г. Изменчивость признака массы 1000 зерен была одинаковой в течение 3 лет из 4 (2020...2022 гг.) и составила 15 %. В 2023 г. изменчивость признака была ниже (10 %).

В отличие от массы 1000 зерен, число падения – это признак, в большей степени зависящий от условий среды, чем от генотипа [8]. Варьирование числа падения было средним (в 2022 г.) и высоким (в 2020, 2021 и 2023 гг.). Причем, в 2022 г., когда влияние условий окружающей среды на признак был невысоким (CV = 13 %), сложились самые лучшие условия для формирования зерна с высоким числом падения (222 с; I_j = 70). Разделение сортов на группы по крупности, согласно классификатору СЭВ, позволило определить число падения у сортов крупнозерных, мелкозерных и средней крупности. Крупнозерные сорта каждый год изучения отличались наименьшим значением числа падения (табл. 2).

Таблица 2

Число падения у сортов озимой ржи с разной крупностью зерна, с (2020...2023 гг.)

Масса 1000 зерен	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Высокая (≥ 40 г)	123	94	141	84
Средняя (28,0...39,9 г)	179	105	217	107
Низкая (< 28 г)	-	122	255	-

Результаты парного корреляционного анализа между массой 1000 зерен и числом падения представлены на рисунке 2.

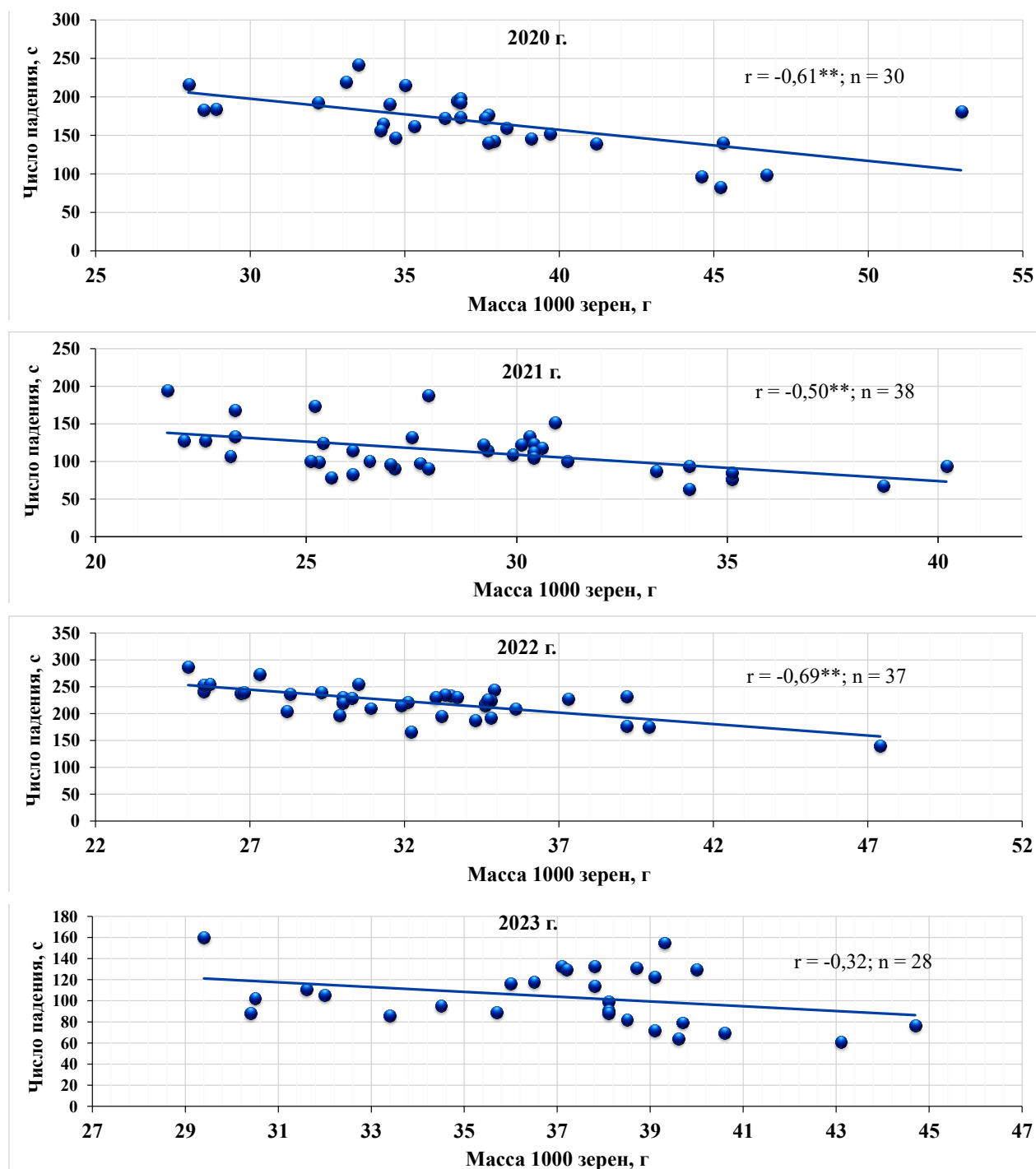


Рис 2. Связь между массой 1000 зерен и числом падения

** значимо при $p \leq 0,05$; n – количество наблюдений

Взаимосвязь между рассматриваемыми признаками была отрицательной во все годы исследований. В 2020, 2021 и 2022 гг. связь показателей «масса 1000 зерен» и «число падения» была достоверной на 5%-ном уровне значимости ($r = -0,50 \dots -0,69$). В 2023 г. связь между признаками была незначимой, но также носила отрицательное направление ($r = -0,32$).

Заключение. Для селекционных целей чрезвычайно важно знать взаимосвязь между качественными показателями зерна ржи. По результатам исследований других авторов, а также и по нашим данным, взаимосвязь между крупностью зерна и числом падения носит отрицательную направленность. Однако эта связь часто бывает незначима, особенно в засушливых регионах. Погодные условия Кировской области в последние годы характеризуются избыточным увлажнением в период созревания зерна (июль). В условиях выпадения значительного количества осадков в предуборочный период происходит максимальное снижение показателя «число падения» у крупнозерных сортов, что позволяет получить более тесную связь между изучаемыми признаками.

Список литературы

1. Возделывание озимой ржи в условиях северного земледелия: научно-практические рекомендации / Е. И. Уткина, Л. И. Кедрова, М. Г. Шамова, Е. С. Парфенова и др. Киров: ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 2021. 120 с.
2. Крупнова О. В. Взаимосвязь между массой зерна и числом падения у яровой мягкой пшеницы // Доклады Россельхозакадемии. 2010. № 5. С. 3-5.
3. Крупнова О. В., Маркелов А. Н. Взаимосвязь между признаками масса 1000 зерен и число падения у озимой мягкой пшеницы // Аграрный вестник Юго-Востока. 2017. №. 1 (16). С. 23-27.
4. Farrell A. D., Kettlewell P. S. The relationship between grain weight and alpha-amylase in winter wheat: varietal comparison from UK field experiments // Euphytica. 2009. Т. 168. С. 395-402.
5. Козлова Л. М., Денисова А. В., Лыскова И. В., Жук С. Н. Оценка технологических и хлебопекарных качеств озимой ржи в зависимости от предшественника в адаптивно-ландшафтном земледелии // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. №. 5 (60). С. 33-39.
6. Пономарева М. Л., Пономарев С. Н. Оптимизация параметров качества зерна для селекции озимой ржи // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т. 23. №. 3. С. 320-327.
7. Laidig F., Piepho H.P., Rentel D., Drobek T., Meyer U., Huesken A. Breeding progress, variation, and correlation of grain and quality traits in winter rye hybrid and population varieties and national on-farm progress in Germany over 26 years // Theoretical and Applied Genetics. 2017. Т. 130. С. 981-998.
8. Шляхтина Е. А., Рылова О. Н., Лыскова И. В. Адаптивность сортов озимой ржи по технологическим свойствам зерна // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. №. 2 (26). С. 57-61.

Кормовая продуктивность сортов озимой ржи

Н. А. Набатова

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н.В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *Изучение кормовой продуктивности сортов озимой ржи проводилось в Кировской области в течение 4 лет (2019, 2020, 2022, 2023). Оценивали 3 сорта: Вятка 2 с рецессивно-полигенным типом короткостебельности, Фаленская 4 и Флора с доминантно-моногенным типом короткостебельности. Скашивание зеленой массы проводили в фазу «выход в трубку». Погодные условия 2023 г. были наиболее благоприятными для формирования урожая зеленой массы озимой ржи ($I_j = 6,86$). Существенная прибавка урожайности зеленой массы отмечена в 2019 г. у сортов Вятка 2 (+2,22 т/га) и Флора (+2,01 т/га) и в 2022 г. у сортов Вятка 2 (+1,53 т/га) и Фаленская 4 (+1,42 т/га). В среднем за 4 года изучения, статистических различий у сортов по урожайности зеленой массы и сбору сухого вещества отмечено не было. Для эффективного использования сортов озимой ржи на кормовые цели необходимо учитывать их морфобиологические особенности.*

Ключевые слова: *высота растения, облиственность, площадь листа, урожайность зеленой массы, сбор сухого вещества*

Fodder productivity of winter rye varieties

N. A. Nabatova

*Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation*

Abstract. *The research of fodder productivity of winter rye varieties was carried out in Kirov region during 4 years (2019, 2020, 2022, 2023). Three varieties were evaluated: Vyatka 2 with recessive-polygenic type of short-stalkedness, Falenskaya 4 and Flora with dominant-monogenic type of short-stalkedness. Cutting of green mass was carried out in the stemming phase. Weather conditions in 2023 were the most favourable for the formation of green mass yield of winter rye ($I_j=6.86$). Significant increase in green mass yield was observed in 2019 for varieties Vyatka 2 (+2.22 t/ha) and Flora (+2.01 t/ha) and in 2022 for varieties Vyatka 2 (+1.53 t/ha) and Falenskaya 4 (+1.42 t/ha). On average for 4 years of study, statistical differences in varieties on the yield of green mass and dry matter collection were not observed. For effective use of winter rye varieties for fodder purposes, it is necessary to take into account their morphobiological features.*

Keywords: *plant height, foliage, leaf area, green mass yield, dry matter yield*

В России озимую рожь выращивают не только на продовольственные, но и на кормовые цели. На корм скоту используют зерно ржи в комбикормах, зеленую массу растений – в свежем виде и для длительного хранения (высушивание, силосование, сенажирование) [1, 2]. В сравнении с другими зерновыми культурами, озимая рожь имеет ряд преимуществ. Основное ее достоинство – нетребовательность к условиям произрастания, способность форми-

ровать высокую урожайность при воздействии неблагоприятных факторов среды. В кормлении сельскохозяйственных животных рожь является первой культурой, которую можно использовать на 2 недели раньше многолетних трав [3]. Зеленую массу озимой ржи в фазе «выход в трубку» охотно поедают все виды домашних животных [4].

Цель работы – изучение кормовых свойств сортов озимой ржи в ранневесенний период. Исходя из цели, были поставлены задачи: определить урожайность зеленой массы и выход сухого вещества у сортов озимой ржи в фазу «выход в трубку»; выявить показатели, влияющие на урожайность зеленой массы (высота растений, облиственность, площадь листа).

Материалы и методы. Скашивание зеленой массы растений озимой ржи на кормовую продуктивность проводили в 2019, 2020, 2022, 2023 гг. на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока. Объектом исследования служили районированные сорта селекции ФАНЦ Северо-Востока – Вятка 2 с рецессивно-полигенным типом короткостебельности и сорта Фаленская 4 и Флора с доминантно-моногонным типом короткостебельности. Скашивание проводили в период весенней вегетации в фазу «выход в трубку» (15...19 мая). Общая площадь делянки составила 5 м². Учетная площадь, с которой проводили скашивание зеленой массы, составляла 1 м². Повторность опыта 3-кратная. Облиственность рассчитывали в % по формуле:

$$\text{Облиственность} = (\text{Масса листьев} * 100) / \text{Масса листьев и стеблей}.$$

Высоту растений оценивали в соответствии с Методическими указаниями по изучению мировой коллекции ржи (1973). Площадь листьев рассчитывали по формуле: *Длина листа * Ширина листа * 0,76*. Выход сухого вещества (%) определяли путем высушивания образцов при $t = 50...60$ °С. Индекс условий среды (I_j) определяли по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell в изложении В. З. Пакудина (1984). Статистическая обработка исследований проведена методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием пакета AgCStat в Microsoft Office Excel 2016.

Результаты и обсуждения. Вегетационный период озимой ржи от возобновления весенней вегетации до скашивания в фазу «выход в трубку» в условиях Кировской области приходится на апрель...май. По данным метеорологической станции г. Кирова, погодные условия этого периода в исследуемые годы различались по тепло- и влагообеспеченности (табл. 1).

Длина периода от начала весеннего отрастания до скашивания зеленой массы составила от 17 до 39 дней и в большей степени зависела от состояния растений после перезимовки и степени поражения фузариозной инфекцией.

При сравнении погодных условий периода исследований, можно выделить 2023 г., который характеризовался благоприятным сочетанием тепло- и влагообеспеченности ($I_j = 6,86$).

**Характеристика вегетационного периода озимой ржи
от начала весеннего отрастания до скашивания зеленой массы**

Показатель	2019 г.	2020 г.	2022 г.	2023 г.
Длина вегетационного периода от начала весеннего отрастания до скашивания зеленой массы, дней	25	17	39	31
Сумма эффективных температур воздуха выше 5 °С	199,8	148,3	116,1	163,7
Сумма осадков, мм	6,4	40,6	54,1	42,4
Индекс условий среды	-2,71	-2,96	-1,19	6,86

Для изучения кормовой продуктивности были выбраны 3 сорта ржи местной селекции, различающиеся по типу короткостебельности, устойчивости к полеганию и активности весеннего отрастания: высокостебельный зимостойкий сорт Вятка 2 с активной весенней регенерацией и короткостебельные зимостойкие сорта Фаленская 4 и Флора.

У высокостебельного сорта озимой ржи Вятка 2 в среднем за 4 года урожайность зеленой массы была выше показателей сортов Флора и Фаленская 4 на 1,28...1,68 т/га и составила 7,74 т/га (рис.).

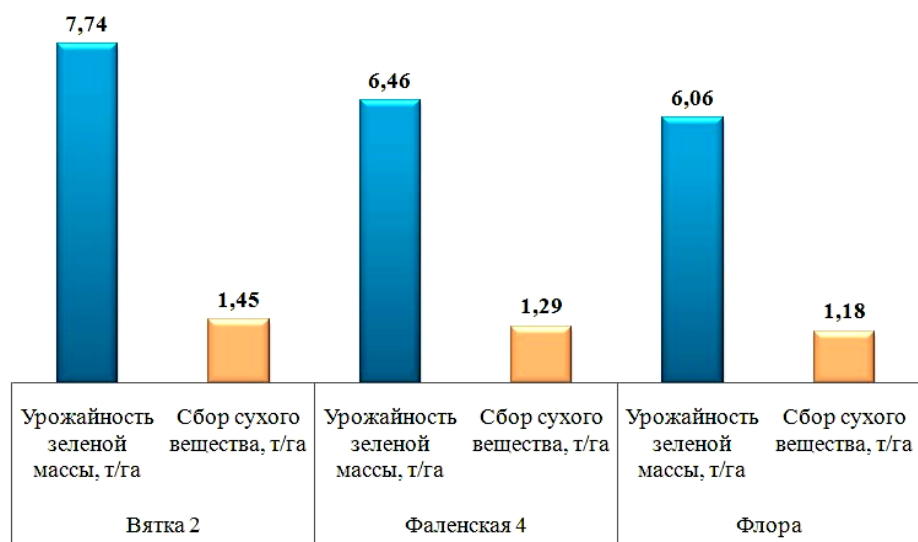


Рис. Урожайность зеленой массы и сухого вещества сортов озимой ржи при скашивании в фазу «выход в трубку» (г. Киров, в среднем за годы исследований)

Сбор сухого вещества в опыте распределялся так же, как и сбор зеленой массы: наибольшее значение признака отмечено у сорта Вятка 2 (1,45 т/га). Процент сухого вещества – важный критерий, показывающий соотношение воды и сухого вещества в пробе. Так, несмотря на то, что фактически сбор сухого вещества был выше у сорта Вятка 2 (на 160...270 кг/га), процент сухого вещества был незначительно выше у короткостебельных сортов Флора и Фаленская 4 (+1%), что говорит о большом количестве влаги в зеленой массе сорта Вятка 2 (табл. 2).

**Основные показатели сортов озимой ржи для использования на зеленый корм
(г. Киров, в среднем за годы исследований)**

Сорт	Урожайность зеленой массы, т/га			% сухого вещества	Высота, см	Облист- венность, %	Площадь листа, см ²
	X _{min}	X _{max}	V, %				
Вятка 2	4,44	15,56	68	18,5	44,1	76,7	14,0
Фаленская 4	2,64	14,45	86	19,5	31,3	77,6	12,2
Флора	4,18	10,83	53	19,5	31,3	78,2	13,5
НСР ₀₅	-			NS	10,4	NS	NS

Примечания: NS – нет достоверных различий; X_{min} – минимальная урожайность зеленой массы в опыте; X_{max} – максимальная урожайность зеленой массы в опыте

Величина урожайности зеленой массы сортов ржи сильно изменялась в зависимости от года ($V = 53 \dots 86 \%$), что говорит о сильном влиянии погодных условий на этот признак. Поэтому в отдельные годы были отмечены существенные различия между сортами. Так, в 2019 г. (с более теплым и сухим периодом весеннего отрастания) достоверное превышение по урожайности зеленой массы наблюдали у сортов Вятка 2 (+2,22 т/га) и Флора (+2,01 т/га), а в 2022 г. (наиболее холодный и влажный) существенную прибавку показали сорта Вятка 2 (+1,53 т/га) и Фаленская 4 (+1,42 т/га).

Урожайность зеленой массы складывается из ряда важных признаков, таких как высота растения, облиственность и площадь листовой пластины. Корреляционный анализ позволил выявить тесную зависимость урожайности зеленой массы с высотой растения ($r = 0,76$) и площадью листа ($r = 0,76$). С облиственностью в среднем за 4 года существенной корреляции выявлено не было ($r = 0,39$).

Высота растений – сильно варьирующий в опыте признак ($V = 31 \dots 47 \%$), для формирования которого необходима достаточная тепло- и влагообеспеченность в ранневесенний период. Достоверно высокие растения сформировались у длинностебельного сорта Вятка 2 (+12,8 см). Причем такая тенденция наблюдалась не только в среднем за 4 года, но и каждый отдельный год исследования. Можно сделать вывод, что формированию высокой кормовой продуктивности сорта Вятка 2 способствует, в первую очередь, высота растений, обусловленная биологическими особенностями сорта.

Фаза «выход в трубку» характеризуется максимальной облиственностью растений [2], которая у сортов в опыте находилась на одном уровне и составила 77...78 %. Из всех изученных признаков в опыте этот признак является наиболее стабильным – коэффициент вариации составил 7 % (Фаленская 4), 10 (Флора) и 12 % (Вятка 2).

Сорт Вятка 2 характеризовался длинной листовой пластиной, за счет которой он сформировал наибольшую площадь листьев в опыте (14 см², $r = 0,95$). При этом сорт Вятка 2 отличался наибольшей стабильностью по этому признаку в изменяющихся условиях среды ($V = 17\%$). Изменчивость площади листьев по годам у сортов Фаленская 4 и Флора составила 21 и 35 %. Существенных различий между сортами выявлено не было.

Заключение. Таким образом, сорта Вятка 2, Фаленская 4 и Флора по большинству изученных признаков (урожайность зеленой массы, сбор сухого вещества, облиственность, площадь листа) не имеют статистически значимых отличий. Достоверные различия между сортами проявляются лишь в отдельные годы при определенных условиях окружающей среды.

Выбранные для изучения сорта формируют зеленую массу за счет разных структурных элементов. У сорта Вятка 2 урожайность зеленой массы обусловлена высотой растения и длиной листовой пластины. Сорта Фаленская 4 и Флора при одинаковой высоте растений к периоду скашивания имели отличия по площади листа и облиственности. Сорт Флора, наряду с активным отрастанием в весенний период, формирует более мощный стеблестой.

Для эффективного и рационального использования озимой ржи на кормовые цели рекомендуем высевать несколько сортов с учетом их морфобиологических особенностей.

Список литературы

1. Потапова Г. Н., Галимов К. А., Зобнина Н. Л. Продуктивность и адаптивность сортов озимой ржи на Среднем Урале // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. №. 10. С. 28-33.
2. Возделывание озимой ржи в условиях северного земледелия: научно-практические рекомендации / Уткина Е. И., Кедрова Л. И., Шамова М. Г., Парфенова Е. С. и др. Киров: ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 2021. 120 с.
3. Иванаева М. А., Мусина М. К., Исмагилов Р. Р., Ахиярова Л. М. Продуктивность и кормовая ценность озимой ржи // Российский электронный научный журнал. 2014. №. 7. С. 134.
4. Фигурин В. А. Выращивание озимой ржи в смеси с озимой викой на корм // Достижения науки и техники АПК. 2012. №. 6. С. 59-61.

Влияние почвенно-климатических условий и генотипа на хозяйственно ценные признаки сортов озимой ржи

Е. С. Парфенова

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. В условиях центральной зоны Кировской области в течение 2021...2022 гг. в полевом опыте на почвах разного гранулометрического состава изучали сорта озимой ржи отечественной селекции различного эколого-географического происхождения по комплексу хозяйственно ценных признаков. С помощью дисперсионного анализа установлено, что урожайность и количество продуктивных стеблей на 1 м² у сортов озимой ржи зависели от агрометеорологических условий года выращивания (сила влияния фактора $h_x^2 = 0,30...0,31$) и генотипа сорта ($h_x^2 = 0,18...0,21$), в меньшей степени – от эдафических условий опытного участка ($h_x^2 = 0,09...0,10$). При ухудшении экологических условий снижение урожайности составило от 68 % (при недостатке влагообеспеченности в мае...июле 2021 г.) до 42 % (в условиях тяжелого гранулометрического состава почвы). Масса зерна с колоса определялась агрометеорологическими условиями года ($h_x^2 = 0,25$) и генотипом сорта ($h_x^2 = 0,21$). При ухудшении агрометеорологических условий года масса зерна с колоса снижалась в меньшей степени (в среднем на 27 %). Эколого-географическое происхождение сортов озимой ржи влияло на величину хозяйственно ценных признаков. Резкое снижение урожайности при ухудшении условий года отмечено у инорайонных сортов – Саратовская 7, Марусенька, Янтарная (на 83...93 %). Существенное влияние взаимодействия факторов «год x сорт» по всем признакам указывает на низкую адаптивность большинства сортов в опыте. Наиболее адаптивными в опыте были сорта Фаленская 4, Грань, Графиня. Сорта Грань и Графиня отличаются высокой урожайностью – в среднем по опыту 412 и 377 г/м² соответственно, что на уровне стандарта Фаленская 4. Сорт Грань характеризуется высоким продуктивным потенциалом за счет достоверно высокой массы зерна с колоса (в среднем 2,14 г).

Ключевые слова: адаптивность, *Secale cereale* L., взаимодействие «генотип x среда», экологическое сортоиспытание, структура урожая

Influence of environmental conditions and genotype on economically valuable traits of winter rye varieties

E. S. Parfenova

*Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation*

Abstract. In the conditions of the central zone of the Kirov region, during 2021...2022, in a field experiment on soils of different granulometric compositions, varieties of winter rye of domestic selection of various ecological and geographical origins were studied according to a set of economically valuable traits. Using analysis of variance, it was established that the yield and number of productive stems per 1 m² of winter rye varieties depended on the agrometeorological conditions of the year of cultivation (the strength of the influence of the

factor $h_x^2 = 0.30...0.31$) and the genotype of the variety ($h_x^2 = 0.18...0.21$), to a lesser extent – from the edaphic conditions of the experimental site ($h_x^2 = 0.09...0.10$). With deteriorating environmental conditions, the decrease in yield ranged from 68 (with a lack of moisture in May...July 2021) to 42 % (in conditions of heavy soil texture). The weight of grain per ear was determined by the agrometeorological conditions of the year ($h_x^2 = 0.25$) and the genotype of the variety ($h_x^2 = 0.21$). When agrometeorological conditions of the year worsened, the weight of grain per ear decreased to a lesser extent (by an average of 27 %). The ecological and geographical origin of winter rye varieties influenced the value of economically valuable traits. A sharp decrease in yield with worsening year conditions was noted for the foreign varieties Saratovskaya 7, Marusenka, Yantarnaya (by 83...93 %). The significant influence of the interaction of “year x variety” factors for all characteristics indicates the low adaptability of most varieties in the experiment. The most adaptive varieties in the experiment were Falenskaya 4, Gran, Grafinya. The Gran and Grafinya varieties are distinguished by high yields – on average, according to the experiment, 412 and 377 g/m², respectively, which is at the level of the Falenskaya 4 standard. The Gran variety is characterized by high productive potential due to a significantly high grain weight per ear (on average 2.14 g).

Keywords: adaptability, *Secale cereale* L., genotype x environment interaction, ecological variety testing, crop structure

Создание сортов озимой ржи с высокой адаптивностью, способных формировать достаточно высокую урожайность в разнообразных условиях выращивания, является актуальной задачей селекции, для решения которой необходимо оценивать реакцию сортов на динамику факторов внешней среды на разных этапах селекционного процесса [1]. Адаптивность сортов проявляется в величине урожайности и хозяйственно ценных признаков в варьирующих экологических условиях. Важнейшими признаками озимой ржи, формирующими урожайность, являются «количество продуктивных стеблей на 1 м²» и «масса зерна с колоса». Эти признаки зависят от величины составляющих субпризнаков, а также от модифицирующего действия экологических факторов в течение продолжительного жизненного цикла озимой ржи. Ввиду их интегрального характера, данные признаки могут служить косвенными индикаторами адаптивности сорта к условиям выращивания [2]. Испытание сортов в различных агрометеорологических (годы) и эдафических (пункты испытания) условиях позволяет более объективно оценить реакцию сортов на динамику экологических факторов, а также получить информацию о факторах, определяющих формирование хозяйственно ценных признаков в регионе выращивания. Важность экологического испытания сортов обусловлена актуальностью адаптивной направленности в селекции озимой ржи [3].

Цель исследования – установить факторы, влияющие на величину урожайности, количества продуктивных стеблей на 1 м², массы зерна с колоса сортов озимой ржи в различных экологических условиях; выявить наиболее адаптивные и продуктивные сорта.

Материалы и методы. В 2021...2022 гг. на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) в полевом опыте на двух почвенных фонах изучали сорта озимой ржи ржи (*Secale cereale* L. var. *vulgare* Koern.) различного экологи-

географического происхождения: Фаленская 4, Графиня (ФАНЦ Северо-Востока); Крона (ФИЦ «Немчиновка»); Грань (Верхневолжский ФАНЦ); Алиса, Янтарная (Уральский НИИСХ); Марусенька, Саратовская 7 (НИИСХ Юго-Востока); Антарес, Безенчукская 87 (Самарский НИИХ). Стандартом служил районированный по Волго-Вятскому региону сорт Фаленская 4. Оба почвенных фона относились к дерново-подзолисту типу, имели высокую кислотность ($pH_{\text{сол.}} = 4,0...4,4$), повышенное содержание подвижного фосфора (190...193 мг/кг) и обменного калия (157...221 мг/кг почвы), низкое содержание гумуса (1,37...1,75 %). Основное различие почвенных фонов заключалось в гранулометрическом составе почвы (первый фон – тяжелосуглинистая почва, второй фон – легкосуглинистая почва). Повторность полевого опыта 3-кратная, площадь делянки 1 м². Посев ручной (под маркер), норма высева 200 всхожих зерен на 1 м², ширина междурядий 15 см. Для лабораторного анализа структуры урожая отбирали 10 растений с каждой делянки. Оценку хозяйственно-биологических признаков проводили согласно «Международному классификатору СЭВ рода *Secale* L.» (1984). Статистическую существенность влияния факторов генотипа, условий года и места выращивания (на 5%-ном уровне значимости) определяли с помощью многофакторного дисперсионного анализа в программе AGROS 2.07; силу влияния факторов (h_x^2) рассчитывали по способу Н. А. Плохинского в изложении Г. Ф. Лакина (1980).

Погодные условия для перезимовки озимой ржи в период исследований были удовлетворительными (температурный режим и количество осадков были близкими к климатической норме). Гидротермический режим в фазу всходов и осеннего кущения (конец августа...сентябрь), а также в течение летней вегетации был неустойчивым. Избыток осадков в сентябре 2021 г. (ГТК = 6,21) не оказал отрицательного влияния на густоту всходов, количество продуктивных стеблей и урожайность. Фаза «выход в трубку» в мае ежегодно проходила при недостатке осадков (ГТК = 0,84...1,15). Наибольшая влагообеспеченность летней вегетации отмечена в 2022 г. (ГТК май...июль составил 2,11). Негативным фактором в 2021 г. являлись засушливые условия весенне-летней вегетации (ГТК май...июль = 1,19) и периода «всходы-кущение» (ГТК сентябрь = 1,22). В целом, для формирования урожайности более благоприятные агрометеорологические условия сложились в 2022 г. (за счет хорошей перезимовки и влагообеспеченности весенне-летней вегетации).

Результаты и обсуждение. Каждый сорт в период исследования проходил изучение на различных экологических фонах, созданных сочетанием эдафических условий места выращивания и агрометеорологических условий года. На каждом экологическом фоне установлена тесная корреляция урожайности с количеством продуктивных стеблей на 1 м² и массой зерна с колоса (табл. 1).

**Коэффициенты корреляции урожайности и хозяйственно ценных признаков
сортов озимой ржи в различных условиях**

Признак	Тяжелосуглинистая почва		Легкосуглинистая почва	
	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	0,95*	0,82*	0,99*	0,95*
Масса зерна с колоса, г	0,45	0,65*	0,65*	0,83*

* статистически значимо при $p \leq 0,05$ ($n = 10$)

В худших погодных условиях 2021 г. на легкосуглинистом почвенном фоне связь между признаками усиливалась. В благоприятных условиях 2022 г. на легкосуглинистой почве при увеличении средней урожайности связь была стабильно тесной. В результате трехфакторного дисперсионного анализа в опыте установлено существенное влияние факторов генотипа сорта и экологических условий (год, фон), а также взаимодействия факторов «год x сорт», «год x фон» на величину признаков. В среднем по опыту максимальную урожайность и количество продуктивных стеблей на 1 м² сформировал стандарт Фаленская 4, максимальную массу зерна с колоса – сорт Грань. Минимальные значения признаков были отмечены у сорта Безенчукская 87 (табл. 2).

Наиболее сильное влияние на уровень развития признаков оказал фактор «год» ($h_x^2 = 0,25 \dots 0,31$). Максимальная урожайность в опыте сформировалась в 2022 г. на обоих типах почв (достоверное превышение к 2021 г. составило 151 г/м²). Высокие показатели 2022 г. были обусловлены хорошей зимовкой растений и достаточной влагообеспеченностью весенне-летней вегетации. Сила влияния условий года была практически одинаковой для урожайности и количества продуктивных стеблей на 1 м² и несколько ниже – для массы зерна с колоса. Соответственно в среднем по фактору «год» в худших условиях (2021 г.) урожайность снижалась на 68 %, количество продуктивных стеблей на 1 м² – на 63 %, масса зерна с колоса – на 27 %.

Влияние фактора «сорт» было существенным по всем признакам ($h_x^2 = 0,18 \dots 0,21$), но несколько слабее, чем влияние фактора «год». Преобладание в опыте влияния условий года над влиянием генотипа показывает недостаточную адаптивность сортов и важность ее повышения в процессе селекции. Максимальная урожайность в опыте получена у сорта Грань – 412 г/м², что на уровне значения стандарта (406 г/м²). Сорта Грань и Графиня не уступали стандарту по урожайности. Большинство инорайонных сортов сформировали урожайность существенно ниже стандарта, особенно сорт Безенчукская 87.

**Влияние экологических условий и генотипа на величину признаков
сортов озимой ржи**

Сорт	Урожайность, г/м ²					Количество продуктивных стеблей, шт./м ²					Масса зерна с колоса, г					
	2021 г.		2022 г.		среднее	2021 г.		2022 г.		среднее	2021 г.		2022 г.		среднее	
	1	2	1	2		1	2	1	2		1	2				
Фаленская 4 – ст.	350	285	334	653	406	347	243	440	566	399	1,28	1,71	1,69	1,79	1,62	
Графиня	297	188	297	727	377	342	151	304	609	352	1,58	1,91	2,02	2,02	1,88	
Алиса	128	112	66	406	178	168	68	57	284	144	1,42	1,85	2,04	2,11	1,86	
Янтарная	60	67	303	752	295	87	40	229	532	222	0,90	1,64	2,63	2,29	1,86	
Марусенька	130	55	230	874	322	110	34	260	615	255	1,59	1,81	1,70	2,40	1,88	
Саратовская 7	71	16	372	811	317	55	20	280	604	240	1,43	1,19	2,09	2,14	1,71	
Антарес	124	23	109	376	158	144	20	152	378	174	1,41	1,09	1,83	1,60	1,48	
Безенчукская 87	83	16	11	106	54	104	19	18	113	63	1,26	0,99	1,00	1,52	1,19	
Грань	337	140	308	862	412	266	92	162	552	268	1,71	1,68	2,81	2,36	2,14*	
Крона	162	87	373	602	306	181	58	257	506	251	1,63	1,44	2,36	1,92	1,84	
Среднее	174	99	240	617	283	180	75	216	476	237	1,42	1,53	2,02	2,02	1,75	
Среднее	год	136		429*		-	128		346*		-	1,48		2,02*		-
	фон	1	207				198					1,72				
		2	358*				275*					1,77				
Среднее по опыту		282				238					1,75					
Сила влияния фактора (h _x ²)	сорт	0,18				0,21					0,21					
	год	0,31				0,30					0,25					
	фон	0,08				0,04					ns					
	год x сорт	0,10				0,09					0,09					
	год x фон	0,18				0,21					ns					

Примечания: * различия между средними значениями признаков существенны на 5%-ном уровне значимости; для урожайности – НСР₀₅ по фактору «сорт» = 81, НСР₀₅ «год» и «фон» = 36; для количества продуктивных стеблей на 1 м² – НСР₀₅ «сорт» = 66, НСР₀₅ «год» и «фон» = 29; для массы зерна с колоса – НСР₀₅ «сорт» = 0,30, НСР₀₅ «год» = 0,13, ns – нет существенных различий; 1 – участок с тяжелосуглинистой почвой, 2 – участок с легкосуглинистой почвой; ст. – стандарт

Высокий уровень урожайности у сорта Грань сформировался за счет массы зерна с колоса. Сорт Графиня, как и стандарт, формировал высокую урожайность за счет количества продуктивных стеблей на 1 м². Масса зерна с колоса у большинства сортов находилась на уровне стандарта, кроме сорта Безенчукская 87. Существенное превышение к стандарту по массе зерна с колоса отмечено у сорта Грань (на 0,52 г или на 32 %).

Значимое влияние взаимодействия факторов «год x сорт» проявляется в резких колебаниях величины признаков в зависимости от условий года и указывает на низкую экологическую устойчивость сортов в опыте. При этом наибольшее снижение урожайности отмечено у сорта Саратовская 7, Янтарная,

Марусенька (83...93 %). Данные сорта были наиболее чувствительны к ухудшению агрометеорологических условий. В меньшей степени снижали урожайность в связи с условиями года сорта Фаленская 4, Графиня, Грань и Алиса (на 36...59 %). Аналогичная тенденция изменений по сортам отмечена для количества продуктивных стеблей на 1 м². Масса зерна с колоса снижалась в меньшей степени при ухудшении агрометеорологических условий года, то есть была наиболее экологически устойчивым признаком. Сорта Янтарная, Саратовская 7, Грань при недостаточной влагообеспеченности сильнее снизили показатель «масса зерна с колоса» (на 34...48 %).

Фактор «фон» оказал слабое влияние на урожайность и количество продуктивных стеблей на 1 м² ($h_x^2 = 0,04...0,08$). В среднем по фактору «фон» на участке с тяжелосуглинистой почвой (при ухудшении эдафических условий) урожайность снизилась на 42 %, количество продуктивных стеблей – на 28 %. Масса зерна с колоса была ниже при недостатке увлажнения на обоих почвенных фонах. Влияние взаимодействия факторов «год x фон» было существенным только для урожайности и количества продуктивных стеблей на 1 м². На относительно благоприятном экологическом фоне (достаточная влагообеспеченность весенне-летней вегетации 2022 г., легкосуглинистая почва) средняя урожайность сортов выросла в 3 раза, количество продуктивных стеблей на 1 м² – в 2 раза.

Заключение. Таким образом, урожайность и количество продуктивных стеблей на 1 м² у сортов озимой ржи зависели, в основном, от агрометеорологических условий года выращивания и генотипа сорта. При ухудшении агрометеорологических условий года и эдафических условий опытного участка сильнее всего снижалась урожайность (на 68 и 42 % соответственно). Масса зерна с колоса достоверно определялась влиянием агрометеорологических условий года и генотипом сорта, и в меньшей степени снижалась при ухудшении условий года. Эколого-географическое происхождение сортов озимой ржи влияло на величину хозяйственно ценных признаков. Существенное влияние взаимодействия факторов «год x сорт» по всем признакам указывает на низкую адаптивность большинства сортов в опыте. Выявлены наиболее адаптивные сорта Графиня и Грань, не уступающие по урожайности стандарту. Сорт Грань за счет достоверно высокой массы зерна с колоса характеризуется высоким продуктивным потенциалом.

Список литературы

1. Пономарева М. Л., Пономарев С. Н. Научные основы селекции озимой ржи. Казань: Изд-во ФЭН, 2019. 352 с.
2. Культурная флора СССР. Т. 2. ч. 1. Рожь / В. Д. Кобылянский, А. Е. Корзун, А. Г. Катерова, Н. С. Лапиков и др./ Под ред. В. Д. Кобылянского. Л., 1989. 368 с.
3. Генетические основы селекции растений. Том 1. Общая генетика растений / науч. ред. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Минск: Белорусская наука, 2008. 551 с.

Влияние выравненности длины стеблей на показатели продуктивности растений озимой ржи

Е. А. Псарева

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. В статье изложены результаты изучения влияния выравненности длины стеблей на показатели продуктивности растений. Проведено сравнение параметров колоса растений, имеющих разные коэффициенты вариации по длине стебля. Проанализировано 30 растений сорта озимой ржи Рушник селекции ФАНЦ Северо-Востока. Корреляционный анализ данных выявил зависимость значений признаков продуктивности от выравненности длины стеблей растений. Получена достоверная обратная корреляция коэффициента вариации длины стеблей с показателями: масса зерна с колоса ($r = -0,56$), масса 1000 зерен ($r = -0,66$), количество колосков ($r = -0,42$) и количество зерен ($r = -0,45$) в колосе и прямая значимая зависимость процента череззерницы от коэффициента вариации длины стеблей ($r = 0,46$). Установлено, что степень выравненности длины стеблей не влияла на значения плотности и длины колоса. Обнаружена достоверная разница значений показателей масса зерна с колоса, масса 1000 зерен, количество колосков и зерен в колосе, процент череззерницы у выравненных и невыравненных растений. Рекомендовано при отборе элитных растений озимой ржи отбирать выравненные по высоте растения с коэффициентом вариации длины стеблей не более 13 % с разницей по длине стеблей растения до 10,5 см.

Ключевые слова: масса зерна с колоса, плотность колоса, длина колоса, количество зерен, количество колосков, масса 1000 зерен, череззерница

The influence of uniformity of stem length on the indicators of the productivity of winter rye plants

E. A. Psareva

*Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation*

Abstract. The article presents the results of a studying the influence of uniformity of plant stems length on the productivity indicators. A comparison was made of the parameters of the ear structure of plants with different coefficients of variation of stems length. 30 plants of the winter rye variety Rushnik bred by FARC of the North-East were analyzed. Correlation analysis of the data revealed the dependence of the values of productivity indicators on the uniformity of the plant stems length. A reliable inverse correlation was obtained between the coefficient of variation in stems length and the following indicators: grain weight from ear ($r = -0.56$), mass of 1000 grains ($r = -0.66$), number of spikelets ($r = -0.42$) and the number of grains ($r = -0.45$) in an ear and a direct significant dependence of the coefficient of variation in stems length on the percentage of laxial ear ($r = 0.46$). It was found that the degree of uniformity of stems length did not affect the density and length of ear. A significant difference in the values of indicators was found: weight of grain from ear, mass of 1000 grains, number of spikelets and grains in an ear, percentage of laxial ear in aligned and unaligned plants. When

selecting elite winter rye plants, it is recommended to select plants that are aligned in height with a coefficient of variation in stem length of no more than 13 %, with a difference in plant stem length of up to 10.5 cm.

Keywords: *weight of grain from ear, density of ear, length of ear, number of grains, number of spikelets, mass of 1000 grains, laxial ear*

Важная задача, стоящая перед селекционерами озимой ржи – достижение максимальной выравненности стеблестоя в посеве. Растения с неравномерностью по высоте побегов в пределах куста имеют низкую селекционную ценность [1]. Это связано с тем, что из-за матрикальной разнокачественности побегов разной высоты наблюдается неравномерное их развитие, что приводит к растянутому периоду цветения (это увеличивает процент череззерницы) и к неодновременности созревания всего растения [2]. Признак «неравномерность побегов по высоте» у растений носит наследственный характер, поэтому браковки по этому показателю обоснованы [1]. Обычно невыравненные по высоте растения выбраковываются как на этапе отбора элитных растений, так и в последующем процессе селекции и первичного семеноводства [3]. Основной же задачей селекции зерновых культур является создание урожайных сортов [4]. В частности, для этого необходим высокий уровень отдельных элементов структуры продуктивности растений [5]. Чтобы лучше понимать критерии отбора выравненных растений, необходимо проследить взаимосвязь выравненности длины стеблей с элементами продуктивности.

Цель исследований – изучить влияние выравненности длины стеблей растения на величину его элементов продуктивности.

Материалы и методы. Объектом исследования послужил районированный сорт озимой ржи Рушник. В 2023 году в селекционном питомнике на опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в фазу «полная спелость» было отобрано 30 растений. В лабораторных условиях проведен структурный анализ всех продуктивных побегов (продуктивная кустистость растений в опыте варьировала от 6 до 26 шт.). Измерения длины стебля (без колоса) и колоса проводили с помощью линейки. Массу зерен с колоса определяли на лабораторных весах ВЛТЭ-150С, массу 1000 зерен и череззерницу (%) находили расчетным способом, плотность колоса – как количество колосков на 10 см длины колосового стержня. Выравненность длины стеблей оценивали по их коэффициенту вариации у каждого растения. Коэффициенты вариации и корреляции рассчитали с использованием программы Microsoft Office Excel 2007. Дисперсионный анализ результатов проведен с помощью пакета программ AGROS (версия 2.07).

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований растения по коэффициенту вариации длины стебля распределились следую-

щим образом: низкий (CV – до 10 %) – 8 растений; средний (CV – 10...20 %) – 15 растений; высокий (CV – более 20 %) – 7 растений. В каждой группе растений проведен анализ элементов продуктивности колоса. Для наглядности в таблице 1 приведены результаты крайних групп (CV длины стеблей низкий и высокий).

Таблица 1

Параметры колоса у растений с различной выравненностью стеблей

Показатель	Растения с варьированием длины стеблей				Разница между средними значениями	НСР ₀₅
	CV менее 10 %		CV более 20 %			
	варьирование показателей	среднее значение	варьирование показателей	среднее значение		
Масса зерна с колоса, г	1,84...2,7	2,31	0,9...1,87	1,32	0,99*	0,65
Количество колосков в колосе, шт.	31...38	34	25...30	29	5*	5
Количество зерен в колосе, шт.	49...76	56	26...47	39	17*	14
Масса 1000 зерен, г	35,7...45,4	41	24,6...35,2	28,6	12,4*	7,2
% череззерницы	5,9...21,7	17,3	27,5...57,6	36,1	18,8*	16,5

* значимо при $p \leq 0,05$

Выравненность растений положительно повлияла на все параметры колоса, представленные в таблице 1. Получена достоверная разница значений «масса зерна с колоса», «количество колосков и зерен в колосе», «масса 1000 зерен», череззерницы у растений с низким и высоким уровнем варьирования длины стеблей. Выявлены значимые корреляции между выравненностью продуктивных стеблей в растении и элементами структуры (табл. 2).

Таблица 2

Корреляции между коэффициентами вариации (V, %) длины стеблей и показателями структуры продуктивности растений

Показатель	Масса зерна с колоса	Масса 1000 зерен	Количество в колосе		Череззерница	Длина колоса	Плотность колоса
			зерен	колосков			
CV длины стеблей	-0,56*	-0,66*	-0,45*	-0,42*	0,46*	-0,29	-0,20

* значимо при $p \leq 0,05$; число наблюдений $n = 30$

Получена достоверная обратная корреляция коэффициента вариации длины стеблей с массой зерна с колоса ($r = -0,56$), массой 1000 зерен ($r = -0,66$), количеством колосков ($r = -0,42$) и количеством зерен в колосе ($r = -0,45$). То есть по мере снижения выравненности стеблей по длине в растении наблюдается существенное уменьшение значений большинства элементов структуры продуктивности. Это объясняется тем, что колосья побегов нижнего яруса из-за их позднего созревания менее развиты.

Также получена существенная прямая зависимость процента череззерницы от коэффициента вариации длины стеблей ($r = 0,46$), что связано с более продолжительным периодом цветения невыравненных по высоте стеблей растений. Установлено, что степень выравненности длины стеблей существенно не влияла на значения плотности и длины колоса. Низкое варьирование значений показателя плотность колоса (9,5 %) в опыте, говорит о том, что этот признак в большей мере обусловлен сортовыми особенностями, чем влиянием матрикальной разнокачественности стеблей.

Для интерпретации полученных данных были построены линейные тренды, уравнения которых представлены в таблице 3.

Таблица 3

Уравнения линий тренда и коэффициенты детерминации зависимости показателей колоса от степени варьирования длины стеблей в растении

Показатель	Линейное уравнение	Коэффициент детерминации
Масса зерна с колоса	$y = -0,0421x + 2,4962$	$R^2 = 0,4825$
Количество колосков в колосе	$y = -0,1984x + 34,513$	$R^2 = 0,2723$
Количество зерен в колосе	$y = -0,6955x + 58,225$	$R^2 = 0,3466$
Масса 1000 зерен	$y = -0,537x + 44,772$	$R^2 = 0,5996$
Процент череззерницы	$y = 0,772x + 15,188$	$R^2 = 0,3888$

Большинство линий тренда являются нисходящими, что говорит о снижении значения признака при увеличении разнокачественности стеблей по высоте в растении. Восходящий тренд отмечен только у череззерницы.

Для понимания степени тесноты взаимосвязи между выравненностью стеблей в растении с остальными признаками воспользовались коэффициентом детерминации, который показывает, на сколько изменения каждого показателя структуры зависит от выравненности растения. Выявлено, что количество колосков в колосе обусловлено выравненностью растений на 27,2 %; количество зерен в колосе – на 34,6 %; череззерница – на 38,8 %. Максимальная теснота взаимосвязи отмечена с массой зерна с колоса – 48,2 % и массой 1000 зерен – 59,9 % (рис.).

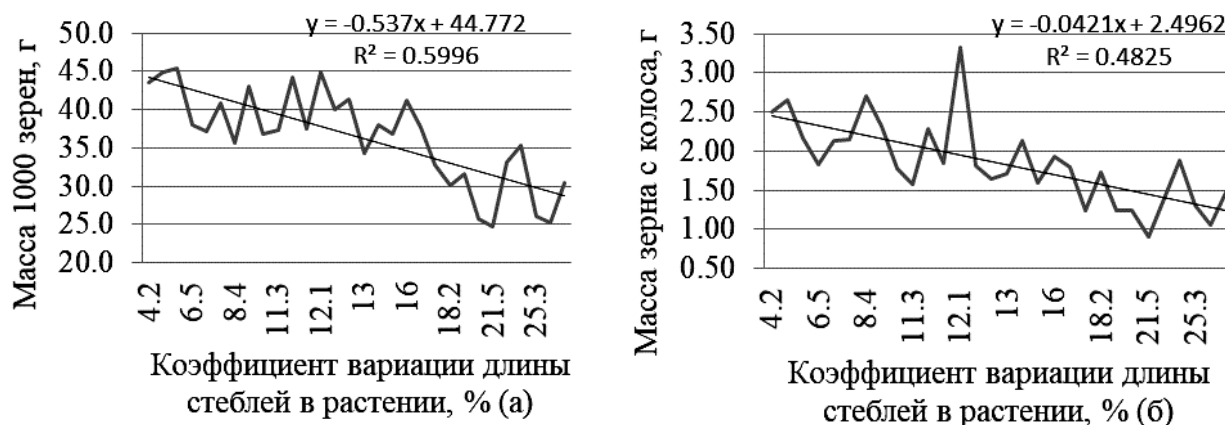


Рис. Зависимость массы 1000 зерен (а) и массы зерна с колоса (б) от выравненности стеблей в растении

В результате математической обработки экспериментальных данных установлено, что в пределах коэффициента вариации длины стеблей 13 % (что составляет 10,5 см от средней длины стебля растения) существенных различий по всем изучаемым показателям структуры продуктивности не наблюдалось.

Однако к такому прогнозу следует относиться с большой осторожностью, так как выбор линейной аппроксимации дал недостаточно высокую достоверность и прогноз будет неточным. К тому же надо учитывать, что растения – живой организм, и как объект исследования имеет свои сложности. На рост и развитие растений оказывает влияние целый комплекс факторов: погодные условия, неоднородность почвенного фона и рельефа, затенение, неравномерность внесения удобрений и т. д.

Заключение. При отборе элитных растений и в процессе селекции и первичного семеноводства озимой ржи рекомендуем отбирать выравненные по высоте растения с коэффициентом вариации длины стеблей не более 13 % с разницей по длине стеблей растения до 10,5 см. Это положительно повлияет на массу 1000 зерен, массу зерна с колоса, количество зерен и количество колосков в колосе и снизит процент череззерницы.

Список литературы

1. Попов Г. И., Васько В. Т., Пугач Н. Г. Селекция озимой ржи. Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние; 1986. 240 с.
2. Тиунов А. Н., Глухих К. А., Хорькова О. А. Рожь. М.: Колос, 1972. С. 33.
3. Урбан Э. П. Методика выращивания оригинальных семян озимой ржи // Земледелие и растениеводство. 2022. №3. С. 24-27.
4. Шляхтина Е. А., Рылова О. Н. Результаты изучения перспективных сортов озимой ржи в условиях Кировской области // Таврический вестник аграрной науки. 2021. №1 (25). С. 213-223.
5. Парфенова Е. С. Сравнительное изучение перспективных сортов озимой ржи в условиях Кировской области // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях меняющегося климата: материалы Международной научно-практической конференции. Краснодар, 08-09 июня 2023 года, Издательство: ИП Струльчанина В.И., 2023. С. 122-125

Приоритетные направления селекции по аронии черноплодной на Северо-Востоке России

Г. А. Ренгартен

*Вятский государственный
агротехнологический университет,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *В список редких или нетрадиционных плодово-ягодных культур/входит арония черноплодная. В статье представлены направления селекции по аронии. Актуальными направлениями селекции по этой культуре являются: селекция на сдержанный рост, ежегодную урожайность, одновременность созревания плодов, получение красноплодных форм с более высоким содержанием биологически активных веществ и высокой органолептической оценкой. Основными методами селекции является отдаленная гибридизация с другими видами и родами, клоновая селекция, отбор лучших сеянцев из популяции.*

Ключевые слова: *нетрадиционная культура, сорт, биологически активные вещества, сорбарония*

Priority directions of selection for chokeberry in the North-East of Russia

G. A. Rengarten

*Vyatka State Agrotechnological University
Kirov, Russia*

Abstract. *Among the rare or non-traditional fruits and berries is chokeberry. The article presents the directions of chokeberry selection. Current areas of selection are: selection for restrained growth, annual yield, simultaneous fruit ripening, obtaining red-fruited forms with a higher content of biologically active substances and a high organoleptic assessment. The main methods of selection are distant hybridization with other species and genera, clonal selection, selection of the best seedlings from the population.*

Keywords: *non-traditional culture, variety, biologically active substances, sorbaronium*

В плодах аронии черноплодной содержится ценный комплекс биологически активных веществ (БАВ), представленный флавоноидами, катехинами, цианидином и его гликозидами, аскорбиновой кислотой, дубильными веществами. Плоды аронии являются лекарственным сырьем, а также активно используются в пищевой промышленности. Благодаря своей неприхотливости и зимостойкости арония черноплодная интродуцирована почти во всех эколого-географических районах России, она дает стабильные урожаи в северных районах Европейской части, в суровых условиях Западной и Восточной Сибири, Восточного Казахстана и Урала [1, 2].

И. В. Мичурин получил семена аронии черноплодной (*A. melanocarpa*) из Германии. Он вырастил сеянцы и начал опылять их чужеродной пылью отдаленно родственных растений (скорее всего, рябин). Подобные опыты он

массово практиковал в питомнике г. Козлова (ныне – Мичуринск) Тамбовской обл. Получив совершенно новый вид, не похожий на родительский, Мичурин написал о том, что вывел «улучшенный вид плодового растения», пригодный «для десерта в тех суровых по климату местностях, где наблюдается недостаток других фруктов», называя его «черноплодной рябиной». Как выяснили позже (в 1986 г.) российские ботаники – профессор А. К. Скворцов и Ю. К. Виноградова, новый вид – *A. mitschurinii* с устойчивым генотипом образовался в результате межродового скрещивания и полиплоидизации, которая часто приводит к апомиксису. Этому виду дали название в честь его создателя – арония Мичурина. Авторы вида выявили, что у аронии Мичурина набор хромосом тетраплоидный ($2n = 68$), а у аронии черноплодной – диплоидный ($2n = 34$). Таким образом, арония Мичурина – апомиктный тетраплоидный вид и отличается от дикой североамериканской аронии черноплодной, которая является диплоидным перекрестноопылителем.

Несколько лет назад американские ученые, используя молекулярно-генетические методы исследования, подтвердили правомерность выделения этой аронии в самостоятельный вид. С 1935 г. черенки аронии Мичурина из г. Мичуринска, а позже и семена с Алтая (Горно-Алтайск) стали рассылать по всей России и прилегающим к ней территориям. На 1960...1970 гг. пришелся пик ее культивирования, совпавший с распространением вида в Прибалтике, Белоруссии, Украине, Молдавии и на Кавказе. Новая плодовая культура (арония Мичурина) оказалась урожайной и очень зимостойкой, благополучно переносящей суровые зимы. До 1990 г. площадь ее посадок увеличивалась. В настоящее время арония Мичурина как нетрадиционная плодовая культура имеет достаточно широкий культивируемый ареал, который охватывает территорию бывшего СССР, а также Финляндию, Швецию, Польшу, Германию, Румынию, Венгрию, Чехию, Словакию и даже родину ее предков – США и Канаду [3...5].

Исследуемые сорта аронии различаются как по содержанию доминирующих групп БАВ в плодах, так и по элементному составу. Плоды аронии сорта Мичуринская наиболее богаты антоцианами, сорта Викинг – флавоноидами. Сорта Мичуринская и Вениса лидируют по содержанию в плодах дубильных веществ, органических кислот и аскорбиновой кислоты. Отмечено высокое содержание железа, марганца и хрома в плодах сорта Мичуринская; высокое содержание цинка – в плодах сортов Викинг и Алтайская крупноплодная, меди – в плодах сорта Алтайская крупноплодная [6...8].

Актуальными направлениями селекции аронии черноплодной являются: селекция на сдержанный рост, ежегодную урожайность, одновременность созревания плодов, получение красноплодных форм с более высоким содержанием биологически активных веществ и высокой органолептической

оценкой. Основные методы селекции – отдаленная гибридизация с другими видами и родами, клоновая селекция, отбор лучших сеянцев из популяции.

При отдаленных скрещиваниях лучшие формы аронии рекомендуют использовать в качестве отцовских, так как она склонна к апогамному образованию семян [6...8].

С участием аронии черноплодной получена новая культура сорбарония.

Сорбарония альпийская (*×Sorbaronia alpina*) – гибрид между круглолистной рябиной (*Sorbus aria*) и аронией арбутолистной (*Aronia arbutifolia*). Эта сорбарония известна в культуре с 1809 года. Интересно, что путем скрещивания Сорбаронии альпийской с рябиной обыкновенной (*Sorbus aucuparia*) И. В. Мичурин получил культивар Сорбарония Бурка, или рябина Бурка. Она действительно больше похожа на рябину, чем на аронию и сорбаронию. Только плоды в зрелом виде темно-вишневого цвета.

Сорбарония Ликерная получена в результате скрещивания рябины обыкновенной с аронией черноплодной. Внешне Ликерная рябина ближе к рябинам. Впрочем, и Бурку и Ликерную все-таки считают рябинами, несмотря на их происхождение. И внешне, и на вкус – это все-таки рябины.

Сорбарония Диппеля (*×Sorbaronia dippelii*) – гибрид между рябиной круглолистной и аронией черноплодной, в культуре с 1870 года. Сейчас исключен из сорбароний.

Сорбарония гибридная (*×Sorbaronia hybrida*) – получена от скрещивания рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*) с аронией земляничнолистной (*Aronia arbutifolia*).

Сорбарония рябинолистная (*×Sorbaronia sorbifolia*) – гибрид между рябиной американской (*Sorbus americana*) и аронией черноплодной (*Aronia melanocarpa*).

Сорбарония Ковалева (*×Sorbaronia kovalevii*) – гибрид между рябиной бузинолистной (*Sorbus sambucifolia*) и аронией [9].

Всего род Арония насчитывает около 15 видов, естественно произрастающих на территории Северной Америки.

Наиболее распространенной и широко используемой является Арония меланокарпическая (черноплодная рябина), произрастающая на востоке Северной Америки. Менее известная Арония древовидная (красная черноплодная рябина) и гибридная форма вышеупомянутого вида под названием Арония черноплоднолиственная (фиолетовая черноплодная рябина) впервые были выращены в Центральной и Восточной частях Северной Америки. В восемнадцатом веке первые кустарники самого известного вида *Aronia melanocarpa* достигли Европы, где их впервые начали выращивать в Скандинавии и России [9, 10].

В таблице приведена краткая характеристика возделываемых в России и ближнем зарубежье сортов аронии черноплодной.

Характеристика основных сортов аронии [2; 5]

Сорт	Страна происхождения	Достоинства	Недостатки
1	2	3	4
Хугин	Швеция	Легко переносит понижение температуры до -28 °С. Благодаря компактности и красоте используется в ландшафтном дизайне, а также в качестве живой изгороди. Не нуждается в сложном уходе. После созревания не осыпается, оставаясь на ветках до середины ноября, при этом не теряет полезных свойств.	Не любит ветреную погоду, поэтому при высаживании на открытом участке придётся позаботиться об укрытии. Требуется частый полив в сухую и засушливую погоду. К обрезке необходимо подходить с осторожностью, чтобы не снизить декоративность.
Вениса	Беларусь	Хорошая морозостойкость – выдерживает до -37 °С. Комфортно себя чувствует как на солнечных территориях, так и в полутени. Массивные соплодия насчитывают до 18 ягодок. Обладает неплохим иммунитетом к большинству насекомых-вредителей и инфекциям.	Требовательна к составу почвы, нуждается в большом количестве органики. Необходимо частое увлажнение в засушливый период.
Викинг	Финляндия	Вступает в плодоношение на 2...3 год, может сохраняться на ветках до октября-ноября. Ягоды до 1 см в диаметре, на кисти образуется до 20 шт. Не боится кратковременного подтопления. Легко выдерживает низкие температуры до -40 °С. Очень привлекательна, иногда выращивается как декоративное насаждение.	Для лучшего плодоношения нужна регулярная обрезка. В бесснежные зимы требуется укрытие приствольного круга в радиусе 1,5 м. Плоды не переносят осенних заморозков, после которых начинают осыпаться.
Неро	Германия	Начинает плодоносить на 2 год, созревание раннее, первые плоды поспевают уже к середине августа. Хорошо растёт на увлажнённых участках, не боится кратковременного подтопления. Комфортно чувствует себя как на открытых солнечных пространствах, так и на затенённых территориях. Характеризуется повышенной морозостойкостью, что позволяет выращивать даже в Сибири.	Практически не переносит засуху, при отсутствии естественных осадков требуется дождевание. При выращивании на сухих и недостаточно питательных почвах, бедных гумусом, теряет внешнюю привлекательность и уменьшает урожайность.
Мулатка	Россия, Мичуринск	Обладает великолепными декоративными свойствами, способна украсить любой сад. Характеризуется высокой урожайностью и зимостойкостью. Не требовательна к составу почвы, без ущерба выдерживает кратковременное подтопление. Является хорошим медоносом, не боится вредителей и болезней.	Несмотря на свойственную всем разновидностям черноплодной рябины самоплодность, без растений-опылителей объём урожая снижается. Плохо переносит длительную засуху, при долгом отсутствии осадков необходим регулярный полив.
Надзея	Беларусь	Выдерживает морозы до -37 °С. Хорошо плодоносит в условиях полутени. Обладает большой урожайностью.	Нуждается в увлажнённой почве. При недостаточном количестве органики в грунте может снизиться качество урожая.
Арон	Дания	Ягоды не осыпаются даже после листопада. Хорошо плодоносит при выращивании в условиях частичного затенения. С лёгкостью выдерживает похолодание до -35 °С, подходит для культивирования в центральной полосе России.	Требовательна к составу почвы. Нуждается в хорошем увлажнении.

1	2	3	4
Черноокая	Россия	Пониженная терпкость, по сравнению с другими сортами. Обладает повышенной стойкостью к вредителям и заболеваниям. Не нуждается в укрытии на зиму благодаря хорошей морозостойкости. Не требовательна к условиям содержания. Благодаря привлекательному внешнему виду часто выращивается как декоративная культура.	Отсутствуют
Чёрная жемчужина	Россия	Урожай сохраняется на ветвях до ноября. Обладает повышенной морозостойкостью, не боится понижения температуры до -40 °С. Часто высаживается для озеленения территории, прекрасно себя чувствует при затенении.	В засушливый период нуждается в регулярном поливе. В мякоти присутствует небольшая терпкость.
Хаккия	Финляндия	Может долго храниться в свежем виде при нахождении в тёмном и прохладном помещении, к примеру, в погребе. Нетребовательна к почве, хорошо переносит любые морозы. Обладает повышенной урожайностью.	Сильно ветвится. Первого плодоношения иногда приходится ждать до 5 лет.

Заключение. Установлено, что основными методами селекции аронии черноплодной является отдаленная гибридизация с другими видами и родами, кло-новая селекция, отбор лучших сеянцев из популяции. С участием аронии черноплодной получен новый культивированный вид сорбарония. Особо актуальна селекция на компактность куста для уборки урожая комбайновым способом, урожайность, крупноплодность и более высокое содержание биологически активных веществ.

Список литературы

1. Ренгартен Г. А. Сортоизучение и интродукция малораспространенных плодовых культур в Кировской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 4. С. 54-59.
2. Сорокопудов В. Н., Ренгартен Г. А., Подкопайло Р. В. Совершенствование сортимента нетрадиционных садовых культур России // Фундаментальные исследования. 2013. № 11-1. С. 115-121.
3. Жидехина Т. В., Ковешникова Е. Ю., Брыксин Д. М. Основные достижения в селекции и сортоизучении ягодных и нетрадиционных садовых культур во ВНИИС им. И. В. Мичурина // Садоводство и виноградарство. 2016. № 1. С. 12-19.
4. Рупасова Ж. А., Гаранович И. М., Шпитальная Т. В. Биохимический состав плодов интродуцированных в Беларуси сортов аронии черноплодной (*Aronia melanocarpa*) // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия биологических наук. 2015. № 1. С. 6-11.
5. Жидехина Т. В., Родюкова О. С., Гурьева И. В. Современные тенденции в обновлении промышленного сортимента ягодных и нетрадиционных садовых культур // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 2. С. 22-26.
6. Жакупова Г. Н., Макангали К. К., Сагандық А. Т. Исследование и анализ физико-химического состава ирги и черноплодной рябины // Вестник Алматинского технологического университета. 2023. № 2. С. 167-176.
7. Воронина М. С., Макарова Н. В. Изучение химического состава и антиоксидантной активности свежих плодов и продуктов переработки черноплодной рябины // Садоводство и виноградарство. 2015. № 2. С. 42-46.
8. Левин Б. Д., Федюлин А. С. Возможные пути переработки плодов аронии черноплодной // Вестник КрасГАУ. 2006. № 10. С. 315-318.
9. Дубровский М.Л., Папихин Р.В., Муратова С.А. Отдаленные гибриды семейства Rosaceae как объекты исследований в селекции и биотехнологии // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 4.
10. Хромов Н.В. Особенности закладки генеративной сферы аронии в условиях ЦЧР // Земля. 2018. № 4. С. 4-7.

Приоритетные направления селекции по ирге и шиповнику на Северо-Востоке России

Г. А. Ренгартен

*Вятский государственный
агротехнологический университет,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *На основании литературных источников обобщены данные по направлениям селекции ирги и шиповнику. Основными направлениями по селекции ирги являются: селекция на позднее цветение, создание сортов разного срока созревания, урожайность, мелкосемянность, увеличение плотности плодов, крупноплодность, повышение самоплодности, создание сортов пригодных для механизации, повышение содержания биологически активных веществ в плодах, создание сортов двойного назначения (плодовые и декоративные два в одном генотипе). Основными направлениями по селекции шиповника являются: селекция на зимостойкость, массу плодов, содержания Р-активных веществ, каротиноидов, шиповатость побегов, вкус, окраска плодов, устойчивость к болезням (черная пятнистость, мучнистая роса), устойчивость к вредителям (бронзовка обыкновенная, пилильщик, почковая моль, розанная муха, тля, гладкая орехотворка), селекция на высоту куста и его раскидистость. Основной способ селекции по ирге и шиповнику использование межвидовой и межсортной гибридизации. По данным культурам подобраны основные доноры (генетические источники) ценных признаков.*

Ключевые слова: *нетрадиционные культуры, сорт, модель сорта*

Priority directions for breeding for serviceberry and rosehip in the North-East of Russia

G. A. Rengarten

*Vyatka State Agrotechnological University
Kirov, Russia*

Abstract. *Based on literary sources, data on the areas of selection for serviceberry and rose hips are summarized. The main directions for breeding serviceberry are: selection for late flowering, creation of varieties of different ripening periods, productivity, small-seeded, increasing fruit density, large-fruitedness, increasing self-fertility, creating varieties suitable for mechanization, increasing the content of biologically active substances in fruits, creating dual-use varieties (fruit and ornamental two in one genotype). The main directions for breeding rose hips are: selection for winter hardiness, fruit weight, content of P-active substances, carotenoids, spikiness of shoots, taste, fruit color, resistance to diseases (black spot, powdery mildew), resistance to pests (common bronze leaf, sawfly, bud moth, rose fly, aphid, smooth gall moth), selection for bush height and spreading. The main method of selection is the use of interspecific and intervarietal hybridization. Based on these crops, the article selects the main donors (genetic sources) of valuable traits.*

Keywords: *non-traditional crops, variety, variety model*

Ирга. Несмотря на положительные качества ирги, в Госреестре России всего два сорта ирги ольхолистной: Сладстена и Звездная ночь селекции Федерального научного центра им. И. В. Мичурина. Самый распространенный

вид, встречающийся на большей территории России – ирга колосистая *A. spicata*, в меньшей степени распространена ирга круглолистная *A. ovalis* или ольхолистная *A. alnifolia*. В настоящее время селекционная работа с иргой и ее интродукция ведется в НИИ садоводства им. И. В. Мичурина (Мичуринск), в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (Новосибирск), в Главном ботаническом саду им. Н. В. Цицина (Москва) [1, 2].

Первые и наиболее значимые коммерческие сорта ирги были в 1930-х годах отобраны в Канаде из природных популяций. В дальнейшем, чтобы улучшить качество новых сортов, целенаправленно скрещивали формы с выдающимися свойствами. Ирга колосистая (*A. spicata*) стала основой при создании нескольких десятков сортов в ряде зарубежных стран.

Основными направлениями в селекции ирги являются: селекция на позднее цветение, создание сортов разного срока созревания, урожайность, мелкосемянность, увеличение плотности плодов, крупноплодность, повышение самоплодности, создание сортов, пригодных для механизации, повышение содержания биологически активных веществ в плодах, создание сортов двойного назначения (плодовые и декоративные два в одном генотипе) [1, 2].

Основная задача, стоящая перед селекционерами – это селекция растений ирги на высокую самоплодность и низкорослость.

В селекции на низкорослость эффективно использовать сорта Альтаглоу, Балерина, Звездная ночь, Красноярская, Мандан, Мартин, Нортлайн, Пембина;

- на крупноплодность – сорта Звездная ночь, Колес селект, Tissen;

- на десертный вкус (содержание сахаров) – Принцесса Диана, Смоки, Старджион, Эскиммо, Принц Уильям, Балерина, Звездная ночь, *A. alnifolia* № 2, *A. sanguinea*, *A. florida*, *A. canadensis*, *A. laevis*;

- на урожайность – Нотлайн, Смоки, *A. alnifolia* № 2, *A. sanguinea*, *A. florida*;

- засухоустойчивость – *A. alnifolia* № 1, *A. ovalis*, *A. florida*, *A. canadensis*;

- малосемянность – *A. alnifolia* № 1 и *A. canadensis*.

В качестве источников повышенного содержания биологически активных веществ рекомендуются виды, имеющие высокие показатели по содержанию:

- сухих растворимых веществ – *A. alnifolia* № 2, *A. ovalis*, *A. florida*, *A. canadensis*, *A. spicata*, *A. utahensis*;

- аскорбиновой кислоты – *A. alnifolia* № 1; *A. alnifolia* № 2, *A. ovalis*, *A. florida*, *A. canadensis*, *A. utahensis*; *A. sanguinea*;

- антоцианов – *A. alnifolia* № 1, *A. alnifolia* № 2, *A. ovalis*, *A. florida*.

Основной метод селекции межвидовая и межсортовая гибридизация [3...8].

Шиповник. Основным направлением селекции шиповника является выведение высокоурожайных, наиболее устойчивых к основным биотическим и абиотическим факторам среды сортов, в том числе высокозимостойких, с повышенной устойчивостью к поражениям такими болезнями, как

ржавчина, мучнистая роса, черная пятнистость шиповника; вредителям – розанная муха, орехотворка гладкая, тля, розанная листовертка, бронзовка обыкновенная, пилильщики, пригодные к механизированной уборке, с повышенным содержанием мякоти по отношению к весу семян. Наряду с этим, важным этапом селекционного задания является выведение образцов с высоким качеством плодов: повышенным содержанием аскорбиновой кислоты (более 2500 мг/100 г), витамина Р (1500...2000 мг/100 г), каротиноидов (3...5 мг/100 г), крупноплодных (средняя масса плодов 4...6 г), хорошего вкуса, высокотехнологичных (пригодных для сушки, варки варенья, компотов и др.), выведение слабошиповатых или бесшипных форм шиповника (табл.) [9, 10].

Таблица

Модель интенсивного сорта шиповника [9, 10]

Наименование показателя	Величина признака	Сорта-аналоги (доноры признаков)
Степень подмерзания, балл	Не более 2,0	Румяный, Луч, Багряный, Уральский чемпион
Устойчивость к минимальным отрицательным температурам в осенний, раннезимний периоды, в конце зимы — начале весны (степень повреждения тканей побегов, почек), балл	Не более 2,0	Румянный, № 1
Потенциальная продуктивность, т/га	5...6	Румяный, № 1
Средняя масса плодов, г	4...6	Уральский чемпион
Максимальная масса плодов, г	8...12	Юбилейный, Роза морщинистая
Вкус плодов, балл	4...5	Витаминный
Окраска плодов	Красный	Румяный
Содержание, мг/100 г:		
аскорбиновой кислоты	2500...3000	Витаминный
Р-активных веществ	1500...2000	Роза коричная
каротиноидов	3...5	Роза коричная
Шиповатость ветвей, балл: общая	1...2	Витаминный, Роза коричная
в зоне плодоношения	0...1	Роза коричная
в основании ветвей	2...3	Витаминный
Степень поражения, балл: ржавчиной	1...2	Уральский чемпион
мучнистой росой	1...2	Румяный
черной пятнистостью	1...2	Багряный, Юбилейный
Степень повреждения, балл:		
розанной мухой	1...2	Уральский чемпион, Румяный
тлями	1...2	Роза морщинистая, Витаминный, Багряный
почковой молью	1...2	Воронцовский 3, Юбилейный, Роза коричная
орехотворкой гладкой	1...2	Юбилейный, Роза коричная, Бесшипный ВНИВИ
пилильщиками	2...2,5	Уральский чемпион, Багряный
бронзовкой обыкновенной	2...2,5	Луч, Бакал
Высота куста, м	Не более 1,5...2,0	Российский № 2, Багряный
Раскидистость куста	Слабосредне-раскидистый	Воронцовский 3, Багряный

Основной метод селекции шиповника – межвидовая гибридизация.

В селекции на признак высокой зимостойкости необходимо назвать сорта: Воронцовский 2, 3, Багряный, Румяный, лучшие отборные формы Розы коричной, Р. иглистой (*R. acicularis* Lindl (2п = 42; 56), Р. сизой (*R. glauca* Pourret).

- на признак высокой продуктивности — сорта Витаминный ВНИВИ, сорта ЮжУралНИИПОК — Уральский чемпион, Румяный, Багряный, Луч, № 1, отборные формы Розы сизой, иглистой;

- в селекции на крупноплодность наибольший интерес представляют сорта и отборные формы Розы морщинистой (Юбилейный, Крупноплодный ВНИВИ), межвидовые сорта Витаминный ВНИВИ, Уральский чемпион, отборные образцы Розы яблочной (*R. pomifera* Herrm.);

- в селекции на высокое содержание в плодах аскорбиновой кислоты интересны исходная форма сорта Витаминный ВНИВИ, Воронцовский-1, Воронцовский-2, Воронцовский-3, Российский-2, Уральский чемпион, Багряный, отборные формы Р. коричной;

- в селекции на высокое содержание витамина Р – отборные образцы Розы сизой;

- в селекции на слабую шиповатость или полное отсутствие шипов – отборные формы Розы коричной. Лучшей комбинацией, обеспечивающей выход более 21 % бесшипных и 77,8 % слабошиповатых семян, оказалась семья Воронцовский-1 × Роза коричная.

- на устойчивость к мучнистой росе интерес представляют сорта Юбилейный, Витаминный, взятые в качестве родительских компонентов [9, 10].

По комплексу хозяйственно ценных признаков наиболее перспективными оказались реципрокные сочетания сортов Витаминный и Воронцовский № 1, Воронцовский № 1 и Воронцовский № 3, семьи Воронцовский 3 × Роза коричная, Витаминный – свободное опыление, Витаминный × Роза.

Большинство существующих сортов шиповника плохие самоопылители. Процент естественного завязывания плодов под изолятором колеблется от 0,2 до 11,6. Несколько выше он при принудительном опылении внутри клона. Более надежные результаты будут получены при предварительном удалении пыльников. Для проведения опыления готовят пыльцу, собирая первые, наиболее крупные, но еще не распустившиеся бутоны (из расчета 1 бутон на 3...5 цветков). Удаление пыльников ведут пинцетом или обычным ученическим пером. Для удобства извлечения пыльников удаляют лепестки, выдергивая их из бутона. Некоторую сложность в гибридизации шиповника создает неодновременность распускания цветков. В этом случае необходимо осторожно, надрезав вокруг лезвием околоцветник, удалить его с чашелистиками. А затем ученическим пером убрать пыльники. Гибридные плоды

собирают в период их полного созревания, не допуская перезревания, записывают количество полученных плодов. Выборку семян проводят до размягчения плодов, у перезревших плодов отделить семена от мякоти сложнее. Семена подсушивают, подсчитывают, переносят в пакеты, на которых указывается название семьи, количество семян, год проведения гибридизации. Семена шиповника требуют длительного периода стратификации (3...4 месяца), поэтому часто проводят позднелетний (август) посев, при котором они проходят этот период в естественных условиях. Посев гибридных семян проводят в посевные ящики, набитые смесью садовой земли, песка, перегноя (3:1:1). На следующий год гибридные растения в фазе 2...3 листочков пикируют по схеме 5×10 см в холодные рассадники, еще через год, осенью, их переносят в селекционный сад, где размещают по схеме 3×1 м. В течение 2 лет выращивания сеянцев в селекционном питомнике проводят раннюю выбраковку растений со степенью поражения мучнистой росой, ржавчиной выше 2 баллов на искусственном фоне заражения. На третий год после высадки растений в селекционный сад проводят первые отборы сеянцев в соответствии с предлагаемой моделью сорта. Отбор проводится по каждому кусту, по комплексу хозяйственно ценных признаков [9].

Отборные гибриды изучаются в течение 3 лет. Затем лучшие из них размножаются (методом зеленого черенкования) и высаживаются на конкурсное испытание, где на фоне лучших стандартных сортов проводится выделение элитных форм и сортов для дальнейшего их изучения в системе государственного сортоиспытания и использования в селекции [9].

Заключение. Приведены основные направления для селекционной работы с иргой и шиповником. Подобраны основные доноры ценных признаков. Рассмотрены особенности гибридизации и селекции шиповника. В селекционном процессе целесообразно использовать как межвидовую, так и межсортовую гибридизацию.

Список литературы

1. Ренгартен Г. А. Интродукция и селекция ирги в России и за рубежом // Биотехнология и селекция растений. 2023. Т. 6. № 2. С. 27-36.
2. Ренгартен Г. А. Сортоизучение и интродукция малораспространенных плодовых культур в Кировской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 4. С. 54-59.
3. Хромов Н. В., Попова Е. И. Проблемы и перспективы селекции ирги в ЦЧР // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 1.
4. Куклина А. Г., Цыбулько Н. С., Сорокопудов В. Н. Биохимическая оценка плодов отборных форм *Amelanchier alnifolia* и *A. spicata* (rosaceae) // Вестник КрасГАУ. 2022. № 8 (185). С. 84-91.
5. Безух Е. П. Использование рентгенографии для определения качества гибридных семян ирги в ее селекции // Современное садоводство. 2019. № 1. С. 18-24.
6. Сорокопудов В., Куклина А., Сорокопудова О. Основные аспекты формирования генетических коллекций редких садовых культур в России // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. В 5 томах. М., 2018. С. 471-476.

7. Горбунов А. Б. Интродукция малораспространенных плодовых и ягодных растений Сибири для использования в качестве функциональных продуктов питания // Вестник НГАУ. 2018. № 4 (49). С. 62-73.

8. Жидехина Т. В., Родюкова О. С., Гурьева И. В. Современные тенденции в обновлении промышленного сортимента ягодных и нетрадиционных садовых культур // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 2. С. 22-26.

9. Ладыженская О. В., Симахин М. В. Коллекционные сорта шиповника селекции В. Д. Стрельца в ГБС РАН // Вестник ландшафтной архитектуры. 2023. № 35. С. 37-39.

10. Емельянова О. Ю., Фирсов А. Н. Эколого-биологические особенности редких плодовых растений семейства *Rosaceae* JUSS // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 5. С. 53-57.

УДК 633.14: 631.527

Результаты изучения перспективных сортов озимой ржи в условиях эдафического стресса

О. Н. Рылова, Е. А. Шляхтина

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. В статье приведены результаты оценки устойчивости перспективных сортов озимой ржи селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока: Кипрез, Ниоба, Батист, Сармат, Лика, Садко к эдафическому стрессу, данные сравнивали с показателями стандарта кислотоустойчивым сортом Фалёнская 4. Опыты закладывали в 2019, 2020, 2022 гг. на двух почвенных фонах: окультуренном и провокационном по алюмокислотности на опытных полях Фалёнской селекционной станции – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Сравнительный анализ урожайности озимой ржи на различных почвенных фонах произрастания позволил выявить наиболее устойчивые к эдафическому стрессу сорта Кипрез и Садко, снижение урожайности которых было самым низким. В среднем за годы изучения на алюмокислом фоне максимальная урожайность отмечена также у перспективных сортов Кипрез (3,26 т/га) и Садко (3,20 т/га) при коэффициенте генотипической вариации 33,3 и 34,0 % соответственно. Данные сорта можно рекомендовать как для возделывания на кислых почвах, так и для использования в селекционном процессе.

Ключевые слова: *Secale cereale* L., урожайность, стрессоустойчивость

Results of the study of promising varieties of winter rye under edaphic stress

O. N. Rylova, E. A. Shlyakhtina

*Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation*

Annotation. The article presents the results of assessing the resistance of promising winter rye varieties of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky selection: Kiprez, Nioba, Batist, Sarmat, Lika, Sadko to edaphic stress, the data were compared with the indicators of the standard acid-resistant variety Falenskaya 4. Experiments were laid in 2019, 2020, 2022 on two soil backgrounds: cultivated and provocative by alumina acid content in the experimental fields of the Falenskaya Breeding Station – Branch of «Federal Agricultural Research Center. A comparative analysis of the yield of winter rye on various soil backgrounds of growth revealed the most resistant to edaphic stress varieties:

Kiprez and Sadko, the decrease in yield of which was the lowest. On average, over the years of study on an alumina background, the maximum yield was noted in promising varieties Kiprez (3,26 t/ha) and Sadko (3,20 t/ha) with a coefficient of genotypic variation of 33,3 and 34,0 %, respectively. These varieties can be recommended for cultivation on acidic soils, as well as for use in the breeding process.

Keywords: *Secale cereale L., yield, stress resistance*

В Кировской области одним из основных лимитирующих факторов возделывания зерновых культур является повышенная кислотность почв, которая негативно влияет на структуру почвы, эффективность вносимых удобрений, работу микрофлоры почвы и непосредственно на развитие самого растения [1, 2, 3]. Озимая рожь, в сравнении с другими зерновыми культурами, отличается большей устойчивостью к кислым почвам, но на фоне эдафического стресса ухудшается перезимовка и соответственно урожайность зерна [4]. Для достижения более высокого уровня реализации, заложенного в создаваемых сортах потенциала урожайности, требуется их устойчивость к комплексу неблагоприятных факторов, характерных для среды их возделывания [5]. Агроклиматические условия Кировской области характеризуются постоянными колебаниями биотических и абиотических факторов, поэтому эдафическая селекция должна быть направлена на создание сортов озимой ржи, способных формировать стабильно высокую урожайность в различных почвенно-климатических условиях.

Цель исследований – оценка урожайности перспективных сортов озимой ржи селекции ФАНЦ Северо-Востока на двух почвенных фонах (окультуренном и естественном провокационном по алюмокислотности фонах); выявить кислото- алюмоустойчивые сорта.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2019, 2020 и 2022 гг. на опытном участке Фалёнской селекционной станции – филиала ФАНЦ Северо-Востока (Кировская область). Агрохимические показатели почвы: окультуренного фона – содержание гумуса – 2,43...3,56 %; содержание подвижного фосфора – 272...316 мг/кг; обменного калия – 150...183 мг/кг; рН солевой вытяжки – 5,0...5,2; содержание ионов Al^{3+} 5,0...6,5 мг/100 г почвы); естественного провокационного по алюмокислотности – рН солевой вытяжки – 3,7...3,9; содержание ионов Al^{3+} – 26,5...28,4 мг/100 г почвы; подвижного фосфора – 72...102 мг/кг; обменного калия – 66...100 мг/кг. Предшественник чистый пар, норма высева – 6 млн всхожих семян на 1 га. Посев проводили в оптимальные для региона сроки (III декада августа), учетная площадь делянок – 10 м², в шестикратной повторности. Изучали перспективные сорта озимой ржи селекции ФАНЦ Северо-Востока: Кипрез, Ниоба, Батист, Сармат, Лика, Садко. Полученные экспериментальные данные сравнивали с показателями стандарта Фалёнская 4. Математическую обработку результатов проводили

с помощью пакета селекционно-ориентированных и биометрико-генетических программ AGROS версия 2.07. Коэффициент вариации (CV) определяли по методике Б.А. Доспехова

Результаты и обсуждение. В среднем за годы изучения, высокая регенерационная способность после поражения снежной плесенью на окультуренном фоне была отмечена у сортов Батист (92 %) и Садко (91 %) (табл. 1).

Таблица 1

Регенерация растений озимой ржи после поражения снежной плесенью, %

Сорт	2019 г.		2020 г.		2022 г.		Среднее	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Фалёнская 4 – стандарт	93	70	78	36	90	55	87	54
Кипрез	94	88	86	63	88	59	89	70
Ниоба	92	79	92	69	79	40	88	63
Батист	93	87	94	73	90	50	92	70
Сармат	95	89	89	70	69	30	84	63
Ли́ка	93	88	89	52	79	57	87	66
Садко	92	90	88	77	93	68	91	78
Среднее по опыту	93	84	88	63	84	51	88	66

Примечания: 1 – окультуренный фон; 2 – провокационный по кислотности и содержанию ионов алюминия фон

На провокационном кислом фоне регенерационная способность в исследуемый период в среднем снизилась на 25 %. Лучшую восстановительную способность сохранили сорта Садко (78 %), Батист (70 %) и Кипрез (70 %).

В период исследований на окультуренном фоне урожайность сортов варьировала от 4,86 до 5,87 т/га (табл. 2).

Таблица 2

Показатели урожайности сортов озимой ржи на окультуренном почвенном фоне, т/га

Сорт	2019 г.	2020 г.	2022 г.	Среднее	CV, %
Фалёнская 4 – стандарт	5,47	4,78	5,60	5,28	6,8
Кипрез	4,37	5,37	4,83	4,86	8,4
Ниоба	5,84	6,42	4,63	5,63	13,2
Батист	5,40	6,28	5,94	5,87	6,2
Сармат	5,55	5,78	4,26	5,20	12,9
Ли́ка	4,77	5,98	5,75	5,50	9,5
Садко	4,20	5,31	6,09	5,20	14,9
Среднее по опыту	5,09	5,70	5,30	5,36	10,3
НСР ₀₅	0,49	0,81	0,66	-	-

Наиболее высокую урожайность сформировали сорта Батист, Ниоба и Ли́ка.

На алюмоокислом фоне в период изучения средняя урожайность сортов озимой ржи варьировала от 2,46 т/га (Лика) до 3,26 т/га (Кипрез), у стандарта Фаленская 4 она составляла 2,18 т/га (табл. 3).

В среднем по опыту урожайность на провокационном фоне снизилась на 49 %. Наиболее высокую урожайность, в среднем за период изучения, сформировали сорта Кипрез (3,26 т/га) и Садко (3,20 т/га).

Таблица 3

Показатели урожайности сортов озимой ржи в условиях эдафического стресса, т/га

Сорт	2019 г.	2020 г.	2022 г.	Среднее	CV, %
Фалёнская 4 – стандарт	3,21	1,12	2,21	2,18	39,2
Кипрез	4,79	2,40	2,59	3,26	33,3
Ниоба	4,14	3,25	1,13	2,84	44,5
Батист	4,32	3,00	1,94	3,09	31,5
Сармат	4,81	2,65	0,83	2,76	58,9
Лика	4,34	1,20	1,83	2,46	55,2
Садко	4,74	2,34	2,53	3,20	34,0
Среднее по опыту	4,34	2,14	1,72	2,73	42,4
НСР ₀₅	0,83	0,76	0,47	-	-

Низкое варьирование урожайности по годам (CV) отмечено у сортов Батист (31,5 %), Кипрез (33,3 %) и Садко (34,0 %). Высокий коэффициент вариации урожайности отмечен у сортов Сармат (58,9 %) и Лика (55,2 %).

Сравнительный анализ урожайности озимой ржи на различных почвенных фонах произрастания позволил выявить наиболее устойчивые к эдафическому стрессу сорта, снижение урожайности которых было самым низким (рис.).

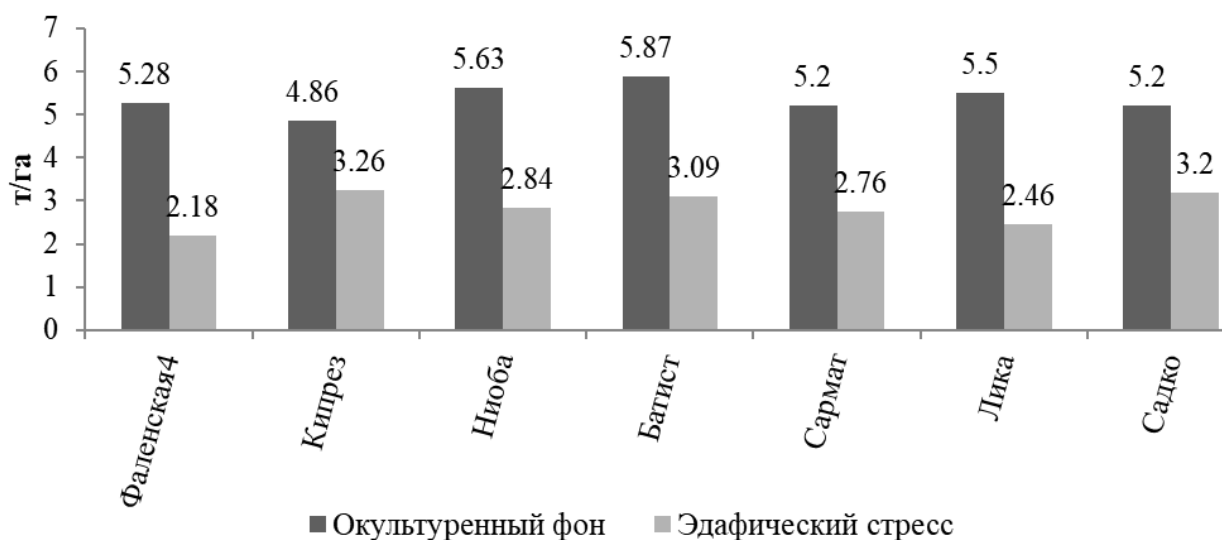


Рис. Реакция перспективных сортов озимой ржи в условиях эдафического стресса

За годы изучения более высокую толерантность к алюмокислотному фону показали сорта Кипрез и Садко (67,0 и 59,7 % соответственно).

Наиболее подверженными эдафическому стрессу оказались стандарт Фаленская 4 и сорт Лика, уровень депрессии которых составил 58,7 и 55,3 % соответственно.

Отношение урожайности и регенерационной способности на фоне эдафического стресса к показателям на обычном почвенном фоне представлено в таблице 4.

Таблица 4

Степень депрессии показателей на фоне эдафического стресса

Показатели	Окультуренный фон	Провокационный фон	Степень депрессии, %
Урожайность, т/га	5,36	2,73	49,1
Регенерация после поражения снежной плесенью, %	88	66	25,0

Выводы. Результаты изучения перспективных сортов озимой ржи на двух почвенных фонах (окультуренном и естественном провокационном по алюмокислотности фону) позволили выявить наиболее кислото- алюмо-устойчивые сорта: Кипрез и Садко, которые можно рекомендовать не только для возделывания на кислых почвах, но и для использования в селекции озимой ржи в качестве источников устойчивости к этому негативному фактору.

Список литературы

1. Уткина Е. И., Кедрова Л. И., Шляхтина Е. А., Парфенова Е. С., Шамова М. Г., Сысуев В. А. Реакция сорта озимой ржи Фаленская 4 в экстремальных условиях средовых факторов // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т.29. № 11. С. 55-57.
2. Kochian L. A., Pineros M. A., Liu J. Magalhaes J. V. Plant adaptation to acid soils: the molecular basis for crop aluminum resistance. Annu Rev Plant Biol. 2015. P.571-598.
3. Лисицын Е. М. Использование маркерной селекции в создании моделей сортов зерновых культур, устойчивых к абиотическим стрессам // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 3 (64). С. 4-12
4. Кедрова Л. И., Уткина Е. И. Влияние почвенной кислотности на урожайность озимой ржи и возможности эдафической селекции // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 6 (67). С. 17-25.
5. Чайкин В. В., Тороп А. А., Тороп Е. А. Способы селекции озимой ржи, позволяющие сочетать в одном сорте высокую урожайность и устойчивость к неблагоприятным условиям среды // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 4 (44). С. 144-150.

**Перспективные гибридные формы смородины чёрной (*Ribes nigrum* L.)
селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока**

Т. И. Салтыкова, Н. С. Вахрушева, А. П. Софронов
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. Исследования проводились с 1994 по 2023 год в ФАНЦ Северо-Востока. Целью исследования явилось изучение гибридного фонда, элитных сеянцев смородины чёрной селекции института, выделение генотипов с ценными признаками. Приведена характеристика перспективных форм. 36-2-13 (41-3-07 (Велой x Joninai) x Сапфир): отборная форма среднего срока созревания. Куст среднерослый, полураскидистый. Ягоды округлые, чёрные, с кожицей средней толщины, с сухим отрывом, средняя масса 1 ягоды 1,3 г. Ягода хорошего кисло-сладкого вкуса с ароматом. В ягодах содержится 160,3 мг % витамина С, 8,7 % сахара. Форма скороплодная, самоплодная (62,6 %), зимостойкая, урожайная, в среднем – 6,33 т/га. Форма устойчивая к мучнистой росе и почковому клещу. Основное назначение ягод универсальное. 65-1-07 (Аливанс x Чудное мгновение): кисть короткая, ягоды располагаются густо, цветки средние с яркой окраской. Ягоды плоско-округлые, чёрные, с сухим отрывом, средняя масса 1 ягоды 1,3 г. Ягода хорошего кисло-сладкого вкуса. В ягодах содержится 133,94 мг% витамина С, 9,07 % – сахаров. Форма скороплодная, самоплодная (52,0 %), зимостойкая, урожайная, в среднем – 6,18 т/га. Гибрид устойчивый к мучнистой росе и почковому клещу. Основное назначение ягод универсальное. 44-8-96 (1-18-85 (Стахановка Алтая x Бредторп x Янкис Ярви) x 1295-16-82 (762-5-82 x Минай Шмырёв)): форма среднего срока созревания. Куст среднерослый, сильнораскидистый. Кисть очень короткая 2...3 см, ягоды располагаются густо, цветки средние с бледной окраской. Ягоды округлые, чёрные, крупные. Средняя масса 1 ягоды 1,2 г. Ягода с сухим отрывом, хорошего кисло-сладкого вкуса. В ягодах содержится 167,2 мг% витамина С, 8,72 % – сахаров. Элитная форма самоплодная, урожайная, в среднем – 61,9 ц/га, отличается высокой степенью устойчивости к почковому клещу и мучнистой росе. Основное назначение ягод универсальное.

Ключевые слова: урожайность, самоплодность, скороплодность, ягода, устойчивость, мучнистая роса, почковый смородинный клещ, вкус

**The perspective hybrid black current varieties (*Ribes nigrum* L.)
of FARC of North-East selection**

T. I. Saltykova, N. S. Vakhrusheva, A. P. Sofronov
Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation

Abstract. The research had been held in FARC of North-East since 1994 to 2023. The aim of the research was to study a hybrid fond of elite black currant seedlings of the institute selection, to distinguish phenotypes with valuable features. The characteristic of perspective forms was given. 36-2-13 (41-3-07 (Veloï x Joninai) x Sapphire). The selective form has a middle ripening period. The bush is medium growth, semi-sprawling. The berries are black, rounded with a peel of average thickness, with dry separation; an average mass of a berry is

1,3 g. The berry has nice sour-sweet taste with a smell. The content of vitamin C is 160,3 mg% and of sugar is 8,7 % in berries. The form is fast-growing, self-fertile (62,6 %), winter-hardy, productive, an average – 63,3 c/ha. The variety is resistant to powdery mildew and bud mite. The main purpose of the berries is universal. 65-1-07 (Alivas x Wonderful Moment). The brush is short, the berries are situated thickly, blossoms are medium sized with a bright colouring. The berries are flat-rounded, black with dry separation, an average mass of a berry is 1.3 g. The berry has a nice sour-sweet taste. The content of vitamin C is 133.94 mg% and of sugar is 9.07 % in berries. The form is fast-growing, self-fertile (52.0 %), winter-hardy, productive. On the average – 6.18 t/ha. The hybrid is resistant to powdery mildew and bud mite. The main purpose of the berries is universal. 44-8-96 (1-18-85 (Stahanovka Altaya x Yankis Yarvi) x 1295-16-82 (762-5-82 x Minay Shmiryov)). The form has a middle ripening period. The bush is medium growth, large-spreading. The brush is short 2...3 cm, the berries are situated thickly, the blossoms are medium-sized with a pale colouring. The berries are black, rounded, large. An average mass of a berry is 1.2 g. The berry has dry separation and nice sour-sweet taste. The concentration of vitamin C is 167.2 mg% and of sugar is 8.72 % in berries. The elite form is self-fertile, productive, on the average – 6.19 t/ha. The variety is prominent for a high degree of resistance to bud mite and powdery mildew. The main purpose of a berry is universal.

Key word: yield, self-fertility, early fruitfulness, berry, stability, powdery mildew, kidney currant mite, taste

Улучшение сортимента смородины чёрной (*Ribes nigrum* L.) – основная задача селекции ягодных культур в научных учреждениях России, в том числе ФАНЦ Северо-Востока [1, 2]. Обновление происходит главным образом путём создания новых сортов, превосходящих имеющиеся по комплексу хозяйственно полезных признаков: урожайности, крупноплодности, устойчивости к вредителям и болезням [3, 4]. Необходимо отметить, что в связи с изменением климата, увеличением вредоносности фитофагов и патогенов, повышением требований производителей и садоводов происходит процесс «устаревания» сорта [5, 6]. Поэтому селекционный процесс должен быть непрерывным. Для этого необходимо выявлять доноров и источники ценных признаков, чтобы новые сорта отвечали современным требованиям [7]. Благодаря активной работе селекционеров сортимент постоянно пополняется [8]. Но несмотря на это, достаточно сложно подобрать наиболее адаптивные сорта для конкретных природно-климатических условий [9]. Наши исследования на протяжении многих лет показали, что сорта смородины чёрной селекции ФАНЦ Северо-Востока в условиях Кировской области в меньшей степени реагируют на био- и абиотические факторы, поэтому более продуктивны, чем интродуцированные сорта [2]. Поэтому в настоящее время в условиях области продолжают исследовательские работы в этом направлении и происходит постоянный процесс отбора исходных форм смородины чёрной для создания конкурентноспособных сортов.

Цель исследования – изучение гибридного фонда, элитных сеянцев смородины чёрной селекции института, выделение генотипов с ценными признаками.

Материалы и методика. Исследования проводили с 1994 по 2023 год в лаборатории плодово-ягодных культур ФАНЦ Северо-Востока. Экспериментальный участок расположен в центральной агроклиматической зоне Кировской области. Объектами изучения явились гибридный фонд, отборные, перспективные, элитные сеянцы смородины чёрной селекции ФАНЦ. Закладка опытов, наблюдения, учёты и анализы выполнены с использованием «Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1999). Статистическая обработка данных проведена по Б. А. Доспехову (1985).

Результаты и обсуждение. Важными характеристиками современного сорта смородины чёрной являются высокая урожайность, крупноплодность, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам.

В результате многолетнего изучения гибридного фонда смородины чёрной селекции лаборатории плодово-ягодных культур ФАНЦ Северо-Востока выделены перспективные гибридные формы, созданные методом гибридизации с последующим индивидуальным отбором:

36-2-13 (41-3-07 (Велой x Joninai) x Сапфир).

Год скрещивания и посева семян – 2010, год вступления в плодоношение – 2015. Год отбора элитного сеянца – 2017.

Отборная форма среднего срока созревания. Куст среднерослый, полураскидистый, побеги средней толщины, прямые, неопушённые. Почки яйцевидные со слабым опушением, одиночные, полуприжатые к побегу, со слабой антоциановой окраской. Листья средние, зелёные, матовые. Пластинка листа голая, неплотная, гладкая, выпуклая. Зубчики тупые, подогнутые, короткие. Основание листа прямое, со средней выемкой. Лопастей три, с глубокими вырезами; верхушка лопастей острая; угол, образуемый лопастями листа, прямой. Кисть короткая, ягоды располагаются густо, цветки средние с бледной окраской. Ягоды округлые, чёрные, с кожицей средней толщины, с сухим отрывом, средняя масса 1 ягоды 1,3 г, максимальная – 3,4 г. Ягода хорошего кисло-сладкого вкуса с ароматом. Дегустационная оценка 4,0 балла. В ягодах содержится 160,3 мг% витамина С, 8,7 % – сахаров. Форма скороплодная, самоплодная (62,6 %), зимостойкая, урожайная, в среднем – 6,33 т/га, максимальная – 12,30 т/га. Форма устойчивая к мучнистой росе и почковому клещу. Основное назначение ягод универсальное.

65-1-07 (Алиवास x Чудное мгновение).

Год скрещивания и посева семян – 2003, год вступления в плодоношение – 2009. Год отбора элитного сеянца – 2011.

Форма среднего срока созревания. Куст среднерослый, прямостоячий, компактный. Почки яйцевидные, одиночные, полуприжатые к побегу, с очень

слабой антоциановой окраской. Листья средние, зелёные, блестящие. Пластинка листа со слабым опушением, неплотная, гладкая, прямая. Зубчики острые, неподогнутые, короткие. Основание листа прямое с мелкой выемкой. Лопастей три с мелкими вырезами; верхушка лопастей тупая; угол, образуемый лопастями листа, тупой. Кисть короткая, ягоды располагаются густо, цветки средние с яркой окраской. Ягоды плоско-округлые, чёрные, с сухим отрывом, средняя масса 1 ягоды 1,3 г, максимальная – 2,7 г. Ягода хорошего кисло-сладкого вкуса. Дегустационная оценка 4,0 балла. В ягодах содержится 133,94 мг% витамина С, 9,07 % – сахаров. Форма скороплодная, самоплодная (52,0 %), зимостойкая, урожайная, в среднем – 6,18 т/га, максимальная – 10,30 т/га. Гибрид устойчивый к мучнистой росе и почковому клещу. Основное назначение ягод универсальное.

44-8-96 (1-18-85 (Стахановка Алтая х Бредторп х Янкис Ярви) х 1295-16-82 (762-5-82 х Минай Шмырёв)).

Год скрещивания и посева семян – 1994, год вступления в плодоношение – 1998. Год отбора элитного сеянца – 1999.

Форма среднего срока созревания. Куст среднерослый, сильнораскидистый, побеги средней толщины, прямые, жёлто-коричневые. Почки яйцевидные, одиночные, полуприжатые к побегу, со слабой антоциановой окраской. Листья средние, тёмно-зелёные, матовые. Пластинка листа голая, неплотная, морщинистая, прямая. Зубчики тупые, подогнутые, короткие. Основание листа прямое со средней выемкой. Лопастей три, с мелкими вырезами; верхушка лопастей острая; угол, образуемый лопастями листа, прямой. Кисть очень короткая – 2...3 см, ягоды располагаются густо, цветки средние, с бледной окраской. Ягоды округлые, чёрные, крупные. Средняя масса 1 ягоды 1,2 г, максимальная – 2,3 г. Ягода с сухим отрывом, хорошего кисло-сладкого вкуса. Дегустационная оценка 4,0 балла. В ягодах содержится 167,2 мг% витамина С, 8,72 % – сахаров. Элитная форма самоплодная, урожайная, в среднем – 6,19 т/га, максимальная – 11,40 т/га. Форма отличается высокой степенью устойчивости к почковому клещу и мучнистой росе. Основное назначение ягод универсальное.

В таблице приведены результаты изучения по урожайности элитных форм 65-1-07, 36-2-13, 44-8-96 в сравнении с контрольным сортом Вологда.

В результате изучения перспективных гибридных форм смородины чёрной на участке первичного сортоизучения в 2018 году была выделена элитная форма 65-1-07 с урожайностью 6,18 т/га, что достоверно выше контрольного сорта Вологда (3,35 т/га). В 2023 году в первичном сортоизучения 2018 года посадки выделены элитные формы 36-2-13, 44-8-96, высокоурожайные, средняя урожайность за годы изучения (2020...2023 гг.) составила 6,19...6,33 т/га, что достоверно превышает показатель контрольного сорта Вологда (4,23 т/га).

**Урожайность перспективных элитных форм смородины чёрной селекции
ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, т/га**

Сорт	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	В среднем
Вологда, к	3,20	3,30	4,60	2,30	3,35
65-1-07	7,00	4,60	6,50	6,60	6,18
НСР _{0,5}	2,31	3,45	2,13	1,73	2,41
Сорт	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	В среднем
Вологда, к	5,30	3,90	3,80	3,93	4,23
36-2-13	5,20	9,80	6,10	4,23	6,33
44-8-96	5,00	4,17	7,30	8,30	6,19
НСР _{0,5}	1,86	2,82	1,25	1,26	1,80

Заключение. Элитные формы смородины чёрной 65-1-07, 36-2-13, 44-8-96 совмещают на оптимальном уровне большинство изученных параметров: стабильную урожайность, высокую самоплодность, крупноплодность, высокие вкусовые качества, устойчивость к вредителям и болезням, которые определяют адаптационные возможности и стабильность плодоношения культуры на Северо-Востоке европейской части Нечернозёмной зоны России.

Данные формы смородины чёрной могут быть использованы в селекции в качестве источников ценных признаков для дальнейшего совершенствования сортимента.

Список литературы

1. Князев С. Д., Келдибекова М. А., Товарницкая М. В. Сравнительная оценка новых сортов смородины чёрной селекции ВНИИСПК // Вестник аграрной науки. 2017; 5(68): 36-40.
2. Софронов А. П., Салтыкова Т. И., Вахрушева Н. С. Перспективные сорта смородины чёрной селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока // Современное садоводство. 2023. №3. С. 19-26.
3. Сазонов Ф. Ф. Основные задачи и результаты селекции смородины чёрной в условиях юго-западной части Нечерноземья России // Плодоводство и ягодоводство России, 2017. Т. XXXXVIII, ч. 1. С. 215-219.
4. Вахрушева Н. С., Салтыкова Т. И., Софронов А. П. Итоги изучения элитных форм смородины чёрной селекции Федерального аграрного научного центра Северо-Востока // Садоводство и виноградарство. 2021. №3. С. 5-10.
5. Чеботок Е. М. Результаты экологического испытания сорта смородины чёрной Пилот // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №4. С. 91-95.
6. Fenton B. et al. Gall mite molecular phylogeny and its relationship to the evolution of plant host specificity // Experimental and Applied Acarology. 2000. №24. P. 831-861.
7. Бахотская А. Ю., Князев С. Д. Изучение интродуцированных сортов коллекции в НИИСПК смородины чёрной по устойчивости к биотическим факторам // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. №3. С. 22-25.
8. Сазонов Ф. Ф. Оценка интродуцированных сортов смородины чёрной для использования в производстве и селекции // Садоводство и виноградарство. 2022. №4. С. 16-26.
9. Селекция чёрной смородины: методы, достижения, направления / С. Д. Князев, Н. С. Левгерова, А. В. Пикунова, Е. С. Салина и др. Орёл: ВНИИСПК, 2016. 328 с.

Новый сорт озимой ржи Лика

Е. И. Уткина, М. Г. Шамова

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. В ФАНЦ Северо-Востока создан новый сорт озимой ржи Лика, который изучался в конкурсном испытании в 2018...2020 гг. Сорт характеризуется стабильной по годам урожайностью со средним значением за опытный период – 5,11 т/га, высокой регенерационной способностью (93 %), зимостойкостью (4,7 балла), устойчивостью к повышенной кислотности почвы. Сорт Лика обладает повышенной устойчивостью к видам ржавчины и листовостебельным заболеваниям. Имеет хорошие хлебопекарные качества, способен формировать зерно высокого класса качества при неблагоприятных погодных условиях. Сорт рекомендован для возделывания в условиях Северного и Волго-Вятского регионов РФ.

Ключевые слова: селекция, урожайность, зимостойкость, устойчивость к болезням, качество зерна

A new variety of winter rye Lika

E. I. Utkina, M. G. Shamova

*Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation*

Abstract: A new variety of winter rye Lika has been created at the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, which was studied in a competitive trial in 2018-2020. The variety is characterized by a stable yield over the years with an average value for the experimental period of 5.11 t/ha; high regenerative capacity (93 %); winter hardiness (4.7 points), resistance to increased soil acidity. The Lika variety has increased resistance to types of rust and leaf-stem diseases. It has good baking qualities, is able to form high-quality grain under adverse weather conditions. The variety is recommended for cultivation in the conditions of the Northern and Volga-Vyatka regions of the Russian Federation.

Keywords: selection, productivity, winter hardiness, resistance to disease, grain quality

Зерно и продукты его переработки играют решающую роль в создании продовольственного и фуражного фондов страны. Большое значение в формировании величины и качества урожая принадлежит сорту [1]. Практические исследования доказали, что за счет новых сортов и высококлассных семян может быть обеспечена прибавка урожая зерновых культур в размере 15...20 %. Сортосмена – неотъемлемый процесс в современных рыночных условиях. Поступление в производство новых сортов будет способствовать стабилизации семеноводческого процесса, что обязательно положительно скажется на формировании и развитии рынка высококачественных конкурентоспособных сортовых семян, отвечающих запросам и требованиям потре-

бителей семеноводческой продукции [2]. Сложные почвенно-климатические условия Кировской области и всего Волго-Вятского региона предъявляют повышенные требования к подбору сортов озимой ржи, обладающих, наряду с высокой потенциальной урожайностью, зимо- и морозостойкостью, устойчивостью к полеганию и болезням, кислото- и алюмотолерантностью, высоким качеством зерна [3].

Цель исследования – изучить по комплексу хозяйственно ценных признаков перспективный сорт озимой ржи Лика в условиях Волго-Вятского региона РФ.

Материалы и методы. Исследования проведены на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров, центральная зона Кировской области) в 2020...2022 гг. в питомнике конкурсного сортоиспытания. Опыт заложен на делянках учетной площадью 10 м² в 6-кратной повторности. Полученные данные сравнивали с показателями зимостойкого стандарта Фаленская 4.

Оценка сортов и учет урожайности проведены в соответствии с Методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1983) и Методическими указаниями по селекции и семеноводству озимой ржи (1980); определение числа падения – на приборе Хагберга-Пертена (Falling Number 1500); статистическая обработка результатов исследований – с использованием Пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.07.), Microsoft Office Excel.

Контрастные погодные условия периода изучения (2018...2020 гг.) позволили выявить реакцию сорта на неблагоприятные факторы среды. Осенне-зимние условия вегетации 2017/2018 гг. характеризовались как удовлетворительные. Во второй декаде апреля снег с полей сошел полностью, а в третьей декаде вновь образовался снежный покров до 35 см, который удерживался 7...8 дней. Сложившиеся условия спровоцировали развитие снежной плесени на посевах озимых культур и задержку прохождения всех фаз вегетации на 12...17 дней.

Вегетационный период 2018/2019 гг. был насыщен неблагоприятными погодными явлениями. Недостаточное накопление сахаров в узле кущения растений, высокий снеговой покров, повышенная температура на глубине залегания узла кущения привели к ослаблению растений в период зимней вегетации. Однако быстрый сход снега, достаточное количество тепла и влаги в весенний период способствовали активной регенерации озимой ржи после поражения снежной плесенью. Налив зерна проходил в крайне неблагоприятных условиях низких температур и повышенной влажности, что привело к запаздыванию с уборкой и снижению качества зерна.

В 2019/2020 гг. прохладный и засушливый сентябрь сменился теплым и дождливым октябрем; зимние оттепели чередовались с резким похолоданием; отмечался неустойчивый снежный покров, повышенная температура на глубине залегания узла кущения. Налив и уборка зерна проходили в достаточно благоприятных условиях.

Результаты и обсуждение. Новый сорт озимой ржи Лика (разновидность *vulgare*) создан методом индивидуально-семейного отбора из гибридной популяции от направленного переопыления сортов Рушник, Рада, Ниоба, Кипрез и Леда. Ботаническая характеристика сорта: форма куста промежуточная; стебель средней толщины, прочный; высота растения 115...123 см; колос призматический, серовато-желтый, средней длины (11,0 см) и низкой плотности; ости грубые, зазубренные, серовато-желтые; зерно полуудлиненное, масса 1000 зерен – 29,9...32,2 г. Сорт относится к группе среднепоздних сортов с вегетационным периодом 320...333 дней.

По итогам конкурсного испытания (Киров, центральная зона Кировской области) сорт Лика по большинству биологических и агрономических показателей не уступал или превосходил высокозимостойкий адаптивный стандарт Фаленская 4.

Средняя урожайность нового сорта составила 5,11 т/га, что выше стандарта Фаленская 4 на 0,53 т/га, потенциальная урожайность отмечена в 2019 г. – 7,15 т/га (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность сорта озимой ржи Лика за годы конкурсного сортоиспытания (Киров)

Сорт	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее	± т/га к стандарту
Лика	4,44*	7,15*	3,73*	5,11	+0,53
Фаленская 4 – стандарт	4,12	6,50	3,13	4,58	-
НСР ₀₅	0,31	0,41	0,27	-	-

По параметрам элементов продуктивности растений сорт Лика находился на уровне стандарта.

Залог высокой урожайности озимой ржи заключается в ее способности переносить жесткие условия перезимовки. В условиях Волго-Вятского региона главным показателем, влияющим на урожай, является выпревание, которое проявляется в ранневесенний период и обусловлено рядом биотических (патогенные микроорганизмы) и абиотических (температура, влажность и др.) факторов. В его возникновении важную роль играют патогенные грибы, вызывающие заболевание, называемое снежной плесенью, основным возбудителем которой является *Microdochium nivale* [4...6]. Во все годы изучения поражение посевов снежной плесенью было сильным (77...100 %), при этом

регенера-ционная способность сорта Лика составила в среднем 93 %, зимостойкость – 4,7 балла (табл. 2)

Таблица 2

**Способность к регенерации в весенний период
и зимостойкость сорта озимой ржи Лика**

Сорт	Поражение снежной плесенью/отрастание				Зимостойкость, балл (2018...2020 гг.)
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее	
Лика	95/85	100/95	77/100	91/93	4,7
Фаленская 4 – станд.	100/85	100/85	98/92	99/87	4,4

По устойчивости к полеганию (4,3 балла по 5-балльной шкале) сорт находится на уровне устойчивого сорта Графиня и превышает по этому показателю стандарт Фаленская 4 (3,8 балла).

Создание сортов с полевой устойчивостью к болезням поможет решить задачи улучшения фитосанитарной ситуации в регионе, защиты окружающей среды, повышения рентабельности производства и получения экологически чистой продукции. Сорт Лика на естественном фоне выделяется среди остальных сортов по устойчивости к листовостебельным болезням.

Сорт Лика проходил экологическое испытание в условиях Фаленской селекционной станции на двух почвенных фонах: слабокислом (рН – 5,0...5,2; содержание ионов Al^{3+} – 5,0...6,5 мг/100 г почвы) и с повышенной кислотностью (рН – 3,7...3,9; Al^{3+} – 25,5...26,7 мг/100 г почвы) (табл. 3).

Таблица 3

Результаты экологического испытания сорта Лика (Фаленки, 2018-2020 гг.)

Сорт	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее	± т/га к стандарту
<i>Слабокислый фон</i>					
Лика	6,03*	4,77	5,98*	5,59	+0,68
Фаленская 4 – стандарт	5,48	5,47	3,78	4,91	-
НСР ₀₅	0,40	0,49	0,81	-	-
<i>Провокационный фон</i>					
Лика	3,09	4,34*	1,20	2,88	+0,37
Фаленская 4 – стандарт	3,20	3,21	1,12	2,51	-
НСР ₀₅	0,46	0,53	0,36	-	-

Средний показатель урожайности на слабокислом фоне составил 5,59 т/га, что выше стандарта на 0,68 т/га. В условиях провокации в 2018 и 2020 гг. сорт Лика по урожайности был на уровне алюмо- и кислотоустойчивого стандарта Фаленская 4, а в 2019 г. достоверно превысил его на 1,13 т/га. Из этого следует, что новый сорт Лика пригоден для возделывания на кислых почвах с повышенным содержанием ионов алюминия.

Селекционное улучшение сортов озимой ржи должно обеспечивать получение зерна высокого качества. Основное направление использования зерна озимой ржи – продовольственное. Зерно нового сорта имеет хорошую натуру (695...710 мг/л) и число падения, соответствующее 1 и 2 классам качества. При этом сорт Лика отличается стабильностью формирования высококачественной продукции.

Предполагаемый экономический эффект от использования нового сорта: прибыль в расчете на 1 т зерна – 2315 руб.; общая рентабельность при внедрении сорта – 74,5 % при рентабельности стандарта – 61,5 %. Высокая устойчивость к полеганию дополнительно снизит энергозатраты при уборке.

Сорт рекомендован для возделывания в условиях Северного и Волго-Вятского регионов РФ.

Учреждение-оригинатор: ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого»

Заключение. В 2021 г. на государственное сортоиспытание передан новый сорт озимой ржи Лика за высокую регенерационную способность после поражения снежной плесенью, зимостойкость стабильную урожайность, повышенную устойчивость к видам ржавчины и листовостебельным заболеваниям, стабильность формирования зерна высокого качества. Рентабельность при внедрении сорта составит 74,5 % при рентабельности стандарта – 61,5 %. Сорт рекомендован для возделывания в условиях Северного и Волго-Вятского регионов РФ.

Список литературы

1. Балакшина В. И., Шевяхова Е. А. СОРТУ – особое внимание // Научно-агрономический журнал. 2008. №2 (83). С. 8-10.
2. Сальникова Е. В. Внедрение новых сортов – инновационный фактор повышения эффективности зернового производства // Никоновские чтения. 2008. № 13. С. 103-105
3. Уткина Е. И., Кедрова Л. И. Зимостойкость озимой ржи: проблемы и решения // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. Том 62. №1. С. 11-18.
4. Трофимова Ю. Б., Боме Н. А. Параметры вредоносности снежной плесени и устойчивость сортов озимой ржи к болезням // Вестник защиты растений. 2006. № 1. С. 33-36.
5. Уткина Е. И., Кедрова Л. И., Парфенова Е. С., Шамова М. Г. Влияние снежной плесени на урожайность озимой ржи в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. № 4. Т. 20. С. 315-323.
6. Щеклеина Л. М., Шешегова Т. К. Болезни *Secale cereale* L. в Кировской области и генетические источники устойчивости для селекции озимой ржи // Вестник КрасГАУ. 2020. № 6. С. 86-92.

Изучение влияния улучшителя зерна на хлеб из зерна яровой тритикале

А. А. Хлопов

*Вятский государственный
агротехнологический университет,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *На практике уже более 10 лет широко применяются улучшители зерна, которыми обрабатывается зерно на мельницах непосредственно после увлажнения перед отволаживанием. Улучшитель зерна т.м. DonEnzyme был исследован на зерне яровой тритикале, выращенной в Агротехнопарке Вятского ГАТУ (Кировская обл.). Формовой хлеб из тритикале с применением улучшителя зерна оказался на 2 см выше контрольного, имел более светлый мякиш, яркую корочку, развитую структуру пористости мякиша, большую пористость и удельный объем. По показателям кислотности, влажности мякиша контроль и вариант были сопоставимы. И контрольный хлеб, и хлеб из муки с применением улучшителя зерна обладали слегка заминающимся мякишем. Выращивание яровой тритикале в Кировской области позволит снизить пестицидную нагрузку на поля, получать стабильные урожаи местного зерна хлебопекарного качества.*

Ключевые слова: *качество, органолептическая оценка, местное зерно, хлебопекарная оценка*

Study of the effect of grain improver on bread made from spring triticale grain

A. A. Khlopov

*Vyatka State Agrotechnological University
Kirov, Russian Federation*

Abstract. *In practice, grain improvers have been widely used for more than 10 years, which process grain in mills immediately after moistening before cooling. The grain improver T.M. DonEnzyme was studied on spring triticale grain grown in the Agrotechnopark of the Vyatka SATU. Molded triticale bread with the use of a grain improver turned out to be 2 cm higher than the control one, had a lighter crumb, a bright crust, a developed crumb porosity structure, greater porosity and specific volume. In terms of acidity and moisture content of the crumb, the control and the variant were comparable. Both the control bread and the bread made from flour with the use of a grain improver had a slightly jammed crumb. The cultivation of spring triticale in the Kirov region will reduce the pesticide load on the fields, and obtain stable yields of local grain of baking quality.*

Keywords: *quality, organoleptic evaluation, local grain, bakery evaluation*

Тритикале – сравнительно новая культура. Это гибрид пшеницы и ржи, созданный человеком. Основными достоинствами тритикале является высокая урожайность, иммунитет к грибным заболеваниям, многоцелевое использование как зерна, так и зеленой массы. Она прекрасно переносит неблаго-

приятные условия во время вегетации, а также требует гораздо меньше обработок пестицидами во время выращивания по сравнению с пшеницей [1]. С 2016 г. в нашей стране действует ГОСТ на зерно тритикале, который предполагает деление зерна тритикале на три класса. В 2017 г. введен ГОСТ на муку тритикале, где обозначены требования к муке из зерна этой культуры. Разными авторами установлено, что тритикалевая мука более технологична для приготовления хлеба по сравнению со смесью пшеничной и ржаной муки. Широкая география возделывания тритикале позволяет решить проблему недостатка ржаной муки хлебопекарного назначения там, где рожь дает низкие урожаи зерна и решить проблему местного хлебопекарного сырья там, где географически редко удастся пшеница хлебопекарного качества. Тритикале на зерно возделывается, в основном, на территории южных регионов нашей страны. При этом чаще всего зерно идет на фуражные или технические цели [2]. Это озимые формы тритикале. В Нечерноземной зоне тритикале чаще возделывается как яровая культура на кормовые цели. Специалистами РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева было установлено, что в Центральном районе Нечерноземной зоне возможно выращивание тритикале на хлебопекарные цели. Из муки местного зерна яровой тритикале можно выпекать хлеб с общей хорошей оценкой [3].

Из хлебопекарной практики известно, что добавление ржаной муки к пшеничной в количестве до 30 % увеличивает удельный объем хлеба, повышает его пористость, улучшает вкус. Добавление ржаной муки более 30 % снижает качество хлеба. Мякиш становится липким, страдает объем и пористость хлеба. Для дезактивации амилолитических ферментов и повышения качества хлеба приходится вводить приготовление закваски в технологический процесс, повышать кислотность теста. Мука тритикале с общим количеством белка около 18 %, с числом падения 250...270 с и вязкостью водно-мучной суспензии по амилографу 300...520 ЕА имеет крепкий крахмал и низкую ферментативную активность. Хлеб только из муки тритикале имеет низкую хлебопекарную оценку. В связи с этим муку тритикале смешивают с пшеничной в соотношении 50/50 или 30/70. При таком соотношении видов муки можно получить хлеб с общей оценкой 4,5 балла [4]. В условиях Нечерноземной зоны РФ возможно получение устойчивых урожаев зерна тритикале свыше 5...6 т/га [5, 6], а потенциальная продуктивность составляет свыше 12 т/га зерна хлебопекарного качества [7]. Из зерна тритикале возможно получение муки сорта Т70 с выходами до 77 % по развитой системе размола. Здесь важны все системы мельничного производства: драные, ситовечные, шлифовальные и размольные. Простая схема помола без обогащения позволяет получить не более 43...60 % муки сорта Т70 [2].

В практике мельничного производства более 10 лет применяется запатентованная формула улучшителя зерна, который ослабляет связи эндосперма зерна и его оболочек. В результате увеличивается общий выход муки, увеличивается выход муки высшего сорта за счет первого, повышается белизна муки, снижается зольность. Наиболее богатые белком периферийные слои зерновки остаются в муке, а не отходят в отруби. Благодаря этому в муке прирастает количество белка, клейковины. Хлеб из муки, полученной с применением улучшителя зерна, всегда отличается лучшими свойствами по сравнению с хлебом из муки без применения улучшителя зерна [8]. В лаборатории хлебопекарных и кондитерских производств Вятского ГАТУ уже проводились исследования по изучению муки и хлебопекарных свойств местного сырья [9, 10].

Цель – изучить влияние улучшителя зерна на хлебопекарные свойства зерна тритикале, выращенного в условиях Кировской области.

Материалы и методы. В 2023 г. в Агротехнопарке Вятского ГАТУ были выращены растения нескольких сортов яровой тритикале. Для исследования был взят сорт Stimulus, который выделялся по содержанию белка (12,7 % по с.в.). Зерно этого сорта было размолото для получения муки на лабораторной четырехвальцовой мельнице. Схема размола простая, без обогащения. Увлажнение зерна до 17,5 %, отволаживание 16 ч. Перед помолом зерно доувлажнили на 0,1 % и выдержали 30 мин. Улучшитель зерна DonEnzyme растворили в воде для отволаживания в количестве 0,2 кг/т зерна.

Схема эксперимента: К – зерно и мука без применения улучшителя зерна; В – зерно и мука с применением улучшителя зерна DonEnzyme.

Хлеб выпекали из смеси пшеничной муки и муки тритикале в соотношении 50/50. В рецептуру хлеба, кроме муки, входили дрожжи прессованные 2 %, соль – 2 %, вода – 57 %. Технология приготовления хлеба безопасная. Замес на медленной скорости – 5 мин, замес на быстрой – 4 мин., брожение – 40 мин., деление на тестовые заготовки по 350 г., формование, расстойка, выпечка при 200 °С в течение 16 мин. Определение показателей качества муки и хлеба проводили по общепринятым методикам.

Пшеничная мука содержала сырой клейковины 28,5 %, качество – 73 ед. ИДК, число падения (ЧП) – 300 с.

Результаты и обсуждение. В результате размола зерна тритикале сорта Stimulus было установлено, что выход муки без применения улучшителя зерна составил 60,7 %, а с применением улучшителя – 62,5 %. Прирост количества муки составил 1,8 %. Внешне мука с применением улучшителя зерна была светлее контрольной. Влажность муки и контрольной, и экспериментальной составила 14,7 %.

Количество сырой клейковины в контрольной муке из зерна тритикале составило 24,6 %, ЧП – 220 с. Количество клейковины у муки из зерна тритикале, обработанного улучшителем зерна, зафиксировано на уровне 25,3 %, ЧП – 240 с.

Полученная мука из тритикале была выдержана для созревания в течение 2 недель. После этого была произведена выпечка хлеба. Результаты исследования качества хлеба представлены в таблице.

Таблица

Показатели качества хлеба из смеси муки пшеничной и тритикале

Показатель	К	В
Влажность мякиша хлеба, %	41,6	41,5
Кислотность мякиша хлеба, град	1,7	1,8
Пористость мякиша хлеба, %	56	64
Высота изделия, см	9,5	11,5
Удельный объем хлеба, см ³ /г	4,4	5,8

Данные, представленные в таблице, свидетельствуют о том, что хлеб из муки пшеничной и тритикалевой, полученной с применением улучшителя зерна, выше на 2 см, чем хлеб из муки без применения зерна, у него лучше пористость и больше удельный объем.

Органолептическая оценка качества хлеба показала, что хлеб из экспериментальной муки оказался более румяным, чем контрольный, он обладал более светлым мякишем, развитой и равномерной пористостью (рис.).



Рис. Хлеб, выпеченный из смеси пшеничной тритикалевой муки в соотношении 50/50: слева без улучшителя зерна, справа – с улучшителем зерна

Органолептическая оценка показала, что мякиш хлеба и контроля, и варианта был слегка заминающийся. Но вкус и особенно запах хлебов был очень привлекательным.

Заключение. Таким образом, применение улучшителя зерна DonEnzyme на зерне тритикале имеет явные преимущества по сравнению с вариантом без его применения. Мука из зерна, обработанного улучшителем зерна, была светлее, выход муки – выше на 1,8 %, увеличилось количество клейковины и ЧП. Хлеб из смеси пшеничной муки и муки тритикале, полученной с применением улучшителя зерна, отличался более светлым мякишем, увеличенной высотой и удельным объемом.

Список литературы

1. Абуова А. Б., Умиралиева Л. Б., Исабекова М. С. Технологические свойства зерна тритикале Казахстанской селекции продовольственного назначения // Хранение и переработка сельхозсырья. 2022. (1). С. 74-85.
2. Кандроков Р. Х., Панкратов Г. Н. Разработка эффективной технологической схемы переработки зерна тритикале в сортовую хлебопекарную муку // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 1. С. 62-65.
3. Турбаев А. Ж., Сергалиев Н. Х., Соловьев А. А. Сравнительное изучение сортообразцов яровой тритикале по показателям качества зерна // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. № 1. С. 19-33.
4. Шаболкина Е. Н., Анисимкина Н. В., Беляева М. В. Технологические и хлебопекарные качества тритикале // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 21-26.
5. Терентьев С. Е., Романова И. Н., Птицына Н. В., Мартынова К. В. Агроэкологическая оценка сортов озимых зерновых культур разных экотипов и их пригодность в хлебопекарном производстве // Пищевая промышленность. 2023. № 1. С. 74-77.
6. Терентьев С. Е. Сравнительная оценка влияния сортовых различий основных хлебных злаков на хлебопекарные свойства муки и качественные показатели хлеба из замороженных полуфабрикатов // Пищевая промышленность. 2022. № 7. С. 49-52.
7. Медведев А. М., Лисеенко Е. Н., Кузьмич М. А., Кузьмич Л. А. О результатах селекции озимой тритикале в Подмосковье // Зернобобовые и крупяные культуры. 2023. № 3(47). С. 77-84.
8. Петриченко В., Чубарова О., Сухов Д. Брак и потери выходов мучных изделий? Причина в чрезмерно измельченной муке // Хлебопродукты. 2023. № 3. С. 44-51.
9. Федоров А. В., Лыбенко Е. С., Хлопов А. А. Изучение влияния льняной необезжиренной муки из семян льна масличного на качество ржаного хлеба // Индустрия питания. 2023. Т. 8, № 3. С. 27-35.
10. Федоров А. В., Хлопов А. А., Лыбенко Е. С. Влияния способов внесения льняной муки на показатели качества ржаного хлеба // Новые технологии. 2023. Т. 19, № 4. С. 168-175.

Эффективность изменения архитектоники растения в селекции озимой ржи

В. В. Чайкин¹, А. А. Тороп¹, Е. А. Тороп²

¹Воронежский Федеральный аграрный научный центр
имени В. В. Докучаева,

Воронежская область, Российская Федерация

²Воронежский Государственный аграрный университет
имени Императора Петра I,
г. Воронеж, Российская Федерация

Аннотация. Изменение архитектоники растения рассматривается как основное направление в селекции озимой ржи. Использование доминантной короткостебельности позволило увеличить у созданного сорта устойчивость к полеганию на 37 %, а реальную урожайность – на 17 %. У сортов ржи традиционного морфотипа основным фотосинтезирующим органом является стебель. Для того чтобы существенно увеличить фотосинтетический потенциал у короткостебельных растения, в первый период были созданы сорта, устойчивые к листовым болезням, а в дальнейшем – крупнолистные популяции и сорта. Для придания устойчивости к засухе в последующем были использованы формы с листьями эректоидной ориентации. В результате этих работ были значительно увеличены урожайность и устойчивость растений к полеганию. Но также значительно увеличилась напряженность донорно-акцепторных отношений между вегетативной массой побега и созревающим зерном. Это свидетельствует о том, что для стабилизации уровня урожайности, продуктивный потенциал акцептора (колоса) должен соответствовать потенциальным возможностям побега – донора пластических веществ для формирования высокой продуктивности колоса. Количество продуктивных побегов и продуктивность одного побега (колоса), совместно определяющие уровень урожайности, являются антагонистами. Поэтому перспективный ценоз может быть представлен как высокими (около 100 см) растениями с крупными листьями и колосом, так и короткостебельными растениями с менее продуктивными колосьями. Создан и изучается морфотип с очень крупными листьями и высокопродуктивным колосом.

Ключевые слова: зеленая революция, короткостебельность, величина и ориентация листа, перспективный ценоз

The effectiveness of changing plant architecture in the selection of winter rye

V. V. Chaikin¹, A. A. Torop¹, E. A. Torop²

¹Voronezh Federal Agricultural Research Center, named V. V. Dokuchayev,
Voronezh region, Russian Federation

²Voronezh State Agrarian University named Emperor Peter I,
Voronezh, Russian Federation

Abstract. Change of plant architectonics considered as the main direction in the selection of winter rye at the center at the present time. The use of dominant shortstem sources has resulted in an increase in lodging resistance of the developed varieties by 37.0 % and an increase in actual yield by 17.2 %. In rye varieties of traditional morphotype, the main photosynthetic organ is the stem. In order to preserve the inherent photosynthetic potential of the plants, varieties resistant to leaf diseases were developed in the first phase, followed by devel-

opment of largeleaf populations and varieties. To impart drought tolerance to the latter, forms with an erectoid leaf orientation were used. As a result of this work, there was a gradual increase in yield and lodging resistance. But there was also a gradual increase of donor-acceptor relations between the vegetative mass of the shoot and the maturing grain. It has been concluded that for the stability of the yield level, the productivity potential of the acceptor (spike) must correspond to the potential capabilities of the shoot – the donor of plastic substances necessary for the formation of a highly productive spike. The number of productive shoots and the productivity of the shoot (spike), the most common determinants of the yield level, are antagonistic traits. Therefore, promising cenoses can be represented by both high (of about 100 cm) plants with large leaves and spikes, and shortstemmed plants with a less productive spike.

Keywords: *green revolution, shortstemness, value and orientation of leaf, promising cenoses*

Высокая эффективность изменения архитектоники растения в селекции впервые продемонстрирована известными работами отца «зеленой революции» Н. Борлауга с пшеницей. Высокая эффективность этого направления подтверждена и успехами отечественной селекции ряда культур: гороха [1, 2], гречихи [3, 4], сои [5], а также других культур. Со структурой растения тесно связаны скорость оттока ассимилятов из вегетативных органов в репродуктивные, интенсивность процессов, перераспределяющих их и утилизирующих, в значительной степени определяющих уровень продуктивности растения и посева. Сорты озимой ржи традиционного морфотипа по своей архитектонике мало отличались от дикорастущих сорочичей. Из-за этого имевшийся в них относительно неплохой потенциал урожайности не мог быть реализованным. Основная причина – склонность созданных к тому времени сортов к полеганию из-за длинного, недостаточно прочного стебля.

Цель исследований – оценить изменение архитектоники растения как направление в селекции озимой ржи на повышение потенциальной и реальной урожайности.

Материал и методы. Исследования проводили в условиях Центрально-Черноземного региона, отличающегося умеренно континентальным климатом и плодородными почвами. Гидротермический коэффициент близок к единице. Учитывая особую остроту проблемы устойчивости ржи к полеганию, нами для исследований в первую очередь были привлечены источники доминантной короткостебельности, обусловленной действием гена *HL (Ddw-1)*. В дальнейшем оригинальные по архитектонике формы отбирали в местном селекционном материале разработанным в лаборатории способом. Полученные таким образом новые морфотипы различались высотой растения, величиной, формой и ориентацией листьев, прочностью стебля, морфологией колоса и др. Основным методом селекции – семейно-групповой отбор с двукратным использованием за цикл резервов потомств лучших растений.

Результаты и обсуждение. Для изучения влияния изменения архитектоники растения вначале использовали сорт, созданный на основе источников доминантной короткостебельности. Использование этих источников в практической селекции озимой ржи позволило нам создать сорт, превышающий

стандарт по урожайности на 17,2 %, а по устойчивости к полеганию – на 37,0 %. Его преимущества обусловлены большей на 16,8 % густотой продуктивного стеблестоя и большей устойчивостью посева к полеганию во влажные годы.

Изучение особенностей этих источников короткостебельности на изогенном материале показало (табл. 1), что ценным для селекции ржи у них является большее содержание хлорофилла в листьях верхнего яруса, сохраняющееся в течение всего вегетационного периода, большая площадь листьев на растении, связанная с характерной для них большей продуктивной кустистостью, и большая активность фотосинтезирующих ферментов в начальный период роста зерновки.

Таблица 1

**Морфо-биологические особенности короткостебельных аналогов
в сравнении с длинностебельными**

Фаза развития растения	Признак	Генотип	
		<i>Нl</i>	<i>hl</i>
Колошение	Надземная масса растения, г	5,56	7,60
	Количество листьев на растении, шт.	39	33
	Площадь листьев на растении, см ²	460	414
	Содержание хлорофилла (<i>a + b</i>) в листьях, мг/г сухого вещества:		
	верхних 2-х	19,42±0,35	15,30±0,50
	нижних	15,60±0,49	14,56±0,20
Цветение	Надземная масса растения, г	9,90	13,91
	Количество листьев на растении, шт.	24	18
	Площадь листьев на растении, см ²	235	183
	Содержание хлорофилла (<i>a + b</i>) в листьях, мг/г сухого вещества:		
	верхних 2-х	13,41±0,27	9,67±0,21
	нижних	10,26±0,71	11,67±0,38
	Активность фотосинтезирующих ферментов, тыс. имп./мин. на 1 г сухого вещества:		
	колоса, на 1 г сырого вещества	34	26
	верхних 2-х листьев, на 1 г сухого вещества	923	855
нижних листьев, на 1 г сухого вещества	483	396	
Восковая спелость	Надземная масса растения, г	13,75	20,72
	Количество листьев на растении, шт.	13	12
	Площадь листьев на растении, см ²	114	125
	Содержание хлорофилла (<i>a + b</i>) в листьях, мг/г сухого вещества:		
	верхних 2-х	10,35±0,36	6,50±0,09
	нижних	-	-
	Активность фотосинтезирующих ферментов, тыс. имп./мин. на 1 г сухого вещества		
	верхних 2-х листьев, на 1 г сухого вещества	52	48
	нижних листьев, на 1 г сухого вещества	-	-

К сожалению, надземная масса короткостебельных растений почти на четверть меньше, и это связано с сокращением длины стебля – основного

ассимилирующего органа ржаного растения. К тому же, в течение вегетации разрыв с длинностебельными аналогами постепенно увеличивается. То же происходит с количеством и площадью листьев, а также и с активностью фотосинтезирующих ферментов. В результате в период налива зерна у короткостебельных аналогов резко увеличивается напряженность донорно-акцепторных отношений между вегетативной массой растения и основными потребляющими пластические вещества органами – колосом и зерновкой. Это приводит к большей череззернице в колосе и меньшей массе сформировавшихся зерновок.

Для ржи характерным является затухающий тип органогенеза. Она формирует колос с самым большим среди колосовых злаков количеством колосков в колосе, но у нее больше выражена череззерница и, несмотря на самый длинный период формирования, в итоге из-за низкой интенсивности морфогенеза в этот период получается мелкая зерновка. Таким образом, с использованием источников доминантной короткостебельности характерная для ржи нежелательная тенденция усугубляется: новый морфотип ржи имеет большее количество колосков в колосе, большую череззерницу и более мелкую зерновку.

В этих условиях, чтобы сохранить необходимый уровень снабжения колоса метаболитами, основным поставщиком их должен стать лист с листовым влагилицем. Было необходимо значительно увеличить эффективность их работы. На первом этапе работа была направлена на создание сортов с высокой устойчивостью к болезням, прежде всего листовым. Для этого были подобраны источники устойчивости и разработаны соответствующие способы, простые и надежные фоны для отборов. В результате был создан соответствующий исходный селекционный материал и сорта с высокой устойчивостью к группе патогенов. В эпифитотийных условиях такие сорта формировали урожайность на 40...45 % больше. В дальнейшем необходимо было создавать крупнолистные формы.

Резервы увеличения листовой поверхности у ржи довольно значительные и связаны они с тем, что, как сельскохозяйственная культура, рожь сравнительно молодая. Поэтому степень окультуривания, определяемая размерами как самого растения, так и его органов, у нее в настоящее время низкая, тем более при культивировании ее в аридных зонах, куда относится ЦЧР, где повышение облиственности создаваемых сортов является одной из важных задач селекции. Эта задача не потеряет значения до тех пор, пока такие культуры не будут формировать в посевах оптимальный по размерам ассимиляционный аппарат с индексом листовой поверхности (ИЛП) порядка 4...5 м²/м².

Путем отборов среди исходного селекционного материала уникальных по своей архитектонике растений, нами был создан ряд оригинальных по своей морфологии форм, в том числе и с более развитой листовой поверхностью. Как было установлено, в результате их изучения такие формы отличаются большими размерами ассимиляционной поверхности, более благоприятным

соотношением репродуктивных и вегетативных органов, более сбалансированным уровнем донорно-акцепторных отношений между колосом и ассимилирующими органами.

Но по мере увеличения ИЛП наблюдается самозатенение листьев, ухудшение освещенности внутри посевов, отмирание нижних листьев, усиленный дополнительный рост побегов в длину в погоне за светом и вынос деятельного слоя листьев в более высокие горизонты, снижение средней интенсивности фотосинтеза и увеличение потерь на дыхание. Ухудшается не только работа фотосинтеза, но и ассимиляция азота. В конечном итоге это приводит к постепенному сокращению прироста биомассы и урожая хозяйственно ценной продукции.

Исключить проявление этих нежелательных последствий увеличения ИЛП можно, изменяя структуру ценоза, совершенствуя его оптико-биологические свойства. С этой целью мы использовали крупнолистные формы с эректоидной ориентацией листьев в пространстве. Как показали результаты исследований, проведенных на модельных растениях, такой морфотип имеет явные преимущества не только над формами с обычными по величине листьев, но и над крупнолистными морфотипами. Ценной особенностью крупнолистных эректоидов является также и то, что они обладают бóльшей устойчивостью к засухе, что для нашего региона очень важно.

В результате проведенной работы по изменению архитектоники ржаного растения потенциал урожайности создаваемых сортов был увеличен на 2,12 т/га (28,1 %). При этом значительно – на 1,64 т/га (62,1 %) был увеличен и нижний уровень их урожайности, получаемой в неблагоприятных условиях.

Для дальнейшего повышения потенциала урожайности необходимо увеличить массу зерновки, которая по данным корреляционного и путевого анализов, проведенных нами, в значительной степени определяет продуктивность колоса. С этой целью нами на модельных популяциях, различающихся по высоте, был проведен анализ морфологических признаков, определяющих массу зерновки. По данным корреляционного и путевого анализов, оказалось, что у относительно длинностебельных популяций (1 и 2) изученные морфологические признаки не были существенно связаны с показателем «масса зерновки» (табл. 2). Исключение составили лишь длина побега и ширина второго листа в популяции 2.

У короткостебельных популяций, особенно в 3, с массой зерновки были связаны многие признаки. Как правило, это были: площадь флагового и второго листа и их сумма или отдельные их параметры. Известно [6] о существовании этой связи у других зерновых колосовых. По данным путевого анализа, эти же признаки вносили наибольший прямой и косвенный вклады в формирование массы зерновки, как у короткостебельных, так и у длинностебельных попу-

ляций. Следовательно, для увеличения массы зерновки и продуктивности колоса соответственно, селекционная работа должна быть направлена на увеличение площади листьев верхнего яруса. Особенно это важно при селекции короткостебельных популяций.

Таблица 2

Результаты корреляционного и путевого анализов связи массы зерновки с архитектурой побега

Признак	Популяция			
	1	2	3	4
Коэффициенты корреляции «масса зерновки» с:				
длиной побега	0,244	0,485	0,233	0,498
длиной верхнего междоузлия	0,150	0,050	0,026	0,303
расстоянием от флагового листа до колоса	-0,123	-0,053	-0,060	0,165
длиной флагового листа	-0,152	-0,131	0,436	0,200
площадью флагового листа	-0,042	-0,003	0,417	0,255
шириной флагового листа	0,080	0,187	0,308	0,229
площадью второго листа	0,032	-0,064	0,422	0,304
длиной второго листа	-0,050	-0,182	0,466	0,236
шириной второго листа	0,087	0,306	0,267	0,213
площадью флаг- и второго листа	0,001	-0,019	0,458	0,302
«Коэффициенты пути» формирования массы зерновки, <i>прямые вклады:</i>				
длины побега	0,35	0,54	0,41	0,78
длины верхнего междоузлия	1,00	0,16	-0,01	0,27
расстояния от флагового листа до колоса	-1,17	-0,30	-0,49	-0,52
длины флагового листа	0,58	0,99	1,21	-1,06
площади флагового листа	-11,76	-0,81	-1,26	-18,16
ширины флагового листа	1,29	1,10	0,66	-0,57
площади второго листа	-12,02	0,55	0,64	-27,58
длины второго листа	-0,91	-0,16	0,31	0,01
ширины второго листа	-0,99	0,49	-0,14	-0,08
площади флагового и второго листа	22,13	-1,62	-0,68	44,68
«Коэффициенты пути» формирования массы зерновки, <i>косвенные вклады:</i>				
длины побега	0,01	-0,16	0,76	2,02
длины верхнего междоузлия	1,74	0,40	-0,02	0,84
расстояния от флагового листа до колоса	-2,18	-0,53	0,85	-1,06
длины флагового листа	2,46	4,66	6,21	-5,07
площади флагового листа	-54,00	-4,03	-6,68	-77,55
ширины флагового листа	4,55	4,55	2,71	-2,31
площади второго листа	-50,40	2,11	2,61	-142,08
длины второго листа	-3,39	-0,65	1,49	0,05
ширины второго листа	-1,97	1,30	-0,37	-0,25
площади флагового и второго листа	104,98	-8,01	-3,50	247,20

При селекции короткостебельных сортов озимой ржи в условиях ЦЧР следует также иметь в виду, что чрезмерное укорочение стебля, как свидетельствуют приведенные выше данные путевого анализа, может ограничивать увеличение потенциала продуктивности. При этом желательно, чтобы укорочение стебля происходило за счет нижних междоузлий, т. к. сокращение верхнего междоузлия будет лимитировать рост массы зерновки и продуктивности колоса.

Опережающее развитие потенциальной продуктивности колоса, по сравнению с массой побега, также приведет к напряженным донорно-акцепторным отношениям и, как следствие этого, к снижению продуктивности и бóльшей зависимости ее от условий произрастания. Для предупреждения возникновения в результате селекции диспропорции в росте потенциальной продуктивности колоса и обеспеченности ее вегетативной массой побега необходимо провести существенные изменения в архитектонике ржаного растения. Эти изменения, в соответствии с изложенным выше, должны быть направлены на увеличение площади листьев и прежде всего верхних, а особенно – флагового листа.

Рожь имеет богатый генофонд еще не востребованных признаков и свойств. Современные методы позволяют обнаружить и использовать их для селекционного улучшения этой культуры. Примером могут служить наши работы по увеличению крупности зерновки и соответственно – продуктивности колоса. Двух-трехкратный отбор растений с крупными листьями позволил почти на четверть увеличить массу зерновки и соответственно – продуктивность колоса. Масса 1000 зерен у отдельных растений превышала 50 г, а масса зерна с колоса – 5,5 г. Отбором уникальных по своей архитектонике растений удалось сформировать около 100 популяций с различным сочетанием морфологических признаков.

Заключение. Таким образом, изменение архитектоники растения является эффективным направлением в повышении урожайности озимой ржи. При этом эти изменения должны предусматривать существенное увеличение вегетативной массы побега, соответствующее аттрагирующей способности колоса и зерновки.

Список литературы

1. Зеленов А. Н., Зеленов А. А. Повышение биоэнергетического потенциала растений – актуальная проблема селекции гороха // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2016. № 6. С. 9-15.
2. Зеленов А. А., Зеленов А. Н., Новикова Н. Е. Физиологический и адаптивный потенциал рассеченнолисточкового морфотипа гороха в чистых и смешанных посевах // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2015. № 4 (16). С. 3-11.
3. Мазалов В. И., Фесенко А. Н. Сравнительное изучение урожайности сортов гречихи различного морфотипа // *Земледелие*. 2015. № 3. С. 45-47.
4. Фесенко А. Н., Мазалов В. И., Бирюкова О. В. Сравнительный анализ урожайности сортов разных лет селекции // *Земледелие*. 2017. № 3. С. 31-34.
5. Ермолина О. В., Короткова О. В. Изменение архитектоники растений сои в процессе селекции на Дону // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2014. № 4. С. 52-56.
6. Устьянцев К. В., Гончаров Н. П. Гомология генов, контролирующих архитектонику вегетативных и генеративных органов ячмени и риса, и их использование для расширения биоразнообразия и в селекции пшеницы // *Генетика*. 2019. Т. 55, № 5. С. 506-515.

Морфофизиологические изменения и хлорофилльные мутации ячменя, полученные под действием фунгицидов

М. В. Черемисинов

*Вятский государственный
агротехнологический университет,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *В ходе полевых исследований установлено возникновение хлорофилльных мутаций и морфофизиологических изменений ярового ячменя под действием протравителей семян тебу, грандсил ультра.*

Ключевые слова: *протравители семян*

Morphophysiological changes and chlorophyll mutations of barley under the influence of fungicides

M. V. Cheremisinov

*Vyatka State Agrotechnological University,
Kirov, Russian Federation*

Abstract. *During field studies, the occurrence of chlorophyll mutations and morphophysiological changes in spring barley under the influence of seed protectants Tebu and Grandseal Ultra was established.*

Key words: *seed protectants*

Защита сельскохозяйственных растений, основанная сначала на практических наблюдениях, практикуется примерно с 1880 года. Тогда применяли только неорганические соединения мышьяка, фтора, селена, таллия, бора, сурьмы и меди. Использовали также неорганические природные вещества, такие как криолит и сера. На кафедре биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии Вятского ГАТУ проводились исследования влияния на растения различных химических соединений [1...9]. Семена замачивали на 8 часов в растворах этрела 1,0 % (0,07М) и 5,0 % (0,35М). Этрел 5,0 % снижал всхожесть семян на 36...82 % по сравнению с контролем. 2-ХЭФК оказал депрессирующее влияние на прохождение фенофаз. У разных сортов ячменя созревание наступало позже на 9 дней и 21 день в первом поколении. Под действием этрела 1,0 и 5 % в первом поколении уменьшилась длина стебля на 5,4...6,4 см (сорт Дина) и на 2,3...2,7 см (сорт Зазерский 85), в контроле она составила 47,6 см. Сильное ингибирующее действие на ячмень оказал этрел 5,0 % и этрел 1,0 %. Наиболее чувствителен к этрелу оказался ячмень Дина. Мутагенным действием обладают антистрессовые фиторегуляторы картолин и эпибрассинолид. При обработке растений ячменя в полевых усло-

виях в концентрации 1,0 и 0,1 % картолином достоверно увеличилось количество измененных анафаз, а в концентрации 0,01 % препарат не приводил к нарушениям в структуре хромосом. Имеются данные о том, что химический протравитель вицит не влияет непосредственно на синтез ДНК, но повреждает некоторые фазы митоза, вызывая нерасхождение образовавшихся после удвоения ДНК хроматид. По данным кафедры биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии ВятГАТУ микробиологический препарат агат-25К в дозе 40 г/т вызывал как хлорофильные (3,3 %), так и морфофизиологические изменения у растений ячменя.

Приведенные выше данные говорят о том, что химические препараты и синтетические регуляторы роста, применяемые в сельском хозяйстве, нарушают структуру хромосом, вызывают сохраняющиеся в последующих поколениях изменения в нуклеиновом и белковом обмене, в элементах структуры урожая.

Материалы и методы. На семена ячменя сорта Нур воздействовали следующими препаратами: скарлет, тебу 60, грандсил ультра. Эти препараты были выбраны на основании проведенных рядом авторов исследований на кафедре биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии Вятского ГАТУ.

Обработка семян проводилась за один день до посева с увлажнением. Расход рабочей жидкости рабочего раствора 10 л/т.

Для изучения протравителей семян скарлет, тебу 60, грандсил ультра схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль (обработка водой 10 л/т).
2. Скарлет – 0,08 л/т.
3. Скарлет – 0,4 л/т.
4. Скарлет – 1,5 л/т.
5. Тебу 60 – 0,1 л/т.
6. Тебу 60 – 0,5 л/т.
7. Тебу 60 – 1,5 л/т.
8. Грандсил ультра – 0,1 л/т.
9. Грандсил ультра – 0,5 л/т.
10. Грандсил ультра – 1,5 л/т.

Во втором поколении (M_2) посемейно высевали семена с главного колоса растений первого поколения. На протяжении всей вегетации проводили работу по отбору измененных растений по признакам, отличающимся от исходного сорта контроля. Выделяли семьи с хлорофильными мутациями, которые были своего рода тестом оценки генетического действия мутантных факторов. Во втором поколении проводили отбор измененных растений и семей по признакам, отличающим их от стандартного сорта Нур.

Результаты и обсуждение. Хлорофилльные мутации позволяют говорить о наследственных изменениях растений уже во втором поколении, в то время как по другим видимым изменениям судить о мутагенном действии факторов можно лишь в третьем поколении.

Во втором поколении хлорофилльные мутации были выделены во всех вариантах опыта, кроме контроля (табл. 1).

Таблица 1

Частота хлорофилльных мутаций ячменя во втором поколении

Вариант опыта	Число семей в M ₂		Частота изменений P, %
	изучаемых	с изменениями	
Контроль – вода 10 л/т	85	0	-
Скарлет – 0,08 л/т	151	4	2,65*
Скарлет – 0,4 л/т	139	1	0,71
Скарлет – 1,5 л/т	115	2	1,74
Тебу 60 – 0,1 л/т	119	3	2,52*
Тебу 60 – 0,5 л/т	164	2	1,22
Тебу 60 – 1,5 л/т	154	2	1,29
Грандсил ультра – 0,1 л/т	129	4	3,10*
Грандсил ультра – 0,5 л/т	161	1	0,62
Грандсил ультра – 1,5 л/т	124	3	2,41

* - отличия от контроля статистически значимы при $p \leq 0,05$

Всего в опыте отмечено 23 семьи с хлорофилльными изменениями. Максимальная частота мутаций установлена в вариантах: скарлет 0,08 л/т – 2,65 %, тебу 60 0,1 л/т – 2,52 %, грандсил ультра 0,1 л/т – 3,10 %.

При увеличении нормы расхода препарата тебу 60 прослеживается снижение абсолютного выхода семей с хлорофилльными изменениями с 2,52 до 1,29 %.

В варианте с препаратом скарлет также наблюдалась зависимость между нормой расхода препарата и числом мутаций: при повышении концентрации с 0,08 до 1,5 л/т частота хлорофилльных мутаций снизилась в 2 раза.

В спектре хлорофилльных нарушений отмечены мутации типа: albina – белые растения; claroviridis – светло-зеленые; xanthotigrina – чередуются зеленые и желтые поперечные полосы; clorotica – бледно-желто-зеленые.

Максимальное разнообразие хлорофилльных мутаций – 3 типа наблюдалось в варианте тебу 60 – 1,5 л/т, где встречались такие мутации, как xanthoviridis, claroviridis, clorotica. Мутация типа claroviridis была определяющей на обработку семян препаратом тебу 60.

Хлорофилльные нарушения одного типа выделены в вариантах: скарлет – 0,4 л/т, грандсил ультра – 0,5 л/т.

Мутации *claroviridis* составляют 38,0 % всех хлорофилльных изменений. Данный тип изменений зарегистрирован в вариантах опыта: тебу 60 – 1,5 л/т и грандсил ультра – 1,5 л/т. На втором месте по встречаемости находятся мутации *chlorotica*, которая наблюдалась в тебу 60 – 0,5 л/т.

Таким образом, химические протравители семян тебу 60 и скарлет индуцируют у ячменя большое разнообразие хлорофилльных мутаций по сравнению с контролем.

Максимальная частота семей с морфофизиологическими изменениями отмечена в варианте с химическим протравителем грандсил ультра 0,5 л/т 5,6 % (табл. 2). Увеличение нормы расхода препаратов скарлет и тебу 60 соответственно приводило к снижению измененных семей на 62 %. В то же время увеличение нормы расхода препарата грандсил ультра до 1,5 л/т не приводило к появлению морфологических и физиологических изменений.

Таблица 2

Изменчивость ярового ячменя по морфологическим и физиологическим признакам в M₂

Вариант опыта	Число семей в M ₂		Частота изменений P, %
	изучаемых	с изменениями	
Контроль – вода 10 л/т	85	0	-
Скарлет – 0,08 л/т	142	7	4,92*
Скарлет – 0,4 л/т	139	3	2,15
Скарлет – 1,5 л/т	112	6	5,35*
Тебу 60 – 0,1 л/т	115	7	6,08*
Тебу 60 – 0,5 л/т	164	3	1,82
Тебу 60 – 1,5 л/т	154	4	2,59
Грандсил ультра – 0,1 л/т	124	6	4,83*
Грандсил ультра – 0,5 л/т	161	9	5,59*
Грандсил ультра – 1,5 л/т	122	10	8,19*

* - отличия от контроля статистически значимы при $p \leq 0,05$

Результаты наших исследований также подтверждают существование корреляции между частотами хлорофилльных и морфофизиологических изменений. Можно предположить, что существование или отсутствие связи между выходом хлорофилльных мутаций и морфофизиологических изменений, вероятно, зависит от используемого мутагенного фактора и генотипа объекта.

Изменчивость ячменя характеризуется не только количеством выделенных измененных форм, но и их разнообразием.

Для практической селекции наиболее важен спектр индивидуальной изменчивости. Во втором поколении под воздействием протравителей семян

были выделены следующие типы новообразований ярового ячменя, отличающихся от исходного сорта Нур: стелющаяся и промежуточная форма куста; сильная и слабая кустистость; широкая и узкая листовая пластинка; ослабленный восковой налет; раннее и позднее наступление фаз кущения, выхода в трубку и колошения; длинный и короткий стебель и колос; повышенное число колосков и масса зерна с главного колоса; раннее и позднее созревание; прикорневое прилегание (пониженная устойчивость к полеганию).

Заключение. Химические протравители семян грандсил ультра, скарлет и тебу 60 являются источниками морфологической и физиологической изменчивости ячменя во втором поколении, их не рекомендуем применять в семеноводстве при производстве оригинальных семян, они требуют дополнительного изучения наследования измененных признаков.

Список литературы

1. Черемисинов М. В. Мутагенное действие химических и биологических препаратов на яровой ячмень сорта Биос-1: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. Пенза, 2004. 18 с.
2. Черемисинов М. В., Дудин Г. П. Мутагенное действие химических и биологических препаратов на ячмень сорта Биос-1 // Материалы научной сессии КФ РАЕ и КОО РАЕН, Киров, 2004. С. 294-295.
3. Емелев С. А. Влияние биопрепаратов на урожайность ярового ячменя сорта Белгородский 100 // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. Киров: Вятский государственный университет, 2020. С. 219-223.
4. Емелев С. А., Емелева Н. В. Влияние протравителей семян на развитие и урожайность ярового овса Кречет // Экология родного края: проблемы и пути их решения. Книга 2. Киров: ВятГУ, 2021. С. 252-257.
5. Емелев С. А. Влияние биопрепаратов на всхожесть и рост проростков яровой пшеницы Ирень // Инновационные технологии – в практику сельского хозяйства. Киров: Вятская ГСХА, 2019. С. 194-199.
6. Емелев С. А. Влияние биопрепаратов на всхожесть и рост проростков ярового ячменя Белгородский 100 // Инновационные технологии – в практику сельского хозяйства. Киров: Вятская ГСХА, 2019. С. 189-194.
7. Емелев С. А. Влияние биопрепаратов на полевую всхожесть и урожайность ярового ячменя сортов Белгородский 100 и Нур // Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах. Киров: Вятская ГСХА, 2020. С. 42-47.
8. Емелев С. А. Влияние биопрепаратов на хозяйственно-биологические признаки ярового ячменя сортов Белгородский 100 и Нур // Инновации и достижения в сельском хозяйстве. Киров: Вятская ГСХА, 2020. С. 14-20.
9. Емелев С. А. Влияние регуляторов роста Вэрва и Вэрва-ель на зерновые культуры // Вэрва – комплексные биопрепараты для растениеводства: коллективная монография / Под ред. А. В. Кучин, Т. В. Хуршкайнен. Сыктывкар, 2020. С. 94-110.

Сорт ярового ячменя Боярин

И. Н. Щенникова, Л. П. Кокина, И. Ю. Зайцева
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. С 2023 г. сорт Боярин включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Волго-Вятском регионе. Сорт ярового ячменя Боярин характеризуется высокой урожайностью до 6,15 т/га, превышая стандарт в отдельные годы на 0,9 т/га.

Ключевые слова: сортоиспытание, урожайность, элементы продуктивности, устойчивость к полеганию, вегетационный период, качество зерна

Spring barley cv. Boyarin

I. N. Shchennikova, L. P. Kokina, I. Yu Zaytseva
Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation

Abstract. Since 2023, a variety Boyarin has been included in the state register of breeding achievements approved for use in the Volga-Vyatka region. A variety of spring barley Boyarin is characterized by a high yield of up to 6.15 t/ha, exceeding the standard in some years by 0.9 t/ha.

Keywords: variety testing, yield capacity, productivity, elements of productivity, lodging resistance, the growing season, quality of grain

Ячмень отличается высоким адаптивным потенциалом и в отдельных регионах России занимает до 70 % зернового клина [1]. В условиях Волго-Вятского региона яровой ячмень также составляет значительный удельный вес в структуре посевных площадей и имеет наиболее высокий потенциал продуктивности [2]. В условиях региона более 60 % произведённого зерна используется на кормовые цели, в основном для приготовления комбикормов, поэтому первостепенной задачей является получение стабильных и высоких урожаев зерна ярового ячменя зернофуражного назначения. Решением этой актуальной региональной проблемы является создание новых сортов ячменя и реализация их потенциала при помощи совершенствования агротехнических приемов возделывания. Ученые-селекционеры отмечают [3; 4; 5], что в современных селекционных программах основные усилия необходимо направить на создание адаптивных форм растений, способных формировать экономически значимую урожайность в условиях нестабильности агроклиматических ресурсов. В условиях многообразия почвенно-климатических факторов и экономических возможностей конкретных регионов направления

селекции в НИУ РФ и хозяйственно-биологическая характеристика новых сортов ярового ячменя могут значительно отличаться [6; 7; 8]. Например, сорта ярового ячменя, создающиеся в ФАНЦ Северо-Востока, высокоадаптивны к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям региона [9].

Цель исследований – хозяйственно-биологическая характеристика нового сорта ярового ячменя Боярин.

Материал и методы. Сорт ярового ячменя Боярин создавался в ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) в 2008...2022 гг. Метод создания сорта – внутривидовая гибридизация с последующим индивидуальным отбором во втором поколении и оценкой потомства выделенных генотипов по комплексу селекционно-ценных признаков. Селекционный материал изучали по принятой для самоопылителей схеме в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989). В качестве стандарта использовали рекомендованный Государственной комиссией по сортоиспытанию сорт Белгородский 100. Изучение в конкурсном сортоиспытании (2017...2019 гг.) проводили на делянках с учетной площадью 10 м², в 4-кратной повторности.

Посевы располагали в селекционном севообороте. Почва опытных участков дерново-подзолистая, среднесуглинистая (гумус 2,27...2,45 %; рН 4,6...5,5; Р₂О₅ 257...290 мг/кг; К₂О 232...257 мг/кг), типичная для Кировской области. Основную и предпосевную обработку почвы проводили в соответствии с зональными рекомендациями; посев – в оптимально ранние сроки. Минеральные удобрения вносили фоном весной под культивацию в дозе N45P45K45.

Почвенно-климатические условия в годы исследований способствовали реализации потенциальных возможностей сортов ячменя. В 2021 г. вегетация ячменя проходила преимущественно в условиях сухой и теплой, а в отдельные периоды жаркой погоды (ГТК = 1,23). К концу вегетационного периода сумма эффективных температур составила 1187,6 °С. В период от всходов до выхода в трубку отмечали опасное метеорологическое явление – засуху, которое привело к значительному снижению продуктивности растений и урожайности сорта Боярин. Более благоприятные условия для роста и развития растений сложились в 2022 г. (ГТК – 1,86; сумма эффективных температур – 1208,7°С).

Статистическую обработку данных выполняли методом дисперсионного анализа с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel 2013 и пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции «AGROS» версия 2.07.

Результаты и обсуждение. Новый сорт ярового ячменя Боярин (селекционный номер 346-09) создан в лаборатории селекции и первичного

семеноводства ячменя ФАНЦ Северо-Востока, и с 2023 г. включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Волго-Вятскому (4) региону.

Сорт создан методом внутривидовой ступенчатой гибридизации с использованием коллекционных образцов (рис.) с последующим индивидуальным отбором во втором поколении.

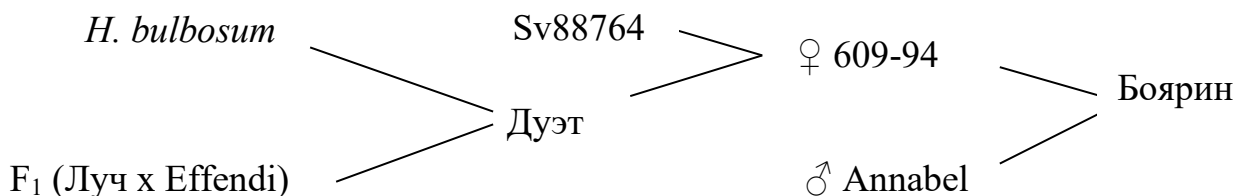


Рис. Генеалогия сорта ячменя Боярин

На первом этапе селекции была проведена комплексная оценка коллекционных образцов и выделены источники, отвечающие цели исследований. Сорта Sv 88764 (Швеция) и Дуэт (ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров; создан методом гаплоидии) характеризуются как высокоурожайные и толерантные к стрессовым факторам кислых дерново-подзолистых почв. Полученная в результате скрещивания линия 609-94 в 2007 г. была использована в гибридизации с высокоурожайным, устойчивым к полеганию, отличающимся хорошим качеством зерна сортом Annabel (Германия).

Морфологическое описание сорта. Разновидность *nutans*. Форма куста в период кущения полупрямостоячая. Опушение листовых влагалищ нижних листьев отсутствует, имеется слабая антоциановая окраска ушек и стеблевых узлов. Встречаемость растений с наклоненным флаговым листом средняя. Соломина прочная полая, средней толщины (диаметр нижнего междоузлия составляет в среднем 24 мм). Колос двурядный, цилиндрической формы, со средним восковым налетом, средней длины (7...9 см) и плотности (13 члеников колосового стержня на 4 см в средней части колоса), соломенно-желтый. Положение колоса в фазу полного колошения – горизонтальное. Ости длинные, зазубренные, с антоциановой окраской кончиков средней-сильной интенсивности.

Хозяйственные и биологические свойства сорта. В питомнике конкурсного испытания (2016...2019 гг.) сорт Боярин формировал урожайность до 6,15 т/га (2017 г.), превышая стандарт в отдельные годы на 0,9 т/га (2018 г.). В засушливом 2016 г. урожайность его составила 2,58 т/га при 2,10 т/га у стандарта.

Новый сорт среднеранний при продолжительности вегетационного периода от 76 до 97 дней. Боярин формирует высокопродуктивный стеблестой (746 шт./м²) за счет хорошей кустистости растений (2,2 шт./раст.).

Новый сорт отличается хорошо озернённым колосом. Сорт Боярин характеризуется высокой продуктивностью колоса и растения, превышение над стандартом составило 0,06 и 0,61 г соответственно. Сорт имеет прочную соломинку и характеризуется высокой устойчивостью к полеганию – до 5 баллов в отдельные годы. По качеству зерна – сорт зернофуражного использования (табл.).

Таблица

**Характеристика нового сорта ярового ячменя Боярин
в сравнении со стандартным Родник Прикамья**

Показатель	Боярин	Родник Прикамья	± к стандарту
Урожайность, т/га	4,8	4,0	+0,8
Продуктивная кустистость, шт./раст.	2,2	1,8	+0,4
Длина колоса, см	7,0	7,4	-0,4
Количество зёрен в колосе, шт.	19,7	18,4	+1,3
Масса зерна с главного колоса, г	0,95	0,89	+0,06
Масса зерна с растения, г	2,10	1,49	+0,61
Масса 1000 зёрен, г	43,8	41,8	+2,0
Продолжительность вегетационного периода, дни	79	78	+1
Устойчивость к полеганию, балл	4,8	4,4	+0,4
Натурная масса, г/л	666,0	671,0	-5,0
Содержание белка в зерна, %	12,1	13,5	-1,4
Продуктивный стеблестой, шт./м ²	746	700	+46

По данным ФГБУ «Госсорткомиссия» [11], урожайность сорта Боярин по Волго-Вятскому региону в 2021...2022 гг. составила в среднем 3,96 т/га. В Нижегородской области она была на уровне 3,53 т/га, в Свердловской области – 4,57 т/га, что превышает стандарт на 0,27 и 0,37 т/га, соответственно. Максимальная урожайность (6,52 т/га) получена в Пермском крае в 2022 году. Оценка экономической эффективности возделывания показала, что себестоимость производства зерна нового сорта на 8,6 % меньше, при одинаковых затратах на 1 га, а чистый доход от его использования на 18 % больше, чем у стандартного сорта.

Технология возделывания сорта Боярин – общепринятая для зерновых культур в Волго-Вятском регионе [12]. Однако следует учитывать, что ячмень сильнее других зерновых культур снижает урожайность при запаздывании с посевом. Поэтому срок сева должен быть по возможности ранний, в зависимости от складывающихся погодных условий весны [13]. Например, в опытах ФАНЦ Северо-Востока самым ранним он был 8 апреля. Рекомендуемая норма высева – 4,5...5,0 млн всхожих зерен на гектар.

Заключение. Таким образом, в результате многолетней целенаправленной селекции создан и допущен к использованию в Волго-Вятском регионе новый сорт ярового ячменя Боярин, который характеризуется высокой потенциальной урожайностью, устойчивостью к полеганию и другими ценными признаками и свойствами.

Список литературы

1. Гончаров С. В., Мордовин А. Н. Пивоваренный ячмень-драйвер интенсификации // Биологизация земледелия: перспективы и реальные возможности. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. С. 116-125.
2. В Кировской области рекордная урожайность зерновых // Электронный ресурс: <https://www.kirovreg.ru/news/detail.php?ID=111643> (дата обращения: 14.02.2024).
3. Бишарев А. А., Шевченко С. Н., Железникова В. А., Калякулина И. А., Дюльдина М. А., Бишарев А. А. и др. Результаты селекции озимого ячменя в Самарском НИИСХ // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 2-3. С. 478-482.
4. Баталова Г. А. Состояние и перспективы селекции и возделывания зернофуражных культур в России // Зерновое хозяйство России. 2011. №3. С. 15-22.
5. Асеева Т. А., Зенкина К. В., Ломакина И. В., Рубан З. С. Новый сорт яровой мягкой пшеницы Анфея // Зерновое хозяйство России. 2019. №4(64). С. 61-65.
6. Заушинцена А. В. Источники биологических свойств и хозяйственно ценных признаков для селекции ячменя // Вестник КрасГАУ. 2019. № 12. С. 64-68.
7. Сурин Н. А., Зобова Н. В., Ляхова Н. Е. Генетический потенциал и селекционная значимость ячменя Сибири // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Том 18. №2. С. 378-386.
8. Марухняк А. Я. Оценка адаптивных особенностей сортов ярового ячменя // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. №1. С. 67-72.
9. Айдиев А. Я., Новикова В. Т., Емельянова А. А., Логвинова Е. В., Дугина С. А. Новые сорта зерновых культур как результат научной кооперации // Земледелие. 2020. № 8. С. 36-39.
10. Щенникова И. Н., Кокина Л. П. Перспективы селекции ячменя для условий Волго-Вятского региона (аналитический обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. №1 (22). С. 21-31.
11. Ячмень яровой Боярин // Электронный ресурс: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/7953317/> (дата обращения: 14.02.2024).
12. Козлова Л. М., Попов Ф. А., Носкова Е. Н., Иванов В. Л. Улучшенная ресурсосберегающая технология обработки почвы и применения биопрепаратов под яровые зерновые культуры в условиях центральной зоны Северо-Востока европейской части России // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. №3 (58). С. 43-48.
13. Родина Н. А. Возделывание пивоваренного ячменя (рекомендации). Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2003. 104 с.

СЕМЕНОВОДСТВО, ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 631.512:631.58.03

Прямой посев в технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия Южного Зауралья

*А. А. Агеев, Ю. Б. Анисимов,
Е. Л. Калюжина, Ю. С. Мошкина*

*Челябинский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства,
г. Челябинск, Российская Федерация*

Аннотация. *Представлены результаты исследований за 2021...2023 гг. лаборатории агроландшафтного земледелия Челябинского НИИСХ по изучению прямого посева (без обработки почвы) в технологиях возделывания зерновых и масличных культур. Установлено влияние приёмов минимизации обработки почвы, в частности прямого посева на показатели плодородия выщелоченного чернозема, урожайность полевых культур и продуктивность плодосменного 4-польного севооборота, обеспечивающих рентабельное производство зерна, рациональное использование биоклиматических ресурсов и экологическую устойчивость адаптивно-ландшафтного земледелия Южного Зауралья. Нулевая технология с применением прямого посева в 4-польном плодосменном севообороте обеспечила урожайность зерновых культур 2,28 т/га, что выше урожайности культур по минимальной технологии на 0,22 т/га, но ниже на 0,16 т/га в сравнении с комбинированной технологией возделывания. Окупаемость 1 кг д. в. удобрений в дозе N₃₀ прибавкой урожая в зерновых единицах, в среднем по севообороту составила на фоне применения прямого посева 13,0 кг, минимальной технологии обработки почвы 7,6 кг.*

Ключевые слова: *полевые культуры, севооборот, минимизация, обработка почвы, урожайность, рентабельность*

Direct sowing in the technology of adaptive landscape agriculture of the Southern Trans-Urals

*A. A. Ageev, Yu. B. Anisimov
E. L. Kalyuzhina, Yu. S. Moshkina*

*Chelyabinsk Research Institute of Agriculture,
Chelyabinsk, Russian Federation*

Abstract. *Research results for 2021...2023 pp. are presented laboratory of agricultural agriculture of the "Chelyabinskiy SRIA" on the study of direct sowing (without soil processing) in technologies for the cultivation of grain and oilseed crops. The impact of minimization of soil processing, in particular direct sowing on the fertility of leached chernozem, the yield of field crops and the productivity of the fruitful 4-sided crop rotation, which ensure the rational use of bioclimatic resources and the environmental sustainability of the adaptive and landscape farm of the Southern Trans-Urals, has been established. Zero technology using direct sowing in 4-piece fruiting crop rotation ensured the yield of grain crops of 2.28 t/ha,*

which is higher than the yield of crops in minimum technology by 0.22 t/ha, but lower by 0.16 t/ha in comparison in comparison With combined cultivation technology. Fertilizers 1 kg d. in a dose N₃₀ with a crop increase in grain units, on average in crop rotation, was on the background of the use of direct sowing 13.0 kg, the minimum soil processing technology of 7.6 kg.

Keywords: *field cultures, crop rotation, minimization, soil processing, yield, profitability*

Совершенствование систем обработки почвы в направлении минимизации и применения прямого посева становятся более востребованными в земледелии России [1, 2, 3]. В Южном Зауралье основным направлением стабилизации производства зерна является оптимизация общепринятых технологий возделывания зерновых культур на основе ресурсосберегающих и почвозащитных систем обработки почвы в полевых севооборотах [4]. Челябинская область является важным зерносеющим регионом страны, производящим продовольственное зерно сильных и твёрдых сортов яровой пшеницы, зернофуражных и масличных культур. Площадь уборки в 2023 году в Челябинской области составляла около 1800 тыс. га, 70 % которой занято ценными яровыми зерновыми культурами. Урожайность зерновых культур колеблется по годам на уровне 1,3...1,6 т/га. В условиях 2023 года валовой сбор зерна всех культур превысил 2,0 млн тонн со средней урожайностью 1,61 т/га. В то же время анализ биоклиматических ресурсов Южного Зауралья показывает, что потенциальная продуктивность зерновых культур по лесостепному агроландшафту составляет 3,39 т/га, а по степному агроландшафту – 2,42 т/га [5]. Необходимо научное обоснование дальнейшей минимизации обработки почвы и применения прямого посева в ресурсосберегающих технологиях возделывания зерновых культур для условий Южного Зауралья [6, 7].

Цель исследования – определение эффективности применения минимизации обработки почвы, в частности прямого посева, на показатели плодородия чернозема выщелоченного, продуктивность пашни и экономическую эффективность в технологиях возделывания зерновых культур в условиях северного лесостепного агроландшафта Южного Зауралья.

Материалы и методы. Изучались технологии возделывания полевых культур, основанные на различных системах обработки почвы по классификации академика В. И. Кирюшина: комбинированной; разноглубинной (контроль); минимальной (мульчирующая) и нулевой, которая предусматривает возделывание полевых культур в севообороте с исключением механической обработки почвы с применением прямого посева [8]. Изучение технологий обработки почвы проводится в базовом полевом 4-польном плодосменном севообороте с чередованием горох + овес – яровая пшеница – масличные – яровая пшеница. Почва опытного участка представлена выщелоченным черноземом. Мощность гумусового горизонта 27...30 см, содержание гумуса 6,5 %, подвижного фосфора 74,5...75,3 мг/кг почвы, обменного калия 12,8...13,3 мг/100 г почвы,

реакция почвенной среды (рН водной вытяжки) верхнего горизонта 5,6...6,3. Посевы культур по вегетации обрабатывали баковой смесью рекомендованных селективных гербицидов. В варианте нулевой технологии применялись глифосаты в дозе 3...4 л/га за 7...8 дней до посева полевых культур. Посев выполняли универсальной сеялкой прямого сева. Площадь поля – 18 000 м², участков первого порядка (система обработки почвы) – 6 000 м², участков второго порядка (минеральные удобрения) – 3 000 м², участков третьего порядка – 1 000 м². Общее количество участков – 72. В полевом эксперименте применяли общепринятые методики.

Результаты и обсуждение. Установлено, что весенние запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы под культурами плодосменного севооборота характеризуются в среднем как удовлетворительные (90...130 мм) по всем изучаемым технологиям при максимальном показателе 128,1 мм в варианте минимальной системы обработки почвы орудиями плоскорезущего типа на глубину 10...12 см. В начале периода вегетации исходная обеспеченность нитратным азотом в слое почвы 0...40 см была низкой. При внесении минеральных азотных удобрений в дозе N₃₀ обеспеченность достигала средней градации (10...15 мг/кг почвы) во всех вариантах технологических систем обработки почвы в плодосменном севообороте. При этом различия были более контрастными по предшественникам, чем по технологическим системам. Особенностью выщелоченных черноземов является дефицит подвижного фосфора. Наряду с этим у них благоприятная реакция среды и хорошая обеспеченность обменным калием. Обеспеченность подвижным фосфором в слое почвы 0...40 см при различных технологиях обработки характеризуется как средняя (51...100 мг/кг почвы) с максимальными значениями в вариантах минимальной и нулевой систем обработки почвы, особенно в слое 0...20 см. Нулевая технология и применение прямого посева по эффекту очищения от сорняков с помощью опрыскивания глифосатом до посева культур, баковой смесью рекомендованных противодвудольных и противозлаковых гербицидов по вегетации максимально приближается к действию комбинированной системы. Расчеты поступления растительных остатков в виде соломы и пожнивно-корневых остатков показывают, что в 4-польном плодосменном севообороте остается в среднем 3,6...4,0 т/га на фоне без удобрений, а на фоне применения удобрений 4,1...4,6 т/га при максимальном показателе в вариантах комбинированной и нулевой технологических систем обработки почвы на фоне применения азотных удобрений. Нулевая технология с применением прямого посева в 4-польном плодосменном севообороте обеспечила урожайность зерновых культур 2,28 т/га, что выше урожайности культур с минимальной технологией – на 0,22 т/га, но не существенно ниже на 0,16 т/га в сравнении с комбинированной технологией возделывания (табл. 1).

Таблица 1

**Урожайность полевых культур плодосменного севооборота
в зависимости от технологической системы обработки почвы, т/га (2021...2023 гг.)**

Техно-логия	Фон питания	Культура				Среднее по зерновым
		горох + овес	яровая пшеница	маслич-ные	яровая пшеница	
Комбини-рованная	Без удобрений	1,88	2,31	0,25	2,17	2,12
	Удобрено	2,12	2,67	0,52	2,53	2,44
Мини-мальная	Без удобрений	1,78	1,81	0,34	1,91	1,83
	Удобрено	2,04	2,14	0,45	2,02	2,06
Нулевая (прямой посев)	Без удобрений	1,75	1,97	0,36	1,95	1,89
	Удобрено	2,25	2,35	0,57	2,26	2,28
НСР ₀₅ технологии 0,21 т/га; НСР ₀₅ удобрения 0,23 т/га; Sx, % = 4,56 %						

Окупаемость 1 кг д. в. удобрений в дозе N₃₀ прибавкой урожая в зерновых единицах, в полевом плодосменном севообороте составила в среднем при нулевой технологии с применением прямого посева – 13,0 кг, минимальной технологии обработки почвы – 7,6 кг, при уровне комбинированной системы обработки почвы – 10,6 кг.

По данным экономического анализа, нулевая технология возделывания полевых культур в системе плодосменного севооборота увеличивала затраты на фоне без удобрений на 891 руб./га, с удобрением – на 1234 руб./га относительно минимальной технологии. При этом возрос условный чистый доход на 1256 руб. на удобренном фоне, что способствовало получению рентабельности производства зерна на фоне без удобрений 84,3 % и с удобрением – 113,6 % (табл. 2).

Таблица 2

**Экономическая эффективность производства продукции
в 4-польном плодосменном севообороте в зависимости от технологии возделывания
сельскохозяйственных культур (2021...2023 гг.)**

Технология	Фон питания	Стоимость продукции, руб./ га	Затраты на 1 га посева, руб.	Условный чистый доход, руб./ га	Рентабельность, %
Комбини-рованная	Без удобрений	29792	13453	16339	121,4
	Удобрено	32032	14718	17314	117,6
Минимальная	Без удобрений	22282	11707	10575	90,3
	Удобрено	28019	13049	14970	114,7
Нулевая (прямой посев)	Без удобрений	23226	12598	10628	84,3
	Удобрено	30509	14283	16226	113,6

В опыте установлено, что нулевая технология возделывания с применением прямого посева на фоне азотного удобрения способствует получению устойчивой продуктивности плодосменного севооборота более 2,04 т зерновых единиц с 1 га севооборотной площади. Возделывание сортов яровой мягкой пшеницы селекции Челябинского НИИСХ» на примере раннеспелого сорта Одинцовская по лучшим непаровым предшественникам (зернобобовые, масличные) обеспечивает высокое содержание в зерне клейковины свыше 34,1 % и белка до 15,0 % в относительно благоприятных условиях периода созревания.

Заключение. Таким образом, на основании проведенных исследований получено научное обоснование дальнейшей минимизации обработки почвы и применения прямого посева в ресурсосберегающих технологиях возделывания зерновых культур для условий северного лесостепного агроландшафта Южного Зауралья. В целях ресурсосбережения для получения устойчивой продуктивности пашни, рентабельного производства зерна предлагается минимальная технология, вплоть до прямого посева в системе 4-польного плодосменного севооборота с обязательным применением средств защиты от сорной растительности, внесения умеренных доз азотных удобрений.

Список литературы

1. Кирюшин В. И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С.3-8.
2. Дридигер В. К. Состояние проведения исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву // Сельскохозяйственный журнал. 2019. № 5 (12). С. 8-16.
3. Иванов А. Л., Кулинцев В. В., Дридигер В. К., Белобров В. П. Освоение технологии прямого посева на черноземах России // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № 2 (14). С. 18-36.
4. Шиятый Е. И. Погода и урожай. Основы растениеводства зерновых культур в Зауралье. (Пособие для фермеров и агротехнолога) / под ред. д-ра с.-х. наук, профессора Е. И. Шиятого. Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2020. 264 с.
5. Рекомендации семинара по возделыванию зерновых и зернобобовых культур, посвящённого 85-летию селекции яровой пшеницы и 45-летию селекции ярового ячменя в ФГБНУ «Челябинский НИИСХ». 2022 г. / под общ. ред. А. В. Вражнова; под ред. А. А. Агеева, Л. П. Шаталиной. Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2022. 73 с.
6. Агеев А. А. Совершенствование минимизации обработки почвы в земледелии Челябинской области // Вестник КГСХА. 2021. №2 (38). С.3-10.
7. Анисимов Ю. Б., Агеев А. А. Оценка плодородия чернозема выщелоченного на фоне прямого посева зерновых культур в Южном Зауралье // Вестник КрасГАУ. 2021. № 10(175). С. 68-73.
8. Методические рекомендации по разработке минимальных систем обработки почвы и прямого посева / Под ред. А. Л. Иванова, В. И. Кирюшина. М.: ООО Изд-во МБА, 2019. 136 с.

Влияние нормы высева на индексное содержание хлорофилла и урожайные характеристики яровой пшеницы сорта Награда

О. С. Амунова

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. Работа проведена в 2023 году и направлена на изучение влияния нормы высева (от 4,0 до 8,0 млн всхожих зерен / га с шагом 0,5 млн) на содержание хлорофилла и урожайные характеристики нового районированного по Волго-Вятскому региону сорта пшеницы Награда. Установлено, что возрастающие до 8,0 млн зерен / га нормы высева оказывали положительное влияние на густоту продуктивного стеблестоя и урожайность зерна, однако их применение сопровождалось существенным снижением признаков «масса зерна с колоса» и «масса 1000 зерен», в том числе из-за низкого содержания хлорофилла в листьях. Сорт Награда показал относительную стабильность урожайности при изменении нормы высева за счет компенсации элементов структуры продуктивности. Эту особенность сорта рекомендуется использовать в семеноводческих хозяйствах, поскольку снижение нормы до 4,0 млн зерен / га позволяет улучшить семенные характеристики с наименьшей потерей урожайности.

Ключевые слова: урожайность, масса зерна с колоса, масса 1000 зерен

The influence of seeding rate on the index chlorophyll content and yield characteristics of spring wheat variety Nagrada

O. S. Amunova

*Federal Agricultural Research Centre of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation*

Abstract. The work was carried out in 2023 and is aimed at studying the influence of the seeding rate (from 4.0 to 8.0 million germinating grains / ha in increments of 0.5 million) on the chlorophyll content and yield characteristics of the new Nagrada wheat variety released in the Volga-Vyatka region. It was established that seeding rates increasing to 8.0 million grains / ha had a positive effect on the density of the productive stem stand and grain yield, however, their use was accompanied by a significant decrease in the traits “weight of grain per ear” and “weight of 1000 grains”, including for low chlorophyll content in leaves. The Nagrada variety showed relative stability of yield when the seeding rate changed due to compensation of elements of the productivity structure. This feature of the variety is recommended for use in seed farms, since reducing the rate to 4.0 million grains / ha allows improving seed characteristics with minimal loss of yield.

Keywords: yield, grain weight per ear, weight of 1000 grains

Пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum* L.) имеет важное стратегическое значение в обеспечении продовольственной безопасности России. Эффективное и устойчивое зернопроизводство становится в связи с этим первоочередной задачей развития сельскохозяйственной отрасли. В современных экономических условиях увеличение затрат на производство зерна вынуждает производителей рационально использовать почву, влагу, удобрения и прочие

ресурсы. Правильный севооборот, сроки посева, норма высева семян, расстояние между рядами, борьба с вредителями и сорняками помогают управлять урожайностью возделываемых сортов [1, 2]. В 2022 году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Волго-Вятском регионе, внесен среднеранний сорт мягкой яровой пшеницы Награда. Назначение – использование на зернофураж и продовольственные цели. Сорт интенсивного типа с потенциалом урожайности до 6,0 т/га. Для максимального использования потенциала нового сорта необходимо изучить технологические приемы возделывания, поскольку реакция на их применение у каждого сорта индивидуальна. Формирование высокого урожая и качественного зерна, как известно, обеспечивается оптимальным числом высокопродуктивных стеблей на единицу площади. Существующие на сегодняшний день сведения [3, 4] указывают на то, что нормы высева выше или ниже оптимальной могут значительно снижать урожайность. В загущенных посевах растения страдают от недостатка влаги и света, уязвимыми звеньями формирования биомассы становятся их рост, развитие, работа фотосинтетического аппарата. В изреженных посевах возможная гибель растений в результате неблагоприятных погодных условий, поражения вредителями и болезнями также приведет к потере урожайности.

Правильно выбранная норма высева семян в значительной степени зависит от почвенно-климатических условий местности и биологических особенностей сорта [5]. Для производственных посевов яровой пшеницы в Кировской области применяют нормы высева от 5,0 до 6,0 млн всхожих зерен / га, их считают оптимальными для всходов по доступности влаги и минеральных веществ. Оптимальную норму высева для сорта Награда определяли сотрудники отдела семеноводства ФАНЦ Северо-Востока [6].

Цель исследования – изучение влияния нормы высева на содержание хлорофилла и урожайные характеристики пшеницы сорта Награда.

Материалы и методы. Исследование проводили в 2023 году на опытном поле Федерального аграрного научного центра Северо-Востока (село Красное). Почва участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, сформирована на элювии пермских глин. Агрохимические показатели: рН = 4,8, содержание P_2O_5 – 191, K_2O – 130 мг/кг почвы (по Кирсанову), содержание гумуса – 2,02 % (по Тюрину). Предпосевная обработка включала ранневесеннее боронование, внесение минеральных удобрений ($N_{45}P_{45}K_{45}$ кг/га д.в.) и культивацию. Опыт закладывали в трехкратной повторности на делянках площадью 1,35 м². Посев осуществляли кассетной сеялкой СКС-6-10 с нормой высева от 4,0 до 8,0 млн всхожих зерен/га с шагом 0,5 млн. За контроль принимали норму высева 6,0 млн всхожих зерен/га. Уборочные работы проводили в оптимальные сроки с наступлением полной спелости зерна. Фенологические наблюдения, учет урожая и оценку элементов структуры продуктивности осуществляли по соответствующим методикам [7, 8]. Индексное содержание хлорофилла

определяли с помощью тестера SPAD 502 Plus (Japan) в фазы кущения, колошения, цветения и молочной спелости растений.

Результаты и обсуждение. Вегетация растений пшеницы в 2023 году началась раньше обычного, уже 1 мая отмечали всходы. В период их формирования, когда развивается надземная масса, а корневая система состоит из зародышевых корней, состояние посевов почти всецело определяется влажностью верхнего почвенного слоя. Запас почвенной влаги обеспечил появление всходов, однако норма высева семян повлияла на полевую всхожесть (табл. 1).

Таблица 1

Влияние нормы высева на полевую всхожесть и выживаемость сорта Награда

Норма высева, млн зерен/га	Количество всходов, шт. / м ²	Полевая всхожесть, %	Количество продуктивных стеблей, шт. / м ²	Выживаемость, %
4,0	325,3	81,3	313,3	81,3
4,5	350,8	78,0	329,3	87,7
5,0	360,5	72,1	380,0	90,1
5,5	349,1	63,5	426,7	87,3
6,0	362,7	60,4	444,0	90,7
6,5	399,6	61,5	604,0	99,9
7,0	376,4	53,8	553,3	94,1
7,5	396,8	52,9	592,0	99,2
8,0	379,3	47,4	666,7	94,8

Высокую всхожесть (81,3 %) отмечали в варианте с применением нормы высева 4,0 млн зерен/га, самый низкий показатель (47,4 %) – с нормой высева 8,0 млн зерен/га, корреляция между признаками была достоверной ($r = -0,98$). Значительную задержку всходов в загущенных посевах (норма высева от 6,5 млн зерен/га) на момент подсчета можно объяснить высокой конкуренцией за влагу.

Погода мая характеризовалась неустойчивостью: продолжительные сухие периоды чередовались обильными дождями. Осадки стимулировали формирование новых всходов, увеличивая густоту стеблестоя с одной стороны, и ухудшая выравненность посевов – с другой. В загущенных посевах выживаемость растений к уборке составила 94...100 %, при том, что в изреженных (норма высева до 5,5 млн зерен/га) она находилась на уровне 81...90 %. Корреляционный анализ показал тесную связь признаков «норма высева» и «количество продуктивных стеблей» ($r = 0,97$).

Расстояние между растениями в посевах определяет не только площадь питания, доступную отдельно взятому организму, но и доступность света. Большая часть урожая культивируемых растений, как известно, является результатом работы фотосинтетического аппарата. Хлорофилл является фотокатализатором, его нехватка ограничивает скорость фотосинтеза, поэтому

содержание хлорофилла в листьях является одним из косвенных индексов фотосинтетической активности [9]. В исследованиях с растениями пшеницы сорта Награда выявлены определенные изменения количества хлорофилла. Если в фазу «кущение» влияние нормы высева на его содержание в листьях было статистически незначимо (рис. 1), то в фазу «колошение» с повышением густоты стояния растений наблюдали устойчивое снижение величины признака.

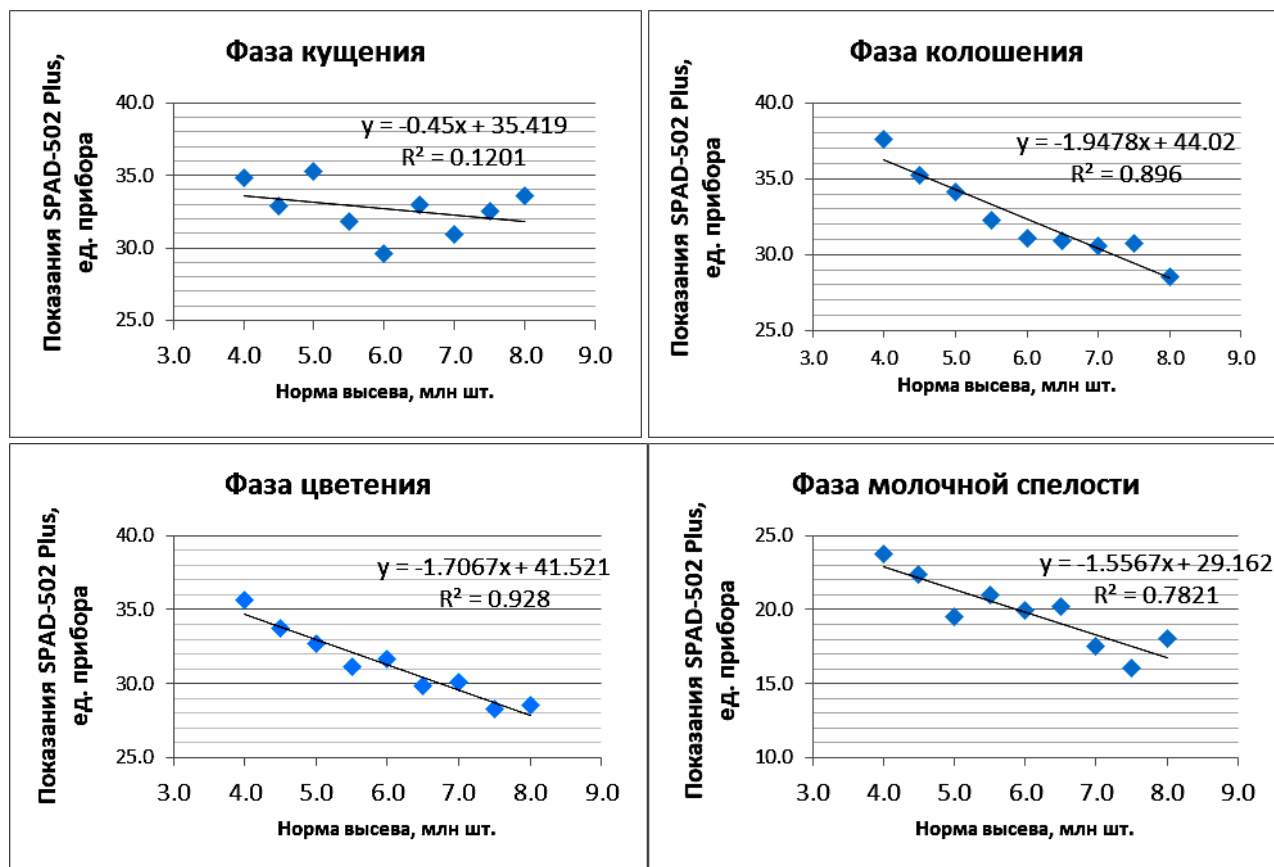


Рис.1. Влияние нормы высева на содержание хлорофилла во флаговых листьях растений пшеницы сорта Награда

Уравнение регрессии показывает, что с повышением нормы высева на 1,0 млн количество хлорофилла снижалось в среднем на 1,95 ед. прибора, следовательно, снижалась фотосинтетическая активность листьев. Накопленное к фазе колошения количество пигмента коррелировало с такими элементами продуктивности, как «масса зерна главного колоса» и «масса 1000 зерен» ($r = 0,97$ и $0,83$ соответственно, при $p \leq 0,05$). Сильная сопряженность слагающих продуктивности установлена также с количеством хлорофилла, находящемся в листьях в фазы цветения ($r = 0,92$ и $0,83$) и молочной спелости ($r = 0,80$ и $0,86$).

Наибольшее значение признака «масса зерна главного колоса» (0,97 г) отмечено в варианте с применением минимальной нормы высева. В этом же варианте сформировалось самое крупное зерно, масса 1000 семян составила 38,47 г (рис. 2).

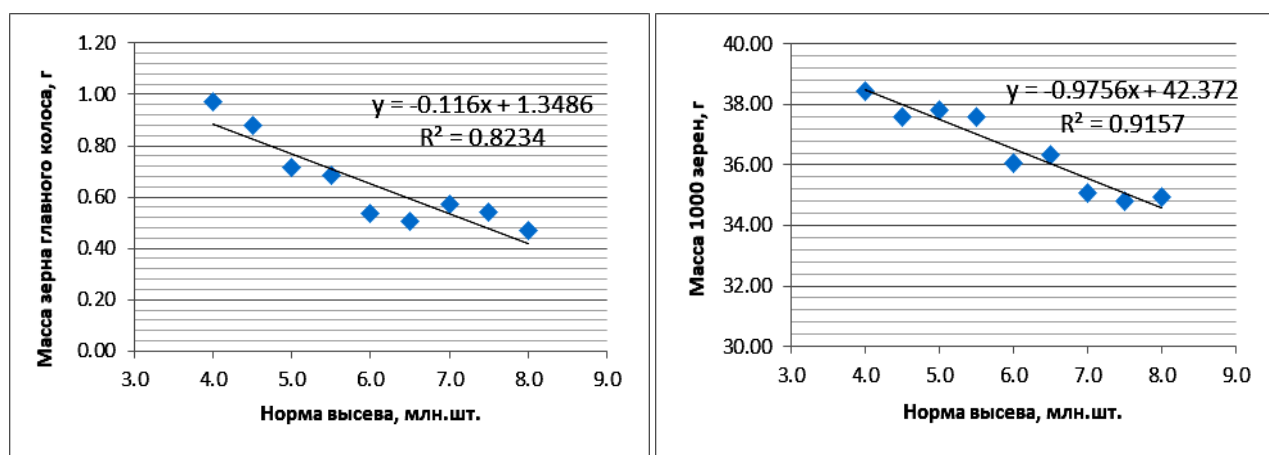


Рис.2. Влияние нормы высева на урожайные характеристики сорта Награда

В контроле величина признаков соответствовала 0,54 и 36,07 г. Выявлена высокая корреляционная зависимость между нормой высева и двумя слагающими продуктивности. Уравнение регрессии показало, что с повышением нормы высева на 1,0 млн происходило снижение показателя «масса зерна с колоса» в среднем на 0,12 г, «масса 1000 зерен» – на 0,98 г.

Урожайность зерна сорта Награда достоверно зависела от нормы высева ($r = 0,75$). Согласно уравнению регрессии, увеличение нормы высева на 1,0 млн привело к повышению урожайности зерна на 0,59 ц/га. Поскольку сорт Награда показал относительную стабильность урожайности при изменении нормы высева за счет компенсации элементов структуры продуктивности, можно предположить, что снижение нормы до 4,0 млн всхожих зерен / га повлечет улучшение семенных характеристик с наименьшей потерей урожайности. Увеличение нормы высева до 7,0...8,0 млн зерен/га без использования дополнительного минерального питания экономически нецелесообразно.

Заключение. По результатам исследования установлено, что возрастающие до 8,0 млн всхожих зерен / га нормы высева оказывали положительное влияние на густоту продуктивного стеблестоя и урожайность пшеницы сорта Награда. Однако повышение нормы высева сопровождалось существенным снижением фотосинтетической активности растений в фазы колошения, цветения и молочной спелости, что, в свою очередь, повлекло снижение величин признаков «масса зерна с колоса» и «масса 1000 зерен».

В семеноводческих посевах для получения высококачественного семенного материала с целью повышения коэффициента размножения при возделывании нового сорта Награда рекомендуется снижать норму высева до 4,0 млн всхожих зерен/га.

Список литературы

1. Singh R. P., Singh P. K., Rutkoski J., Hodson D. P. et al. Disease impact on wheat yield potential and prospects of genetic control // Annu. Rev. Phytopathol. 2016. V.54. P. 303-322.
2. Schmitz P. K., Ransom J. K. Seeding rate effects on hybrid spring wheat yield, yield components and quality // Agronomy. 2021. No 11. P. 1240.

3. Бакиров Ф. Г. Роль способа посева в повышении эффективности ресурсосберегающих технологий и урожайности // *Зерновое хозяйство России*. 2006. № 8. С. 11-12.
4. Woldekiros B. Effects of row spacing and seeds rate and yield components of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in Mid Altitude of Sankura District, South Ethiopia // *International Journal of Research in Agricultural and Forestry*. 2020. V. 7. No 1. P. 10-13.
5. Гретченко А. Е., Мезенцева Ю. О., Михайлова М. П., Рафальский С. В. Формирование урожайности сои сорта Китросса в зависимости от густоты посева // *Вестник КрасГАУ*. 2021. № 7. С. 50-58.
6. Жилин Н. А. Снигирева О. М. Влияние элементов технологии возделывания на семенную продуктивность яровой пшеницы в условиях Кировской области // *Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве*. Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2023. С. 260-264.
7. Доспехов Б. А. *Методика полевого опыта*. М., 1981. 336 с.
8. *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур*. Выпуск 1. Общая часть. М., 2019. 239 с.
9. Холл Д., Рао К. *Фотосинтез: пер. с англ.* М.: Мир, 1983. 134 с.

УДК 633.11:631.582

Урожайность озимой пшеницы по различным предшественникам

А. А. Артемьев

*Мордовский НИИСХ – филиал ФАНЦ Северо-Востока
имени Н.В. Рудницкого,
г. Саранск, Российская Федерация*

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований действия предшествующей культуры на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы Мировская 808 и Московская 39. Установлено, что для данных сортов лучшими предшественниками являются чистый пар и клевер на сидерат. Высев пшеницы по ним повышает урожайность на 10,4...16,4 %, содержание сырого протеина до 13,1...13,5 % и клейковины до 26,3...27,2 %.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., качество

Yield of winter wheat by various preceding crops

A. A. Artemyev

*Mordovia Research Agricultural Institute
– branch of Federal Agrarian Research Center
of the North-East named N.V. Rudnitsky,
Saransk, Russian Federation*

Abstract. The article presents the results of studies on the effect of the preceding crop on the yield and quality of grain of the winter wheat varieties Mironovskaya 808 and Moskovskaya 39. It has been established that for these varieties the best previous crops are pure fallow and clover for green manure. Sowing wheat on them increases the yield by 10.4...16.4 %, the content of crude protein to 13.1...13.5 % and gluten to 26.3...27.2 %.

Keywords: *Triticum aestivum* L., quality

В настоящее время на рынке продовольствия в России особую значимость имеет зерно озимой пшеницы с высоким качеством. Проблема получения такого зерна в условиях Республики Мордовия до конца не решена. Многие хозяйства получают зерно с низким содержанием массовой доли клейковины, из-за чего оно реализуется по более низкой цене. Данное явление происходит из-за нарушения ведения научно обоснованных севооборотов, когда пшеницу размещают по непаровым предшественникам. Некоторые ученые считают, что для озимой пшеницы лучшим предшественником, обеспечивающим формирование урожая с высокими показателями качества, является черный пар. В этом поле в почве накапливается больше азота и влаги, чем после непаровых предшественников [1...4]. Другие исследователи утверждают, что содержание поля под чистым паром приводит к потерям плодородия почв. Поэтому чистый пар в качестве предшественника учеными даже не рассматриваются [5...8]. Всплывающие разногласия требуют уточнения в почвенно-климатических условиях конкретного региона или местности.

Материалы и методы. Работа по совершенствованию технологии возделывания озимой пшеницы проводилась в Мордовском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – филиале ФАНЦ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого в 2022...2023 гг. на черноземе выщелоченном среднемощном среднегумусном тяжелосуглинистом. Почва опытных участков характеризовалась средним содержанием гумуса в пахотном слое. Содержание подвижного фосфора и обменного калия повышенное. По степени кислотности почва относилась к слабокислым. Агрохимические характеристики следующие: $pH_{\text{сол}}$ – 5,1, содержание гумуса – 6,1 %, общего азота – 0,38 %, подвижных форм фосфора и калия – 190 и 195 мг/кг почвы соответственно.

Схема опыта включала два фактора:

Предшественник (фактор А):

занятый пар (клевер на сено);

занятый пар (клевер на сидерат);

занятый пар (викоовсяная смесь на зерно);

пар чистый.

Сорт озимой пшеницы (фактор В):

Мироновская 808;

Московская 39.

Площадь опытного участка 2 560 м². Размер делянки первого порядка 160 м² (8×20 м), второго – 80 м² (4×20 м). Повторность 4-кратная. Расположение вариантов систематическое.

Исследования проводили по методикам Б. А. Доспехова (1985) и Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989). Технология озимой пшеницы общепринятая для зоны.

Погодные условия в годы проведения эксперимента были типичными для лесостепных районов Евро-Северо-Востока РФ. Так, сумма положительных температур больше 10 °С за вегетацию изменялась от 1 631 до 1 657 °С, сумма осадков за вегетацию составила 140...246 мм. 2022 год оказался более засушливым, при этом ГТК характеризовался нормальными условиями увлажнения (1,01). Для 2023 года была присуща средняя степень переувлажнения (ГТК = 1,42).

Результаты и обсуждение. Выбор предшественника для озимой пшеницы является одним из главных факторов, оказывающих влияние на режим влажности и наличие питательных веществ в почве для получения своевременных всходов и нормального развития их в осенний период.

Определение содержания доступных почвенных элементов питания в зависимости от предшественников позволяет судить об обеспеченности перед посевом растений озимой пшеницы этими соединениями. Результаты проведенного агрохимического обследования в среднем за два представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание основных элементов питания в пахотном слое почвы перед посевом озимой пшеницы после различных предшественников, мг/кг почвы (среднее за 2021...2022 гг.)

Предшественник	NH ₄ -NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Клевер на сено	18	190	193
Клевер на сидерат	21	189	194
Викоовсяная смесь на зерно	16	186	190
Пар чистый	24	192	197
НСР ₀₅	3	6	7

Как видно из данных таблицы 1, наибольшее количество подвижных форм азота перед посевом озимой пшеницы в пахотном слое наблюдалось после чистого пара и клевера на сидерат. После других предшественников их было достоверно меньше. По содержанию подвижных форм фосфора и обменных калия существенных различий между предшественниками не было выявлено.

Исследования показали, что остаточные запасы влаги после уборки предшествующих культур различались (табл. 2).

Из всех предшественников наибольшее количество продуктивной влаги в метровом слое почвы сохранилось в чистом пару, наименьшее – после вико-овсяной смеси на зерно и после клевера, убранного на сено.

Как показали исследования, предшественники озимой пшеницы оказали влияние не только на величину остаточных запасов влаги, но и на характер их распределения по почвенному профилю. Викоовсяная смесь

интенсивно потребляла влагу, в основном, из верхнего (0...40 см) слоя, а клевер, за счет мощной стержневой корневой системы, равномерно из всего корнеобитаемого слоя.

Таблица 2

Содержание продуктивной влаги в почве после уборки предшественников и перед посевом озимой пшеницы, мм (среднее за 2021...2022 гг.)

Предшественник	После уборки предшественников		Перед посевом пшеницы
	0...100 см	0...20 см	0...20 см
Клевер на сено	71,5	20,0	20,8
Клевер на сидерат	74,6	22,6	22,4
Викоовсяная смесь на зерно	71,3	19,2	20,1
Пар чистый	99,1	26,2	26,9
НСР ₀₅	4,2	3,7	4,1

По содержанию влаги в пахотном слое преимущество наблюдали за чистым паром. К посеву озимой пшеницы эта закономерность сохранилась, что существенно сказалось на полевой всхожести семян сортов пшеницы и развитии растений в осенний период.

Важным фактором, от которого в значительной степени зависит величина и качество урожая, является засорённость посевов. Разная способность предшествующих культур влиять на очищение посевов от сорняков в дальнейшем сказалась на засорённости посевов пшеницы. Результаты исследований свидетельствуют, что данный показатель существенно различался по вариантам опыта. Наибольшая засорённость посевов озимой пшеницы во время кущения отмечена после викоовсяной смеси на зерно, наименьшая – по чистому пару. По сортам в этот период роста и развития существенных различий по засоренности не выявлено. К уборке засоренность культуры несколько снизилась по всем предшественникам, но выявленная во время кущения закономерность сохранилась. В посевах сорта Мироновская 808 наблюдали бóльшее снижение количества сорняков, чем в посевах Московская 39, особенно это заметно было по клеверу и викоовсяной смеси. Растения данного сорта были более рослые и лучше подавляли сорняки.

В опыте озимую пшеницу сеяли с нормой высева 5 млн всхожих семян на 1 га. В таблице 3 представлены данные о влиянии предшествующих культур на формирование густоты стояния растений озимой пшеницы.

Анализ полевой всхожести показал, что по чистому пару полевая всхожесть у всех сортов была на 2...4 % выше. По другим предшественникам значения данного показателя между собой не различались. Среди сортов также не выявлено существенного преимущества по полевой всхожести.

К уборке количество растений на единице площади уменьшилось по всем предшественникам, причем некоторое преимущество по количеству растений на единице площади наблюдалось у сорта Мироновская 808 (выживаемость 81...83 %), у Московская 39 – по данному показателю различий выявлено не было.

Таблица 3

Густота стояния растений сортов озимой пшеницы в зависимости от предшественника (в среднем за годы исследований)

Предшественник	Сорт	Всхожесть, %		Выживаемость, %	Густота растений, шт./м ²	
		лабораторная	полевая		всходы	перед уборкой
Клевер на сено	Мироновская 808	95	81	82	405	331
	Московская 39	96	82	80	410	326
Клевер на сидерат	Мироновская 808	95	82	81	410	329
	Московская 39	96	81	80	405	325
Викоовсяная смесь на зерно	Мироновская 808	95	82	80	410	330
	Московская 39	96	80	80	400	319
Пар чистый	Мироновская 808	95	83	82	415	329
	Московская 39	96	84	78	420	323

Установлено, что изучаемые факторы оказали различное влияние на урожайность озимой пшеницы (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность сортов озимой пшеницы по различным предшественникам, т/га (среднее за 2022...2023 гг.)

Предшественник (А)	Сорт (В)	
	Мироновская 808	Московская 39
Клевер на сено	3,72	3,52
Клевер на сидерат	4,15	4,01
Викоовсяная смесь на зерно	3,23	3,20
Пар чистый	4,32	4,21
НСР ₀₅ А	0,36	-
В	0,24	-

В среднем за два года наибольшая урожайность озимой пшеницы получена по чистому и сидеральному парам – 4,27 и 4,08 т/га, наименьшая – после викоовсяной смеси – 3,21 т/га. По сортам урожайность достоверно не различалась (3,85 и 3,74 т/га).

Качество зерна озимой пшеницы изменялось как в зависимости от предшествующей культуры, так и сорта (табл. 5).

Качественный анализ зерна озимой пшеницы в зависимости от предшествующей культуры показал, что в среднем за два года лучшее по качеству зерно получено в вариантах с использованием сидерального и чистого паров.

Содержание сырого протеина в зерне озимой пшеницы по данным предшественникам составило 13,1...13,5 %, а клейковины 26,3...27,2 %. Наименьшие значения данных показателей наблюдали при размещении пшеницы после викоовсяной смеси.

Таблица 5

Качество зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от предшествующей культуры, % (среднее за 2022...2023 гг.)

Предшественник	Мироновская 808		Московская 39	
	сырой протеин	клейковина	сырой протеин	клейковина
Клевер на сено	13,0	25,2	12,4	24,1
Клевер на сидерат	13,5	27,1	13,1	26,3
Викоовсяная смесь на зерно	12,1	24,1	12,0	23,1
Пар чистый	13,4	27,2	13,2	26,9

По сортам содержание протеина и клейковины существенно не различалось.

Заключение. Таким образом, в условиях лесостепи Евро-Северо-Востока РФ возделывание сортов озимой пшеницы Мироновская 808 и Московская 39 по лучшим предшественникам – чистый пар и клевер на сидерат, способствуют получению наибольшего урожая и улучшению качества зерна.

Список литературы

1. Лянденбургская А. В. Зависимость урожайности озимой пшеницы от условий увлажнения и применения гуминовых удобрений на различных предшественниках // Сурский вестник. 2021. № 2 (14). С. 48-52.
2. Сорокина И. Ю. Влияние различных предшественников на урожайность мягкой озимой пшеницы // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 2 (128).
3. Хакимов Р. А. Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 12. С. 16-22.
4. Шарипова Р. Б., Хакимов Р. А., Хакимова Н. В. Влияние предшественников и сроков посева на перезимовку и урожайность озимой пшеницы в изменяющихся условиях регионального климата // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 2 (58). С. 66-71.
5. Воропаева А. А. Влияние предшественников и удобрений на урожайность озимой пшеницы в технологии без обработки почвы // Новости науки в АПК. 2018. № 2-2 (11). С. 58-60.
6. Громова Н. В., Беловолова А. А., Сигида М. С. Влияние систем удобрения и предшественников на урожайность озимой пшеницы на черноземе выщелоченном // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 82. С. 59-63.
7. Письменная Е. В., Азарова М. Ю., Курасова Л. Г. Влияние сортов и предшественников озимой пшеницы на плодородие почвы, урожайность и качество зерна в Ставропольском крае // Аграрный научный журнал. 2020. № 8. С. 32-37.
8. Рябцева Н. А. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников и сортов в условиях Ростовской области // Аграрная наука. 2023. № 1. С. 65-69.

Влияние разных схем применения биологических препаратов при возделывании ячменя ярового

О. В. Левакова

*Институт семеноводства и агротехнологий – филиал
ФБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»,
с. Подвязье, Рязанский район, Российская Федерация*

Аннотация. С целью выявления оптимальной схемы опрыскивания регуляторами роста и развития растений Новосил и Амицид на биометрические показатели и урожайность ячменя ярового проведены полевые исследования в 2021...2023 гг. на полях Института семеноводства и агротехнологий – филиала Федерального научного агроинженерного центра ВИМ (Рязанская область). Полевые опыты проводили по следующей схеме опрыскивания посевов по вегетации: 1) в фазе кущения; 2) в фазах: кущение + выход в трубку; 3) в фазах: кущение + выход в трубку + появление флагового листа. Контрольный вариант – без обработки. Использование данных препаратов увеличило на 4,5...18,4 % количество продуктивных стеблей, на 1,4...7,0 % – длину колоса, на 2,4...8,3 % – число зерен в колосе, на 0,8...6,0 % – массу зерна с колоса, на 4,9...20,7 % – массу 1000 зерен и на 1,3...11,2 % – урожайность ячменя ярового. Выявлено, что количество продуктивных стеблей и масса 1000 зерен имеют среднюю достоверную связь с продуктивностью ($r = 0,572...0,696$). Установлено, что наибольшие показатели всех изученных в опыте параметров имел вариант № 2 (опрыскивание в фазах: кущение + выход в трубку) с использованием препарата Новосил: количество продуктивных стеблей – 862 шт./м²; количество зерен в колосе – 22,1 шт.; масса 1000 зерен – 56,5 г, содержание белка в зерне – 12,9 %, урожайность – 7,43 т/га.

Ключевые слова: регулятор роста и развития растений, продуктивность, структура урожая, содержание белка, корреляционная взаимосвязь

The influence of different schemes of application of biological preparations in the cultivation of spring barley

O. V. Levakova

*Institute of Seed Production and Agrotechnologies – branch of
the Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Podvyazye village, Ryazan region, Russian Federation*

Abstract. In order to identify the optimal scheme of spraying with plant growth and development regulators Novosil and Amicide on biometric indicators and yield of spring barley, field studies were conducted in 2021...2023 in the fields of the Institute of Seed Production and Agrotechnologies – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM" (Ryazan region). Field experiments were carried out according to the following scheme of spraying crops during the growing season: 1) in the tillering phase; 2) in the phases: tillering + exit into the tube; 3) in phases: tillering + exit into the tube + appearance of a flag sheet. The control option is without processing. The use of these preparations increased by 4.5...18.4 % the number of productive stems, by 1.4...7.0 % the length of the ear, by 2.4...8.3 % the number of grains in the ear, by 0.8...6.0 % the weight of grain from the ear, by 4.9...20.7 % the weight of 1000 grains and by 1.3...11.2 % the yield of spring barley. It was revealed that the number of productive stems and the weight of 1000 grains have an average reliable relationship with productivity ($r = 0.572...0.696$). It was found

that the highest indicators of all the parameters studied in the experiment were option No. 2 (spraying in phases: tillering + exit into the tube) using a New crop: the number of productive stems – 862 pcs./m²; the number of grains in the ear – 22.1 pcs.; the mass of 1000 grains – 56.5 g, the protein content in the grain – 12.9 % and the yield is 7.43 t/ha

Keywords: *plant growth and development regulator, productivity, crop structure, protein content, correlation relationship*

Одна из важнейших задач экономического развития Российской Федерации – это увеличение продукции сельскохозяйственного производства на основе существенного повышения урожайности зерновых культур, в том числе и ярового ячменя [1, 2]. Для подъема урожайности зерновых культур существенным элементом технологии возделывания являются регуляторы роста и развития растений (РРРР) [3, 4]. РРРР, содержащие в себе природные компоненты, в последнее время все больше интересующие производителей растениеводческой продукции. Такие препараты привлекают своей экологичностью, сочетаются с любыми водорастворимыми удобрениями и пестицидами в баковой смеси [5, 6]. В настоящее время рынок наполнен большим количеством различных видов РРРР. Однако данных по эффективности конкретного РРРР в конкретных почвенно-климатических условиях явно недостаточно. Вместе с тем, еще слабо освоены определенные особенности образования сельскохозяйственного урожая сортов, воздействия новых стимуляторов роста. Использование РРРР (СР) ориентировано на решение конкретной задачи получения заданного качества и количества сельскохозяйственной продукции [7,8].

Цель исследования – выявить оптимальную схему опрыскивания регуляторами роста и развития растений Новосил и Амицид на биометрические показатели и урожайность ячменя ярового в условиях нечерноземной полосы Центрального региона РФ.

Материалы и методы. В опыте изучали регуляторы роста и развития растений (РРРР) Новосил (100 г/л смеси тритерпеновых кислот) с нормой расхода 0,02 л/га и Амицид (150 г/л аминокислот и полипептидов) с нормой расхода 1,0 л/га. Полевую закладку опыта проводили на полях Института семеноводства и агротехнологий – филиала ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (Рязанская область), расположенного в лесостепной зоне нечерноземной полосы Центрального региона РФ в 2021...2023 гг. Для проведения исследований был взят районированный в регионе средне-спелый сорт ячменя ярового Любояр.

Закладку опыта с учетной площадью 10 м² проводили систематическим расположением делянок с 4-кратной повторностью в оптимальные сроки сева культуры. Посев рядовой с шириной междурядий 15 см осуществлялся сеялкой ССКФ-7М по предшественнику «чистый пар». Под предпосевную культивацию

вносили минеральные удобрения из расчета (NPK)64 д.в. в виде азофоски (N16P16K16). Почвенный покров на опытном участке представлен темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвой среднего уровня плодородия с содержанием органического вещества – 5,60 %.

Полевые опыты проводили по следующей схеме опрыскивания посевов по вегетации в фазах: 1) кущения; 2) кущение + выход в трубку; 3) кущение + выход в трубку + появление флагового листа. Контрольный вариант – без обработки. Опрыскивание проводили ранцевым электрическим опрыскивателем «Solo 416» (Германия). Расход рабочей жидкости 300 л/га.

Протравливание семян и обработку посевов фунгицидными препаратами не проводили. Для контроля сорной растительности и вредителей посевов проводили обработку баковой смесью гербицидов (Балерина, СЭ – 0,4 л/га + Магnum, ВДГ – 7 г/га) с добавлением инсектицида Борей, СК – 0,1 л/га. Элементы структуры урожая определяли со снопового материала с учетных площадок, взятых с площади 0,25 м² в 4 повторениях.

Исследования проводили по методикам Б. А. Доспехова [9] и Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [10].

Содержание белка в зерне ячменя определяли на приборе Unity Scientific Spectra Star 2400 (Дания) методом инфракрасной спектроскопии; подсчет массы 1000 семян – с помощью автоматического счетчика семян SLY-C Plus (Китай).

Погодные условия в период исследований были нестабильны, что позволило достаточно объективно произвести анализ полученных в ходе исследования данных. В 2021 году отмечались резкие перепады среднесуточных температур воздуха в течение вегетации и неравномерная влагообеспеченность (ГТК = 0,70). Вегетационный период 2022 года сложился засушливым (ГТК = 0,53). Сильная засуха проявилась в июле, среднесуточная дневная температура достигала 28...34 °С, а среднесуточные – на 5,2 °С больше среднемноголетних значений. Вегетационный период 2023 года характеризовался как слабозасушливый по гидротермическому коэффициенту (ГТК = 0,90). Температурный режим практически соответствовал среднемноголетним значениям, а осадки выпадали крайне неравномерно в виде ливневых дождей. Но важные этапы органогенеза (кущение, выход в трубку, колошение) проходили со значительным недобором влаги в почве.

Результаты и обсуждение. Согласно полученным данным, применение РРРР оказывало сильное влияние на рост и развитие растений ярового ячменя сорта Любояр. В таблице представлены структурные показатели продуктивности, влияющие на урожайность данного сорта.

При высоте контрольного варианта 74 см выделился РРРР Новосил варианта № 2, увеличившим высоту растения на 4 см (78 см). Минимальные

высоты (73...74 см) при использовании данных препаратов зафиксированы в вариантах с 3-кратным применением РРРР Новосил и Амицид. Выявлено, что высота растений ячменя положительно коррелирует с урожайностью – $r = 0,457$.

Таблица

Структурный анализ растений ячменя ярового при разных схемах опрыскивания РРРР Новосил и Амицид, среднее 2021...2023 гг.

№ варианта	Высота, см	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Коэффициент кущения	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Белок, %
Новосил								
1	76	828	2,6	7,4	21,9	1,19	52,8	11,8
2	78	862	2,2	7,2	22,1	1,22	56,5	12,9
3	74	830	2,5	7,6	21,3	1,24	54,3	12,1
Амицид								
1	73	761	2,4	7,4	22,2	1,28	54,3	12,5
2	76	803	2,5	7,2	21,3	1,23	52,6	12,4
3	73	767	2,4	7,2	21,0	1,18	49,1	12,2
Контроль								
1	74	728	2,2	7,1	20,5	1,17	46,8	12,4
НСР ₀₅	2,1	14,3	0,19	0,24	1,1	0,12	0,15	0,08
Корреляция с урожайностью, г								
-	+0,457*	+0,696*	-0,067	+0,078	+0,185*	+0,236*	+0,572*	-

* – отличия от стандарта значимы при $P \geq 0,95$

Установлено, что величина урожая зависит от количества продуктивных стеблей ($r = 0,696$). Использование РРРР Новосил и Амицид комплиментарно повлияли на данный показатель, увеличив количество растений относительно контроля на 4,5 % (Амицид вариант № 1) и 18,4 % (Новосил вариант № 2). При сравнении действия двух препаратов между собой на изучаемый структурный элемент установлено, что РРРР Новосил более эффективно повлиял на число продуктивных стеблей, имея средние показатели в зависимости от варианта опыта от 828...862 шт./м², в сравнении с РРРР Новосилом – 761...803 шт./м².

Использование РРРР, относительно контроля, увеличило длину колоса на 1,4...7,0 % и число зерен в нем – на 2,4...8,3 %. Максимальный показатель длины колоса (7,6 см) зафиксирован при опрыскивании РРРР Новосил вариант № 2. Предельные значения «число зерен в колосе» (22,1...22,2 шт.) установлены при использовании РРРР Амицид (вариант № 1) и Новосил (вариант № 2).

Крупность зерна, выраженная массой 1000 зерен, существенно увеличилась с применением РРРР во всех вариантах опыта на 4,9...20,7 %. Очень крупное зерно (56,5 г) и повышенное содержание белка в зерне (12,9 %) имел Новосил (вариант № 2).

Основным показателем того или иного агротехнологического приема – оценка его влияния на продуктивность, которая является главным критерием эффективности данного опыта. При средней урожайности контрольного ва-

рианта 6,68 т/га выявлены варианты с РРРР, имеющие преимущество в сравнении со стандартом на 1,3...11,2 % (рис.).

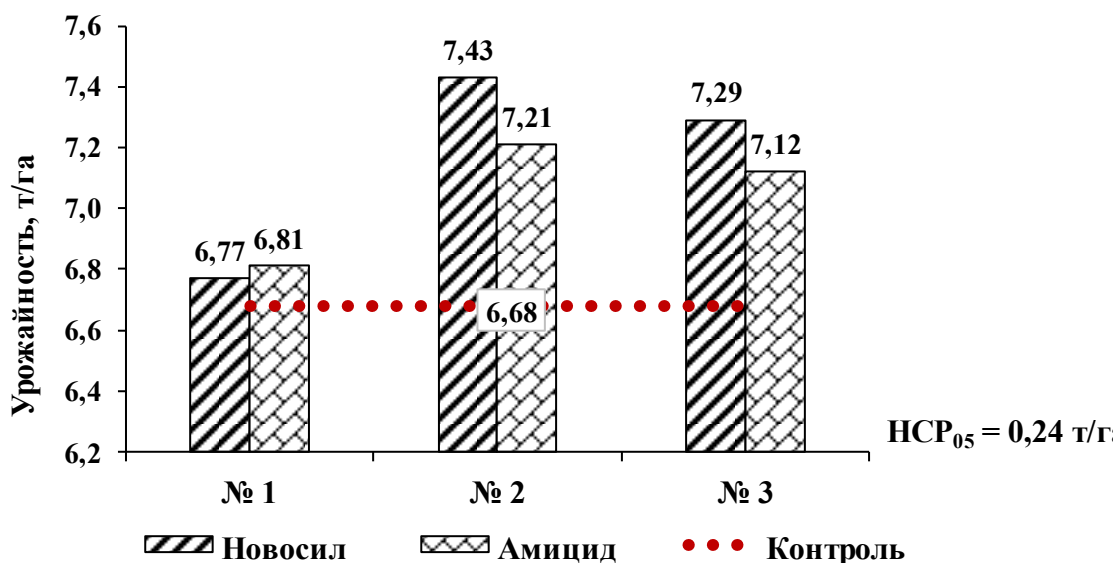


Рис. Средняя урожайность ячменя при разных схемах опрыскивания РРРР Новосил и Амицид, т/га (среднее 2021...2023 гг.)

Установлено, что максимальную урожайность при использовании РРРР Амицид и Новосил имели при двукратном опрыскивании (вариант № 2) вегетирующих растений ячменя – 7,21 и 7,43 т/га соответственно.

Заключение. В ходе трехлетних исследований выявлено положительное влияние РРРР Амицид и Новосил на урожайность ячменя и его структурные элементы в условиях Рязанской области на темно-серой лесной почве среднего уровня плодородия. Наибольшие показатели всех изученных в опыте параметров имел вариант № 2 с использованием РРРР Новосил: количество продуктивных стеблей – 862 шт./м²; количество зерен в колосе – 22,1 шт.; масса 1000 зерен – 56,5 г; урожайность – 7,43 т/га.

Список литературы

1. Кузьмицкая А. А., Коростелева О. Н., Иванюга Т. В., Кубышкин А. В. Растениеводство России и Брянской области: состояние и приоритеты развития отрасли // Продовольственная политика и безопасность. 2023. № 4. С. 693-718.
2. Левакова О. В. Вариабельность элементов структуры урожая ярового ячменя в зависимости от гидротермических условий вегетации // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. № 23(3). С. 327-333.
3. Павловская Н. Е., Гагарина И. Н., Бородин Д. Б., Попова А. Ю. Исследование действия биопрепарата на основе гуматов и микроэлементов на морфометрические показатели и урожайные данные озимой пшеницы // Вестник ОрелГАУ. 2023. № 1(100). С. 93-99.
4. Алферов А. А. Эффективность применения биопрепаратов на яровой пшенице // Плодородие. 2017. №5. С. 5-7.
5. Артемьева А. Е., Захарова М. Н., Рожкова Л. В. Эффективность применения регулятора роста Энергия-М в системе защиты озимой пшеницы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. № 22(6). С. 887-895.
6. Азизбекян Р. Р. Биологические препараты для защиты сельскохозяйственных растений (обзор) // Биотехнология. 2018. № 34(5). С. 37-47.
7. Левакова О. В. Биологическая эффективность применения гиббереллиновой кислоты в технологии возделывания рапса ярового в условиях Рязанской области // Аграрный научный журнал. 2023. № 2. С. 42-47.

8. Долгополова Н. В., Бабаскина А. А. Влияние стимуляторов роста на развитие и продуктивность озимой пшеницы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №1. С. 34-41.

9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 2011. 351 с.

10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 1. Общая часть. М., 2019. 329 с.

УДК 635.621.3

Влияние биопрепарата GROW-A на урожай кабачков

К. О. Лопатина¹, Е. А. Докучаева¹, И. В. Лыскова²

¹МКОУ Основная общеобразовательная школа
с. Николаево, Кировская область, Россия

²Фалёнская селекционная станция – филиал
ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
п. Фалёнки, Кировская область, Россия

Аннотация. Изучали влияние биопрепарата GROW-A (экстракт ели) на урожай кабачков сорта Скворушка. Схема опыта включала варианты: 1 – контроль (без обработки); 2 – обработка семян биопрепаратом; 3 – обработка семян + однократная обработка биопрепаратом по листу во время вегетации; 4 – обработка семян + двукратная обработка биопрепаратом по листу во время вегетации растений. Проведен сравнительный анализ полученных данных. При пересчете на одно растение продуктивность составила по вариантам опыта: 7,0 кг – контроль; 7,8 кг – при обработке семян; 10,7 кг – при обработке семян и однократно по листу; 18,8 кг – при обработке семян и двукратно во время вегетации растений. Применение биопрепарата GROW-A (экстракт ели) способствовало увеличению урожая кабачков.

Ключевые слова: урожайность, сорт, листовые подкормки

The effect of the biopreparation GROW-A on the zucchini harvest

K. O. Lopatina¹, E. A. Dokuchaeva¹, I. V. Lyskova²

¹Basic general education school
v. Nikolaevo, Kirov province, Russia,

²Falenki Breeding Station – Branch of FARC of the North-East
s. Falenki, Kirov province, Russia

Abstract. The effect of the biopreparation "GROW-A" (spruce extract) on the harvest of squash of the Skvorushka variety was studied. The scheme of the experiment included: option 1 – control (without treatment); option 2 – seed treatment with a biopreparation; option 3 – seed treatment + single treatment with a biopreparation on a leaf during the growing season; option 4 – seed treatment + double treatment with a biopreparation on a leaf during the growing season. A comparative analysis of the data obtained was carried out. When calculated per plant, productivity was according to the experimental variants: 7.0 kg – control, 7.8 kg – during seed treatment, 10.7 kg – during seed treatment and once per leaf, 18.8 kg – during seed treatment and twice during plant vegetation. The use of the biopreparation "GROW-A" (spruce extract) contributed to an increase in the harvest of zucchini.

Key words: yield, variety, leaf feeding

Кабачок, одна из самых популярных овощных культур, имеет долгую историю миграции через различные континенты. Его первоначальный родной регион находится в Центральной Америке, где он был открыт и приручен древними цивилизациями. Оттуда кабачок был впервые ввезен в Европу Колумбом в 1500-х годах, и после его введения кабачок стал популярным овощем во многих странах Европы и Северной Африки. С момента своего введения в Европу кабачок стал широко распространенным и был внесен во многие другие части мира. Он был принят с энтузиазмом в Индии, где стал одним из ключевых ингредиентов в местной кухне, а также в Китае и Японии, где процветают его различные сорта [<https://rostc.ru/obyasnyаем/istoriya-proisxozhdeniya-i-rasprostraneniya-kabachka/?ysclid=loe2lf79xn197258053>]. О происхождении кабачка существует красивая легенда. В древние времена мужчины из рыбацких деревень надолго уходили в море на промысел, а женщины оставались на берегу и переживали за своих мужей и сыновей. Однажды из моря вышли боги, и женщины стали просить их дать им овощ, который будет таким же вкусным и нежным как рыба, но расти при этом из земли. Тогда боги одарили женщин кабачками и научили их выращивать этот овощ. Европейцы долгое время видели в кабачке лишь декоративное растение и выращивали его в качестве украшения для сада. Яркий вкус кабачка оценили несколько позже, зато теперь его широко применяют в своей кухне многие народы. Например, кабачок часто встречается в средиземноморской кухне. В России кабачок стал известен только в XIX в. Он попал в нашу страну из Греции и Турции [<https://ped-kopilka.ru/raznoe/sad-i-ogorod/istorija-pojavlenija-kabachka-v-rosi.html>].

Кабачки обладают замечательными полезными свойствами и входят в состав диетического питания, так как они низкокалорийные (в 100 г кабачков содержится около 16 ккал). Кабачки полезны благодаря присутствию в них множества витаминов и минералов. Так, в мякоти кабачка присутствуют витамины С, А, РР, фолиевая кислота (витамины группы В), а также тиамин и рибофлавин. В семенах кабачка есть витамин Е. При употреблении кабачков в пищу в организм поступают калий, магний, железо, благодаря чему улучшается состав крови, что, в свою очередь, благотворно влияет на сердечно-сосудистую систему человека. Пищевые волокна кабачка впитывают токсины, соль, плохой холестерин, но не раздражают слизистые оболочки, поэтому его рекомендуют употреблять при различных восстановительных диетах. Молодые плоды кабачка полезны при диабете, также они улучшают работу печени, являются легким мочегонным средством. Съедобны и цветы кабачка, богатые витаминами, каротиноидами и флавоноидами. Жители Прованса любят фаршированные цветки кабачков. Важно подчеркнуть, что съедобные цветки кабачка необходимо выращивать на фоне органического земледелия [1...3].

Кабачок является светолюбивым и теплолюбивым растением, поэтому его нужно выращивать на солнечной стороне грядки шириной 60...70 см. Это

может быть небольшой участок для выращивания нескольких растений. Важно, чтобы ранее на этом месте не выращивались прочие представители семейства Тыквенных, иначе кабачки будут болеть, давая много пустоцветов. Для соблюдения огородного севооборота их лучше всего выращивать после таких культур: томатов, картофеля, капусты, лука, корнеплодов, зелени, бобовых.

В компании «Спецхимагро» производят биопрепараты торговой марки «GROW», обладающие фунгицидным, бактерицидным и ростостимулирующим действием. Линейка включает в себя 10 препаратов, в основе которых вытяжки экстрактов растений из ели, борщевика и других растений. Биопрепарат GROW-A (экстракт ели) – фунгицидное, бактерицидное средство защиты растений с ростостимулирующими свойствами. Используется для профилактики и борьбы с болезнями растений, играет роль стимулятора роста, особенно в период пестицидных обработок, снижает стресс. Действующим веществом препарата является экстракт древесной зеленой ели, в составе которой содержатся природные фунгициды, витамины А и С, эфирные масла, микроэлементы, полисахариды. Продукт является на 100 % натуральным, не имеет канцерогенов, красителей, тяжелых металлов. Имеет сертификат, разрешающий его применение в органическом земледелии. В 2018 году компания «Спецхимагро» с биопрепаратами ТМ «GROW» вступила в Союз органического земледелия России, а в 2020 году получила Сертификат соответствия с требованиями ГОСТ 33980-2016 – продукция органического растениеводства [<https://spetshimagro.ru/about-us/>].

Цель исследований – провести сравнительное изучение действия биопрепарата GROW-A (экстракт ели) на урожай кабачка сорта Скворушка.

Материалы и методы. Полевые исследования проведены на пришкольном участке школы с. Николаево (Фалёнский район, Кировская область). Под опыт отведен ровный участок, засоренность средняя, предшествующая культура – картофель. Удобрения не вносили. Размер участка под опытом – 21,42 м², число вариантов – 4, площадь каждого варианта – 5,4 м². В каждом варианте посажено 7 растений кабачка. Объект исследования – сорт кабачков Скворушка. Неприхотливый, холодостойкий, раннеспелый (46...50 дней), кустовой сорт. Плод цилиндрический, гладкий, темно-зеленый с мелкими светлыми точками, массой 0,7...1,1 кг. Мякоть плотная, хрустящая, сладкая, сочная, светло-желтая. Урожайность 6...7 кг/м². Ценность сорта: высокая урожайность, выравненность плодов, отличные вкусовые качества, хорошая лежкость, устойчивость к болезням. Агротехника сорта: посев в открытый грунт в конце мая – начале июня в лунки по 2...3 шт. Расстояние между лунками не менее 60 см. Посев на рассаду в начале мая. В открытый грунт рассаду высаживали в начале июня в фазе 2...4 листьев. Полив регулярный и обильный,

особенно в период плодоношения. Поливать необходимо теплой водой и под корень. При необходимости растения окучивают. При разрастании куста удаляют крупные листья для большего притока солнечного света и питательных веществ к завязям. Срезают плоды 1...2 раза в неделю, что дает возможность образования и развития новых завязей. Уборка по мере созревания плодов с июля до сентября.

Схема опыта: вариант 1 – контроль (без обработки); вариант 2 – обработка семян биопрепаратом; вариант 3 – обработка семян + однократная обработка биопрепаратом по листу во время вегетации; вариант 4 – обработка семян + двукратная обработка биопрепаратом по листу во время вегетации.

Обработку семян проводили следующим образом: в течение 30 секунд семена (15 шт. каждого варианта) замачивали в растворе биопрепарата (вариант 1 замачивали в воде), раствор биопрепарата готовили по инструкции к препарату – 2 мл биопрепарата концентрацией 95,5 % растворяли в 1 л воды. Пророщенные семена кабачков пикировали в одноразовые стаканчики, соблюдая варианты опыта. Для обработки по листу во время вегетации готовили свежий раствор такой же концентрации, как и для обработки семян. Однократную обработку по листу во время вегетации проводили через 10 дней после высадки рассады в грунт раствором путем опрыскивания листьев из пульверизатора, при двукратной обработке – с интервалом 10...15 дней от первой обработки.

Наблюдения за опытом заносили в дневник (табл. 1). Учет урожая проводили по массе в каждой опытной деланке, сбор кабачков для учета – по мере нарастания плода до 20...30 см.

Таблица 1

Дневник проведения работ на опыте, 2023 г.

Наблюдения	Вариант	Дата
Обработка семян	1 – обработку семян не проводили, 2, 3, 4 – обработка семян биопрепаратом GROW-A	18 мая
Массовые всходы	1, 2, 3, 4	21 мая
Посадка на рассаду	1, 2, 3, 4	23 мая
Посадка в грунт	1, 2, 3, 4	2 июня
Заморозок, количество оставшихся растений	1 – 6 шт., 2 – 7 шт., 3 – 7 шт., 4 – 5 шт.	12 июня
Первая обработка по листу	3 и 4	13 июня
Прополка	1, 2, 3, 4	13 июня
Вторая обработка по листу	4	26 июня
Вторая прополка	1, 2, 3, 4	26 июня
Сбор урожая	1, 2, 3, 4	24 июля – 4 сентября

Результаты и обсуждение. В начале исследования в каждом варианте было высажено по 7 растений кабачков. По данным Фалёнской метеостанции,

12 июня 2023 г. зафиксирован на почве заморозок с температурой -3 °С, в результате некоторые растения погибли: в варианте 1 (контроль) – осталось 6 растений, в вариантах 2 и 3 – растения не пострадали, в варианте 4 – осталось 5 растений. В связи с этим был сделан расчет урожая на количество оставшихся растений. Сравнивая результаты опыта, видим, что обработка кабачков биопрепаратом GROW-A (экстракт ели) способствовала увеличению урожая (табл. 2).

Таблица 2

Данные по сбору урожая, кг (2023 г.)

Дата сбора	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
24 июля	4,8	4,5	5,9	7,4
28 июля	3,3	7,9	7,1	6,2
31 июля	3,0	6,8	11,1	12,3
3 августа	1,3	3,1	4,8	1,3
7 августа	2,8	2,4	8,7	11,9
10 августа	3,3	3,0	5,4	8,5
14 августа	6,5	10,4	8,2	9,0
17 августа	1,5	7,6	6,9	11,4
22 августа	2,9	4,7	5,3	6,3
31 августа	4,8	4,0	6,7	9,8
4 сентября	7,7	0	5,1	10,1
Итого	41,9	54,4	75,2	94,2
Прибавка к контролю	-	12,5	33,3	52,3
Среднее на 1 растение	7,0	7,8	10,7	18,8
Процент к контролю	-	111	153	269

При обработке семян кабачка итоговый урожай составил 54,4 кг, что больше контрольного варианта на 12,5 кг, или на 30 %. Дополнительная однократная обработка растений кабачка во время вегетации способствовала увеличению урожая на 33,3 кг относительно контроля, или на 80 %. При двукратной обработке растений получили больше урожая на 52,3 кг, или 125 % к контрольному варианту. При пересчете на одно растение продуктивность составила по вариантам 7,0 кг – контроль, 7,8 кг – при обработке семян, 10,7 кг – при обработке семян и однократно по листу, 18,8 кг – при обработке семян и двукратно во время вегетации растений.

Выводы. Применение биопрепарата GROW-A (обработка семян, растений в период вегетации по листу) при выращивании кабачков сорта Скворушка положительно влияло на урожай: получено на 12,5 кг (обработка семян), 33,3 кг (обработка семян и однократная в период вегетации), и 52,3 кг (обработка семян и двукратная в период вегетации) больше, чем без обработки. Урожай возростал при увеличении кратности обработки растений во время вегетации на 25 %.

Список литературы

1. Кириллова О. А., Бухаров А. Ф. Сортимент кабачка для Центральной России // Картофель и овощи. 2014. № 6. С. 35-36.
2. Химич Г. А., Кушнерева В. П. Разнообразие овощных тыкв: кабачок и патиссон // Овощи России. 2009. № 3 (5). С. 43-45.
3. Иванова М. И., Кашлева А. И., Бухаров А. Ф., Балеев Д. Н., Разин А. Ф. Новый перспективный источник фитонутриентов в питании человека – съедобные цветки кабачка // Селекция, семеноводство и сортовая агротехника овощных, бахчевых и цветочных культур. Рязань: ГУП РО “Рязанская областная типография”, 2016. С. 138-141.

УДК: 633.1:631.559.2

Плотность посева как агротехнологический прием повышения урожайности ярового ячменя

Л. В. Панихина

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация: Установлена оптимальная густота посева для сортов *Родник Прикамья, Новичок и Памяти Родины*, при которой сорта формируют высокое качество зерна, урожайность и элементы ее структуры. Для сорта *Родник Прикамья* – 6,0 млн., для сортов *Памяти Родины* и *Новичок* – 5,0 млн. всхожих зерен на гектар.

Ключевые слова: загущенный посев, структура урожайности, масса зерна, продуктивность растений, сохранность растений, кустистость

Sowing density as an agrotechnological technique for increasing the yield of spring barley

L. V. Panikhina

*Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation*

Annotation: The optimal sowing density has been established for the varieties *Rodnik Prikamiya, Novichok and Pamyati Rodinoy*, which the varieties form high grain quality, yield and elements of its structure. For the variety *Rodnik Prikamiya* – 6.0 million, for the variety *Pamyati Rodinoy* and *Novichok* – 5.0 million germinating grains per hectare.

Keywords: thickened sowing, yield structure, grain weight, plant productivity, plant safety, bushiness

Обеспечение продовольственной независимости страны является главной задачей нашего времени. Для ее решения необходимо увеличивать валовые сборы урожая, совершенствуя методы выращивания культур, применять экологически безопасные энерго- и ресурсосберегающие технологии возделывания.

Зерновые культуры и их продукты переработки обеспечивают население питанием не только растительного, но животного происхождения. Яровой ячмень является важной продовольственной, технической и фуражной культурой. В нашей стране основное количество зерна ячменя (около 70 % валового сбора) расходуется на производство концентрированных кормов для животных [1...3]. Повышение продуктивности ячменя является важной задачей в сельском хозяйстве. Создание благоприятных условий для появления всходов, развития растений и их продуктивности зависит от температуры воздуха и влажности почвы при прорастании семян, полевой всхожести, площади питания и исходной густоты стояния растений [4...6]. На каждый процент уменьшения полевой всхожести семян урожайность ярового ячменя снижается на 1,3 % [7]. Получение заданной плотности посева к уборке является важной задачей при возделывании культуры. Плотность посева влияет на процесс формирования агрофитоценоза и элементы продуктивности растений: полевую всхожесть, выживаемость растений, кустистость, озерненность колоса, массу зерна в колосе и урожайность. Рекомендуемая густота посева для конкретных почвенно-климатических условий определяется погодными условиями возделывания, созданием экономически эффективных и нересурсоемких агрофитоценозов [8]. Основная роль в повышении урожайности и ее стабильности уделяется сорту, который способен максимально использовать адаптационный потенциал, не только выдержать действие стрессовых факторов, но и обеспечить высококачественный урожай. В стране доля сорта в формировании величины и качества урожая достигает 50...70 % [9].

Цель работы – определить влияние плотности посева на элементы структуры и урожайность сортов ячменя.

Материалы и методы. Исследования выполняли в 2021...2023 г. на окультуренных дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах опытного поля ФАНЦ Северо-Востока с содержанием гумуса – 2,27 %, рН солевой вытяжки 5,6. Обработку почвы проводили в соответствии с зональными рекомендациями [10]. Изучали различную густоту посева сортов ячменя Родник Прикамья, Новичок и Памяти Родиной (5,0 (контроль); 6,0; 7,0 и 8,0 млн всхожих семян на гектар). Опыт проводили в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания (1985). Повторность 4-кратная, предшественник – чистый пар, площадь опытных делянок – 10 м². В период вегетации 2021 года наблюдали низкую влагообеспеченность и повышенную температуру воздуха (ГТК = 1,12.). Агрометеорологические условия 2022 года характеризовались избыточным увлажнением и высокими температурами (ГТК = 2,20). Период вегетации 2023 года характеризовался как влажный и теплый (ГТК = 1,75). Математическая обработка полученных результатов проведена методом

дисперсионного анализа с использованием селекционно-генетической компьютерной программы «AGROS 2.07».

Результаты и обсуждение. Установлено, что увеличение количества высеянных семян не повлияло на выживаемость растений сортов Родник Прикамья и Памяти Родины в отличие от сорта Новичок, у которого количество сохранившихся к уборке растений при загущении посева (8,0 млн) снизилось на 15 % относительно контроля (табл. 1).

Таблица 1

**Элементы структуры урожайности ярового ячменя
в зависимости от плотности посева (в среднем за 2021...2023 гг.)**

Норма высева, млн семян/га (фактор В)	Количество всходов, шт./м ²	Сохранность к уборке, шт./м ²	Выживаемость, %
Родник Прикамья (фактор А)			
5,0 (контроль)	369	344	93
6,0	513	455	90
7,0	560	450	82
8,0	596	559	93
Среднее по сорту	510	452	90
Новичок			
5,0 (контроль)	416	380	91
6,0	509	424	83
7,0	569	502	88
8,0	595	455	76
Среднее по сорту	522	440	85
Памяти Родины			
5,0 (контроль)	366	302	82
6,0	390	329	84
7,0	500	413	82
8,0	613	469	76
Среднее по сорту	467	378	81
НСР ₀₅ фактор А	42	39	6
НСР ₀₅ фактор В	48	45	Нет различий

Установлены различные реакции сортов на увеличение плотности агроценоза (рис.). Сорт Родник Прикамья при загущении посева достоверно увеличивал урожайность, максимальная достоверная прибавка 0,9 т/га отмечена при высеве 8,0 млн всхожих зерен на гектар, что объясняется высокой выживаемостью растений. Сорт Памяти Родины снижал урожайность во всех вариантах опыта, достоверное снижение урожайности на 0,7 т/га отмечено при высеве 8,0 млн. У сорта Новичок не выявлено существенного изменения урожайности при увеличении густоты посева.

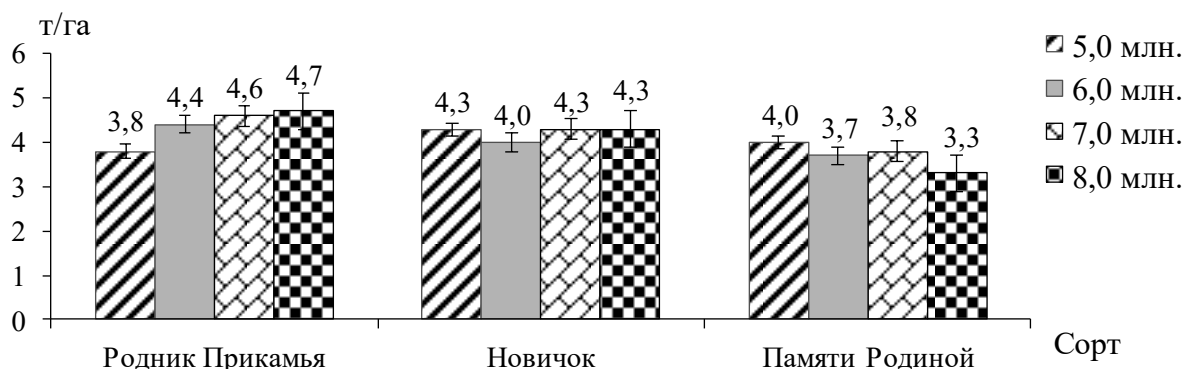


Рис. Зависимость урожайности ярового ячменя от плотности посева (в среднем за 2021...2023 гг.), т/га

Продуктивная кустистость и масса зерна с растения часто становятся объектами агрономических исследований. Кустистость во многом определяется действиями условий внешней среды и сопоставима с массой зерна с растения. Анализ элементов структуры позволил установить, что при загущении посева эти параметры снизились у сортов Родник Прикамья и Памяти Родиной. У сорта Новичок достоверное снижение массы зерна с растения отмечено только при высеве 7,0 млн. (табл. 2).

Таблица 2

Элементы структуры урожая и выход зерна ярового ячменя в зависимости от плотности посева (в среднем за 2021...2023 гг.)

Норма высева, млн семян/га (фактор В)	Продуктивная кустистость, шт.	Масса зерна с растения, г	Выход зерна от общей биомассы, %
Родник Прикамья			
5,0 (контроль)	2,2	1,53	54
6,0	1,7	1,17	56
7,0	1,5	1,06	56
8,0	1,5	0,98	54
Среднее по сорту	1,7	1,19	55
Новичок			
5,0 (контроль)	1,7	1,35	50
6,0	1,6	1,16	53
7,0	1,6	1,12	47
8,0	1,7	1,25	51
Среднее по сорту	1,7	1,22	51
Памяти Родиной			
5,0 (контроль)	2,1	1,55	52
6,0	1,6	1,04	53
7,0	1,6	1,09	52
8,0	1,5	0,97	54
Среднее по сорту	1,7	1,16	53
НСР ₀₅ фактор А	Нет различий		3
НСР ₀₅ фактор В	0,3	0,23	Нет различий

Фактическая урожайность, урожайность соломы, потери зерна при уборке определяют выход зерна от общей массы урожая. Показатель изменялся в пределах 47...56 % среди исследуемых сортов. Максимальный выход зерна отмечен у сорта Родник Прикамья при высеве 6,0 и 7,0 млн всхожих зерен на гектар – 56 %. У сорта Новичок при загущении посева выход зерна достоверно снизился до 47 % при высеве 7,0 млн всхожих семян на гектар. Не отмечено влияние загущения посева на этот показатель у сорта Памяти Родины.

В результате проведенных исследований не установлено влияния густоты продуктивного стеблестоя на такие показатели качества зерна, как масса 1000 зерен, натура зерна и выравненность.

Анализ экономической эффективности возделывания ячменя при различной густоте посева показал, что у сорта Родник Прикамья с увеличением плотности посева себестоимость тонны снизилась. Максимальное снижение на 7,7 % отмечено при высеве 6,0 млн всхожих зерен на гектар. У сортов Новичок и Памяти Родины при загущении посева издержки возросли, себестоимость тонны зерна увеличилась на 16,2 и 40,3 % соответственно, что говорит о неэффективности увеличения нормы высева у данных сортов.

Заключение. Для сорта Родник Прикамья оптимальна густота стояния растений 6,0 млн всхожих зерен на гектар, при которой отмечена достоверная прибавка урожая и выхода зерна от общей биомассы, минимальная себестоимость тонны зерна. Для сортов Памяти Родины и Новичок – 5,0 млн всхожих зерен на гектар.

Список литературы

1. Юшкевич Л. В. Щитов А. Г., Егорова Н. И., Штро Е. В. Совершенствование технологии возделывания ячменя в лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2013. № 2. С. 26-28.
2. Еряшев А. П., Саулин А. А. Влияние норм высева на продуктивность сортов многорядного ячменя в республике Мордовия // Нива Поволжья. 2010. № 1. С. 11-14.
3. Родина Н. А., Щенникова И. Н., Кокина Л. П. Реакция новых сортов ячменя на различные приемы технологии // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 8. С. 14-16.
4. Шевченко В. А., Просвирык П. Н. Совершенствование технологических приемов возделывания смешанных посевов // Агроинженерия. 2012. № 1 (52). С. 34-40.
5. Масалов В. Н., Березина Н. А., Червонова И. В. Состояние зернового хозяйства России, роль зерновых в кормлении сельскохозяйственных животных и питании человека // Вестник аграрной науки. 2021. № 2 (89). С. 3-15.
6. Боме Н. А., Боме А. Я., Тетяников Н. В. Полевая всхожесть семян и выживаемость растений ячменя как показатели адаптации к меняющимся условиям среды // Аграрный вестник Урала. 2015. № 4 (134). С. 15-18.
7. Бесалиев И. Н., Мережко О. Е. Количество всходов и полевая всхожесть яровой твердой пшеницы в зависимости от запасов продуктивной влаги в посевном слое почвы по различным предшественникам // Инновации в науке. 2014. № 35. С. 68-72.
8. Митрофанов Ю. И., Гуляев М. В., Лукьянов С. А. Нормы высева ячменя на осушаемых землях // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. № 10. С. 140-147.
9. Ерешко А. С., Шикина Л. В. Совершенствование технологии возделывания ячменя. Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА. 2010. 117 с.
10. Козлова Л. М., Попов Ф. А., Носкова Е. Н., Иванов В. Л. Улучшенная ресурсосберегающая технология обработки почвы и применения биопрепаратов под яровые зерновые культуры в условиях центральной зоны Северо-Востока европейской части России // Аграрная наука Северо-Востока. 2017. № 3 (58). С.45-48.

Полувековая история агрохимического стационара

Ф. А. Попов, Е. Н. Носкова, Е. В. Светлакова
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлена краткая история длительного стационарного опыта с минеральными удобрениями на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, сформированной на элювии пермских глин. В 1972...1974 гг. закончилась восьмая ротация зернопаротравяного шестипольного севооборота ранее в трёх, а на данный момент в двух закладках длительного стационарного опыта. Использовались аммиачная селитра, двойной суперфосфат и хлористый калий. С возрастанием доз минеральных удобрений урожайность зерновых культур возрастала, однако прибавки урожая от каждой последующей их дозы снижались. Урожайность клевера лугового с возрастанием доз удобрений снижалась. Урожайность зерновых культур в основном определяется применением азотных и фосфорных удобрений и их взаимодействием. Калийные удобрения оказывают существенное влияние на величину урожая зерна при их совместном внесении с азотными.

Ключевые слова: длительный опыт, ротация, дерново-подзолистая среднесуглинистая почва, минеральные удобрения, урожайность

Half a century of history of agrochemical stationary experience

F. A. Popov, E. N. Noskova, E. V. Svetlakova
Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation

Abstract. The article presents a brief history of a long-term stationary experiment with mineral fertilizers on sod-podzolic medium loamy soil formed on the eluvium of Permian clays. From 1972...1974 The eighth rotation of the grain-and-grass six-field crop rotation has ended previously in three, and currently in two, plantings of a long-term stationary experiment. Ammonium nitrate, double superphosphate and potassium chloride were used. With increasing doses of mineral fertilizers, the yield of grain crops increased, but the increase in yield from each subsequent dose decreased. The yield of meadow clover decreased with increasing doses of fertilizers. The yield of grain crops is mainly determined by the use of nitrogen and phosphorus fertilizers and their interaction. Potassium fertilizers have a significant impact on the grain yield when applied together with nitrogen fertilizers.

Keywords: long experience, rotation, sod-podzolic loam soil, mineral fertilizers, productivity

Длительные стационарные опыты с удобрениями представляют собой особую ценность для науки. На сегодняшний день в мире проводится более 600 длительных полевых опытов с удобрениями. Длительные стационарные эксперименты являются уникальной основой для проведения исследований по изучению эффективности удобрений, их влиянию на почвенное плодородие, урожайность и качество сельскохозяйственных культур [1]. С 1941 года по

инициативе Д. Н. Прянишникова в Советском Союзе, а теперь и в Российской Федерации организована и продолжает свою работу Географическая сеть опытов с удобрениями. В настоящее время в рамках Геосети проводится более 130 полевых многолетних опытов с удобрениями, среди которых длительностью более 70 лет, а более половины из них перешагнули 35-летний рубеж [2]. Удобрения являются одним из основных факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур. В среднем в России минеральные удобрения вносят в дозе 39...40 кг д.в./га. При этом 53 % площади пашни остаются неудобренными [3].

В ФАНЦ Северо-Востока на опытном поле в с. Красное заложен полевой опыт с возрастающими дозами и различными соотношениями минеральных удобрений. Агрохимический стационар организован в период с 1972 по 1974 гг. под руководством зав. лабораторией агрохимии, кандидата с.-х. наук Сурова Николая Григорьевича, который возглавлял работы до 1996 года. На протяжении 50 лет на этом полевом стационаре непрерывно ведутся исследования эффективности длительного применения минеральных удобрений. В 1997...2011 гг. работами руководил кандидат биологических наук А. В. Пасынков, защитивший докторскую диссертацию в 2004 году. В 1999 году опыт получил аттестат длительного опыта №12, подтверждающий включение в реестр Географической сети опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами. В разные годы на стационарном опыте работали кандидат с.-х. наук М. И. Пономарева, кандидат биологических наук Е. Н. Пасынкова, научные сотрудники Г. Г. Садакова, Г. И. Дуняшева, С. А. Баландина, Н. В. Рублева и другие. С 2012 года исследования вел доктор с.-х. наук В. Д. Абашев. В настоящее время работы продолжают кандидаты с.-х. наук Е. Н. Носкова, А. П. Кислицына, младшие научные сотрудники Е. В. Светлакова, А. Ю. Софронова под руководством кандидата с.-х. наук Ф. А. Попова.

Цель работы – изучение влияния длительного применения различных доз и соотношений элементов питания на продуктивность культур зернопаротравяного севооборота.

Материалы и методы. Изучение влияния длительного применения возрастающих доз и соотношений минеральных удобрений (NPK) на продуктивность культур зернопаротравяного севооборота на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, сформированной на элювии пермских глин, до 2016 года проводилось в трех полях (закладках) стационарного опыта, далее только в двух полях. Схема опыта представляет собой выборку из полной факториальной схемы и включает в себя 54 варианта. Посевная площадь опытной делянки – 140 м², повторность – двукратная. В опытах применялись аммиачная селитра, двойной суперфосфат и хлористый калий [4]. В данной статье приведены результаты шести основных вариантов опыта, дозы удоб-

рений даны в таблицах 1...4, под клевер удобрения не вносились. Агрохимическая характеристика почвы перед закладкой опыта: рН – 4,6, гумус – 1,53 %, P₂O₅ – 40...50 мг/кг, K₂O – 120...140 мг/кг (среднее по трем полям). Агротехника в опыте – общепринятая для Нечерноземной зоны. Уборку урожая зерновых проводили в фазу полной спелости комбайном Сампо 500. В первые три ротации исследования проводились в семипольном севообороте, в остальных ротациях – в шестипольном. Чередование культур в севообороте приведено в таблицах 1...4. В опыте использовались сорта с.-х. культур, районированные в Кировской области: озимая рожь – Вятка 2, Голубка, Дымка, Фаленская 4; ячмень – Луч, Зазерский 85, Викинг, Дина, Биос-1, Эльф, Абава; яровая пшеница – Ленинградка, Иргина, Приокская, Свеча; овёс – Орёл, Сельма, Аргмак, Вятский голозёрный; клевер луговой – Кировский 159, Кудесник, Ратибор, Трио.

Результаты и обсуждение. В первой ротации севооборота возделывали картофель сорта Лорх. Результаты учета урожая клубней картофеля в среднем за три года (табл. 1) показывают, что минеральные удобрения оказали существенное влияние на повышение урожая клубней [5].

Таблица 1

Урожайность с.-х. культур (т/га) в первой ротации севооборота (среднее по трем полям)

Вариант	Овёс Орёл 1972...1974 гг.	Озимая рожь Вятка 2, 1974...1976 гг.	Картофель Лорх 1975...1977 гг.	Ячмень Луч + клевер 1976...1978 гг.	Клевер (сено) Кировский 159 1977...1979 гг.	Яровая пшеница Ленинградка 1978...1980 гг.
Контроль	1,15	2,26	11,8	2,00	3,28	3,12
(NPK)30	1,74	3,06	17,7	3,04	5,48	3,73
(NPK)60	2,02	3,74	24,7	3,69	5,60	4,38
(NPK)90	2,26	4,40	26,2	3,97	5,53	4,91
(NPK)120	2,46	4,46	28	4,26	5,15	5,12
(NPK)150	2,65	4,30	27,5	4,23	4,34	4,72
HCP ₀₅	0,25	0,28	1,8	0,46	0,56	0,35

Примечания: под картофель за единицу дозы NPK принято N40P40K40, под яровую пшеницу N20P20K20

Достоверное повышение урожая зерновых культур наблюдали до уровня N90P90K90 (табл. 1, 2). Однако резкое повышение урожайности было только от первой дозы удобрений N30P30K30. Каждое последующее увеличение удобрений на 30 кг д.в. закономерно снижало оплату туков. Оценивая действие отдельных видов удобрений, следует сказать, что величина урожайности зерновых культур определялась уровнем азотного питания. Действие фосфора значительно слабее азота, а эффект от калия наблюдался лишь в один засушливый год [6].

На клевере учитывалось последствие удобрений, внесенных под ячмень. При возделывании клевера с возрастанием доз минеральных удобрений урожайность его снижалась. Особенно ярко это проявилось во второй и пятой ротациях севооборота (табл. 2, 4).

Таблица 2

**Урожайность с.-х. культур (т/га) во второй ротации севооборота
(среднее по трем полям)**

Вариант	Ячмень Викинг 1979...1981 гг.	Озимая рожь Голубка 1981...1983 гг.	Ячмень Зазерский 85 + клевер 1982...1984 гг.	Клевер (сено) Кировский 159 1983...1985 гг.	Яровая пшеница Ленинградка 1984...1986 гг.	Овёс Сельма 1985...1987 гг.
Контроль	1,59	2,00	1,83	6,97	2,70	1,65
(NPK)30	2,88	2,73	3,14	6,62	3,49	2,54
(NPK)60	3,27	3,07	4,43	6,31	3,98	3,29
(NPK)90	3,67	3,71	4,62	5,25	4,44	3,66
(NPK)120	3,84	3,68	4,07	4,32	4,48	3,43
(NPK)150	3,90	3,18	3,81	3,82	4,29	3,34
НСР ₀₅	0,51	0,29	0,25	1,03	0,37	0,36

Примечание: под яровую пшеницу за единицу дозы NPK принято N20P20K20

В третьей ротации в схему севооборота были внесены изменения. Озимую рожь возделывали по чистому пару и пласту клевера II года пользования. Урожайность озимой ржи была выше по пласту клевера. Также возделывали 2 сорта ячменя. В лучшем варианте N90P90K90 сорт Луч обеспечил урожайность 5 т/га, а сорт Зазерский 85 – 4 т/га (табл. 3).

Таблица 3

**Урожайность с.-х. культур (т/га) в третьей ротации севооборота
(среднее по трем полям)**

Вариант	Озимая рожь Дымка 1987...1989 гг.	Ячмень Зазерский 85 + клевер 1988...1990 гг.	Клевер 1 г.п. (сено) Кировский 159 1989...1991 гг.	Клевер 2 г.п. (сено) Кировский 159 1990...1992 гг.	Озимая рожь Кировская 89 1991...1993 гг.	Ячмень Луч 1992...1994 гг.
Контроль	2,49	1,95	6,58	4,99	2,49	2,12
(NPK)30	3,16	3,16	5,64	4,72	3,29	3,26
(NPK)60	3,49	3,77	6,19	5,18	3,81	4,06
(NPK)90	4,00	4,03	6,16	5,38	4,24	5,01
(NPK)120	3,81	4,20	5,19	5,14	4,62	4,56
(NPK)150	3,80	4,12	5,01	4,69	4,49	4,46
НСР ₀₅	0,23	0,34	0,62	0,70	0,37	0,44

В последующих ротациях вернулись к прежней схеме севооборота. В изменении урожайности изучаемых культур проявилась следующая закономерность: с возрастанием доз минеральных удобрений урожайность зерновых

культур возрастала, однако прибавки урожая от каждой последующей их дозы снижались, т. е. действие возрастающих доз минеральных удобрений носило затухающий характер. Следует отметить, что отмеченные выше закономерности действия возрастающих доз минеральных удобрений на величину урожая с.-х. культур проявлялись во все годы проведения исследований [4].

Таблица 4

Урожайность с.-х. культур в пятой, шестой, седьмой и восьмой ротациях севооборота, т/га (среднее по полям)

Культура	Ротация	Вариант					
		Контроль	(NPK)30	(NPK)60	(NPK)90	(NPK)120	(NPK)150
Озимая рожь	5	1,94	2,72	3,37	3,85	4,19	4,32
	6	2,11	2,91	3,46	4,28	4,83	4,93
	7	2,84	3,57	3,89	4,44	4,24	4,87
	8	1,83	3,63	4,47	4,90	5,70	5,94
Ячмень + клевер	5	1,26	3,26	3,97	4,61	4,84	5,03
	6	1,30	2,90	3,54	3,97	3,96	4,21
	7	1,40	2,44	2,92	3,41	3,35	3,61
	8	0,87	2,25	3,41	3,80	4,77	4,60
Клевер 1 г. п.	5	4,08	3,81	2,98	2,59	2,22	2,02
	6	5,51	6,08	5,59	5,31	5,19	4,90
	7	4,58	6,18	5,16	5,68	5,41	6,54
	8	7,12	6,16	5,40	5,16	3,89	2,45
Яровая пшеница	5	2,09	2,85	3,14	3,85	3,87	4,00
	6	2,64	3,33	3,68	4,22	4,28	4,10
	7	2,06	3,39	4,29	4,18	4,23	4,54
	8	2,00	2,87	3,36	3,77	4,28	4,81
Овес пленчатый Овес голозерный	5	1,84	2,95	3,34	3,88	4,08	3,92
	8	1,64	3,24	4,21	4,43	5,17	5,02
	6	1,18	2,47	2,92	3,56	3,86	3,97
	7	1,41	1,96	2,37	2,53	2,74	2,59

Урожайность яровой пшеницы в варианте без удобрений была значительно выше урожайности озимой ржи, ячменя и овса. Это объясняется положительным влиянием предшественника пшеницы – пласта клевера лугового.

Заключение. Урожайность зерновых культур (озимая рожь, яровые ячмень, пшеница и овес) при выращивании их на дерново-подзолистой почве со средним содержанием гумуса в основном определяется применением азотных и фосфорных удобрений и их взаимодействием. Калийные удобрения оказывают существенное влияние на величину урожая зерна при их совместном внесении с азотными, а также в условиях засухи в период вегетации.

Список литературы

1. Налиухин А. Н. 80 лет Географической сети опытов с удобрениями // Плодородие. 2021. № 3. С. 6-8.
2. Сычев В. Г., Беличенко М. В., Романенков В. А. Этапы развития, результаты исследований и актуальные проблемы длительных агрохимических полевых опытов географической сети опытов с удобрениями // Агрохимия. 2018. №1. С. 3-16.
3. Волынкина О. В. Предельные прибавки урожайности сельскохозяйственных культур от азота и его окупаемость на среднесуглинистом выщелоченном черноземе. Сообщ. 1 // Плодородие. 2021. № 2. С. 9-13.
4. Пасынков А. В., Светлакова Е. В., Пасынкова Е. Н., Садакова Г. Г., Баландина С. А., Дуняшева Г. И., Котельникова Н. В., Рублева Н. В., Татарина М. С. Изменение агрохимических показателей почвы и продуктивности севооборота при длительном применении удобрений // Результаты длительных исследований в системе Геосети опытов с удобрениями РФ. Вып. 2. М.: ВНИИА, 2012. С. 267-288.
5. Сувор Н. Г., Пономарева М. И., Шашина З. А., Фролова А. Ф. Влияние возрастающих доз удобрений на урожай и качество клубней картофеля // Эффективность научных исследований по растениеводству и животноводству. Киров, 1978. С. 104-106.
6. Сувор Н. Г. Результаты факториальных опытов с удобрениями и возможности их использования для выращивания планируемых урожаев зерновых культур // Эффективное использование минеральных удобрений. Киров, 1976. С. 110-112.

УДК 633.325:633.2/.3:631.563

Определение физиологических показателей качества и сроков хранения семян клевера красноватого (*Trifolium rubens* L.)

Е. В. Попова, Е. Г. Арзамасова, И. В. Шихова
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н.В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлены результаты определения показателей всхожести и возможных сроков хранения семян клевера красноватого (*Trifolium rubens* L.) в условиях Кировской области. Семенной материал урожаев 2009, 2015...2018 гг. отличался по исходным показателям физиологического качества: всхожесть семян – 94,0...100 %, энергия прорастания – 64,0...81,3 %, твёрдосемянность 8,7...28,0 %. В процессе хранения всхожесть семян постепенно снижалась в среднем с 97,0 (год уборки) до 63,7 (пятый год хранения), значения показателя сохранялись на уровне кондиционных семян (89,5; 81,6; 75,9 %) в течение первых трёх лет хранения. Исходная энергия прорастания составила 73,2 %, ко второму году хранения постепенно снизилась до 54,4 % и сохранялась на этом уровне в третий и четвёртый годы хранения – 55,0 и 53,3 %, затем продолжила своё снижение до 43,6 %. Твёрдосемянность при пятилетнем хранении постепенно снижалась с 15,8 до 5,7 %: в первый и второй годы хранения – на 3,2 и 2,6 %, в третий-пятый – на 1,1...2,0 %. Результаты исследований показали, что семенной материал клевера красноватого в условиях Кировской области может храниться в течение трёх лет.

Ключевые слова: семенной материал, всхожесть, энергия прорастания, твёрдосемянность

Determination of physiological indicators of the quality and shelf life of red feather clover seeds (*Trifolium rubens* L.)

E. V. Popova, E. G. Arzamasova, I. V. Shihova
Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N.V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation

Abstract. *The article presents the results of determining the germination rates and possible shelf life of red feather clover seeds (*Trifolium rubens* L.) in the conditions of the Kirov region. The seed material of the harvests of 2009, 2015...2018 differed in terms of initial indicators of physiological quality: seed germination – 94.0...100 %, germination energy – 64.0...81.3 %, seed hardness – 8.7...28.0 %. During storage, seed germination gradually decreased on average from 97.0 (year of harvest) to 63.7 (fifth year of storage), the values of the indicator remained at the level of conditioned seeds (89.5; 81.6; 75.9 %) during the first three years of storage. The initial germination energy was 73.2 %, by the second year of storage it gradually decreased to 54.4 % and remained at this level in the third and fourth years of storage – 55.0 and 53.3 %, and then its decline continued to 43.6 %. The hard-seed content during five-year storage gradually decreased from 15.8 to 5.7 %: in the first and second years of storage – by 3.2 and 2.6 %, in the third and fifth – by 1.1...2.0 %. The results of the research showed that the seed material of reddish clover in the conditions of the Kirov region can be stored for three years.*

Keywords: *seed material, germination, germination energy, seed hardness*

В настоящее время наряду с созданием новых сортов клевера лугового и клевера гибридного, широко распространённых в сельскохозяйственном производстве России, большое внимание уделяется формированию и изучению коллекций других видов бобовых трав, способных развиваться как пастбищные и сенокосные растения с потенциалом производства корма, биомассы и/или азота. В этом направлении определённый интерес представляет клевер красноватый (*Trifolium rubens* L.), отличающийся повышенной устойчивостью к засухе, болезням, продуктивным долголетием, возможностью размножения корневыми отпрысками. Интродукция любого нового вида начинается с вопросов возможности его репродукции в конкретных агрометеорологических условиях, получения качественного посевного материала, а также создания страховых фондов для дальнейшей исследовательской и селекционной работы. Клевер красноватый – новый для Кировской области вид, многие из перечисленных вопросов требуют изучения.

Цель исследования – определить возможные сроки хранения семян клевера красноватого, репродукции в условиях Кировской области.

Материал и методы. Объект исследований – семена клевера красноватого урожая 2009, 2015...2018 гг. Семенной материал произведён в питомнике интродукционного размножения, на опытном участке лаборатории селекции и первичного семеноводства многолетних трав экспериментального

поля ФАНЦ Северо-Востока. Полученные семена подверглись двойной очистке с доведением до 100%-ной чистоты. Хранили семена в бумажных пакетах в лабораторных условиях. Определение показателей физиологического качества семян (всхожесть, энергия прорастания, содержание твёрдых) проведено через два месяца после уборки урожая и ежегодно в течение пяти лет хранения по требованиям ГОСТов для клевера лугового тетраплоидного. Результаты экспериментальных исследований обработаны методами статистического анализа с использованием пакета селекционно-ориентированных программ AGROS v. 2.07 и программы Microsoft Office Excel 2011.

Результаты и обсуждение. Семена многих многолетних бобовых культур способны длительное время сохранять всхожесть: клевер гибридный и паннонский в течение 4 лет, клевер луговой и ползучий – 5 лет; люцерна – 8...10 лет [1, 2], лядвенец рогатый – 4...10 лет [3, 4]. По истечении этого срока происходит резкое снижение всхожести, и семена почти полностью теряют свою жизнеспособность.

Результаты исследований показали, что все семена имели очень высокую исходную всхожесть (нулевой год хранения) – 94,0...100 % (табл. 1).

Таблица 1

Всхожесть семян в год закладки и по годам хранения, %

Год урожая	Год хранения					
	0	1	2	3	4	5
2009	96,0*	85,0	68,0***	69,0	70,0	68,0
2015	99,6	88,9	74,2	59,5	44,7	40,0
2016	100,0	99,8	94,6	89,3	79,0**	74,0
2017	94,0	90,0	85,3	75,0	75,0	72,3
2018	95,3	84,0	86,0	86,7	83,3	64,0

* отмеченные полужирным шрифтом значения всхожести относятся к категории «оригинальные и элитные семена»; ** полужирным шрифтом и курсивом – к категории «репродукционные семена»; *** к категории «некондиционные семена»

В первый год хранения всхожесть снизилась до 84,0...99,8 %, но по-прежнему находилась на уровне требований для категории «оригинальные и элитные семена» (не ниже 80 %). Качества семенного материала урожая 2018 г. сохранялись до четвёртого года хранения, 2016 г. – до третьего, 2017 г. – до второго.

У семян урожая 2017 г. в третий и четвёртый годы хранения всхожесть снизилась до 75,0 %, они были отнесены к категории «репродукционные» (не ниже 75 %).

У семенного материала урожая 2009 и 2015 гг. во второй год хранения резко снизилась всхожесть до 68,0 и 74,2 %, и он был переведён в категорию «некондиционные» (ниже 75 %).

Пятилетнее хранение привело к потере кондиционности всего семенного материала.

По уровню показателей энергии прорастания семян ограничений ГОСТа не существует. Однако дружнее всходы появляются при высокой энергии прорастания семян, проростки при этом обычно более устойчивы к неблагоприятным условиям, растут и развиваются быстрее, меньше заражаются болезнями [5].

Исходные значения энергии прорастания семян клевера красноватого колебались от 64,0 до 81,3 % (табл. 2).

Таблица 2

Энергия прорастания семян в год закладки и по годам хранения, %

Год урожая	Год хранения					
	0	1	2	3	4	5
2009	65,0	55,0	36,0	37,0	38,0	36,0
2015	81,2	67,6	50,6	37,5	27,3	26,0
2016	81,3	80,7	77,9	73,3	66,0	44,7
2017	74,5	71,1	63,3	55,0	70,0	53,3
2018	64,0	54,7	44,0	72,0	66,3	58,0

Начиная с года получения семенного материала при пятилетнем хранении, происходило постепенное снижение значений энергии прорастания.

Исследования ряда авторов показывают, что лабораторная всхожесть семян коррелирует с энергией прорастания [6]. Проведённый парный регрессионный анализ показал, что с первого по четвёртый годы хранения отмечена сильная положительная зависимость всхожести семян и энергии прорастания ($r = 0,95; 0,82; 0,96; 0,87$). В пятый год хранения каких-либо связей получено не было. В год получения семенного материала наблюдалась сильная отрицательная связь между показателями энергии прорастания и содержанием твёрдых семян ($r = -0,92$).

Как у многих многолетних бобовых трав, в семенном материале клевера красноватого присутствуют твёрдые семена, которое участвуют в сложных процессах, обеспечивающих длительное сохранение всхожести. Условия образования таких семян у вида, а также уровень «твёрдосемянности» требуют изучения.

В год закладки на хранение семенной материал урожаев 2015 и 2016 гг. имел преимущественно невысокую долю твёрдых семян в общей массе, среднюю – в 2017 г., высокую – в 2009 и 2018 гг. Минимальная «твёрдосемянность» после уборки достигала 8,7 %, максимальная – 28,0 % (табл. 3).

При хранении в течение пяти лет содержание твёрдых семян постепенно снижалось. При этом более резкое снижение наблюдалось в первые два года хранения в семенном материале урожаев 2018 и 2009 гг., где исходные значения показателя были высокими – 20,0 и 28,0 %,

В пятый год хранения количество твёрдых семян у всего семенного материала достигло минимальных значений.

Таблица 3

Содержание твёрдых семян в год закладки и по годам хранения, %

Год урожая	Год хранения					
	0	1	2	3	4	5
2009	28,0	23,5	16,0	16,0	15,0	14,0
2015	9,1	9,0	8,9	8,6	8,0	4,0
2016	8,7	8,3	8,3	8,0	2,0	2,7
2017	13,0	10,0	8,7	5,0	5,0	5,7
2018	20,0	12,0	8,0	8,0	8,3	2,0

Пересчёт показателей физиологического качества семян в средние значения по годам урожаев позволил установить общие тенденции их изменения в период пятилетнего хранения.

Согласно приведённым на рисунке данным, исходная энергия прорастания составила 73,2 %, ко второму году хранения постепенно снизилась до 54,4 % и сохранялась на этом уровне в течение следующих двух лет (третий и четвёртый годы) – 55,0 и 53,3 %, далее продолжилось снижение энергии прорастания.

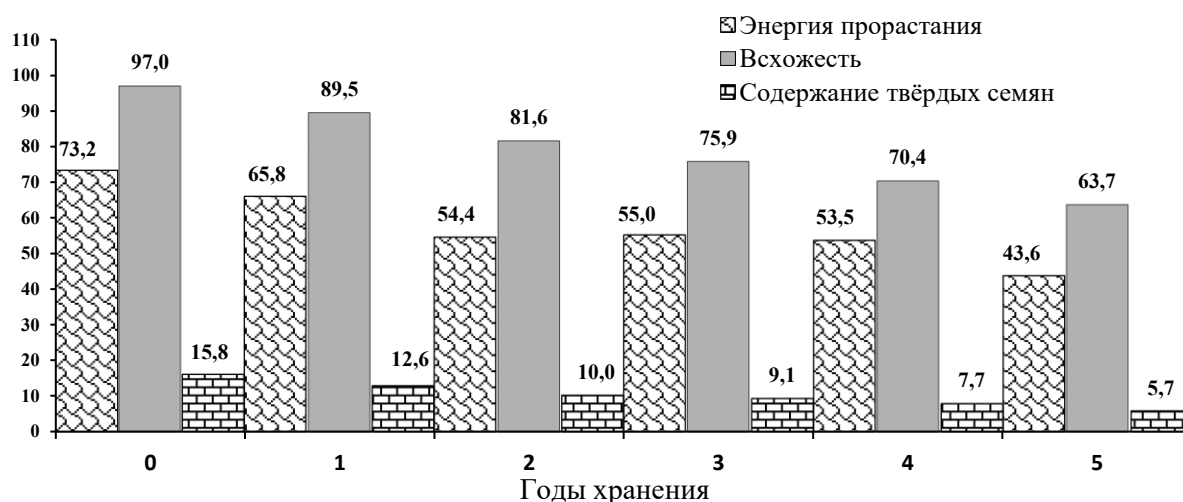


Рис. Показатели физиологического качества семян в год закладки и по годам хранения, %

Наблюдалось постепенное снижение значений всхожести семян в течение всего периода хранения с 97,0 до 63,7 %. При этом в год получения семенного

материала и в течение первых двух лет хранения семена соответствовали категории «оригинальные и элитные», в третий год – «репродукционные». Дальнейшее хранение приводило к потере кондиционности всего семенного материала

Максимальная «твёрдосемянность» отмечена в год закладки семян на хранение (15,8 %), которая постепенно снижалась на 3,2 и 2,6 % в первый и второй годы хранения, на 1,1...2,0 % в третий...пятый, достигая минимума (5,7 %) в пятый.

Заключение. Семенной материал клевера красноватого урожаев 2009, 2015...2018 гг. различался по исходным показателям физиологического качества: всхожесть семян – 94,0...100 %, энергия прорастания – 64,0...81,3 %, твёрдосемянность – 8,7...28,0 %.

На протяжении всего периода хранения, начиная с первого года, происходило постепенное снижение качества семян. При этом семенной материал сохранял кондиционную всхожесть в течение первых трёх лет хранения (89,5; 81,6; 75,9 %).

Список литературы

1. Кулешов Н. Н. Агрономическое семеноведение. М.: Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1963. 304 с.
2. Боголюбова Е. В., Коняева Н. М. Качество семян клевера паннонского Премьер в условиях Западной Сибири // Сибирский вестник с.-х. науки. 2018. Т.48. №3. С. 34-42.
3. Зекич Н., Симич А., Вукович С. Влияние сроков хранения на качество семян лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) // Кормопроизводство. 2012. №4. С. 25-26.
4. Мухина Н. А. Влияние условий созревания и хранения на качество семян лядвенца рогатого // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции (семеноведение). М.: Колос, 1966. Т. 38. Вып. 1. С. 160-163.
5. Марченко Л. В. Посевные качества семян клевера лугового, репродуцированных в условиях Северного Зауралья // Вестник КрасГАУ. 2014. №8. С. 81-83.
6. Аринов К.К. Шестакова Н.А. Агрономические основы семеноведения и семенного контроля на севере Казахстана: учеб. пособие. Астана: КазАТУ, 2006. 108 с.

Влияние обработки органоминеральными препаратами на посевные качества семян клевера лугового

И. В. Шихова, Е. Г. Арзамасова, Е. В. Попова
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. По результатам лабораторных исследований выявлено положительное влияние инокуляции семян комплексами органоминеральных удобрений Милефунг и Humiseed Start на посевные качества семенного материала клевера лугового сортов Мартум и Кировский 159. Установлено, что использование биоорганического препарата Милефунг и органоминерального удобрения Humiseed Start положительно влияло на энергию прорастания семян и лабораторную всхожесть: при обработке препаратом Милефунг всхожесть семян сорта Мартум повышалась на 17,0 %, под действием Humiseed Start – на 12,0 %. Обработка семян сорта Кировский 159 указанными препаратами увеличивала лабораторную всхожесть на 1,7 и 3,0 % соответственно.

Ключевые слова: *Trifolium pratense* L., инокуляция семян, энергия прорастания, лабораторная всхожесть

The effect of treatment with organomineral preparations on the sowing qualities of meadow red seeds

I. V. Shikhova, E. G. Arzamasova, E. V. Popova
Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation

Abstract. According to the results of laboratory studies, the positive effect of inoculation of seeds with complexes of organomineral fertilizers Milefung and Humiseed Start on the sowing qualities of seed material of red clover varieties Martum and Kirovsky 159 was revealed. It was found that the use of the bioorganic drug Milefung and the organomineral fertilizer Humiseed Start had a positive effect on seed germination energy and laboratory germination: when treated with the drug Milefung, the germination of seeds of the Martum variety increased by 17.0 % and under the action of Humiseed Start – by 12.0 %. The treatment of seeds of the Kirovsky 159 variety with these preparations increased laboratory germination by 1.7 and 3.0 %, respectively.

Keywords: *Trifolium pratense* L., inoculation of seeds, germination energy, laboratory germination

Урожайность культур во многом определяется посевными качествами семян, основными показателями которых являются энергия прорастания и лабораторная всхожесть. Энергия прорастания характеризует интенсивность обмена веществ в растении и показывает способность растений противостоять неблагоприятным условиям среды. Показатель всхожести семян определяет качество посева и напрямую влияет на урожайность. На основании данного

показателя строится комплекс технологических приёмов, одним из которых является предпосевная обработка семян протравителями, микроэлементами и стимуляторами роста. Данный приём позволяет избежать или снизить инфекционную нагрузку, положительно сказывается на росте, развитии растений и семенной продуктивности. Растения, выросшие из обработанных семян, легче переносят неблагоприятные погодные условия, лучше противостоят почвенным инфекциям [1...3]. В настоящее время существует множество рекомендаций по обработке семян клевера лугового перед посевом различными препаратами и микроэлементами. Инокуляция семян молибденом является необходимым приёмом в нашем регионе, поскольку данный микроэлемент активизирует процесс усвоения атмосферного азота клубеньковыми бактериями, улучшает использование растениями фосфора, повышает урожай семян, обладает антифунгальными свойствами. Молибден позволяет повысить устойчивость многолетних бобовых трав к ряду бактериальных и грибных болезней, а также неблагоприятных факторов среды. [4...6]. Биоорганический препарат Милефунг (бор + молибден) производства ООО «Агробиотех» (г. Киров) является стимулятором роста и развития растений (корневой системы и надземной части), содержит макро- и микроэлементы в легкоусвояемой форме, повышает и улучшает качество семенного материала, а также положительно влияет на его сохранность. Органоминеральное удобрение Humiseed Start, производства ООО «Организатор» (г. Екатеринбург) используется для повышения энергии прорастания и всхожести семян. Данный препарат обогащён микро- и макроэлементами, а также биологически активными веществами для прорастания семян, обладает фунгицидной активностью.

Цель исследований – изучение влияния препаратов Милефунг и Humiseed Start на изменение посевных качеств семян клевера лугового.

Материалы и методы. Лабораторный опыт проводили в 2023 г. на базе лаборатории многолетних трав ФАНЦ Северо-Востока. Объектом исследований служили два районированных сорта клевера лугового Мартум и Кировский 159. Семенной материал был получен в питомниках сортосохранения в 2022 г.

Посевные качества семян: энергия прорастания и лабораторная всхожесть, определяли согласно ГОСТ 12038-84 и 52325-2005. Семена клевера лугового закладывали на проращивание в чашки Петри. Энергия прорастания семян оценивалась на 3 сутки, лабораторная всхожесть – на 7 сут. После закладки.

Схема опыта: 1 – контроль (обработка дистиллированной водой); 2 – обработка семян аммонием молибденовокислым (на 100 г семян: 0,4 г + 2 мл воды); 3 – обработка биоорганическим препаратом Милефунг (бор+молибден) (раз-

ведение препарата согласно инструкции); 4 – обработка органоминеральным удобрением Humiseed Start (разведение препарата согласно инструкции).

Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена методом дисперсионного анализа с использованием пакета селекционно-ориентированных программ AGROS, версия 2.07.

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что обработка семян клевера лугового биоорганическим препаратом Милефунг и органоминеральным удобрением Humiseed Start оказала положительное влияние на показатели роста семян. Результаты исследований представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Посевные качества семян клевера лугового сорта Мартум в зависимости от обработки препаратами (2023 г.)

Вариант	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть		Доля твёрдых семян, %
		%	отклонение от контроля, ± %	
Контроль (обработка водой)	54,0	56,0	-	2,0
Молибден	53,0	56,7	+0,7	3,3
Милефунг	66,7*	73,0*	+17,0	3,3
Humiseed Start	63,3*	68,0*	+12,0	3,0
НСР ₀₅	1,8	1,3	-	1,9

* – отличия от стандарта значимы при $P \geq 0,95$

Таблица 2

Посевные качества семян клевера лугового сорта Кировский 159 в зависимости от обработки препаратами (2023 г.)

Вариант	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть		Доля твёрдых семян, %
		%	отклонение от контроля, ± %	
Контроль (обработка водой)	78,3	81,0	-	2,0
Молибден	76,7	79,7	-1,3	3,0*
Милефунг	79,7	82,7	+1,7	2,7*
Humiseed Start	81,3*	84,0*	+3,0	2,0
НСР ₀₅	2,3	2,7	-	0,4

* отличия от стандарта значимы при $P \geq 0,95$

Энергия прорастания семян клевера лугового сорта Мартум в контрольном варианте составляла 54,0 %, достоверно данный показатель повышался под влиянием препаратов Humiseed Start и Милефунг на 9,3 и 12,7 % соответственно. Также значимо увеличилась лабораторная всхожесть семян в сравнении с контролем (56,0 %): при обработке Humiseed Start – 68,0 % (+12,0 %), а при действии «Милефунгом» – 73,0 % (+17,0 %). Инокуляция семян ammo-

нием молибденовокислым не способствовала существенному увеличению количества всхожих семян. Обработка семенного материала органоминеральными препаратами не привела к твёрдосемянности. Процент твёрдых семян во всех вариантах опыта был незначительным от 2,0 до 3,3 %.

Обработка семян клевера лугового сорта Кировский 159 биоорганическим препаратом Милефунг и органоминеральным удобрением Numiseed Start также положительно повлияла на посевные качества семян. Энергия прорастания увеличилась на 1,4...3,0 % по сравнению с контрольным вариантом (78,3 %, при $НСР_{05} = 2,3$ %). Лабораторная всхожесть под действием данных препаратов повысилась на 1,7 и 3,0 % соответственно и составила 82,7 и 84,0 %, при показателях контроля 81,0 % ($НСР_{05} = 2,7$ %). Применение аммония молибденовокислого не изменило посевные качества семян сорта Кировский 159 в сторону увеличения показателей. Доля твердых семян была равной во всех вариантах от 2,0 до 3,0 %.

Заключение. Таким образом, установлено, что обработка семян протравителями и стимуляторами роста является целесообразным приёмом улучшения посевных качеств семян клевера лугового. Наибольший эффект достигнут от обработки современными органоминеральными комплексами Милефунг и Numiseed Start. В результате лабораторная всхожесть семян сорта Мартум достоверно увеличилась на 17,0 и 12,0 %, а обработка семян сорта Кировский 159 дала прибавку по показателям всхожести на 1,7 и 3,0 % к контрольному варианту.

Список литературы

1. Володькина Л. В., Боровик А. А., Чекель Е. И., Черепок И. А., Крицкая В. В. Эффективность предпосевной обработки семян клевера лугового при возделывании на семена // Земледелие и селекция в Беларуси. 2022. № 58. С. 206-212.
2. Золотарёв В. В., Савин М. И. Влияние предпосевных обработок органоминеральными комплексами удобрений на посевные качества клевера лугового сорта «ВИК 77» (лабораторное исследование) // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 101-3. С. 136-139.
3. Кшникаткин С. А., Карпов Н. А. Агрэкологическая эффективность инокуляции семян бактериальными препаратами и комплексными микроэлементными удобрениями в ресурсосберегающей технологии возделывания клевера паннонского // Нива Поволжья. 2020. 2(55). С. 28-33.
4. Тютюма Н. В. Роль микроэлементов в стимулировании роста и развития растений и повышении их устойчивости к неблагоприятным условиям среды // Вестник РУДН. 2003. № 8. С. 129-133.
5. Киселев Н. П., Кормщиков А. Д., Никифорова Е. В., Прозорова И. Н. и др. Вятские клевера. Киров: ГИПП «Вятка», 1995. 276 с.
6. Касаткина Н. И., Фатыхов И. Ш. Приемы возделывания многолетних бобовых трав в Среднем Предуралье. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008. 239 с.

Изменение содержания лабильного углерода гумуса в дерново-подзолистой почве в зависимости от уровня окультуренности

Л. Н. Шихова

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *В вегетационные периоды трёх лет изучали динамику содержания лабильной части органического вещества гумуса в пахотном горизонте дерново-подзолистой почвы разной степени окультуренности. Установлено, что степень окультуренности пахотной почвы слабо влияет на абсолютное содержание лабильного органического вещества, но достоверно влияет на долю лабильного органического вещества в общем углероде гумуса. Содержание лабильного органического вещества достоверно меняется по годам и в течение вегетационного сезона, что свидетельствует о его активном участии в почвенных процессах. Вне зависимости от степени окультуренности почвы содержание лабильного органического вещества снижается к концу вегетационного сезона.*

Ключевые слова: *органическое вещество, пахотный горизонт, динамика*

Change in the content of labile humus carbon in sod-podzolic soil depending on the cultivation level

L. N. Shikhova

*Federal Agrarian Research Center of the Northeast
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation*

Abstract. *In the growing seasons of three years, the dynamics of the content of the labile part of the organic matter of humus in the arable horizon of sod-podzolic soil of varying degrees of cultivation was studied. It has been established that the degree of cultivation of arable soil has little effect on the absolute content of labile organic matter, but significantly affects the proportion of labile organic matter in total humus carbon. The content of labile organic matter varies significantly over the years and during the growing season, which indicates its active participation in soil processes. Regardless of the degree of soil cultivation, the content of labile organic matter decreases by the end of the growing season.*

Keywords: *organic matter, arable horizon, dynamics*

Почвенное органическое вещество является важнейшим фактором плодородия почв и устойчивости их к деградации. Его содержание и состав определяют многие важные свойства и режимы почв. Наиболее существенными факторами, влияющими на содержание и состав гумуса, являются погодно-климатические условия и свойства почвы [1, 2, 3]. В пахотных почвах, кроме природных, на почвенный гумус большое влияние оказывают и антропогенные факторы [4]. По своему составу и свойствам органическое вещество является гетерогенной структурой. Часто используемое в последнее время разделение органического вещества на лабильную и стабильную части

условно и основано на извлекаемости отдельных групп органических соединений различными экстрагентами. Гипотетически в группу консервативных (стабильных) органических веществ относят соединения, формирующиеся и сохраняющиеся в течение длительного времени и характеризующие типовые признаки почв [5]. Эти вещества участвуют в питании растений в незначительной степени, но создают для этого благоприятную среду, определяя тем самым потенциальное плодородие почв [6]. Большинство исследователей считают, что наибольшую агрономическую ценность представляет группа лабильных органических веществ (ЛОВ) [6, 7]. Вещества этой группы, являясь сбалансированным источником макро- и микроэлементов, принимают непосредственное участие в питании растений, формируют водопрочную структуру, служат энергетическим материалом для микроорганизмов и выполняют защитную функцию в отношении консервативного органического вещества. Система органического вещества почвы и, особенно, его лабильной части, очень динамична [8]. Трансформация органического вещества в течение вегетационного сезона должна оказывать существенное влияние на плодородие почвы. Исследований динамики органического вещества недостаточно и, вероятно, поэтому нет единого мнения о характере его изменения в течение вегетационного сезона [9, 10].

Цель представленной работы – изучение динамики содержания и закономерностей поведения лабильной части органического вещества гумуса пахотной дерново-подзолистой почвы в течение вегетационного периода в зависимости от степени её окультуренности.

Материалы и методы. Объект исследования – дерново-подзолистая среднесуглинистая пахотная почва полей Фалёнской СС (Кировская область, подзона Южной тайги). Исследования проведены в 1999...2001 гг. Исследовали почву двух вариантов использования:

вариант А – слабо окультуренная почва, используемая для целей селекции на устойчивость к кислой реакции почвенной среды ($pH_{KCl} = 3,94$);

вариант Б – хорошо окультуренная почва под зерно-травяным севооборотом ($pH_{KCl} = 6,29$).

На окультуренной почве соблюдаются все агрохимические и агротехнические мероприятия. На слабо окультуренной почве полностью исключено внесение удобрений и химикатов, кроме аммиачной селитры в дозе 30 кг/га под посев.

Ежемесячно в течение вегетационного периода отбирали пробы почвы из пахотного горизонта. Повторность отбора 6-кратная. В почвенных пробах определяли содержание общего углерода по В. В. Тюрину (Сгум); содержание лабильного углерода гумуса (Сл) в 0,1 М пиррофосфатной вытяжке с $pH = 7,0$, при соотношении почва: раствор – 1:2.

Результаты и обсуждение. Исследуемые дерново-подзолистые пахотные почвы содержат незначительное количество гумуса. Содержание углерода гумуса редко превышает 1,5 %, даже в почве хорошо окультуренного варианта. Содержание углерода гумуса достоверно отличается в зависимости от окультуренности почвы [11].

По абсолютному содержанию лабильного органического вещества (Сл выраженное в % от веса почвы) пахотные горизонты почв обоих вариантов достоверно не различаются (табл. 1).

Таблица 1

Содержание лабильного органического вещества (% от веса почвы)

Вариант	Год	Горизонт	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
А	1999	Ап	0,187±0,100	0,128±0,005	0,078±0,002	-	0,081±0,004
		А2В	0,085±0,010	0,095±0,013	0,052±0,008	-	0,039±0,100
		В	0,044±0,002	0,033±0,002	0,024±0,002	-	0,024±0,001
	2000	Ап	0,098±0,002	0,092±0,006	0,154±0,014	0,080±0,008	0,074±0,001
		А2В	0,042±0,008	0,036±0,003	0,056±0,001	0,028±0,004	0,034±0,002
		В	0,027±0,002	0,034±0,003	0,039±0,003	0,035±0,003	0,033±0,001
	2001	Ап	0,128±0,012	0,154±0,005	0,117±0,009	0,087±0,009	0,136±0,050
		А2В	0,047±0,005	0,091±0,011	0,046±0,004	0,036±0,002	0,078±0,005
		В	0,033±0,001	0,039±0,001	0,027±0,002	0,038±0,001	0,053±0,004
Б	1999	Ап	-	0,113±0,011	0,086±0,004	-	0,072±0,003
		А2В	-	0,114±0,017	0,047±0,007	-	0,028±0,002
		В	-	0,0510,008	0,027±0,003	-	0,017±0,002
	2000	Ап	0,129±0,003	0,137±0,001	0,128±0,004	0,116±0,004	0,101±0,001
		А2В	0,047±0,003	0,053±0,002	0,062±0,007	0,061±0,002	0,049±0,004
		В	0,027±0,001	0,041±0,002	0,042±0,003	0,057±0,003	0,039±0,002
	2001	Ап	0,116±0,006	0,119±0,005	0,072±0,001	0,118±0,130	0,047±0,001
		А2В	0,049±0,004	0,064±0,002	0,061±0,008	0,038±0,006	0,024±0,002
		В	0,032±0,004	0,03±0,002	0,026±0,002	0,021±0,002	0,019±0,001

Количество Сл в нижележащих горизонтах по сравнению с Ап незначительно. Различия в содержании по вариантам не достоверны. Сезонная динамика выражена слабо. Содержание лабильного органического вещества достоверно различается в разные годы исследования в почве обоих вариантов.

Содержание Сл, выраженное в относительных процентах (доля в Сгум), значительно различается по вариантам (табл. 2). Органическое вещество пахотного горизонта слабоокультуренного участка содержит в своём составе достоверно примерно в полтора раза больше лабильных компонентов, чем в пахотном горизонте окультуренного участка, где, по-видимому, значительная часть лабильного гумуса связана кальцием в малоподвижные соединения. На слабо окультуренном участке доля лабильного органического вещества

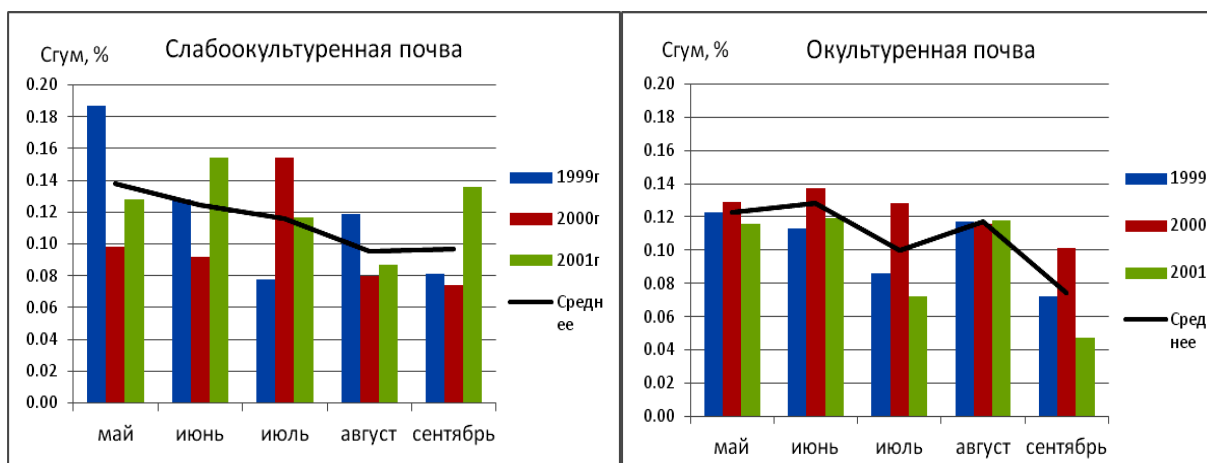
близка в разных горизонтах. На окультуренном участке доля лабильного органического вещества больше в подпахотных горизонтах, чем в пахотном.

Таблица 2

**Доля лабильного органического вещества
в общем органическом веществе гумуса, %**

Вариант	Год	Горизонт	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
А	1999	Ап	17,5±1,2	11,6±0,8	7,6±0,5	-	8,6±0,3
		А2В	22,2±3,1	11,8±0,8	8,9±0,8	-	8,6±1,1
		В	18,9±0,8	13,1±0,9	9,5±0,7	-	10,1±1,0
	2000	Ап	12,0±0,2	9,7±0,7	15,4±0,9	8,4±0,6	9,5±0,4
		А2В	14,2±0,3	11,1±0,4	16,7±1,9	8,7±1,1	13,3±0,5
		В	14,3±0,2	13,2±1,1	15,9±1,8	14,0±1,7	13,5±0,4
	2001	Ап	11,9±0,8	14,3±0,6	23,0±7,4	11,2±1,0	13,7±2,8
		А2В	11,5±2,8	20,6±2,7	14,7±4,2	14,4±0,5	12,3±1,6
		В	14,9±0,8	18,8±1,2	13,7±1,3	16,0±0,3	15,2±2,0
Б	1999	Ап	-	8,2±0,7	7,2±0,4	-	6,7±0,3
		А2В	-	15,8±1,4	13,7±0,6	-	7,4±0,8
		В	-	17,4±2,3	14,8±1,1	-	7,9±1,1
	2000	Ап	11,2±0,01	8,1±0,1	9,2±0,3	6,4±0,1	5,4±0,1
		А2В	12,6±0,8	14,7±0,3	13,5±1,4	16,3±1,1	15,7±0,3
		В	9,7±0,2	12,7±0,6	12,9±2,2	16,8±0,6	15,7±0,7
	2001	Ап	8,0±0,3	9,2±0,2	6,9±0,2	8,9±0,8	5,6±0,7
		А2В	15,3±1,3	14,1±1,5	12,1±0,7	11,9±1,5	12,4±0,4
		В	15,8±3,1	11,3±0,4	12,5±1,1	12,3±1,6	11,9±0,9

Сезонная динамика содержания лабильного органического вещества имеет сложный характер. Отмечается снижение его содержания от весны к осени на обоих вариантах (рис.). Однако в сезоны разных лет это уменьшение не всегда достоверно. В слабоокультуренной почве колебание содержания Сл по годам более значительно по сравнению с окультуренной почвой.



**Рис. Изменение содержания Сл в течение вегетационного сезона
разных лет исследования**

Отмечается также тенденция уменьшения доли Сл к концу сезона в обеих почвах (см. табл. 2). Других общих закономерностей в сезонной динамике Сл за три года выявить не удалось, что очевидно связано с высокой изменчивостью ЛОВ, а также с погодными особенностями лет наблюдения и с влиянием сельскохозяйственных культур в севообороте.

Заключение. Таким образом, несмотря на слабые различия в абсолютном содержании лабильной органики по вариантам, органическое вещество слабоокультуренного варианта дерново-подзолистой почвы содержит в своём составе больше лабильных фракций, чем в почве окультуренного варианта. Это вероятно связано с различиями в образовании и трансформации органического вещества в разных условиях. Высокая кислотность и низкое содержание оснований приводят к формированию более лабильных и неустойчивых органических соединений. При окультуривании достоверно снижается доля лабильных форм органики. Содержание лабильного органического вещества достоверно меняется по годам и в течение вегетационного сезона, что свидетельствует о его активном участии в почвенных процессах.

Список литературы

1. Орлов Д. С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И. Органическое вещество почв Российской Федерации. М.: Наука, 1996. 256 с.
2. Тулина А. С. Влияние температуры, влажности и внесения соломы на динамику минерализации органического вещества и почвенные пулы углерода и азота // *Агрохимия*. 2019. № 3. С. 3-18.
3. Шихова Л. Н., Лисицын Е. М. Динамика содержания и запасов углерода гумуса в пахотных подзолистых почвах подзоны южной тайги Кировской области // *Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о земле*. 2014. Вып. 2. С. 7-13.
4. Васбиева М. Т. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на динамику содержания органического углерода и азотный режим дерново-подзолистой почвы // *Почвоведение*. 2019. № 11. С. 1365–1372.
5. Орлов Д. С. Гуминовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ. 1990. 325 с.
6. Шпедт А. А., Майборода Н. М., Пурлаур В. К., Михайленко Н. В., Борцов В. С. Зависимость урожая яровой пшеницы от содержания в почве гумусовых веществ и азота // *Почвоведение*, 2001. №8. С. 976–980.
7. Ковалев Н. Г., Барановский И. Н. Гумусовые вещества и соединения индивидуальной природы в питании растений // *Плодородие*. 2003. №3(12).
8. Сычев В. Г., Шевцова Л. К., Мерзлая Г. Е., Исследование динамики и баланса гумуса при длительном применении систем удобрения на основных типах почвы // *Агрохимия*. 2018. № 2. С. 3-32.
9. Володин В. М., Масютенко Н. П., Велюханова О. В. Динамика органического вещества в почве при сельскохозяйственном использовании чернозёмов // *Материалы научн. практ. конференции "Земледелие в 21 веке. Проблемы и пути их решения"*, 25...27 октября 2000 г. Курск. 2001.
10. Бакина Л. Г., Орлова Н. Е., Орлова Е. Е. Устойчивость процессов сезонной трансформации органического вещества почв к антропогенным воздействиям // *Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям: Тез. докл. Всерос. конф.* 24...25 апреля 2002 г. М., 2022. С. 202.
11. Шихова Л. Н. Содержание и запасы углерода гумуса в дерново-подзолистой почве в зависимости от уровня окультуренности // *Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: Киров: ФАНЦ Северо-Востока*, 2023. С. 219-223. (Электронный ресурс). Режим доступа: <http://fanc-sv.ru/uploads/docs/2023/Конференция-2023.pdf>

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА, ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 633.13:577.2

Поиск генетических маркеров для генотипирования овса

Е. А. Бессолицына

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *Выявление маркеров устойчивости растений к различным возбудителям является необходимым параметром для селекционной работы. Но в литературе мало молекулярных маркеров устойчивости овса к возбудителям заболеваний. В ходе данной работы были адаптированы две пары праймеров для генотипирования растений овса. Изначально эти праймеры разработаны для ячменя, но проверка показала возможность отжига в геноме овса. После оптимизации условий ПЦР пара праймеров к ретротранспозону (LTR BARE1/LTR Nikita) показала малую вариабельность и отсутствие сходства по родственным группам, тогда как пара к микросателлиту (ABC261F/ABC261R) показала большую вариабельность и возможность группирования по родственным связям. Пару праймеров к микросателлиту можно использовать для выявления новых маркеров устойчивости овса к различным возбудителям заболеваний, распространенным в Кировской области. Также можно адаптировать для овса и другие праймеры из литературных источников, тем же методом.*

Ключевые слова: *Avena sativa, устойчивость к возбудителям, ПЦР*

Search for genetic markers for oat genotyping

E. A. Bessolitsyna

*Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russia*

Abstract. *Identification of markers of plant resistance to various pathogens is a necessary parameter for breeding work. However, in the literature there are few molecular markers of oat resistance to pathogens. In the course of this work, two pairs of primers were adapted for genotyping oat plants. Initially, these primers were developed for barley, but testing showed the possibility of annealing in the oat genome. After optimization of PCR conditions, the pair of primers for the retrotransposon (LTR BARE1/LTR Nikita) showed low variability and lack of similarity by related groups, while the pair for the microsatellite (ABC261F/ABC261R) showed greater variability and the possibility of grouping by related relationships. A pair of microsatellite primers can be used to identify new markers of oat resistance to various pathogens common in the Kirov region. You can also adapt other primers from literary sources for oats using the same method.*

Keywords: *Avena sativa, resistance to pathogens, PCR*

Одним из основных направлений селекции является увеличение устойчивости объекта к различным возбудителям, поэтому подбор генетических маркеров для выявления растений, устойчивых к возбудителю, является

очень важным аспектом данного направления селекции. Маркеры устойчивости можно условно разделить на две группы: собственно гены устойчивости, кодирующие ферменты, воздействующие на возбудителей (пептидазы, хитиназы и др.) [1] и генетические маркеры, ассоциированные с устойчивостью (обычно это микросателлитные фрагменты) [2]. Овес, (*Avena sativa*) хотя и является важной сельскохозяйственной культурой, имеет немного молекулярно-генетических маркеров устойчивости, при этом микроорганизмов, вызывающих заболевания данной культуры достаточно много [3]. Поэтому актуальной является проблема поиска новых молекулярно-генетических маркеров устойчивости овса к болезням. Анализ последовательностей генов, кодирующих непосредственно ферменты, воздействующие на паразитический организм, показал, что таких последовательностей овса очень мало в открытых базах генов. Например, есть последовательности различных изоформ хитиназ пшеницы, ржи, ячменя, но отсутствуют гены хитиназ овса. Таким образом, более перспективным является подбор маркеров, ассоциированных с устойчивостью растения к возбудителям заболеваний (в основном это микросателлитные фрагменты). Однако обычно все ассоциированные маркеры уже ассоциированы с устойчивостью к конкретному возбудителю, поэтому было решено попробовать адаптировать праймеры к микросателлиту, связанному с устойчивостью к заболеванию другого растения для выявления устойчивости к возбудителю заболевания у овса. Например, будут ли праймеры к маркеру устойчивости к пыльной головне ячменя U8 [4] вступать в ПЦР с ДНК овса, и будут ли полученные ПЦР-продукты связаны с устойчивостью растений овса к пыльной головне или другим заболеваниям, распространенным в Кировской области?

Цель данной работы – проверка возможности адаптации праймеров к маркерам устойчивости других злаковых к ДНК овса и выявить возможность получения новых маркеров устойчивости к заболеваниям овса.

Материалы и методы. Для анализа и возможного генотипирования были использованы уже имеющиеся праймеры растений ячменя. Проверка отжига праймеров в геноме овса проводилась с помощью программы nucleotide blast (https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&PAGE_TYPE=BlastSearch&LINK_LOC=blasthome). Из 14 образцов овса были выделены суммарные нуклеиновые кислоты [5].

Смесь для реакции ПЦР: 2 мкл раствора матрицы, 1 мкл 10-кратного буфера с концентрацией хлорида магния 1,5 мМ (Сибэнзим), 0,5 мкл смеси dNTPs (концентрация 4 мкМ), по 1 мкл праймеров концентрация каждого 10 рМ/мкл, 0,75 мкл Taq-полимеразы (5 ед.а./мкл) (Сибэнзим) и воду до 10 мкл. Полимеразную цепную реакцию проводили в следующих условиях: 1 цикл 95 °С – 5 мин, 35 циклов по 95 °С – 30 сек, 72 °С – 30 сек, 72 °С – 1 мин 30 сек,

1 цикл 72 °С – 8 мин для праймеров LTR BARE1/LTRNikita, и цикл 95 °С – 5 мин, 35 циклов по 95 °С – 30 сек, 42 °С – 30 сек, 72 °С – 1 мин 30 сек, 1 цикл 72 °С – 8 мин для праймеров ABC261F/ABC261R.

Продукты амплификации разделялись в 7 % нативном полиакрил-амидном геле, который окрашивался бромистым этидием [5].

Результаты и обсуждение. Имеющиеся в лаборатории праймеры для генотипирования и выявления маркеров устойчивости ячменя были проверены на возможность отжига в геноме овса, в результате были получены 4 праймера, последовательности которых представлены в таблице. Все отобранные праймеры отжигаются в 22 хромосоме генома овса. Для праймеров были рассчитаны температуры отжига, а также проведена оптимизация условий ПЦР; расчетные и реальные температуры отжига представлены в таблице.

Таблица

Последовательности и температуры отжига использованных в работе праймеров

Название праймера	Последовательность праймера	Температура отжига	
		расчетная	реальная
LTR BARE1 [6]	5' — TCCCATGCGACGTTCCCC — 3'	54,9°С	72°С
LTR Nikita [6]	5' — CGCTCCAGCGGTACTGCC — 3'	57,2°С	72°С
ABC261F [4]	5' — aaagtcaagagtgcacaa — 3'	45,6°С	42°С
ABC261R[4]	5' — aggaagctcaagaaggtgaa — 3'	49,7°С	42°С

После оптимизации были проведены две серии реакций для 14 образцов овса, результаты для пары праймеров LTR BARE1/LTRNikita представлены на рисунке 1, для пары праймеров ABC261F/ABC261R – на рисунке 2.

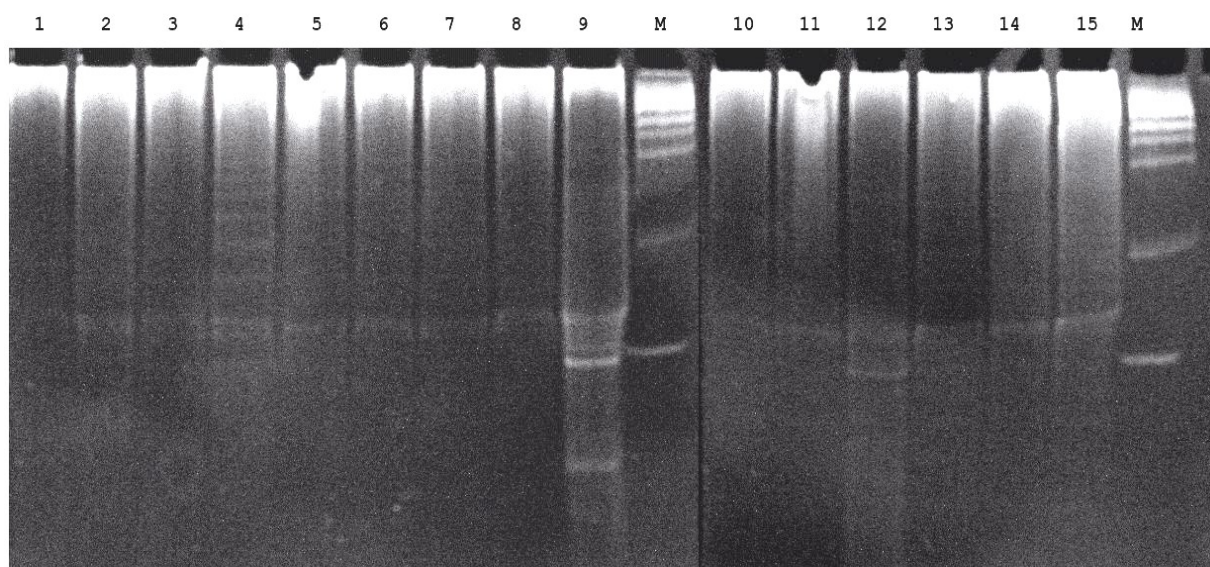


Рис. 1. Электрофореграмма продуктов ПЦР с праймерами LTRBARE1/LTRNikita: дорожки 1...14 – образцы Σ НК Av1...Av4, Av6...Av10, Av12...Av16, дорожка 15 – отрицательный контроль, дорожка М – маркер 100bp (Сибэнзим)

Как видно из рисунка 1, на дорожках 1, 2, 3, 5, 7, 8, 14 (образцы Av1, Av2, Av3, Av6, Av8, Av9, Av15) нет полос; на дорожке 4 (образец Av4) множество полос от 90 до 300 п. н. длиной; на дорожках 6 и 11 (образцы Av7 и Av13) – одна полоса около 300 п. н. длиной; 9 и 12 (образцы Av10 и Av14) – одна полоса около 90 п. н. длиной; на дорожке 10 (образец Av12) одна слабо флюоресцирующая полоса около 250 п. н. длиной; на дорожке 13 (образец Av15) две полосы 200 и около 300 п. н. длиной. Образцы Av 1, Av2, Av12-Av16 – это сорта, а образцы Av3, Av4, Av6-Av10 – гибриды. Различия между гибридными образцами по количеству и типу полос можно объяснить разными родительскими формами, но совпадение образцов Av1, Av2, Av16 указывает на то, что праймеры LTRBARE1 и LTRNikita могут быть использованы либо в паре с другими праймерами, которые можно подобрать и адаптировать аналогичным методом, либо для строго определенных сортов овса.

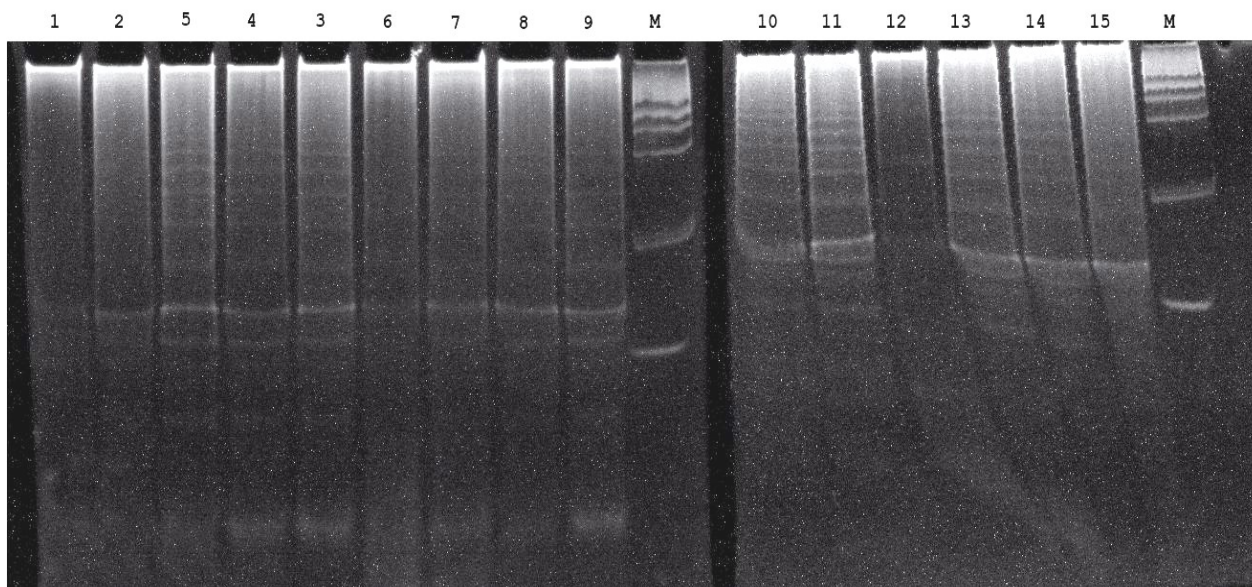


Рис. 2. Электрофореграмма продуктов ПЦР с праймерами ABC261F/ABC261R: дорожки 1...14 – образцы Σ НК Av1...Av4, Av6...Av10, Av12...Av16, дорожка 15 – отрицательный контроль; дорожка М – маркер 100bp (Сибэнзим)

Как видно из рисунка 2, на дорожках 1, 6 (образцы Av1, Av7) нет полос; на дорожках 7, 8 (образцы Av8, Av9) одна полоса длиной 300 п. н.; на дорожке 2 (образец Av2,) две слабо флюоресцирующие полосы 250 и 350 п. н. длиной; на дорожке 12 (образец Av14) две полосы длиной 250 и 400 п. н.; на дорожках 3, 4, 5, 9, 10, 11, 13, 14 (образцы Av3, Av4, Av6, Av10, Av11, Av15, Av16) множество полос различной длины. Как сказано выше, образцы Av1, Av2, Av12-Av16 – это сорта, а образцы Av3, Av4, Av6-Av10 – гибриды. Набор полос на дорожках 3, 4, 5, 9, 10, 11, 13, 14 сходен, но для гибридных образцов это может быть связано с общим родительским сортом. Тогда как сортовые образцы отличаются: образцы Av1, Av2, Av14 имеют уникальные паттерны

электрофореграммы, образцы Av12, Av13, Av15, Av16 имеют сходные, но неидентичные паттерны электрофореграммы. При использовании сортов, имеющих устойчивость к возбудителю и сортов чувствительных к нему, можно, сравнив результаты реакций ПЦР, выявить фрагменты, характерные только для устойчивых сортов – новый генетический маркер устойчивости, или фрагменты, характерные только для чувствительных сортов – новый генетический маркер чувствительности.

Так как использованные в работе пары праймеров ранее не использовались в реакциях ПЦР с ДНК овса и дают различающиеся наборы полос, с их помощью можно выявить маркеры устойчивости или чувствительности к распространенным именно в Кировской области возбудителям. Также можно использовать другие праймеры из литературных источников, в которых объектом были другие более изученные виды злаковых, но необходима предварительная проверка отжига данных праймеров в геноме овса.

Заключение: Выбранные пары праймеров адаптированы для использования в ПЦР с ДНК овса и могут быть использованы для выявления новых маркеров устойчивости к распространенным в Кировской области возбудителям болезней овса.

Список литературы

1. Малиновский В. И. PR-белки и фитовирусы // Успехи современной биологии. 2009. Т. 129. № 3. С. 239-247.
2. Paran I., Michelmore R.W. Development of reliable PCR based markers linked to downy mildew resistance genes in lettuce // Theoretical and Applied Genetics. 1993. V. 85. P. 985-993. doi: 10.1007/BF00215038
3. Свиркова С. В., Старцев А. А., Заушинцена А. В. Болезни овса в Западной Сибири и генетические источники устойчивости // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2016. № 1. С. 108-115.
4. Kleinhofs A., Iliam A., Kudrna D. The NABGMP mapping progress report, Spring 1993 // Barley Genet. Newsl. 1992. V. 22. P. 27-41.
5. Sambrook J., Fritch T., Maniatis T. Molecular cloning: a laboratory manual // NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press; 1989. 1626 p.
6. Vicient C. M., Jääskeläinen M. J., Kalendar R., Schulman A. H. Active retrotransposons are a common feature of grass genomes // Plant Physiology. 2001. V. 125. P. 1283-1292. doi: 10.1104/pp.125.3.1283.

Оценка коллекционных образцов ярового ячменя на устойчивость к пыльной головне в условиях Волго-Вятского региона РФ

И. Ю. Зайцева, И. Н. Щенникова

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. В результате многолетних исследований коллекционных образцов установлена связь ($r = -0,67$) между поражением растений ячменя пыльной головней и показателем ГТК в период «выход в трубку-колошение» в предыдущий год вегетации. На естественном инфекционном фоне выделены иммунные (*Crusades, Filippa, Сябра, Эвергрин*) и высокоустойчивые к пыльной головне генотипы. Выделены источники, сочетающие устойчивость к пыльной головне с урожайностью, высокими показателями некоторых элементов продуктивности, устойчивостью к полеганию с целью дальнейшего использования в селекционном процессе.

Ключевые слова: генотип, урожайность, элементы продуктивности, устойчивость к полеганию, гидротермический коэффициент, степень поражения

Assessment of collection samples of spring barley for resistance to dusty smut in the conditions of the Volga-Vyatka region of the Russian Federation

I. Yu. Zaytseva, I. N. Shchennikova

*Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation*

Abstract. As a result of long-term studies of collection samples, a relationship ($r = -0.67$) has been established between the damage of barley plants by dust smut and the indicator «hydrothermal coefficient» during the «stem elongation-earring» period in the previous year of vegetation. Immune (*Crusades, Filippa, Sabre, Evergreen*) and highly resistant to smut genotypes were isolated against a natural infectious background. The sources combining resistance to dust smut with yield, high indicators of some elements of productivity, and resistance to lodging for further use in the breeding process have been identified.

Keywords: genotype, yield capacity, elements of productivity, lodging resistance, hydrothermal coefficient, degree of lesion

На растениях и семенах ячменя зарегистрировано около 30 болезней, которые вызываются более чем 50 видами патогенов [1]. Головневые заболевания являются наиболее вредоносными, так как поражают самую главную часть растения – колос [2]. Недобор урожая от болезни может достигать 10 %, а при возделывании высоковосприимчивых сортов – 40...50 % [3]. Снижение урожая от них обусловлено как явными потерями, связанными с полным разрушением колоса, так и скрытыми, снижающими энергию прорастания, уменьшающими количество взошедших растений и продуктивный стеблестой. Поражение растений пыльной головней вызывает угнетение вегетативных органов растений, уменьшает число зёрен в колосе и массу 1000 зёрен, ухуд-

шает качество семян и ослабляет устойчивость к другим болезням [4, 5]. Скрытые потери от пыльной головни могут в 4...5 раз превышать явные [6]. Подавляющее большинство сортов не обладают генетической защитой от патогена, поскольку селекции на устойчивость к данной болезни не придавали должного значения. Это объясняется возможностью эффективного обеззараживания семян химическими препаратами, налаженной системой их производства и применения [7]. Между тем, наиболее экономически эффективным и экологически безопасным методом повышения урожайности является создание иммунных сортов. Только за счёт использования устойчивых сортов сельское хозяйство ежегодно получает 30 % прибыли от общей стоимости продукции [2]. Успех в селекционной работе по созданию толерантных к болезням сортов зависит от генетического разнообразия исходного материала и степени изученности эффективных доноров и источников устойчивости.

Цель исследования – на основе оценки коллекционных образцов различного эколого-географического происхождения выделить источники для селекции ярового ячменя, сочетающие устойчивость к *U. nuda* с комплексом селекционно-ценных признаков.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2018...2023 гг. в «Федеральном аграрном научном центре Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (ФАНЦ Северо-Востока), г. Киров. Объектом исследований являлись 129 образцов ярового ячменя различного эколого-географического происхождения. Изучение коллекции проводили в соответствии с «Методическими указаниями по изучению мировой коллекции ячменя и овса» (2012) и Международным классификатором СЭВ рода *Hordeum* L. (1983) на делянках площадью 2,7 м², повторность – 3-кратная. В качестве стандартов использовали сорта Белгородский 100 и Родник Прикамья.

Устойчивость сортов к пыльной головне (*Ustilago nuda* (Jens) Rostr.) проводили на естественном фоне (подсчет проводился по количеству пораженных растений в фазу полного колошения). Характеристику генотипу по устойчивости к пыльной головне давали на основании шкалы В. И. Кривченко с соавт. (1977).

Для оценки уровня влагообеспеченности использовали гидротермический коэффициент (ГТК) Г. Т. Селянинова.

Статистическую обработку данных выполняли методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel и пакета селекционно-генетических программ «AGROS» версия 2.07.

Годы проведения исследований различались по метеорологическим условиям в период вегетации, что позволило провести иммунологическую оценку исходного материала ярового ячменя в разных условиях (табл. 1).

**Гидротермические условия прохождения межфазных периодов
коллекционных образцов (г. Киров)**

Год	Межфазный период				Вегета- ционный период
	всходы- кущение	кущение-выход в трубку	выход в труб- ку-колошение	колошение- созревание	
2018	2,52	2,65	0,89	1,66	1,65
2019	1,01	2,71	0,78	0,93	1,37
2020	1,02	0,57	1,27	2,19	1,56
2021	0,43	0,39	1,64	1,76	1,23
2022	3,80	2,83	1,13	1,59	1,98
2023	0,45	0,92	1,05	2,20	1,71

В 2018 году сложились неблагоприятные погодные условия из-за частых дождей и низких температур (ГТК = 1,65). 2019 год с температурой воздуха в пределах климатической нормы и дефицитом осадков характеризовался как умеренно-влажный (ГТК = 1,37). В 2020 году в течение вегетационного периода было сухо с незначительными осадками (ГТК = 1,56). В 2021 году преобладала тёплая и жаркая сухая с периодически выпадающими локальными дождями погода (ГТК = 1,23). Вегетационный период 2022 года характеризовался тёплой, но с частыми осадками погодой, что привело к избыточному увлажнению (ГТК = 1,98). В 2023 году наблюдалась неустойчивая погода как с продолжительными сухими, так и с дождливыми периодами (ГТК = 1,71).

Результаты и обсуждение. Выявлено влияние условий вегетации на поражение коллекционных образцов пыльной головней, это подтверждает необходимость оценки в различные по погодным условиям годы. Наиболее провокационными для проявления болезни были 2020 г. и 2023 г., когда процент поражения образцов болезнью доходил до 10,7 (Казьминский) и 9,1 (Волгодон), при среднем значении в опыте 1,3 и 1,8 соответственно. Этому способствовала тёплая и преимущественно сухая погода в фазу «колошение» в предшествующие 2019 и 2022 гг., что подтверждается наличием средней отрицательной корреляционной связи ($r = -0,67$) между процентом пораженных растений и показателем ГТК в период «выход в трубку-колошение» в предыдущий год.

В результате оценки генотипов на естественном инфекционном фоне выявлено, что процент поражения *U. nuda* в годы проведения исследований варьировал от 0 до 13,0 %.

Уровень естественной инфекционной нагрузки патогена был достаточно слабым, о чём косвенным образом свидетельствует максимальное в опыте поражение образцов Казьминский (поражение по годам от 1,6 до 10,7 %), Медикум 11 (от 3,8 до 10,1 %) и Tamalpais (от 3,8 до 13,0 %).

В этих условиях в исследуемом генофонде преобладали высокоустойчивые к пыльной головне генотипы, на их долю приходилось 90,7 % от общего количества изученных образцов. Иммунитетом к пыльной головне обладали образцы Crusades, Filippa, Сябра и Эвергрин.

Наибольшей степенью поражения *U. nuda* (от 6,9 до 13,0 %) характеризовались генотипы Макбо, местный (к-5983), JB Maltasia, Волгодон, Дублет, Фобос, 752А, Казьминский, Tamalpais.

Большое значение для подбора исходного материала для дальнейшей селекционной работы имеет комплексная оценка коллекционных образцов по хозяйственно ценным признакам. В результате многолетних исследований выделены образцы, сочетающие устойчивость к *U. nuda*, с высокими показателями отдельных элементов продуктивности и их комплекса. Так, иммунные к *U. nuda* генотипы выделялись по следующим показателям: высокая урожайность (Filippa), длина колоса (Эвергрин), плотность колоса и масса зерна с растения (Сябра) (табл. 2).

Таблица 2

Структура урожайности иммунных к *U. nuda* коллекционных образцов ячменя

Образец	Кустистость, шт./раст.		Колос				Масса зерна		Урожайность, г/м ²
	общ.	прод.	длина, см	плотность	количество		с главного колоса	с растения	
					колосков	зёрен			
Белгородский 100	2,3	2,1	6,3	12,8	18,8	17,2	0,87	1,43	458
Crusades	3,0	2,7	6,9	12,7	19,0	17,4	0,91	1,79	343
Filippa	1,9	1,6	6,9	13,3	21,6	19,2	0,96	1,33	431
Сябра	2,2	2,0	6,6	13,7	21,2	19,4	0,98	2,14	361
Эвергрин	2,5	2,2	7,1	11,9	20,1	17,4	0,83	1,53	379
НСР ₀₅	0,7	0,6	0,6	0,6	2,6	2,4	0,16	0,51	71

Иммунные к *U. nuda* образцы характеризовались устойчивостью к полеганию (Filippa – 9,0 баллов, Сябра – 8,8 балла, Crusades – 8,5 балла, Эвергрин – 8,3 балла).

Большинство высокоустойчивых к пыльной головне образцов характеризовались урожайностью на уровне стандартных сортов. Наибольшей урожайностью отличались генотипы Памяти Дудина, J. V. Flavour, Tetonia, Биос 1, Рейдер и Куфаль.

По общей и продуктивной кустистости значительно превышали стандарт образцы NCL 95098, J.V. Flavour, Maskau, Dhow, Соборный, Clearwater и Магутны. По показателю «общая кустистость» выделялся генотип Кредо, по показателю «продуктивная кустистость» – AC Alberte, Ворсинский 2 и Алей.

По длине колоса существенно превышали стандартный сорт образцы Bear, CDC Mc Gwire. Юкатан, Буян, Абава, Оленёк, Tercel, Алей, Сигнал, Radegast, Issota, Irbe (PR-3528), Калькюль, Асем, Биос 1, Нахбу, Danuta,

Cooper, Новичок, Mie, Щедрый, Эвергрин, Бадьорий, Омский голозёрный, Bonita, Respect, Медикум 11, Mauritia, 2033E и Медикум 176.

Плотность колоса была достоверно выше, чем у стандарта у генотипов Rodos, Адам, Lawina, CDC Gainer, Ворсинский 2, Сигнал, Буян, Сябра, CDC Mc Gwire, 2033E, Fitzroy, Соборный, Clearwater, Irbe (PR-3528), Форвард и Алей.

Достоверное превышение стандарта по количеству колосков было выявлено у образцов Адам, Svanhals, Prisma ATF 2/802, Асем, Соборный, Sublette, по количеству зёрен – у образцов Danuta, Jenuta и Форвард.

По количеству колосков и зёрен стандарт значительно превышали образцы CDC Mc Gwire, Буян, Irbe (PR-3528), Bear, Сигнал, Абава, CDC Gainer, Оленёк, Юкатан, Tercel, Lawina, Алей, Памяти Дудина, Ворсинский 2, Radegast, Нур, Калькюль, Clearwater, Биос 1, 2033E, Салаир, Mauritia и Issota.

Достоверное превышение стандарта по массе зерна с главного колоса отмечалось у образцов Полярный 14, Талер, Липень, Вариант, Буян, Сигнал, Нур, Jenuta, Салаир, Sublette, Tetonia, Асем и Персей.

По показателю «масса зерна с растения» существенно превышали стандарт генотипы Сябра, CDC Mc Gwire, Maskau, J.V. Flavour, Dhow и Магутны.

Продуктивность колоса и растения была достоверно выше стандартных сортов у образцов С-105, Абава, Хаго, Биос 1, Калькюль, Алей, Ворсинский 2, Radegast, Памяти Дудина, Анакин и Таусень.

Крупное зерно с массой 1000 зёрен, достоверно превышающей стандарты, сформировали генотипы Хаго, Анакин и Биос 1.

Устойчивостью к полеганию характеризовались образцы Бионик, NCL 95089, Mie, Адам, Форсаж, Filipa, Одесский 115, Sultan, Bonita, Рейдер, Куфаль, Mauritia, Issota, Юкатан, AC Alberte, Krystal (He 950), Novosadski 301, Mentor, Orthega, Сябра, Калькюль, Respect, Fitzroy, 2033E, Irbe (PR-3528), Докучаевский 10, Melton, Алей, Radegast, Tetonia, Crusades, Cooper, Наран, CDC Mc Gwire, 999-93, Биос 1, Магутны, Персей, Sublette, Ворсинский 2, Jenuta, Danuta, Rodos, Бадьорий, Медикум 125, Эвергрин, Липень, Форвард, CDC Gainer, Lawina, Алей, HVS 59393, Prisma ATF 2/802, Tallon, Bear, Омский голозёрный, Талер, Clearwater, Tercel, Сигнал, Maskau, Dhow, Абава, Нур, Соборный, Анакин, Хаго и J V Flavor.

Заключение. В результате проведённых исследований выделены источники, сочетающие устойчивость к пыльной головне с урожайностью, высокими показателями некоторых элементов продуктивности, устойчивостью к полеганию с целью дальнейшего использования в селекционном процессе.

Список литературы

1. Шешегова Т.К., Щенникова И.Н. Источники ценных признаков ячменя (*Hordeum vulgare* L.) и их использование в ФАНЦ Северо-Востока // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. №. 3 (173). С. 25-31.

2. Дорошенко Е.С., Шишкин Н.В. Поиск источников устойчивости к пыльной головне для селекции ярового ячменя // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2021. №. 174. С. 106-112.

3. Орлова Е.А., Бехтольд Н.П. Характеристика генофонда яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по устойчивости к пыльной головне в условиях лесостепи Западной Сибири // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т. 23. №. 5. С. 551-558.

4. Мешкова Л.В., Николаев П.Н., Васюкевич С.В., Сабаева О.Б., Пяткова О.В. Иммунологическая характеристика ячменя и овса по устойчивости к природным популяциям головнёвых заболеваний // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. №. 10. С. 43-49.

5. Харина А.В., Амунова О.С. Устойчивость к пыльной головне и адаптивность сортов яровой мягкой пшеницы из коллекции ВИР // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. №. 1. С. 18-27.

6. Защита зерновых культур от болезней / Кекало А.Ю., Немченко В.В., Заргарян Н.Ю., Цыпышева М.Ю.. Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2017. 172 с.

7. Шишкин Н.В. Дерова Т.Г., Филиппов Е.Г., Дорошенко Е.С. Исходный материал для селекции озимого ячменя на устойчивость к пыльной головне в засушливых условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2016. №. 6. С. 65-67.

УДК: 576.64:631.894

Влияние экзометаболитов базидиальных грибов на адаптацию растений *in vitro* к почвенным условиям

Ю. А. Злобина^{1,2}, О. Е. Кононова^{1,2},
Д. В. Попыванов¹, О. Н. Шуплецова¹

¹Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н.В. Рудницкого, г. Киров, Российская Федерация

²Вятский государственный университет
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. Изучали жизнеспособность полученных *in vitro* растений пшеницы после высадки в почву с внесением культуральной жидкости 5 видов ксилотрофных базидиальных грибов: *Phellinus igniarius*, *Ganoderma multipileum*, *Ganoderma applanatum*, *Fomes fomentarius*, *Lentinula edodes*. Адаптационную способность в переходном периоде *in vitro/ex vitro* асептических растений оценивали по уровню выживаемости и биометрическим показателям в нестерильных условиях. Установлено, что растения пшеницы в присутствии в почве грибных экзометаболитов были более жизнеспособны, по сравнению с растениями, выращиваемыми в почве без внесения культуральной жидкости. Наибольшее влияние культуральная жидкость оказывала на накопление массы растений, как надземной части, так и корневой системы. Метаболиты *Ganoderma multipileum* независимо от концентрации ингибировали выживаемость (на 40...60 %) и последующий рост пшеницы (снижали кустистость в 1,4...1,6 раза и биомассу стеблей в 1,2...7,3 раза, подавляли рост корней в 1,8...3,5 раза по сравнению с контролем). Стабильный положительный эффект был достигнут в применении *Fomes fomentarius* и *Lentinula edodes*, в этом случае отмечали увеличение фитомассы надземной части в 1,3...1,5 раза, корней в 2,0...6,0 раз. Различие в воздействии культуральной жидкости исследуемых грибов на адаптационный потенциал растений объясняли сложностью и неодинаковым составом биологически активных веществ в составе метаболитов, а также их действующими концентрациями у различных видов базидиомицетов.

Ключевые слова: пшеница, стимуляторы роста, культуральная жидкость, биологически активные вещества

The influence of exometabolites of basidiomycetes on the adaptation of plants obtained *in vitro* to soil conditions

Y. A. Zlobina¹, O. E. Kononova^{1,2},
D. V. Popyvanov¹, O. N. Shupletsova¹

¹Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

²Vyatka State University
Kirov, Russian Federation

Abstract. *The viability of wheat plants obtained in vitro was studied in soil conditions with the addition of cultural liquid of five species of xylotrophic basidiomycetes: Phellinus igniarius, Ganoderma multipileum, Ganoderma applanatum, Fomes fomentarius, Lentinula edodes. The adaptive ability of aseptically grown plants to non-sterile conditions was assessed by the level of survival and biometric indicators in the transition period in vitro / ex vitro. It was found that wheat plants obtained in vitro when transplanted into soil containing fungal exometabolites were more viable compared to plants grown in soil without adding cultural liquid. The introduction of cultural liquid into the soil had the greatest impact on the accumulation of plant mass, both the aboveground part and the root system. Metabolites of Ganoderma multipileum, regardless of concentration, inhibited survival (by 40 - 60 %) and subsequent growth of wheat (reduced tillering by 1.4...1.6 times and stem biomass by 1.2...7.3 times, suppressed root growth by 1.8...3.5 times compared to control). A stable positive effect was achieved in the use of Fomes fomentarius and Lentinula edodes - an increase in the phytomass of the above-ground part was noted by 1.3...1.5 times, and of the roots by 2 to 6 times. The difference in the effect of the cultural liquid of the studied fungi on the adaptive potential of plants was explained by the complexity and unequal composition of biologically active substances among metabolites, as well as their effective concentrations in different species of basidiomycetes.*

Keywords: *wheat, growth stimulants, cultural liquid, biologically active substances*

Введение многих культур растений в культуру *in vitro* сопряжено с определенными трудностями. Наиболее характерными и тяжелыми проблемами являются физиологические изменения, наблюдаемые у многих видов культур: гипергидричность, некроз кончиков побегов, хлороз, крючковатые и скрученные новые листья, фасциация и прочее [1]. В результате у растений проявляется низкий уровень побегообразования и роста, а также низкая адаптационная способность к нестерильным условиям. Высокие потери регенерантного материала неизбежны, а его себестоимость в результате возрастает во много раз [2]. Адаптация к нестерильным условиям – важнейший этап как в получении растений-регенерантов, так и производстве оздоровленного клонально микроразмноженного посадочного материала. Особую чувствительность к переходному периоду проявляют растения-регенеранты зерновых культур. Зачастую проявления некротизации и гибели в переходном периоде *in vitro/ex vitro* приводят к потерям труда нескольких месяцев работы лаборатории. Необходимо направить основные усилия на максимально быстрый возврат устойчивости *ex vitro* растений к абиотическим и биотическим факторам внешней среды. Одним из решения данного вопроса является снятие

стрессового состояния эффективными приемами снижения некротизации и болезни корней адаптируемых растений, в частности фоновой поддержкой *ex vitro* растений регуляторами роста, обладающими адаптогенным и протекторным действием [3]. Как известно, источниками таких соединений в условиях повышенных требований к экологичности производства биологически активных веществ являются экзо- и эндометаболиты базидиальных грибов [4, 5]. Однако применение подобных соединений в целях повышения стрессоустойчивости растений недостаточно изучено. Кроме того, возможна видовая и сортовая специфичность в ответных реакциях на их применение у различных растений. Также требуют уточнения действующие концентрации БАВ в метаболитах исследуемых грибов.

В лаборатории биотехнологических методов селекции сельскохозяйственных растений ФАНЦ Северо-Востока изучается перспектива использования БАВ во вторичных метаболитах ксилотрофных базидиомицетов в качестве фитостимуляторов роста и стрессоустойчивости. Выявлена действующая концентрация культуральной жидкости *Trametes pubescens* и *Trametes ochracea*, обеспечивающая значимое повышение биомассы проростков при обработке зерен в рулонной культуре пшеницы. Продолжение исследований в данном направлении предполагает скрининг большого количества штаммов. Ввиду сложного и дорогостоящего процесса получения растений-регенерантов зерновых культур предварительную отработку метода целесообразно проводить на растениях *in vitro*, инициированных из зародышей, минуя стадию каллуса.

Цель исследований – оценка эффективности применения культуральной жидкости ксилотрофных базидиальных грибов в повышении адаптации полученных *in vitro* растений пшеницы к почвенным условиям.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования использовали культуральную жидкость (КЖ) 5 видов ксилотрофных базидиальных грибов: *Phellinus igniarius*, *Ganoderma multipileum*, *Ganoderma applanatum*, *Fomes fomentarius* и *Lentinula edodes* из коллекции лаборатории биотехнологических методов селекции сельскохозяйственных растений. Культивирование грибов проводили в колбах Эрленмаера объемом 0,5 литра, объем питательной среды 200 мл. Питательной средой служило пивное сусло, разведённое до 4° Баллинга. Колбы после инокуляции агаровыми блоками с мицелием помещали на лабораторный шейкер при 200 об/мин. на 10 суток.

Проростки пшеницы, асептически индуцированные из незрелых зародышей (генотип Е-27) на питательной среде, в возрасте 4...5 недель высаживали в вегетационные 5-литровые сосуды с предварительно увлажненной почвой (торфогрунт производства ООО НПФ «Агростим»). Под каждое рас-

тение вносили экстракты исследуемых грибов по 1 мл согласно следующей схеме: 1) КФ без разведения; 2) КФ разведение 1:10; 3) КФ разведение 1:100; 4) без внесения КЖ – контроль. Повторность опыта – 10 растений. Сосуды накрывали пленкой для снижения обезвоживания/дегидратации растительных тканей. На 25 сутки повторили внесение КЖ грибов в почву. После снятия опыта (40 сутки) проводили оценку выживаемости и измерение биометрических показателей растений (кустистость, высота, воздушно-сухие массы корней и стебля). Статистическая обработка выполнена в программе MS Excel 2020.

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что растения *in vitro* пшеницы после пересадки в почву в большинстве случаев выживали, однако имели различный уровень жизнеспособности. Установлено, что внесение в почву КЖ *Ganoderma multipileum* независимо от разведения негативно влияло на выживаемость, снижая данный показатель на 40...60 % (рис. 1). Показатели были на одном уровне с контролем в вариантах: независимо от разведения – для *Phellinus igniarius*, в отсутствии или малых разведениях – для *Ganoderma applanatum* и при больших – для *Fomes fomentarius* и *Lentinula edodes*.

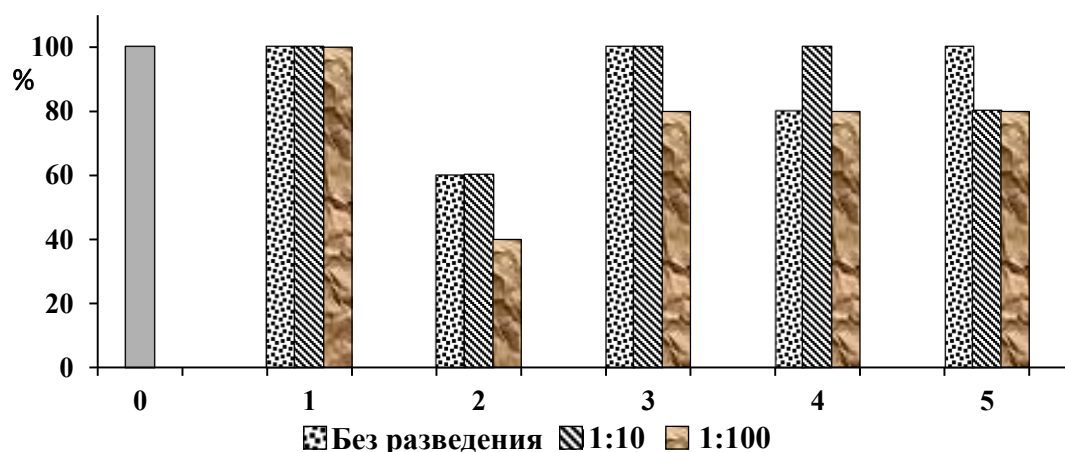


Рис. 1. Выживаемость растений пшеницы на 40 сутки: 0 – контроль; 1 – *Phellinus igniarius*; 2 – *Ganoderma multipileum*; 3 – *Ganoderma applanatum*; 4 – *Fomes fomentarius*; 5 – *Lentinula edodes*

Метаболиты исследуемых грибов неодинаково влияли на биометрические показатели пшеницы. Отмечено стимулирующее действие на кустистость КЖ *Fomes fomentarius* в концентрации 1:10 – в 1,3 раза, *Lentinula edodes* в концентрации 1:100 – в 2 раза. КЖ гриба *Ganoderma multipileum* при разведении снижала кустистость растений в 1,4...1,6 раза. Во всех остальных случаях достоверных отличий от контроля не выявлено (рис. 2).

На высоту растений негативного воздействия метаболиты грибов не оказывали. Этот параметр достоверно увеличивался относительно контроля в присутствии КЖ *Ganoderma applanatum* (1:10) и *Fomes fomentarius* (1:100) на 16,2-16,6 %.

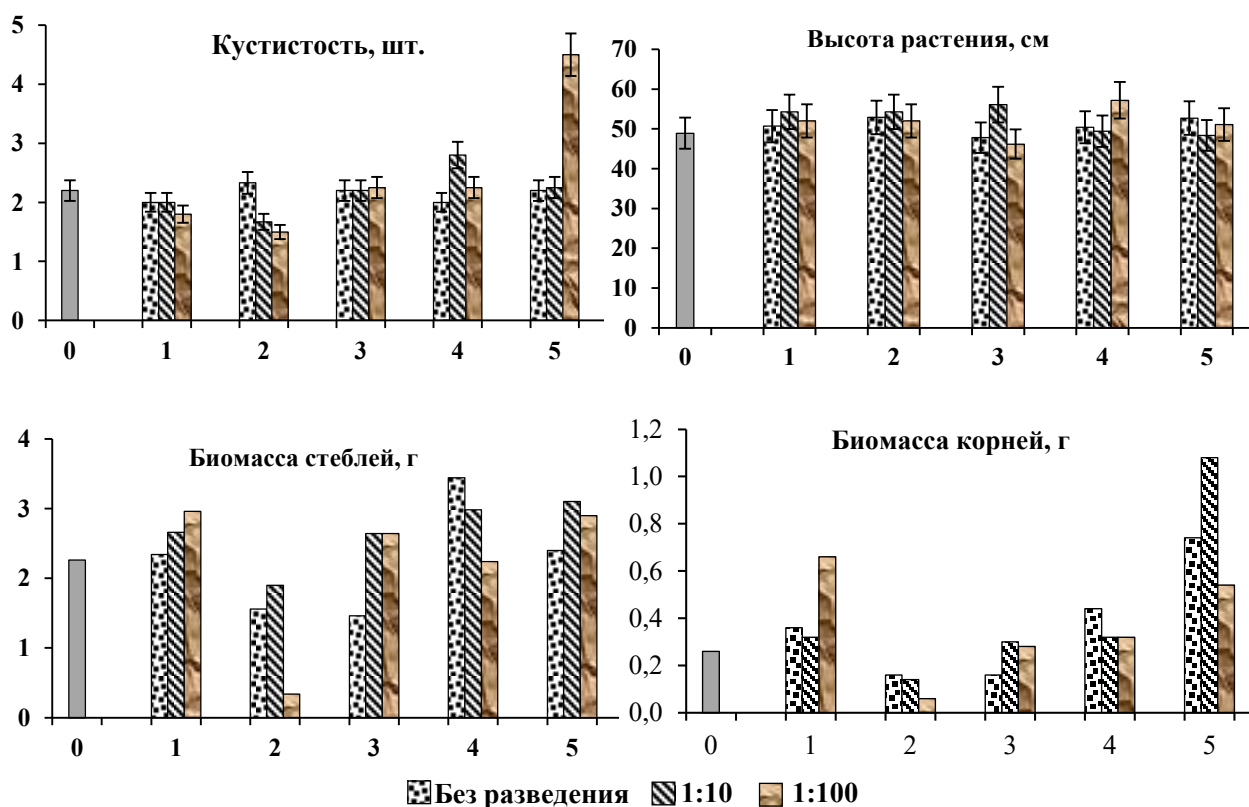


Рис. 2. Влияние КЖ грибов на биометрические показатели растений пшеницы: 0 – контроль; 1 – *Phellinus igniarius*; 2 – *Ganoderma multipileum*; 3 – *Ganoderma applanatum*; 4 – *Fomes fomentarius*; 5 – *Lentinula edodes*)

В большей степени КЖ грибов в почве влияла на накопление биомассы корней и стеблей пшеницы. КФ *Ganoderma multipileum* снижала биомассу стеблей во всех вариантах и, особенно, при большом разведении – в 7,3 раза по сравнению с контролем. Метаболиты *Ganoderma applanatum* оказывали двойное действие – ингибировали в 1,5 раза, но в малой концентрации стимулировали на 18 %. Присутствие метаболитов остальных грибов в зависимости от разведения или существенно увеличивало надземную фитомассу 1,3...1,5 раза, или не изменяло ее.

Влияние грибов на корневую систему проявлялось подобным образом. Рост корней подавлялся в 1,8...3,5 раза во всех вариантах с *Ganoderma multipileum* и в 1,8 раза – с *Ganoderma applanatum*, но без разведения. И, напротив, наблюдали стабильную стимуляцию развития корневой массы метаболитами *Phellinus igniarius*, *Fomes fomentarius* и *Lentinula edodes* от 2 до 6 раз.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что полученные *in vitro* растения пшеницы при пересадке в почву с грибными метаболитами были более жизнеспособны по сравнению с растениями, выращиваемыми в контрольных условиях. В большей степени присутствие КЖ в почве повлияло на увеличение массы растений как надземной части, так и корневой системы. Стабильный положительный эффект был достигнут

в применении *Fomes fomentarius* и *Lentinula edodes*. Однако метаболиты *Ganoderma multipileum* независимо от концентрации ингибировали как выживаемость, так и последующий рост пшеницы. Различие в воздействии КЖ исследуемых грибов на адаптационный потенциал растений, вероятно, объясняется сложностью и неодинаковым составом биологически активных веществ в составе метаболитов, а также их действующими концентрациями у различных видов базидиомицетов.

Список литературы

1. Mayer N. A., Bianchi V. J., Feldberg N. P., Morini S. Advances in peach, nectarine and plum propagation // Rev. Bras. Frutic. 2017. V.39. No. 4. P. 355.
2. Niedz R. P., Evens T. J. Regulating plant tissue growth by mineral nutrition // In Vitro Cell Dev Biol. Plant, 2007. V 43. P. 370–381.
3. Акимова С. В., Викулина А. Н., Буянов И. Н., Глинушкин А. П. Совершенствование способов подготовки микрорастений малины к адаптации // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. 39. С. 16-19.
4. Бызова М. А., Ермошин А. А., Киселева И. С. Экстракты трутовых грибов уменьшают цитотоксичность ионов кадмия в Hordeum-тесте // Биомика. 2022. Т. 14, № 4. С. 310-314.
5. Теплякова Т. В., Косогова Т. В. Высшие грибы Западной Сибири - перспективные объекты для биотехнологии лекарственных препаратов. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН; 2014. 298 с.

УДК 633.11:632.4

Иммунологические аспекты устойчивости генотипов яровой пшеницы к бурой ржавчине в условиях юго-востока Воронежской области

О. Л. Медведева

*Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева
Таловский р-н, Воронежской обл., Россия*

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы, связанные с выявлением источников устойчивости к бурой ржавчине (*Puccinia triticina* = *Puccinia recondita* Rob.ex Desm. f.sp. *tritici* Erikss. et Henn.) яровой пшеницы и наблюдение за изменениями, происходящими в популяции патогенов. Приведены результаты контроля над изменением в местной популяции бурой ржавчины с помощью изогенных линий серии Тетчер. В результате полевых исследований были получены сведения о структуре популяции бурой ржавчины пшеницы, формирующейся на территории юго-востока Воронежской области. Изучение проводилось на 33 линиях яровой пшеницы сорта Thatcher. Нестабильная реакция изогенных линий на заражение бурой ржавчиной в различные годы может свидетельствовать об изменчивости популяционного состава патогена, поэтому изучение их устойчивости на инфекционных фонах позволяет контролировать эффективность известных генов.

Ключевые слова: изогенные линии серии Тетчер, *Puccinia triticina*, Lr-гены

Immunological aspects of the resistance of spring wheat genotypes to brown rust in the conditions of the south-east of the Voronezh region

O. L. Medvedeva

*Voronezh FARC named after V. V. Dokuchaev
Talovaya district, Voronezh region, Russia*

Abstract. *The article disc usses issues related to the identification of sources of resistance to brown rust (*Puccinia triticina* = *Puccinia reconditia* Rob.ex Desm. f.sp. *tritici* Erikss. et Henn.) of spring wheat and monitoring of changes occurring in the pathogen population. The results of monitoring the change in the local population of brown rust using isogenic lines of the Thatcher series are presented. As a result of field research, information was obtained about the structure of the population of brown wheat rust, which is formed in the territory of the south-east of the Voronezh region. The study was carried out on 33 such lines of Thatcher spring wheat. The unstable reaction of isogenic lines to brown rust infection in different years may indicate the variability of the population composition of the pathogen, therefore, the study of their resistance to infectious backgrounds makes it possible to control the effectiveness of known genes*

Keywords: *Thatcher series isogenic lines, *Puccinia triticina*, *Lr* genes*

Как известно, наиболее распространенным и вредоносным заболеванием яровой пшеницы является бурая ржавчина. В связи с тем, что возбудитель бурой ржавчины пшеницы (*Puccinia triticina* = *Puccinia recondita* Rob.ex Desm. f.sp. *tritici* Erikss. et Henn.) адаптирован к разнообразным климатическим условиям, это заболевание встречается ежегодно во всех регионах возделывания пшеницы в мире. Особенно вредоносна бурая ржавчина в районах Поволжья, Северного Кавказа, ЦЧЗ, где она развивается практически ежегодно. Урожай зерна пшеницы вследствие заболевания ее бурой ржавчиной снижается до 45...50 %, а в условиях сильной эпифитотии – до 70 % [1]. Использование генетически обусловленной устойчивости является наиболее экономичным и поэтому наиболее предпочтительным методом снижения потерь урожая [2]. В мире существуют различные программы создания сортов пшеницы, длительно сохраняющих устойчивость к ржавчине, основанные на использовании генов различных типов устойчивости. В связи с этим необходим непрерывный поиск доноров устойчивости взамен утратившим эффективность [3]. Выявление новых источников предполагает контроль над эффективностью *Lr*-генов к местной популяции бурой ржавчины, который осуществляется с помощью моногенных линий [4].

Материал и методы. Материалом изучения служил набор изогенных линий яровой пшеницы серии Тетчер. Посев проводили на двухрядковых делянках, длиной 1 м и шириной междурядий 15 см.

Применяли искусственную инокуляцию растений смесью уредоспор бурой ржавчины и талька из расчета 15...20 мг спор на 1 м² с последующим

укрытием пленкой. Через 10 испытуемых номеров высевали восприимчивые сорта-накопители инфекции – Саратовская 29 и Саратовская 46.

Интенсивность поражения устанавливали по шкале Петерсона, тип реакции по шкале Мейнса и Джексона. Пораженность растений определяли визуально по флаговому и предфлаговому листьям в два срока: первый через 10 дней после проявления болезни, второй – в конце вегетации.

Выявление источников устойчивости к любому заболеванию предполагает наблюдение за изменениями, происходящими в популяции патогенов. Контроль над изменением в местной популяции бурой ржавчины осуществлялся с помощью отмеченных выше изогенных линий. Изучение проводили в 2021...2023 гг. на 33 линиях яровой пшеницы сорта Thatcher на инфекционном участке (фон искусственного заражения).

Результаты и обсуждение. Получены сведения о структуре популяции бурой ржавчины пшеницы, формирующейся на территории юго-востока Воронежской области (табл.).

В 2021 году были выделены линии со средней устойчивостью и поражением 20...30 % и 1-2 типом – *Lr* 13, *Lr* 14в, *Lr* 21, *Lr* 22, *Lr* 25.

В условиях 2022 и 2023 гг. отмечалось сильное поражение растений бурой ржавчиной, так как складывались благоприятные условия для распространения болезни (достаточное количество выпавших осадков и оптимальная для развития болезни температура), то большинство образцов поразились от 40 до 100 % и 3-4 типом. Можно выделить среди них линии *Lr* 44 и *Lr* 37, которые имели поражений 30 % 1-2 типа и могли обеспечить в течение двух лет (2021...2022 гг.) среднюю устойчивость к бурой ржавчине.

В 2022 году умеренную устойчивость до 40 % обеспечивали линии *Lr* 3ва, *Lr* 14а, *Lr* 14в, *Lr* 21 и *Lr* 26. Линия *Lr* 26 в течение 2022...2023 гг. поражалась до 40 % 2-3 типа.

Линий с полной устойчивостью в эти годы не наблюдалось, но линия *Lr* 23 в течение трех лет могла обеспечивать умеренную устойчивость и поразилась до 40 %, даже в годы с жестким инфекционным фоном, и поражением сортов-индикаторов накопителей инфекции Саратовская 29 и Саратовская 46 до 100 %.

Анализ реакции изогенных линий на заражение бурой ржавчиной показывает, что на изменчивость признака устойчивости влияет как генотип линии (*Lr* гены), так и абиотические факторы. В 2022 и 2023 годах большинство изогенных линий имело сильное поражение, что говорит о том, что большая часть известных генов *Lr* не обеспечивает защиты пшеницы от поражения бурой ржавчиной. Нами были выделены линии с эффективными генами устойчивости к бурой листовой ржавчине: *Lr* 44 и *Lr* 37 в течение двух лет

(2021...2022 гг.), а также линия *Lr* 23 в течение трех лет могла обеспечивать умеренную устойчивость и поразила до 40 %, даже в годы с жестким инфекционным фоном.

Таблица

Реакция генов *Lr* на популяцию бурой ржавчины

Ген <i>Lr</i>	Поражение бурой ржавчиной					
	2021 г.		2022 г.		2023 г.	
	%	тип реакции	%	тип реакции	%	тип реакции
1	2	3	4	5	6	7
1	50	3-4	70	4	100	4
2а	40	3-4	50	3, 4	90	4
2в	40	3-4	60	3-4	90	4
2с	40	3-4	80	3-4	60	3-4
3ка	60	4	70	3-4	70	3-4
3ва	50	3-4	40	2-3	70	3-4
9	40	3	80	4-3	60	3-4
10	60	3-4	90	4	90	4
11	40	3	80	4-3	90	4
12	50	3-4	50	3-2	60	3-4
13	30	3	90	4-3	90	3-4
14а	60	3-4	40	2-3	40	2-3
14в	20	1-2	40	2-3	70	3-4
15	50	3-4	80	4-3	70	3-4
16	50	3-4	90	4-3	90	4
17	70	4	100	4	80	4
19	60	4	90	4	90	4
20	40	3-4	80	3-4	60	3-4
21	20	2-3	40	3-2	50	3-2
22	30	3-4	60	4-3	60	4
23	40	3-4	40	2-3	40	2-3
24	40	2-3	40	2-3	50	3-4
25	30	2	70	4	80	4
26	70	3-4	40	2-3	40	3-4
28	50	3-4	90	4	50	3-4
29	40	4	40	2-3	70	4
30	60	4	70	3-4	80	4
32	50	3-4	60	3-4	70	3-4
33	60	4	60	3-4	50	2-3
34	70	4	60	3-4	40	2-3
35	60	3-4	40	2-3	50	4-3
37	30	1-2	30	1-2	70	4
44	30	1-2	30	1-2	50	4-3

Особо настораживает то, что такие линии, как *Lr* 9, *Lr* 19, *Lr* 24, проявлявшие устойчивость в нашей зоне на протяжении 30...40 лет, поразились на 40...80 %. Это может быть связано как с появлением новых вирулентных биотипов в популяции бурой ржавчины, так и с потерей эффективности указанных генов, что отмечают и другие исследователи [1].

Это, очевидно, обусловлено появлением новых биотипов ржавчины, а также влиянием погодных условий (засуха и высокая температура в летний период – на 5...10 °С выше среднемноголетней), некоторые гены устойчивости, по литературным данным [3], снижают свою эффективность уже при температуре 26 °С.

Заключение. Нестабильная реакция изогенных линий на заражение бурой ржавчиной в различные годы может свидетельствовать об изменчивости популяционного состава патогена. Изучение их устойчивости на инфекционных фонах позволяет контролировать эффективность известных генов. Будет проведено дальнейшее изучение изогенных линий с целью установления целесообразности введения этих генов в продуктивные сорта.

Список литературы

1. Михайлова Л.А. Генетика взаимоотношений возбудителя бурой ржавчины и пшеницы. Санкт-Петербург, 2006. 80 с.
2. Генетическая структура и изменчивость популяции возбудителя бурой ржавчины. Методические рекомендации / Г. В. Волкова, Л. К. Анпилогова, Т. П. Алексеева и др. Санкт-Петербург, 2009. 36 с.
3. Неттевич Э. Д., Давыдова Н. В. Эффективность генов *Lr* в условиях центрального региона России // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. 1999. № 3. С. 12.
4. Todorova M. Influence of some *Lr* genes for resistance on the competitive ability of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* races // Cereal Research Communications. 1998. 26, 183-187.

УДК: 631.527:577.29

Поиск *Stb*-генов в перспективных линиях мягкой пшеницы

Н. В. Новоселова, Л. С. Савинцева

Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н.В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация: Септориоз пшеницы – широко распространенная болезнь, приводящая к потерям урожая в размере до 40 %. Создание устойчивых сортов позволило бы уменьшить экономический ущерб, а также способствовало бы экологизации сельского хозяйства за счет сокращения применения химических фунгицидов. Использование методов молекулярной биологии имеет большой потенциал для ускорения селекции на устойчивость к различным заболеваниям. Целью нашего исследования было выявление локусов устойчивости к *Zygozoptoria tritici* (Desm.) Quaedvlieg & Crous в генотипах перспективных линий мягкой пшеницы. Для идентификации *Stb*-генов использовались *SSR*-маркеры. В ходе работы было проанализировано 27 линий мягкой пшеницы. Шесть из них показали наличие в своем генотипе *Stb*-генов.

Ключевые слова: маркер-вспомогательная селекция, ПЦР, *SSR*-маркеры, устойчивость, *Zygozoptoria tritici*, *Triticum aestivum*

Search for *Stb* genes in promising lines of bread wheat

N. V. Novoselova, L. S. Savintseva

Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

Abstract. *Septoriosiis of wheat is widespread disease causing yield losses of up to 40 %. Development of resistant cultivars would reduce the economic damages and also facilitate the greening of agriculture by decreasing of use of chemical fungicides. The use of molecular biology methods has great potential for accelerate breeding for resistance to various diseases. The study aimed to search for the loci of resistance to *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvlieg & Crous in the genotypes of promising bread wheat lines. We used SSR markers to identify *Stb* genes. 27 bread wheat lines have been analyzed. Six of them showed the presence of *Stb* genes.*

Keywords: *marker assisted breeding, PCR, SSR markers, resistance, *Zymoseptoria tritici*, *Triticum aestivum**

Септориоз пшеницы – это экономически значимое заболевание, приводящее к потерям урожая от 5 до 40 %. Данная болезнь распространена в России повсеместно и проявляется ежегодно. Самыми вредоносными возбудителями септориоза пшеницы являются грибы *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvlieg & Crous и *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvlieg, Verkley & Crous. Создание устойчивых к септориозу сортов позволило бы уменьшить потери урожая, а также сократить применение химических фунгицидов [1, 2]. Использование ДНК-маркеров имеет значительный потенциал для ускоренного выведения сортов, устойчивых к болезням [3, 4]. На точность результатов генотипирования не влияют условия окружающей среды. Для ПЦР-анализа можно брать как растения, полученные в лабораторных условиях, так и листья с образцов, растущих в поле. Все это позволяет проводить поиск нужных генов независимо от сезона и на любой стадии селекционного процесса.

Цель исследования – выявление локусов устойчивости к грибу *Zymoseptoria tritici* в генотипах перспективных селекционных линий мягкой пшеницы.

Материалы и методы. Объектом исследования были заложённые в 2023 году в питомнике конкурсного сортоиспытания селекционные образцы мягкой пшеницы, предоставленные для молекулярно-генетического анализа лабораторией селекции яровой мягкой пшеницы ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров).

Семена анализируемых образцов пшеницы были пророщены в рулонах фильтровальной бумаги. Выделение ДНК из 5-дневных проростков произведено гуанидин-изотиоционатным методом [5].

Для идентификации *Stb*-генов использовали SSR-маркеры, взятые из БД GrainGenes (<https://graingenes.org>) (табл. 1).

Состав реакционной смеси на 10 мкл: ДНК – 2 мкл, 10 x PCR буфер – 1 мкл, смесь dNTPs (4mM) – 0,5 мкл, по 1 мкл прямого и обратного праймера, Taq-полимераза – 3,75 ед., вода mQ – 3,75 мкл. Условия ПЦР представлены в таблице 2. Реакции выполнены на амплификаторе ТП4-ПЦР-01-«Терцик» («НПО ДНК-технология»).

SSR-маркеры, использованные для поиска *stb*-генов

Ген	Маркер	Праймеры, прямой и обратный (5' – 3')	Ссылка
<i>Stb2</i>	Xgwm 389	ATCATGTCGATCTCCTTGACG TGCCATGCACATTAGCAGAT	[6]
<i>Stb11</i>	Xbarc 008	GCGGGAATCATGCATAGGAAAACAGAA GCGGGGGCGAAACATACACATAAAAACA	[7]
<i>Stb13</i>	Xwmc 396	TGCACTGTTTTACCTTCACGGA CAAAGCAAGAACCAGAGCCACT	[8]

Таблица 2

Условия проведения ПЦР

Маркер	Температурный режим	Размер ампликона, п н
Xgwm389	I – 95 °С – 5 мин; II – 35 циклов: 95 °С – 30 с, 72 °С – 2 мин; III – 72 °С – 7 мин	120
Xbarc008	I – 95 °С – 3 мин; II – 35 циклов: 95 °С – 45 с, 61 °С – 45 с, 72 °С – 45 с; III – 72 °С – 7 мин	245
Xwmc396	I – 95 °С – 5 мин; II – 35 циклов: 95 °С – 1 мин, 61 °С – 50 с, 72 °С – 1 мин; III – 72 °С – 7 мин	146

ПЦР-продукты были разделены в процессе вертикального электрофореза в 6,5 % или 7,0 % полиакриламидном геле (в зависимости от ожидаемого размера ампликона) и окрашены 1 % бромистым этидием. Результаты электрофореза документировали с помощью видеосистемы «Взгляд» и ПО «IC Measure» («Компания Хеликон»). Размер амплифицированных фрагментов определяли с использованием 100bp+2Kb+3Kb ДНК-маркеров веса («СибЭнзайм»).

Результаты и обсуждение. В ходе работы было проанализировано 27 селекционных образцов мягкой пшеницы. *Stb*-гены были идентифицированы у 22 % линий.

Маркер Xgwm389, сцепленный с локусом возрастной устойчивости *Stb2*, у исследуемых линий выявлен не был. Маркер Xbarc008, связанный с локусом *Stb11*, был обнаружен у образца В-128 (рис. 1). Сцепленный с геном *Stb13* маркер Xwmc396 (рис. 2) был выявлен у шести селекционных образцов, в т. ч. у сорта Темп, переданного на государственное сортоиспытание в 2022 году. И *Stb11*, и *Stb13* относятся к генам ювенильной устойчивости.

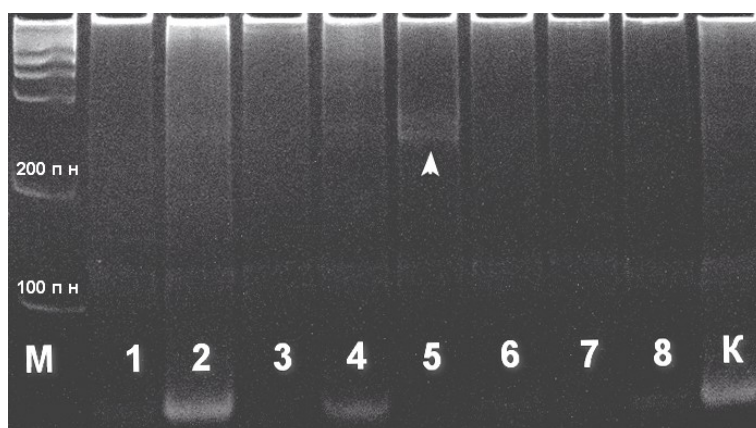


Рис. 1. Гель-электрофорез продуктов амплификации с праймерами к маркеру Xbarc 008 (*Stb11*) в 6,5%-ном полиакриламидном геле:
1 – Д-28; 2 – Темп; 3 – У-257;
4 – В-123; 5 – В-128; 6 – Г-143;
7 – Г-90; 8 – Д-44;
К – отрицательный контроль;
М – маркер молекулярного веса.
Стрелкой отмечен целевой амплификат (245 п н)

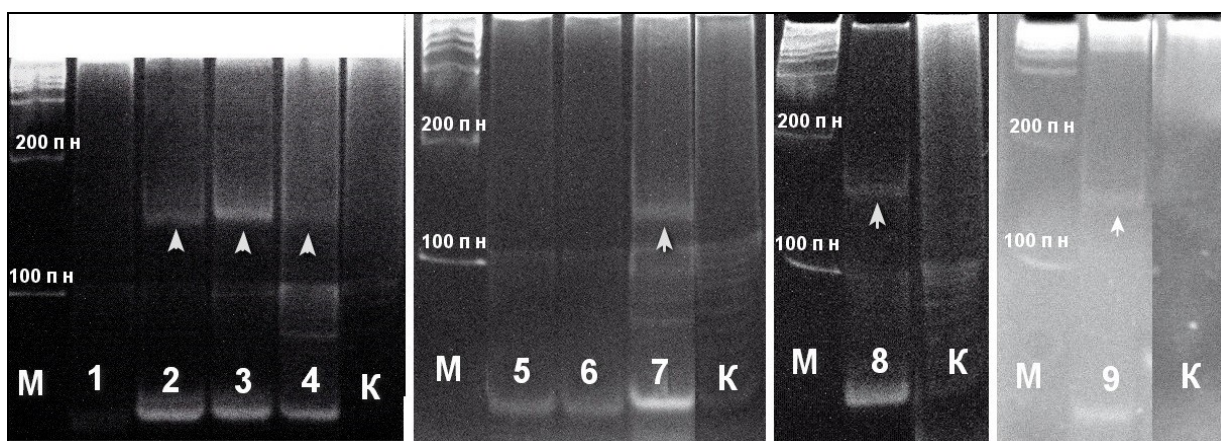


Рис. 2. Гель-электрофорез продуктов амплификации с праймерами к маркеру Xgwm 396 (*Stb13*) в 7%-ном полиакриламидном геле: 1 – Награда; 2 – В-6; 3 – В-65; 4 – В-30; 5 – У-257; 6 – В-123; 7 – В-128; 8 – Темп; 9 – Б-4; К – отрицательный контроль; М – маркер молекулярного веса. Стрелкой отмечены целевые амплификаты (146 п н)

Перспективные линии мягкой пшеницы, выделившиеся в результате молекулярно-генетического анализа, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Характеристика селекционных образцов, несущих *Stb*-гены

Селекционный образец	Ген	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г
Б-4 ([Приокская х Омега] х Терция] х Симбирцит)	<i>Stb13</i>	30,8	40,2
В-6 (Вятчанка х Боевчанка)	<i>Stb13</i>	24,3	36,6
В-30 (Nandu х Дуэт Черноземья)	<i>Stb13</i>	25,0	40,6
В-65 (Маргарита х Аннет)	<i>Stb13</i>	28,0	44,5
В-128 (Симбирцит х Баженка)	<i>Stb11, Stb13</i>	31,2	43,8
Темп	<i>Stb13</i>	30,2	45,2

Заключение. В результате ПЦР-анализа определено шесть селекционных образцов, несущих гены устойчивости к грибу *Zymoseptoria tritici*. При этом у перспективной линии В-128 найдены сразу два локуса: *Stb11* и *Stb13*.

Список литературы

1. Бакулина А. В., Харина А. В., Широких А. А. Септориоз листьев и колоса пшеницы: генетический контроль устойчивости хозяина (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 2. С. 26-35.
2. Ганнибал Ф. Б., Гагкаева Т. Ю., Гомжина М. М., Полуэктова Е. В., Гульятяева Е. И. Ассоциированные с пшеницей микромицеты и их значимость как возбудителей болезней в России // Вестник защиты растений. 2022. № 4. С. 164-180.
3. Новикова А. А., Богданова О. В. Возможности маркер-ориентированной селекции для создания сортов ячменя, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2021. № 1. С. 138-148.
4. Бакулина А. В., Новоселова Н. В., Савинцева Л. С., Баталова Г. А. ДНК-маркеры в селекции овса на устойчивость к корончатой ржавчине (обзор) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022 № 1. С. 224-235.
5. Sambrook J., Fritch T., Maniatis T. Molecular cloning: a laboratory manual // New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989. 1659 p.

6. Röder M. S., Korzun V., Wendehake K., Plaschke J., Tixier M.-H., Leroy P., Ganal M.W. A microsatellite map of wheat // *Genetics*. 1998. № 4. P. 2007-2023.

7. Liu Y., Zhang L., Thompson I.A., Goodwin S.B., Ohm H.W. Molecular mapping re-locates the Stb2 gene for resistance to Septoria tritici blotch from cultivar Veranopolis on wheat chromosome 1BS // *Euphytica*. 2013. Vol. 190. P. 145–156.

8. Somers D. J., Isaac P., Edwards K. A high-density microsatellite consensus map for bread wheat (*Triticum aestivum* L.) // *Theoretical and applied genetics*. 2004. № 109(6). P.1105-1114.

УДК 634.11:634.13:635-2

Болезни и вредители плодовых культур в Кировской области

А. П. Софронов, С. В. Фирсова, А. А. Русинов
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н.В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. *Цель исследований – оценить по устойчивости к наиболее распространенным болезням и вредителям сорта плодовых культур в условиях Кировской области. Исследования проведены в экспериментальном саду ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) в период с 2018 по 2023 годы. Объект изучения – 11 сортов яблони и 9 сортов груши 2007 года посадки. За период изучения отмечено три сорта яблони с минимальным поражением плодовой гнилью (0,5 балла): Антоновка-китайка, Северная зорька и Хорошавка. У 8 сортов яблони максимальная степень поражения паршой составила 1 балл. Слабая степень повреждения (2 балла) яблонной плодовой жоржкой отмечена у контрольного сорта Грушовка московская, остальные сорта повреждаются в очень слабой степени (1 балл). В среднем за период изучения не отмечено признаков поражения плодовой гнилью у сорта груши Повислая. В среднем за годы изучения слабое поражение паршой (2 балла) отмечено в 2019 и 2021 году на сортах груши Нарядная Ефимова и Чижовская. В отдельные годы отмечаются единичные повреждения плодов яблонной плодовой жоржкой у сорта Купава. За период изучения не отмечено признаков повреждения грушевым галловым клещом у сорта Повислая.*

Ключевые слова: *яблоня, груша, монилиоз, парша, плодовая жоржка, грушевый галловый клещ*

Diseases and Pests of Fruit Crops in Kirov Region

A. P. Sofronov, S. V. Firsova, A. A. Rusinov
Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation

Annotation. *The aim of research is to assess the variety of fruit crops according to sustainability to the most spread diseases and pests in conditions of Kirov region. The research had been held in an experimental orchard of FSBSI FARC of North-East (Kirov) during the period from 2018 to 2023. The subject of research is 11 varieties of the apple tree and 9 varieties of the pear tree of 2007 year of planting. During the period of study three varieties of the apple tree without being affected by fruit rot (0,5 points) were distinguished: Antonovka-Kitayka, Severnaya Zorka and Horoshavka. 8 varieties of the apple tree have maximum degree of scab damage in 1 point. The poor degree of the codling moth damage (2 points) was reported in the check variety, Grushovka Mosckovskaya, other varieties were being affected very little*

(1 point). An average, for the period of study the features of damaging by fruit rot were not observed in the pear tree, Povislaya. An average, for the period of study week scab damage (2 points) was observed in pear varieties, Dressy Efimova and Chizhovskaya in 2019 and 2021. In certain years single codling moth damage was observed in Kupava variety. During the period of research the features of damaging by gall mite were observed in Povislaya variety.

Key word: *apple tree, pear, moniliosis, apple scab, fruitworm, pear gall mite*

В структуре многолетних насаждений в хозяйствах всех категорий собственности доминирующее положение занимает яблоня, которая занимает 42,5 % общей площади плодово-ягодных насаждений России [1]. Второй по распространенности семечковой культурой в стране является груша. Её удельный вес в структуре садов в среднем составляет 4,7 %, что существенно ниже оптимального уровня [2]. В 2019 году валовой сбор семечковых культур в России составил 2179,3 тыс. т. при средней урожайности 147,8 ц/га. Одной из причин, вызывающих снижение урожайности семечковых культур, является поражение их болезнями и вредителями, которые в отдельные годы могут уничтожить до 50 % урожая [2]. Так как сорта плодовых культур различаются по генетической способности противостоять некоторым вредным организмам, одним из перспективных направлений в защите растений является поиск и создание иммунных сортов [3].

Цель исследований – оценить по устойчивости к наиболее распространенным болезням и вредителям сорта плодовых культур в условиях ФАНЦ Северо-Востока.

Материал и методы. Исследования проведены в экспериментальном саду ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) в период с 2018 по 2023 год. Объект изучения – 11 сортов яблони и 9 сортов груши 2007 года посадки. Почва на участке дерново-карбонатная легко суглинистая, залегающая на пермских глинах. Агрохимическая характеристика почвы: рН = 5,6; содержание P₂O₅ – 28, K₂O – 20 мг на 100 г почвы. Посадка осуществлена в 2007 году по схеме 5х6 м, двухлетними саженцами, привитыми на семенном подвое. Агротехнические мероприятия при постановке опыта – общепринятые для Северо-Восточной зоны садоводства европейской части России. Учеты и наблюдения проводили в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [4].

Результаты и обсуждение. Монилиоз – одна из самых распространенных болезней яблони [6]. За период изучения отмечено три сорта яблони с минимальным поражением плодовой гнилью (0,5 балла): Антоновка-китайка, Северная зорька и Хорошавка (табл. 1).

В среднем за годы изучения максимальное поражение (5 баллов – поражено более 50 % плодов) отмечено у контрольного сорта Грушовка московская в 2019 году. У контрольного сорта Боровинка максимальное поражение плодовой гнилью (4 балла – поражено до 50 % плодов) наблюдалось в 2020 году.

Вредоносность основных болезней и вредителей на яблоне (2018...2023 гг.)

Сорт	Максимальная степень поражения/повреждения, балл		
	монилиоз	парша	плодожорка
Грушовка московская, контроль	5,0	2,0	2,0
Юнга	2,0	1,0	1,0
Красная горка	3,0	1,0	1,0
Боровинка, контроль	4,0	1,0	1,0
Сувенир Алтая	3,0	2,0	1,0
Новость Алтая	3,0	2,0	0,5
Подарок садоводам	3,0	1,0	1,0
Осенняя радость	2,0	1,0	1,0
Антоновка китайка	0,5	1,0	1,0
Хорошавка	0,5	1,0	1,0
Северная зорька	0,5	1,0	1,0

У сортов Красная горка, Сувенир Алтая, Подарок садоводам, Новость Алтая максимальное поражение плодовой гнилью отмечено в 2020 году, которое составило 3 балла (поражено до 25 % плодов).

Парша яблони – широко распространенная болезнь яблони (возбудитель – грибы *Venturia inaequalis* и *Venturia pirina*) [3]. В среднем за годы изучения слабое поражение паршой (2 балла – поражено не более 10 % листьев, единичные пятна на плодах не превышают 1 см) отмечено в 2019 году на сортах Грушовка московская, Новость Алтая и Сувенир Алтая. У остальных сортов максимальная степень поражения паршой составила 1 балл (очень слабое поражение, поражены единичные листья, на плодах мелкие пятна).

Яблонная плодожорка (*Carpocapsa pomonella*) – повсеместно распространенный опасный вредитель плодов семечковых культур [6]. Все изученные сорта повреждаются вредителем. Слабая степень повреждения (2 балла) отмечена у контрольного сорта Грушовка московская, остальные сорта повреждаются в очень слабой степени (1 балл).

В Кировской области наиболее вредоносной болезнью груши является плодовая гниль или монилиоз, вызываемый грибами из рода *Monilia*. В среднем за годы изучения не отмечено признаков поражения плодовой гнилью у сорта Повислая (табл. 2). Для сортов Купава, Каратаевская и Перун характерна слабая степень (до 2 баллов) поражения болезнью. Сорта Ларинская и Видная восприимчивы к монилиозу – максимальная степень поражения – 5 баллов.

Парша груши – широко распространенная болезнь культуры (возбудитель – грибы из рода *Venturia*) [7]. В среднем за годы изучения слабое поражение (2 балла) отмечено в 2019 и 2021 годах у сортов Нарядная

Ефимова и Чижовская. Остальные сорта имели очень слабую степень поражения (1 балл).

Таблица 2

Вредоносность основных болезней и вредителей на груше (2018...2023 гг.)

Сорт	Максимальная степень поражения/повреждения, балл		
	монилиоз	грушевый галловый клещ	парша
Чижовская, к	4,0	5,0	2,0
Нарядная Ефимова	3,0	5,0	2,0
Ларинская	5,0	2,0	1,0
Перун	2,0	3,0	1,0
Каратаевская	3,0	2,0	1,0
Сварог	2,0	3,0	1,0
Повислая	0	0	0,5
Купава	2,0	3,0	1,0
Видная	5,0	3,0	1,0

Яблонная плодожорка способна наносить ущерб и груше [8]. Однако за период наблюдения не отмечено вредоносности насекомого на груше. В отдельные годы отмечаются единичные повреждения плодов у сорта Купава.

Наиболее опасным вредителем для груши в Кировской области является галловый грушевый клещ (*Eriophyes pyri*). За период изучения не отмечено признаков повреждения вредителем у сорта Повислая. Средне-восприимчивыми (максимальная степень повреждения 3 балла) показали сорта: Купава, Перун, Ларинская, Сварог, Видная, высоковосприимчивыми (максимальная степень повреждения 5 баллов) галловому клещу – сорта Нарядная Ефимова и Чижовская.

Заключение. Таким образом, выделен сорт груши Повислая, устойчивый к поражению плодовой гнилью и повреждению грушевым галловым клещом, и в очень слабой степени (0,5 балла) поражающийся паршой, а также сорт яблони Северная зорька, в очень слабой степени поражающийся монилиозом и паршой яблони, очень слабо повреждающийся яблонной плодожоркой.

Список литературы

1. Парахин Н. В. Современное садоводство России и перспективы развития отрасли // Современное садоводство. 2013. №. 2 (6). С. 114-122.
2. Принева Л. А. Сады цвели века. Воронеж. Кварта, 2005. 704 с.
3. Резвякова С. В. Успехи селекции в создании иммунных к парше и зимостойких сортов яблони // Аграрная наука. 2019. № 3. С. 39-43.
4. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. 608 с.

4. Ветрова Е. В., Махров В. В. Влияние альтернариоза и монилиоза на некоторые биохимические показатели плодов яблони и груши в период хранения // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2018. №. 1-2. С. 99-106.

6. Бондарчук Е. Ю. и др. Биологический контроль численности яблонной плодовой жорки на основе энтомопатогенных микроорганизмов (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. №. 11. С. 53-66.

7. Скрылёв А. А., Каширская Н. Я. Защита насаждений груши от парши в условиях 2011-2012 гг. // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. 38. №. 2. С. 112-117.

8. Ярчаковская С. И. Фитосанитарное состояние интенсивных насаждений груши в Беларуси // Главный редактор. 2020. С. 27.

УДК: 633.367.2: 631.872.2

Роль инокуляции семян люпина узколистного клубеньковыми бактериями

А. Ю. Софронова, А. П. Кислицына, Ф. А. Попов
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлены результаты полевого опыта по оценке влияния инокуляции семян препаратом Ризоверм на растения люпина узколистного сорта Брянский кормовой при выращивании его на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в условиях Кировской области на зеленую массу и зерно. Установлено, что данный агротехнический прием повышает урожайность зеленой массы на 58,2 % и зерна на 32,9 %.

Ключевые слова: Брянский кормовой, Ризоверм, урожайность, зеленая масса, дерново-подзолистые почвы, полевая всхожесть

The role of inoculation of angustifolia lupine seeds with nodule bacteria

A. Yu. Sofronova, A. P. Kislitsyna, F. A. Popov
Federal Agricultural Research of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation

Abstract. The article presents the results of a field experiment to assess the effect of seed inoculation with the drug "Rizoverm" on plants of the narrow-leaved lupine variety "Bryanskij kormovoj" when grown on sod-podzolic medium-loamy soil in the conditions of the Kirov region on green mass and grain. It was found that this agrotechnical technique increased the yield of green mass by 58.2 % and grain by 32.9 %.

Keywords: Bryanskij kormovoj, Rizoverm, productivity, green mass, soddy-podzolic soils, field germination

Люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) является ценной бобовой культурой и одним из источников биологического азота в почве. При нормальном развитии люпин в симбиозе с клубеньковыми бактериями способен

фиксировать в среднем 160...180 кг/га атмосферного азота [1]. Благодаря этому процессу он сохраняет плодородие почвы и пополняет запасы органического вещества в ней. Это сокращает затраты на азотные удобрения и является выгодным в энергетическом и экологическом аспектах [2].

Инокуляция – обработка семян препаратами, содержащими штаммы клубеньковых бактерий. Этот процесс усиливает образование клубеньков, улучшает азотное питание бобовых растений, оказывает положительное влияние на плодородие и структуру почвы [3, 4]. Обработка семян инокулянтom увеличивает в корневой зоне люпина количество активных и конкурентоспособных клеток клубеньковых бактерий. Проникая в корни, они образуют клубеньки, в которых происходит связывание молекулярного азота атмосферы [5]. Одной из причин низких урожаев на наших почвах при возделывании люпина является посев неинокулированными семенами. Предпосевная обработка семян люпина клубеньковыми бактериями должна быть обязательным агроприемом, тогда прибавка урожая достигает 15...35 %.

Цель исследований – изучить влияние инокуляции на урожайность люпина узколистного сорта Брянский кормовой в условиях Кировской области.

Материалы и методы. Исследование проведено на опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (с. Красное). Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая с низким содержанием гумуса – 1,67 % (по Тюрину, ГОСТ 23213-91), содержание подвижного фосфора (P_2O_5) – 150 мг/кг и обменного калия (K_2O) – 143 мг/кг почвы (по Кирсанову, ГОСТ 206207-91). Обменная кислотность почвы сильноокислая $pH_{\text{сол}} = 4,0$.

В полевом опыте высевали люпин узколистный универсального назначения – сорт Брянский кормовой селекции ВНИИ люпина (г. Брянск) с нормой посева 1,6 млн. всхожих семян на гектар. Сорт районирован во всех регионах страны. По результатам трехлетних исследований 2020...2022 гг. показал себя перспективным для условий центральной зоны Кировской области [6].

Повторность вариантов 4-кратная, размещение делянок систематическое со смещением в 2 яруса. Общая площадь делянки – 15 м², учетная площадь – 14 м². Предшественник – озимая пшеница. Осенью проведена вспашка на глубину пахотного слоя с оборотом пласта. Весной ранневесеннее боронование, культивация с прикатыванием и посев сеялкой точного посева 3 мая 2023 года. Минеральные удобрения внесены перед культивацией в виде: аммиачной селитры, простого суперфосфата и хлористого калия в дозе N30P30K60. Семена перед посевом были обработаны препаратом Ризоверм, произведенным ООО Ризобиотики-Вятка, ООО «Бюро ЭЭТМ при Санкт-Петербургском университете», ООО «Микробиотики», ООО МИП РИЗОЛЕГ. В состав препарата входят симбиотические клубеньковые бактерии *Rhizobium lupine* L. и *Braderhizobium* sp.

Схема опыта:

1. Люпин без удобрений.
2. Люпин P30K60 (фон).
3. Люпин P₃₀K₆₀ + N₃₀.
4. Люпин P₃₀K₆₀ + инокуляция Risovertm.

Исследования и наблюдения были проведены в соответствии с [7, 8]. Статистическая обработка данных проведена по [9].

Результаты и обсуждение. Погодные условия 2023 года от посева до появления всходов люпина узколистного были неблагоприятными. Холодная и дождливая погода первой декады мая привела к переуплотнению почвы и сдерживанию появления всходов. Только к 17 мая было отмечено появление полных всходов, что позже на 10 дней при благоприятных условиях. Максимальное количество всходов отмечено в 4 варианте и составило 160 шт./м². Проведение инокуляции семян способствовало повышению полевой всхожести семян на 7,4 % в сравнении с фоновым вариантом. Сохранность растений к уборке оказалась минимальной в варианте с применением только фосфорно-калийных удобрений и составила 88,6 % (табл. 1).

Таблица 1

Полевая всхожесть и сохранность растений к уборке люпина узколистного Брянский кормовой

Вариант	Количество всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Сохранность к уборке, %	Число растений перед уборкой, шт./м ²
1. Люпин без удобрений	147	91,9	97,5	140
2. Люпин P30K60 (фон)	149	93,1	88,6	132
3. Люпин P30K60 + N30	159	99,5	90,1	143
4. Люпин (фон) + инокуляция	160	100	94,2	150

Люпин узколистный относится к зеленоукосным культурам. Сорт Брянский кормовой имеет развитое боковое ветвление и может наращивать большую биомассу с повышенным содержанием белка. В фазу «блестящие бобы» проводили уборку на зеленую массу. К этой фазе нарастает наибольшая укосная масса люпина узколистного, имеющая высокое качество для использования на зеленый корм [10].

Урожайность зелёной массы люпина с фоновым вариантом составила – 3,26 кг/м². Инокуляция семян давала прибавку на уровне внесения N30 (3,97 и 4,13 % соответственно), что достоверно превышало контрольный вариант (табл. 2).

Обработка препаратом Ризоверм способствовала увеличению накопления сухого вещества (0,90 кг/м²), что достоверно превышает контрольный и

фоновый вариант (0,56 и 0,53 кг/м² соответственно). Внесение N30 под культивацию в условиях года способствовало повышению сбора сухого вещества – на 61,5 %. Это позволяет значительно сократить затраты на азотные удобрения и снизить себестоимость продукции.

Таблица 2

**Урожайность зеленой массы люпина узколистного
Брянский кормовой, кг/м²**

Вариант	Зеленая масса	Сухое вещество
1. Люпин без удобрений	3,14	0,56
2. Люпин P30K60 (фон)	3,26	0,53
3. Люпин P30K60 + N30	5,13	0,86
4. Люпин (фон) + инокуляция	4,97	0,90
НСР ₀₅	1,17	0,23

Люпин является культурой с высоким содержанием белка, зеленая масса и семена которой хорошо поедаются всеми видами животных. Содержание сырого протеина в зеленой массе и семенах, также урожайность люпина узколистного имеет тесную связь с активностью симбиотической азотфиксации [10]. Люпин является влаголюбивой культурой и недостаток влаги в критические периоды роста и развития приводит к снижению семенной продуктивности и плохому симбиозу клубеньков на его корнях [11]. В условиях 2023 года запасы продуктивной влаги в фазу «образование 2 и 3 настоящих листьев» составляли 8,38 мм, в фазу «бутонизация – цветение» – 9, 88 мм, что по шкале Федюнина и Корчагина [12] считается очень низким. Образование активных клубеньков на корнях люпина было отмечено только к концу июля, что и отразилось на содержании сырого протеина в зеленой массе и семенах. Содержание сырого протеина варьировало от 25,86 до 27,32 %. Применение азотных удобрений и инокуляции семян способствовали незначительному повышению концентрации сырого протеина на 1,19...1,25 % и повышению урожайности люпина узколистного. Прибавка урожайности составила 32,9 % по отношению к контролю. Данный эффект сопоставим с внесением азота в дозе 30 кг/га д.в. (табл. 3).

Таблица 3

Влияние удобрений, инокуляции на содержание и сбор сырого протеина

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка,		Сырой протеин	
		± к конт-ролю, ц/га	± к конт-ролю, %	%	кг/га
1. Люпин без удобрений	6,02	-	-	26,05	156,8
2. Люпин P30K60 (фон)	5,92	-	-	25,86	153,1
3. Люпин P30K60 + N30	8,00	1,98	32,9	27,32	218,6
4. Люпин (фон) + инокуляция	8,00	1,98	32,9	27,24	217,9

Заключение. Таким образом, инокуляция люпина узколистного Брянский кормовой препаратом Ризоверм при неблагоприятных погодных условиях для культуры способствовала повышению урожайности зеленой массы на 58,2 % по отношению к контролю, на 52,4 % к фону и урожайности семян на 32,9 и 35,1 % соответственно. Выход сырого протеина с семенами увеличился на 61,8 и 64,8 кг/га, по сравнению с контрольным и фоновым вариантами. Эффективность инокуляция семян была сопоставима с внесением азота в дозе 30 кг/га д.в. Данный агроприем минимизирует затраты на применение удобрений и снижает экологическую нагрузку.

Список литературы

1. Такунов И. П. Люпин в земледелии России. Брянск: Изд-во «Придесенье», 1996. 372 с.
2. Агеева П. А., Почутина Н. А., Матюхина М. В. Люпин узколистный – источник ценных питательных веществ для использования в кормопроизводстве // Кормопроизводство. 2020. № 10. С. 29-33.
3. Полевые культуры на северо-востоке европейской части России / С. В. Тихвинский, С. Ф. Доронин, А. Н. Дудина, Л. В. Тючкалов. Киров, 2007.
4. Кулжинский С. П. Зернобобовые культуры. М.: ОГИЗ Сельхозгиз, 1948.
5. Посыпанов Г. С. Когда бобовым нужны азотные удобрения // Зерновое хозяйство. 1973. № 3. С. 33-36.
6. Кислицына А. П., Попов Ф. А., Светлакова Е. А., Софронова А. Ю. Оценка сортов люпина узколистного по урожайности и адаптивности в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2023, т. 24, № 2, С. 267-275.
7. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М., 1997.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Госагропром СССР, 1989. 194 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
10. Такунов И. П. Люпин – эффективное средство биологической интенсификации кормопроизводства // Кормопроизводство. 2005. №6. С. 2-5.
11. Головина Е. В., Беляева Р. В. Симбиотическая деятельность и формирование урожая люпина узколистного и сои в контрастных погодных условиях // Земледелие. 2022. № 6. 31-36.
12. Сафонов А. Ф., Стратонович М. В. Практикум по земледелию с почвоведением. М.: Агропромиздат, 1990. 207 С.

**Эффективность diaзотрофных препаратов
в агроэкологических условиях Центрального Черноземья**

А. Ю. Чевердин

*Воронежский федеральный аграрный научный центр
им. В. В. Докучаева,
Каменная Степь, Российская Федерация*

Аннотация. *В условиях юго-востока ЦЧЗ проведены исследования эффективности diaзотрофных препаратов. Почва – агрочернозем миграционно-мицелярный. Культура – озимая пшеница. В результате исследований установлена положительная роль предпосевной инокуляции семян diaзотрофами. Рост продуктивности в пределах 1,4...5,2 ц/га. Минеральный азот в дозе N₃₀ увеличивало рост сбора зерна в меньших размерах – на 1,4 ц/га в среднем. Комплексное использование препарата Ризоагрин и минеральных удобрений не оказало стабильного влияния на продуктивность зерна озимой пшеницы.*

Ключевые слова: *diaзотрофы, озимая пшеница, чернозем, урожайность*

**The effectiveness of diazotrophic drugs
in agroecological conditions of the Central Chernozem region**

A. Yu. Cheverdin

*Voronezh FASC named after V. V. Dokuchaev
Kamennaya step', Russian Federation*

Abstract. *Studies of the effectiveness of diazotrophic drugs have been conducted in the conditions of the south-east of the Central Nervous System. The soil is a migration-micellar chernozem. The crop is winter wheat. As a result of the research, the positive role of pre-sowing inoculation of seeds by diazotrophs has been established. Productivity growth in the range of 1.4...5.2 c/ha. Mineral nitrogen at a dose of N₃₀ increased the growth of grain harvesting in smaller sizes - by 1.4 c/ha on average. The combined use of Rhizoagrine and mineral fertilizers did not have a stable effect on the productivity of winter wheat grain.*

Keywords: *diazotrophs, winter wheat, chernozem, yield*

Почвенное плодородие является основой получения стабильных и высоких урожаев возделываемых сельскохозяйственных культур. Общеизвестным аспектом повышения почвенного плодородия служат синтетические минеральные удобрения [1]. Но в условиях недостаточной финансовой обеспеченности и высоких цен на минеральные ресурсы необходим поиск путей повышения обеспеченности растений элементами минерального питания. Поиск штаммов микробных препаратов, стимулирующих азотфиксирующую способность растений, относится к перспективным научным направлениям [2, 3]. Почвенные diaзотрофы способны активизировать ассоциативную азотфиксацию на злаковых культурах [4, 5, 6].

Цель исследования - изучение эффективности препарата Мизорин при предпосевной инокуляции семян озимой пшеницы.

Материалы и методика. Исследования проведены в Воронежском ФАНЦ им. В. В. Докучаева (НИИСХ ЦЧП) в 2011...2018 гг. Почва опытного участка – сочетание агрочернозема сегрегационный (обыкновенный) и миграционно-мицелярного среднемошного среднегумусного тяжелосуглинистого. Характеризуется повышенной обеспеченностью элементами минерального питания. Содержание гумуса 6,5...7,0 %, обменно-поглощенного кальция – 28...30 мг-экв/100 г, магния – 4...6 мг-экв, актуальная кислотность ($pH_{\text{водн}}$) составляет 6,8...7,2, $H_g = 1,5$ ммоль экв/100 г почвы.

Сорт озимой пшеницы Крастал. Технология общепринятая для Центрального Черноземья. Химические препараты для борьбы с вредными объектами не применялись. Микробный препарат использовали для предпосевной инокуляции семян в день посева из расчета 1 л раствора на 1 т семян. Размер опытной делянки 5,0 м². Повторность 6-кратная. Уборка комбайном Хеге, календарно приходилась на третью декаду июля.

Два фона удобренности – без удобрений и аммиачная селитра в дозе 30 кг/га действующего вещества. Биопрепарат Ризоагрин получен из ВНИИ с-х микробиологии. Создан на основе бактерии *Agrobacterium radiobacter*. Относится к diazotrophic микроорганизмам.

Результаты и обсуждение. Большой временной промежуток позволил оценить влияние довольно контрастных гидрометеорологических условий, складывавшихся в период проведения исследований. Общей закономерностью можно считать достаточно высокий уровень атмосферного увлажнения. Оценка проведена по расчетному коэффициенту увлажнения (КУ). При среднемноголетнем значении в пределах 1,32 по большинству лет отмечено превышение этого значения, который варьировал от 1,11 до 2,13. Минимальным уровнем характеризовались погодные условия 2013 г. Ку был ниже среднемноголетнего показателя и равнялся 1,11. Условия 2015 и 2017 гг. по значению КУ были на уровне среднемноголетних показателей (1,35 и 1,38 соответственно). По другим годам годовой КУ превышал среднестатистический показатель, что характеризует их как годы с достаточным уровнем атмосферной влагообеспеченности. Более объективные результаты влияния погодных условий можно оценить по складывающимся гидротермическим условиям в наиболее ответственные периоды развития растений. Погодные условия в мае накладывают существенный отпечаток на формирование продуктивных элементов формирования урожайности зерна озимой пшеницы. Среднемноголетний показатель коэффициента увлажнения для мая составляет величину 0,41. В период проведения исследований он существенно варьировал. Можно отметить годы со значениями ниже среднемноголетних. Так, в 2012 г. он был на уровне 0,28, в 2018 г. – 0,14. Близко к средним значениям характеризовались условия 2014 и 2015 гг. – 0,38 и 0,37 соответственно. В остальные

годы КУ варьировал в пределах 0,44...0,57, что существенно превышает средние показатели. В июне при среднемноголетнем значении КУ на уровне 0,46 незначительный недостаток увлажнения можно отметить в 2012 (КУ = 0,27), в 2013 (КУ = 0,35) в 2017 гг. (КУ = 0,40). Наиболее критично сложились условия 2018 г. – КУ составил всего 0,02. Но, учитывая существенный запас почвенной влаги и отсутствие признаков атмосферной засухи, растения озимой пшеницы смогли сформировать высокую урожайность. При этом отмечается существенная роль микробных препаратов в повышении продуктивности агрочерноземов.

Благоприятные погодно-климатические условия во все годы исследований позволили сформировать высокий уровень урожайности зерна озимой пшеницы. Но при этом все же можно отметить заметное варьирование урожайности между граничными значениями (min и max). Максимальная продуктивность отмечена в условиях 2016 и 2011 гг. Минимальная урожайность характерна для условий 2015 года. В соответствии с погодными условиями можно отметить варьирование урожайности. Применение микробного штамма оказало положительное влияние на сбор зерна озимой пшеницы. Наиболее стабильный эффект отмечался на естественном неудобренном фоне минерального питания. На фоне предпосевного внесения минерального азота (N30) под предпосевную культивацию рост продуктивности был менее выражен.

Проведенными наблюдениями в полевом опыте показана высокая эффективность применения Ризоагрин на безудобренном фоне по большинству лет исследований. Рост урожайности варьировал от 1,4 до 5,2 ц/га. Наибольшее увеличение отмечено в условиях 2013 г. (табл.).

Таблица

Урожайность озимой пшеницы, ц/га

Варианты	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее
Без удобрений							
Необработанные семена	39,0	32,9	35,5	32,7	30,3	47,8	36,4
Штамм 204 Ризоагрин	40,4	36,2	40,7	36,4	34,8	46,4	39,2
К контролю, ±	+1,4	+3,3	+5,2	+3,7	4,5	-1,4	+2,8
N30							
Необработанные семена	40,6	35,2	38,3	35,4	33,5	42,9	37,6
Штамм 204 Ризоагрин	36,2	31,4	36,6	35,9	36,4	46,3	37,1
К контролю, ±	-4,4	-3,8	-1,7	0,5	2,9	3,4	-0,5
НСР _{0,05}	0,8	1,1	1,6	0,7	1,1	0,8	0,6

В 2016 г. положительного эффекта не установлено. В среднем за период исследований повышение продуктивности составило 2,8 ц/га при уровне урожайности в контроле – 36,4 ц/га.

Минеральные удобрения в чистом виде способствовали росту сбора зерна в среднем за годы исследований на 1,2 ц/га, прибавка урожайности, таким образом, уступала эффективности микробного препарата. Как отмечено

выше, Ризоагрин в среднем за период наблюдений повысил урожайность озимой пшеницы на 2,8 ц/га. При более низкой стоимости микробного препарата его эффективность была существенно выше.

На фоне минерального питания не установлено положительного влияния Ризоагрина. Средняя урожайность в контроле (необработанные семена) за годы проведения исследований составила 37,6 ц/га. Совместное использование микробного штамма с азотным удобрением не повышало продуктивность, которая в среднем составила 37,1 ц/га, Различия статистически незначимы. При этом в отдельные годы отмечается положительный эффект Ризоагрина. Так, в 2015 и 2016 гг. прибавка урожайности составила 2,9 и 3,4 ц/га при уровне урожайности в контроле 33,5 и 42,9 ц/га соответственно. Можно отметить взаимосвязь условий увлажнения в мае с эффективностью микробного штамма. Более высокий уровень влажности (большие значения КУ) способствовали росту эффективности Ризоагрина. При недостаточном увлажнении в 2011...2013 гг. микробный препарат не способствовал увеличению урожайности. Различия были недостоверны.

Заключение. Проведенные исследования эффективности микробного препарата Ризоагрин на агрочерноземах юго-востока ЦЧЗ показали достаточно высокую эффективность. Наиболее существенное влияние отмечено на естественном фоне минерального питания. Роль микробного штамма увеличивается в годы с достаточным количеством атмосферных осадков в ранневесенний период. Повышение продуктивности варьирует в пределах 1,4...5,2 ц/га. При комплексном использовании минерального азота и микробного штамма рост урожайности не стабилен, а определялся сложившимися гидротермическими условиями.

Список литературы

1. Минакова О. А., Александрова Л. В., Подвигина Т. Н. Изменение физико-химических свойств чернозема выщелоченного и урожайности сахарной свеклы при длительном применении удобрений в ЦЧР // *Агрохимия*. 2021. №2. С. 37-46.
2. Кошпаева Т. В., Кириллова Н. И., Дегтярева И. А. Комплексные биопрепараты на основе автохтонных почвенных микроорганизмов // *Ученые записки Казанской Государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана*. 2022. Т. 250. № 2. С. 104-108.
3. Шулико Н. Н., Хамова О. Ф. Биологические и агрохимические свойства чернозема выщелоченного при применении удобрений. Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ», 2022. 152 с.
4. Божко А. А., Поползухина Н. А., Хамова О. Ф., Поползухин П. В., Сейтуарова А. Д., Шулико Н. Н., Паршуткин Ю. Ю. Биологическая активность почвы ризосферы овса посевного (*Hordeum vulgare* L.) при инокуляции семян ассоциативными diaзотрофами // *Проблемы агрохимии и экологии*. 2019. № 2. С. 60-64.
5. Сейтуарова А. Д., Поползухина Н. А. Эффективность фотосинтеза пшеницы мягкой под действием биопрепарата Ризоагрин // *Труды Кубанского Государственного аграрного университета*. 2018. № 72. С. 324-328.
6. Сидоренко М. Л., Слепцова Н. А., Быковская А. Н., Бережная В. В., Клыков А. Г. Прорастание семян злаков под влиянием азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих бактерий из почв, возделываемых в условиях Дальнего Востока // *Сельскохозяйственная биология*. 2021. № 1. С. 146-157.

**Динамика запасов общего углерода гумуса
в пахотных почвах при разных способах обработки**

Л. Н. Шихова, А. В. Филимонова

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *В работе приведены результаты изучения сезонной динамики запасов общего углерода гумуса в пахотном слое дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы. Выявлено достоверное превышение изучаемого параметра при плоскорезной обработке по сравнению с традиционной отвальной вспашкой. Установлена статистически значимая зависимость уровня запасов Собщ от срока отбора образцов, в отдельные годы исследования также отмечено влияние дозы вносимых минеральных удобрений.*

Ключевые слова: *органическое вещество почвы, плоскорезная обработка, отвальная вспашка, дерново-подзолистые почвы, сезонная динамика*

**Dynamics of total humus carbon reserves
in arable soils under different processing methods**

L. N. Shihova, A. V. Filimonova

*Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation*

Abstract. *The article presents the results of studying the seasonal dynamics of total humus carbon reserves in the arable layer of sod-podzolic medium loamy soil. A significant excess of the studied parameter was revealed during flat-cutting processing compared with traditional dump plowing. A statistically significant dependence of the stock level on the sampling period was established, and in some years of the study, the effect of the dose of applied mineral fertilizers was also noted.*

Keywords: *soil organic matter, flat-cut processing, dump plowing, sod-podzolic soils, seasonal dynamics*

Углерод является одним из важнейших элементов, непрерывно циркулирующим в биосфере Земли. Источники углерода в природе крайне многочисленны и разнообразны. Основные запасы углерода находятся в виде содержащегося в атмосфере и растворенного в Мировом океане диоксида углерода. Содержание углерода в земной коре невелико (0,02...0,10 %), но, несмотря на это, ее верхний слой – почва – играет ведущую роль в биогеохимическом цикле углерода. Уровень накопления углерода в почве является результатом сложного взаимодействия процессов поступления, стабилизации и потерь органического вещества, интенсивность которых определяется множеством факторов, что обуславливает его высокую вариабельность [1].

Органическое вещество почв является одним из наиболее лабильных компонентов, который быстро реагирует на смену биоклиматической обстановки. По запасам органического углерода можно судить о потенциально возможной эмиссии CO₂ из почв в атмосферу за счет изменения скоростей процессов гумификации и минерализации органических веществ под влиянием глобальных изменений климата и других природных или антропогенных факторов. Запасы органического углерода непосредственно характеризуют гумусное состояние почв и общее содержание в них гумуса, одного из важнейших элементов почвенного плодородия [2]. Оценка запасов почвенного органического углерода дает представление об истинных масштабах гумусообразования, независимо от того, какой характер имеет распределение C_{орг} по почвенному профилю. Запасы C_{орг} в почвах находятся в пределах от 5,8 до 800 т/га (а в отдельных случаях могут превышать эту величину) [2]. В пахотных почвах запасы органического углерода сильно варьируют в зависимости от агротехнологических приёмов ведения сельского хозяйства. Небольшое увеличение количества углерода, содержащегося в почвах, вызванное, например, изменением методов ведения сельского хозяйства или лесного хозяйства, может, в некоторой степени, способствовать смягчению последствий изменения климата [3]. Более того, количество почвенного органического вещества также влияет на структуру почв и, следовательно, на её способность пропускать и удерживать воду, что имеет важные последствия с точки зрения предотвращения эрозии, обеспечения достаточной влажности для растений и пополнения водоносных горизонтов. Органическое вещество почвы представляет собой важный резервуар питательных веществ и, таким образом, имеет центральное значение для плодородия почвы и обеспечения производства продуктов питания [4].

Цель исследований – определение закономерностей динамики запасов общего углерода гумуса в пахотных почвах при применении разных способов обработки.

Материалы и методы. Объектом исследования являлся пахотный горизонт дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы на бескарбонатных покровных суглинках, расположенной на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока им. Рудницкого, г. Киров. В течение вегетационных сезонов 2021...2023 гг. раз в месяц (с апреля по октябрь) отбирали образцы почвы для определения уровня содержания общего углерода гумуса и его запасов в пахотном слое. В ходе исследования были рассмотрены два варианта обработки почвы: классическая отвальная вспашка и плоскорезная безотвальная обработка, а также три варианта доз вносимых удобрений: N0P0K0 (контроль), N30P30K30, N60P60K60. Опыт с разными обработками почвы был заложен в 2020 г.

В 2019 и 2020 гг. почва содержалась в состоянии чистого пара. В 2021 г. поле было занято ячменём с подсевом клевера. В первой половине вегетационного сезона 2022 года поле было занято клевером, затем была произведена обработка, и в сентябре произведен высеv озимой ржи. После уборки злаков во второй половине сезона 2023 года была проведена обработка согласно схеме опыта с сохранением пожнивных остатков. Отбор проб с опытных площадок проводили в шестикратной повторности. Уровень содержания общего углерода гумуса определяли в навеске сухой почвы согласно методу Тюринa в модификации Симакова [5].

Результаты и обсуждение. До начала исследования содержание общего углерода гумуса ($C_{общ}$) составляло 1,14 %, что является низким, но в целом обычным значением для зональных почв региона исследования. Средняя величина запаса органического углерода для окультуренных дерново-подзолистых суглинистых почв региона исследования составляет 40...62 т/га в зависимости от степени окультуренности и доз вносимых удобрений [6]. В исследуемых почвах до закладки опыта и при значении объёмной плотности горизонта 1,26 г/см³ запасы общего углерода гумуса в пахотном слое почвы составляли 24,34 т/га.

Характер динамики баланса общего углерода гумуса во все три года исследования одинаков (табл. 1).

Таблица 1

Средние значение запасов $C_{общ}$ гумуса
в течение периода наблюдений сезонов 2021...2023 гг.

Обработка почвы	Доза НРК	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Плоскорез	0	41,09±3,38	47,99±5,37	52,95±5,23	51,66±1,53	47,05±2,33
	30	46,06±1,22	48,33±3,41	57,82±5,76	48,01±7,70	46,09±2,31
	60	43,17±2,81	48,87±0,72	54,75±5,39	53,04±2,68	49,03±1,49
Вспашка	0	20,64±3,20	25,56±4,72	27,71±4,00	21,61±2,36	25,81±2,23
	30	17,39±3,20	23,94±2,03	30,02±3,48	28,11±2,51	28,22±1,38
	60	17,49±5,58	25,37±2,20	44,21±6,54	31,02±1,62	33,8±4,40

Минимальные значения отмечены в начале периода наблюдения и составляют 43,44±1,76 т/га при плоскорезной обработке и 18,51±1,3 т/га – при отвальной вспашке. До середины периода вегетации наблюдается увеличение запасов $C_{общ}$ и в июле отмечаются максимальные значения параметра 55,18±1,74 т/га при безотвальной обработке и 33,98±6,3 т/га – при традиционной вспашке. Затем наблюдается уменьшение запасов общего углерода гумуса во всех вариантах исследования.

В сезоне 2023 года отмечены наибольшие значения запасов $C_{\text{общ}}$ при плоскорезной обработке. На участках с применением классической отвальной обработки достоверной разницы между значениями в разные годы исследования выявить не удалось. Установлено незначительное превышение запасов общего углерода гумуса исследуемых участков в 2021 году над значениями запасов $C_{\text{общ}}$ в последующие годы исследования.

В ходе исследования рассматривались три фактора, предположительно влияющих на содержание общего углерода гумуса и, соответственно, на его запасы: вариант обработки пашни, срок отбора почвенных проб и дозировка вносимых удобрений.

Наибольшее влияние на запасы общего углерода гумуса оказывает способ обработки. В наших исследованиях отмечено достоверное превышение значений запасов $C_{\text{общ}}$ при применении безотвального плоскорезного способа обработки над значениями запасов общего углерода при традиционном методе отвальной вспашки (табл. 2).

Таблица 2

Превышение запасов $C_{\text{общ}}$ гумуса на участках с плоскорезной обработкой над участками с применением технологии отвальной вспашки, %

Доза НРК	Год	Дата отбора						
		апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
0	2021	-	+101,91	+118,59	+77,25	+100,44	+75,78	+109,51
	2022	-	+49,69	+20,43	+77,80	+139,02	+98,06	-
	2023	+190,57	+169,61	+161,32	+126,01	+191,87	+75,83	-
30	2021	-	+242,30	+109,06	+93,45	+71,38	+73,25	+128,20
	2022	-	+114,23	+63,37	+82,98	+30,09	+55,38	-
	2023	+197,82	+171,18	+141,77	+103,57	+114,30	+61,76	-
60	2021	-	+401,0	+127,1	+17,7	+53,1	+75,0	+110,10
	2022	-	+60,7	+70,4	+15,2	+71,9	+32,5	-
	2023	+177,59	+139,2	+87,6	+43,7	+90,0	+36,3	-

Разница значений в течение вегетационного сезона значительно варьирует от десятков до сотен процентов. Кроме того, отмечено значительное варьирование параметра в один срок отбора в разные годы наблюдений. Влияние дозы вносимых удобрений или срока отбора образцов на динамику превышения запасов общего углерода в вариантах с применением плоскорезной обработкой над вариантами с использованием технологии отвальной вспашки не установлено.

Для определения степени влияния факторов срока отбора и дозы вносимых удобрений на запасы общего углерода гумуса был проведен двухфак-

торный дисперсионный анализ. Степень влияния факторов в разные годы исследования неодинакова. Так, в 2021 году отмечено статистически значимое воздействие двух рассматриваемых факторов на запасы $C_{орг}$ при плоскорезной обработке, а в варианте с отвальной вспашкой установлено влияние только срока отбора. По результатам данных 2023 года, напротив, при применении технологии отвальной вспашки отмечено влияние срока отбора и дозы NPK, которое является статистически значимым, тогда как при обработке безотвальным способом удалось установить воздействие только фактора «срок отбора» образцов.

При анализе данных за три года (табл. 3) удалось установить статистически значимое влияние срока отбора проб на запасы общего углерода гумуса, причем в варианте с плоскорезной обработкой степень влияния фактора выше.

Таблица 3

Результаты дисперсионного анализа влияния факторов «срок отбора» и «доза NPK» в среднем за 2021...2023 гг.

Обработка почвы	Источник вариации	SS	df	MS	F _{фактическое}	F _{критическое}
Вспашка	Доза NPK	90,039	2	45,019	3,318	3,885
	Срок отбора	561,286	6	93,548	6,895	2,996
	Погрешность	162,817	12	13,568	-	-
	Итого	814,142	20	-	-	-
Плоскорез	Доза NPK	9,512	2	4,756	0,991	3,885
	Срок отбора	291,770	6	48,628	10,129	2,996
	Погрешность	57,609	12	4,801	-	-
	Итого	358,891	20	-	-	-

Степень влияния минеральных удобрений на запасы $C_{общ}$ установить не удалось. Затруднение вызывает определение характера и направлений влияния NPK на органическое вещество почвы. Можно говорить о косвенном воздействии вносимых доз удобрений через увеличение биомассы растений и, соответственно, количества пожнивных остатков, которые впоследствии при воздействии почвенных микроорганизмов подвергаются процессам минерализации и гумификации. В результате данных процессов и при благоприятных климатических, агрофизических и агрохимических условиях происходит увеличение лабильной части $C_{общ}$ и, соответственно, запасов общего углерода гумуса.

Заключение. Во все сроки наблюдения запасы общего гумуса на участках с применением безотвального способа обработки почвы значительно выше, чем при традиционном методе отвальной вспашки. Значения запасов $C_{орг}$ значительно варьирует в течение вегетационного периода. Максимальные

значения отмечены в середине периода наблюдений. Минимальные значения характерны для начала периода наблюдений.

Установлено статистически значимое влияние способа обработки и срока отбора проб на запасы общего углерода гумуса во все годы исследования. Степень влияния удобрений определить не удалось, что, вероятно, связано с их косвенным влиянием на динамику запасов $C_{\text{общ}}$.

Список литературы

1. Рыжова И. М., Подвезенная М. А, Кириллова Н. П. Вариабельность запасов углерода в автоморфных и полугидроморфных почвах лесных экосистем Европейской территории России: Сравнительный статистический // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2022. № 2.
2. Национальный атлас почв Российской Федерации. М.: Астрель, 2011. 632 с.
3. Chabbi A., Rumpel C., Hagedorn F., Schrumpf M., Baveye P.C. Editorial: Carbon Storage in Agricultural and Forest Soils // Frontiers in Environmental Science. №10. 2022
4. Vetter S. H., Kuhnert M., Smith P., Biological Carbon Sequestration Technologies, Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier, 2022
5. ГОСТ 26213-2021 Почвы. Методы определения органического вещества.
6. Кирюшин В. И. Классификация почв и агроэкологическая типология земель: учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 284 с.

УДК: 633.14:632.938.1(470.343)

Источники неспецифической устойчивости сортов озимой ржи к болезням в условиях Кировской области

Л. М. Щеклеина

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *В условиях провокационно-инфекционных фонов снежной плесени, мучнистой росы, септориоза, бурой и стеблевой ржавчины, корневых гнилей и спорыньи изучено 20 перспективных сортов озимой ржи. Агроклиматические условия в годы исследований были контрастными, что позволило провести исследования в полном объеме. При учёте болезней использовали общеизвестные методики. Выделено семь сортов относительно устойчивых к трём и более болезням: Лика, Графит, Кировская 89, Гармония, Вятка 2, Флора и Симфония, которые могут быть использованы в качестве источников неспецифической устойчивости в селекции на фитоммунитет.*

Ключевые слова: *Secale cereale L., сорта, селекция, провокационно-инфекционные фоны, устойчивость*

Sources of nonspecific resistance of winter rye varieties to diseases in the Kirov region

L. M. Schekleina

*Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation*

Abstract. *Under conditions of provocative and infectious backgrounds of snow mold, powdery mildew, septoria, leaf and stem rust, root rot and ergot, 20 promising varieties of winter rye were studied. Agroclimatic conditions during the years of research were contrasting, which made it possible to conduct research in full. When recording diseases, well-known methods were used. Seven varieties have been identified that are relatively resistant to three or more diseases: Lika, Grafit, Kirovskaya 89, Harmoniya, Vyatka 2, Flora and Symphony, which can be used as sources of nonspecific resistance in breeding for phytoimmunity.*

Keywords: *Secale cereale L., varieties, selection, provocative and infectious backgrounds, resistance*

Возможности современной селекции позволяют создавать более урожайные сорта сельскохозяйственных культур. Однако из-за воздействия разного рода биотических и абиотических факторов, их высокий продукционный потенциал часто остаётся нереализованным [1]. Главная задача селекционеров – создание высокоурожайных сортов, устойчивых к полеганию, патогенам и другим неблагоприятным факторам внешней среды, способных формировать зерно высокого качества [2]. Следует отметить, что сорта озимой ржи селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока занимают в озимом зерновом клине Кировской области 62,5 %, а по Волго-Вятскому региону – 25 % [3]. Учитывая частоту проявления и вредоносность болезней, многолетняя селекция этой культуры в ФАНЦ Северо-Востока направлена, в т.ч. на повышение устойчивости к комплексу грибных болезней в меняющихся климатических условиях.

В Кировской области отмечено ежегодное проявление снежной плесени (*Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I. C. Hallett), корневых гнилей (*Fusarium* Link.) и спорыньи (*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.). Далее идут бурая ржавчина (*Puccinia recondita* Roberge ex Desm.), мучнистая роса (*Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *secalis* Marchal.), склеротиния (*Sclerotinia borealis* Bubak & Vleugel.), фузариоз колоса (*Fusarium* Link.), стеблевая ржавчина (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *secalis* Eriks. et.). Наиболее низкая частота проявления у септориоза (*Septoria secalis* Prill. et Dell.) и ринхоспориоза (*Rhynchosporium secalis* (Oudem) Davis.) [4].

Цель исследований – выявить новые источники неспецифической устойчивости сортов озимой ржи к эпифитотийно-опасным болезням в условиях Кировской области.

Материал и методы. Исследования проводили в 2021...2023 гг. на фитопатологическом участке ФАНЦ Северо-Востока. Материал исследований – 20 новых перспективных сортов озимой ржи селекции института, находящихся на заключительном этапе селекционного изучения – в питомниках конкурсного испытания (Вятка 2, Кировская 89, Фалёнская 4, Снежана, Рушник, Фора, Графиня, Фалёнская универсальная, Триумф, Лика, Гармония, Перепел, Симфония, Графит, Кипрез, Садко, Батист, Сармат, Ниоба и Роса). Искусственный инфекционный фон создавали по снежной плесени, корневым гнилям и спорынье. Виды ржавчин и мучнистую росу оценивали в провокационных условиях, созданных путём весеннего посева озимой ржи вокруг фитопатологического питомника. Схема закладки питомника следующая: стандарт (сорт, рекомендованный Госкомиссией по сортоиспытанию по Кировской области – Фалёнская 4), индикатор (наиболее восприимчивый сорт) и опытные образцы. Повторность в опытах трехкратная; площадь делянок – 1 м². Учёты развития болезней проводили однократно в период наибольшего их развития. К источникам неспецифической устойчивости относили образцы, сохраняющие иммунитет или высокую устойчивость в течение двух и более лет изучения.

Характеристику по устойчивости к болезням осуществляли по шкалам: В. К. Неофитовой [5] – снежная плесень, В. Д. Кобылянского, Л. А. Королевой [6] – мучнистая роса и септориоз, R. F. Peterson [7] – бурая и стеблевая ржавчина, М. Ф. Григорьева [8] – корневые гнили, T. Miedaner et al. [9] – спорынья.

Достоверность результатов оценивали дисперсионным и регрессионным анализами с помощью пакета программ AGROS, версия 2.07 и пакета прикладных программ Microsoft Office Excel.

Результаты и обсуждение. Условия зимнего периода в годы исследований складывались неблагоприятно для перезимовки растений озимой ржи. Высокий снежный покров и повышенная температура на глубине залегания узла кущения (0...-2 °С при биологической норме – 6...-8 °С) способствовали сильному развитию снежной плесени на ослабленных растениях. Агрометеорологические условия весенне-летней вегетации 2021...2023 гг. отличались своим разнообразием по тепло- и влагообеспеченности, о чем свидетельствует уровень ГТК = 1,03...1,94.

Так, в апреле 2021 г. погода была преимущественно прохладной со среднесуточной температурой 5,2 °С и осадками 48 мм; поражение растений снежной плесенью было 100 %. В мае преобладала теплая и жаркая погода (15,0 °С) как с сухими, так и с дождливыми периодами. В июне и июле погода была от умеренно теплой до жаркой, сухой и с периодическими дождями. Местами наблюдалась почвенная засуха. Август – теплый и жаркий с локаль-

ными дождями. Совокупность погодных условий способствовала усилению развития фузариозных корневых гнилей и поражению посевов спорыньей.

Особенностью абиотических условий в 2022 г. явилось избыточное увлажнение в течение всего периода вегетации озимой ржи. Это отчасти способствовало формированию более высокой продуктивности растений, но и усилению развития ржавчинной инфекции. Достаточно благоприятные условия во время осенней вегетации способствовали хорошему и удовлетворительному состоянию растений. Однако зимне-весенние погодные условия и искусственный инфекционный фон *M. nivale* Hallett способствовали сильному развитию снежной плесени и поражению посевов на уровне 90...100 %. В августе наблюдалась аномально теплая погода со среднесуточной температурой 20,0 °С (выше нормы на 4,0 °С), которая продержалась до уборочных работ. Осадков за данный период выпало 18 мм (24 % от нормы). Резкая контрастность температуры и влажности спровоцировала усиление развития корневых гнилей, обусловленных грибами *Fusarium* spp., которые активнее развиваются в условиях небольшого дефицита влаги [10].

Первая половина вегетации растений 2023 г. проходила в условиях недостатка влаги. Июнь характеризовался жаркой погодой, о чем свидетельствует уровень ГТК = 0,73. На растениях озимой ржи в конце месяца начали проявляться первые симптомы мучнисторосяной и ржавчинной инфекции. В июле преобладала теплая погода при обилии осадков (221,0 % от нормы) и уровне ГТК = 3,12. Обильные дожди и повышенная влажность воздуха спровоцировали нарастание мучнисторосяной инфекции. Как известно, для развития спор *Puccinia* spp. и *Blumeria* spp. требуется наличие высокой влажности и/или капельножидкой влаги. Таким образом, сложившиеся погодные условия были в целом благоприятными как для проявления грибных болезней, так и получения высокой урожайности.

Изучение сортов в условиях провокационно-инфекционных фонов выявило широкую дифференциацию генофонда по восприимчивости к основным болезням. Большинство из них характеризовались высокой регенерационной способностью после поражения снежной плесенью, которая варьировала от 53,3 до 93,3 %. Наилучшее состояние признака (73,3...93,3 %) выявлено у 11 сортов: Вятка 2, Кировская 89, Рушник, Флора, Триумф, Лица, Гармония, Графит, Кипрез, Батист и Сармат (табл. 1). Следует отметить, что в условиях Кировской области основным фактором, лимитирующим урожайность и определяющим зимостойкость озимых зерновых культур, является поражение снежной плесенью [11], которое ежегодно составляет 80...100 %, поскольку региональные абиотические условия наиболее благоприятны для гриба *M. nivale*.

**Параметры и количество выделенных источников устойчивости
к грибным болезням озимой ржи селекции ФАНЦ Северо-Востока
(среднее за 2021...2023 гг.)**

Название болезни	Параметры		Количество источников
	источник	индикаторный сорт	
Снежная плесень	О–73,3...93,3	20,0	11
Мучнистая роса	СП–16,2...18,8	35,6	3
Септориоз	СП–9,3...14,9	23,3	10
Бурая ржавчина	СП–24,1	49,4	1
Стеблевая ржавчина	СП–5,4...15,8	27,2	8
Корневые гнили	СП–9,6...15,5	31,7	7
Спорынья	З–0,67...1,93	18,2	4

Примечания: О – отрастание после поражения снежной плесенью; СП – степень поражения; З – засорённость зерновой массы склероциями

Наименьшая степень поражения мучнистой росой (16,2...18,8 %) выявлена у трех сортов: Кировская 89, Лика и Графит. Умеренной устойчивостью (до 25,0 %) к септориозу характеризуются 10 сортов: Вятка 2, Снежана, Рушник, Флора, Графиня, Гармония, Перепел, Садко, Ниоба и Роса. Слабое развитие бурой ржавчины (24,1 %) выявлено только у одного сорта Лика, а стеблевой ржавчины (5,4...12,5 %) у восьми: Вятка 2, Кировская 89, Снежана, Лика, Гармония, Перепел, Симфония и Графит.

По отношению к корневым гнилям семь сортов в конце вегетации характеризовались преимущественно средней устойчивостью (16,0...25,3 %), за исключением Фалёнская 4, Рушник, Флора, Триумф, Гармония, Перепел и Графит с умеренным (9,6...14,7 %) проявлением признака.

Степень поражения спорыньей оценивали по засорённости зерновой массы склероциями, выраженной в процентах к массе зерна с делянки. Состояние признака варьировало от 0,67 (Лика) до 18,23 % (Ниоба). Согласно шкале Т. Миданера [13], все сорта на этом фоне характеризовались как восприимчивые к спорынье. В меньшей степени поразились лишь четыре: Лика (0,67 %), Симфония (1,47 %), Флора (1,53 %) и Графит (1,93 %). Они сохраняли признак в течение нескольких лет изучения и могут использоваться в качестве источников в селекции на повышение устойчивости к спорынье.

Таким образом, в условиях провокационно-инфекционных фонов выделено семь сортов, относительно устойчивых к трём и более болезням: Лика (снежная плесень, мучнистая роса, септориоз, бурая и стеблевая ржавчина, спорынья), Графит (снежная плесень, мучнистая роса, септориоз, стеблевая ржавчина, корневые гнили и спорынья), Кировская 89 (снежная плесень, мучнистая роса, септориоз, стеблевая ржавчина), Гармония (снежная плесень,

септориоз, корневые гнили, стеблевая ржавчина), Вятка 2 (снежная плесень, септориоз, стеблевая ржавчина), Флора (снежная плесень, корневые гнили и спорынья) и Симфония (септориоз, стеблевая ржавчина и спорынья), которые могут быть использованы в качестве источников устойчивости.

На основе экспериментальных данных были рассчитаны уравнения регрессии, которые в целом подтвердили линейную модель влияния климатических условий года на проявление грибных болезней на посевах ржи. На основании уравнений можно утверждать, что для проявления грибных болезней в зависимости от абиотических факторов среды суточное нарастание по тренду составляет: корневые гнили – 2,10...3,78 %, мучнистая роса – 2,63...4,00 %, бурая ржавчина – 2,11...4,48 %, стеблевая – 3,38...7,84 %, поражение спорыньей – 2,49...5,36 %, засоренность зерна склероциями – 0,34...1,99 % (табл. 2). Величина коэффициента детерминации R^2 характеризует тесноту связи от средней до тесной: 0,494...0,674 (корневые гнили), 0,645...0,775 (мучнистая роса), 0,468...0,726 (бурая ржавчина), 0,565...0,737 (стеблевая); от слабой до средней: 0,213...0,473 (поражение спорыньей), 0,248...0,471 (засоренность зерна склероциями).

Таблица 2

Уравнения регрессии, количественно связывающие зависимость проявления грибных болезней озимой ржи с абиотическими условиями года

Показатель	Уравнение регрессии / Коэффициент детерминации, R^2		
	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Отрастание после поражения снежной плесенью	$Y = -5,4286x + 90,667 / 0,348$	$Y = -6,1429x + 87,333 / 0,252$	$Y = -1,4x + 74,733 / 0,031$
Развитие:			
корневых гнилей	$Y = 3,1914x + 8,3467 / 0,494$	$Y = 2,1057x + 16,111 / 0,674$	$Y = 3,7857x + 4,9667 / 0,521$
мучнистой росы	$Y = 4x + 4,8667 / 0,645$	$Y = 2,6371x + 5,8867 / 0,775$	$Y = 3,6486x + 9,0133 / 0,736$
бурой ржавчины	$Y = 4,4857x - 0,1 / 0,726$	$Y = 4,0343x + 16,113 / 0,681$	$Y = 2,1171x + 14,407 / 0,468$
стеблевой ржавчины	$Y = 3,3857x - 5,1 / 0,727$	$Y = 7,8429x + 11,3 / 0,737$	$Y = 3,4743x + 10,14 / 0,565$
Спорынья (поражение)	$Y = 3,1679x + 61,129 / 0,291$	$Y = 5,3679x + 8,1714 / 0,473$	$Y = 2,4964x + 64,286 / 0,213$
Спорынья (засоренность зерна склероциями)	$Y = 1,8907x - 2,9786 / 0,472$	$Y = 0,3489x - 0,2957 / 0,368$	$Y = 1,9971x + 0,2229 / 0,248$

Заключение. В условиях провокационно-инфекционных фонов выделено семь относительно устойчивых к трём и более болезням сортов: Лица, Графит, Кировская 89, Гармония, Вятка 2, Флора и Симфония, которые могут

быть использованы в качестве источников неспецифической устойчивости в селекции на фитоиммунитет.

Регрессионные уравнения свидетельствуют о суточном нарастании от 2,10 до 3,78 % (корневые гнили), от 2,63 до 4,00 % (мучнистая роса), от 2,11 до 4,48 % (бурая ржавчина), от 3,38 до 7,84 % (стеблевая), от 2,49 до 5,36 % (поражение спорыньей), от 0,34 до 1,99 % (засоренность зерна склероциями).

Список литературы

1. Санин С. С. Фитосанитарные проблемы интенсивного растениеводства // Защита и карантин растений. 2013. № 12. С. 3-8.
2. Жуйкова О. А., Баталова Г. А. Адаптивность линий и сортов овса голозерного в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20. № 2. С. 118-125.
3. Уткина Е. И., Кедрова Л. И., Набатова Н. А., Псарева Е. А., Парфенова Е. С. Урожайный потенциал сортов озимой ржи в условиях Волго-Вятского региона // Успехи современного естествознания. 2020. № 1. С. 12-17.
4. Щеклеина Л. М. Мониторинг болезней озимой ржи в Кировской области и возможные направления селекции на иммунитет // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. № 21 (2). С. 124-132.
5. Неофитова В. К. Методы полевой оценки устойчивости сортов озимых зерновых культур к снежной плесени. Минск, 1976. 4 с.
6. Кобылянский В. Д., Королёва Л. А. Методические указания по селекции озимой ржи на устойчивость к грибным болезням. Л.: ВИР, 1977. 26 с.
7. Peterson R. F., Campbell A. B., Hannah A. E. Adigrammatic scale for estimating rust infensity of leaves and stem of cereals // Can. J. Res. Sect. 1948. Vol. 26. P. 496–500.
8. Григорьев М. Ф. Методические указания по изучению устойчивости зерновых культур к корневым гнилям. Л., 1976. 60 с.
9. Miedaner T., Mirdita V., Rodemann B., Drobeck T., Rentel D. Genetic variation of winter rye cultivars for their ergot (*Claviceps purpurea*) reaction tested in a field design with minimized interplot interference // Plant Breed. 2010;129:58-62.
10. Шахназарова В. Ю., Струнникова О. К., Вишневская Н. А. Влияние влажности на развитие *Fusarium culmorum* в почве // Микология и фитопатология. 1999. Т. 33. Вып. 1. С. 53-59.
11. Кедрова Л. И. Озимая рожь в Северо-Восточном регионе России. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. 158 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ

Баталова Г. А., Лисицын Е. М. Методы и технологии в селекции растений. Некоторые результаты селекции на Вятке.....	3
Байкалова Л. П., Новиков В. В. Семенная продуктивность афилльных сортов гороха посевного.....	12
Байкалова Л. П., Серебренников Ю. И. Оценка сортов сои по урожайности и качеству в условиях Красноярской лесостепи.....	17
Бронникова И. В. Коллекция декоративнолистных и красивоцветущих кустарников дендрария академика Н. В. Рудницкого ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока.....	23
Войцукская Н. П., Лоскутов И. Г. Исходный материал овса посевного для селекции на урожайность в условиях степной зоны Краснодарского края.....	28
Емелев С. А. Оценка образцов ярового ячменя в конкурсном сортоиспытании Вятского ГАТУ.....	35
Емелев С. А. Урожайность образцов яровой пшеницы селекции Ульяновского НИИСХ в экологическом сортоиспытании Вятского ГАТУ	41
Парфенова Е. С. Подбор исходного материала озимой ржи для селекции в условиях Кировской области с помощью кластерного анализа	47
Ромадина С. О. Изучение урожайности и продолжительности вегетационного периода коллекционных образцов пшеницы мягкой яровой в условиях Средневолжского региона.....	53
Середин Т. М., Мотов В. М., Мотова М. В., Хаустова Н. А., Гончаров А. В. Лук шалот: озимые формы, перспективные коллекционные образцы.....	58
Чуракова С. А. Специфика функционирования фотосинтетического аппарата разных видов злаковых культур	62
Шамова М. Г., Уткина Е. И. Закономерности формирования урожайности сортов озимой ржи в условиях Волго-Вятского региона РФ	68

СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ: МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИИ, РЕЗУЛЬТАТЫ

Баталова Г. А., Лисицын Е. М. Предварительные результаты оценки чистой продуктивности фотосинтеза овса пленчатого на окультуренных и алюмокислых почвах.....	73
Вологжанина Е. Н., Баталова Г. А. Адаптивные свойства плёнчатого овса в условиях Кировской области.....	78
Емелева Н. В., Баталова Г. А. Взаимосвязь погодных условий и урожайности ярового голозерного овса в условиях Кировской области	84
Жукова М. Н. Изучение хлебопекарных качеств сортов озимой ржи в условиях Кировской области.....	89
Замятин С. А., Максимова Р. Б., Максуткин С. А. Отбор и выделение нового селекционного материала картофеля с высокими продуктивными качествами	94
Заячковская Т. В., Степанов В. А. Фенотипическое проявление признака ЦМС-Ogura у дайкона MS Gensuke и его использование для создания стерильных линий редиса	99
Ильина С. В., Иванова И. Ю. Испытание раннеспелых сортов сои на семенную продуктивность в условиях Чувашской Республики	106
Кислицына А. П., Попов Ф. А., Софронова А. Ю. Опыт возделывания сои северного экотипа в условиях Кировской области ...	110
Кротова Н.В., Баталова Г. А. Оценка образцов пленчатого овса по некоторым ценным хозяйственным признакам.....	115
Лисицын Е. М. Возможность использования содержания зеленых пигментов в листьях для прогноза содержания белка в зерне ячменя	121
Лисицын Е. М. Генотипическая вариабельность реакции процессов переноса энергии в тилакоидных мембранах листьев овса на осмотический стресс.....	126
Мотов В. М., Чеглакова О. А. Новый сорт чеснока озимого Айсберг	132
Набатова Н. А. Взаимосвязь между признаками масса 1000 зерен и число падения у озимой ржи.....	136
Набатова Н. А. Кормовая продуктивность сортов озимой ржи	142
Парфенова Е. С. Влияние почвенно-климатических условий и генотипа на хозяйственно ценные признаки сортов озимой ржи.....	147

Псарева Е. А. Влияние выравненности длины стеблей на показатели продуктивности растений озимой ржи	153
Ренгартен Г. А. Приоритетные направления селекции по аронии черноплодной на Северо-Востоке России	158
Ренгартен Г. А. Приоритетные направления селекции по ирге и шиповнику на Северо-Востоке России	163
Рылова О. Н., Шляхтина Е. А. Результаты изучения перспективных сортов озимой ржи в условиях эдафического стресса	168
Салтыкова Т. И., Вахрушева Н. С., Софронов А. П. Перспективные гибридные формы смородины чёрной (<i>Ribes nigrum</i> L.) селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока	173
Уткина Е. И., Шамова М. Г. Новый сорт озимой ржи Лика	178
Хлопов А. А. Изучение влияния улучшителя зерна на хлеб из зерна яровой тритикале.....	183
Чайкин В. В., Торон А. А., Торон Е. А. Эффективность изменения архитектоники растения в селекции озимой ржи..	188
Черемисинов М. В. Морфофизиологические изменения и хлорофилльные мутации ячменя, полученные под действием фунгицидов	195
Щенникова И. Н., Кокина Л. П., Зайцева И. Ю. Сорт ярового ячменя Боярин	200

СЕМЕНОВОДСТВО, ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Агеев А. А., Анисимов Ю. Б., Калюжина Е. Л., Мошкина Ю. С. Прямой посев в технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия Южного Зауралья.....	205
Амунова О. С. Влияние нормы высева на индексное содержание хлорофилла и урожайные характеристики яровой пшеницы сорта Награда	210
Артемов А. А. Урожайность озимой пшеницы по различным предшественникам	215
Левакова О. В. Влияние разных схем применения биологических препаратов при возделывании ячменя ярового	221
Лопатина К. О., Докучаева Е. А., Лыскова И. В. Влияние биопрепарата «GROW-A» на урожай кабачков	226
Панихина Л. В. Плотность посева как агротехнологический прием повышения урожайности ярового ячменя	231

Попов Ф. А., Носкова Е. Н., Светлакова Е. В. Полувековая история агрохимического стационара.....	236
Попова Е. В., Арзамасова Е. Г., Шихова И. В. Определение физиологических показателей качества и сроков хранения семян клевера красноватого (<i>Trifolium rubens</i> L.)	241
Шихова И. В., Арзамасова Е. Г., Попова Е. В. Влияние обработки органоминеральными препаратами на посевные качества семян клевера лугового	247
Шихова Л. Н. Изменение содержания лабильного углерода гумуса в дерново-подзолистой почве в зависимости от уровня окультуренности	251

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА, ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Бессолицына Е. А. Поиск генетических маркеров для генотипирования овса	256
Зайцева И. Ю., Щенникова И. Н. Оценка коллекционных образцов ярового ячменя на устойчивость к пыльной головне в условиях Волго-Вятского региона РФ	261
Злобина Ю. А., Кононова О. Е., Попыванов Д. В., Шуплецова О. Н. Влияние экзометаболитов базидиальных грибов на адаптацию растений <i>in vitro</i> к почвенным условиям	266
Медведева О. Л. Иммунологические аспекты устойчивости генотипов яровой пшеницы к бурой ржавчине в условиях юго-востока Воронежской области.....	271
Новоселова Н. В., Савинцева Л. С. Поиск <i>Stb</i> -генов в перспективных линиях мягкой пшеницы	275
Софронов А. П., Фирсова С. В., Русинов А. А. Болезни и вредители плодовых культур в Кировской области	279
Софронова А. Ю., Кислицына А. П., Попов Ф. А. Роль инокуляции семян люпина узколистного клубеньковыми бактериями.....	283
Чевердин А. Ю. Эффективность diaзотрофных препаратов в агроэкологических условиях Центрального Черноземья	288
Шихова Л. Н., Филимонова А. В. Динамика запасов общего углерода гумуса в пахотных почвах при разных способах обработки.....	292
Щеклеина Л. М. Источники неспецифической устойчивости сортов озимой ржи к болезням в условиях Кировской области	297

**XI Международная
научно-практическая конференция**

**МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ
В СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ
И РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

Техническая редакция, вёрстка
И. В. Кодочигова

Подписано к печати 17 мая 2024 г.
Формат 60x841/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 17,90.
Тираж 100 экз. Заказ 15.

Отпечатано с оригинал-макета
Типография ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
610007, г. Киров, ул. Ленина, 166а