

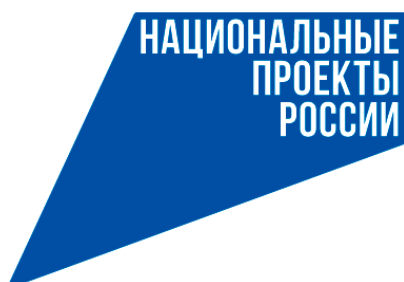
**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СЕВЕРО-ВОСТОКА имени Н. В. РУДНИЦКОГО**



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

**X Международная научно-практическая конференция,
посвященная 300-летию Российской академии наук**

8-9 ноября 2023 г.



**НАУКА
И УНИВЕРСИТЕТЫ**

**Киров
2023**

УДК 631.527.8
ББК 41.3
М 54

Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: Материалы
X Международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию
М 54 Российской академии наук / Под общей редакцией И. А. Устюжанина.
Киров: ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 2023. 232 с. (Электронный ресурс).
Режим доступа: <http://fanc-sv.ru/uploads/docs/2023/Конференция-2023.pdf>

ISBN 978-5-7352-0172-4

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 X 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 978-5-7352-0172-4

© ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 2023
© Авторы статей, 2023

**Перспективы развития селекции растений
на северо-востоке европейской территории России.
К 300-летию РАН (обзор)**

Г. А. Баталова

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

Аннотация. В 2024 г. исполняется 300 лет Российской академии наук. В настоящее время РАН объединяет все направления науки России, в том числе в области сельскохозяйственных наук. Среди глобальных вызовов сельскому хозяйству наряду с климатическими отмечают и социальные процессы, а именно – с увеличением населения планеты стабильно возрастает потребность в продовольствии. Современная селекция направлена на сочетание в генотипе высокого потенциала продуктивности и качества продукции с эффективным фотосинтезом в зависимости от направления использования и устойчивостью к естественным биотическим (болезни, вредители), абиотическим (почвенным и атмосферным) факторам среды и антропогенным факторам, определяемым деятельностью человека.

Ключевые слова: Российская академия наук, селекция растений, экологические факторы, биотические (болезни, вредители), абиотические (засуха, почвенные)

**Prospects for the development of plant breeding in the north-east
of the European territory of Russia. To the 300th anniversary
of the Russian Academy of Sciences (review)**

G. A. Batalova

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

Abstract. The Russian Academy of Sciences celebrates its' 300th anniversary in 2024. Currently, the RAS unites all areas of science in Russia, including the field of agricultural sciences. Among the global challenges to agriculture, along with climatic ones, social processes are also noted, namely: with an increase in the world's population the need for food is steadily increasing. Modern breeding is aimed at combining the high potential of productivity and product quality in one genotype with effective photosynthesis depending on the direction of use and resistance to natural biotic (diseases, pests), abiotic (soil and atmospheric) environmental factors and anthropogenic factors determined by human activity.

Keywords: Russian Academy of Sciences, plant breeding, ecological factors, biotic (diseases, pests), abiotic (drought, soil)

В 2024 г. исполняется 300 лет Российской академии наук – государственной академии наук Российской Федерации, которая является крупнейшим центром фундаментальных исследований по проблемам естественных, технических, гуманитарных и общественных наук, правопреемницей Академии наук СССР, а также Российской академии медицинских наук и Российской академии сельскохозяйственных наук.

Академия наук была создана в Санкт-Петербурге по распоряжению Петра I в соответствии с Указом Сената от 28 января (8 февраля) 1724 г. Торжественное открытие высшего научного учреждения России состоялось в декабре 1725 г., уже после смерти императора. В 1726 г. при Академии наук были созданы Академический университет и Академическая гимназия [<https://dzen.ru/a/Y9TNUPhrLSoW2ITy>]. Академики вели обучение с января 1726 г. по трем «классам»: математика, физика и «гуманиоры». Лекции читали на латинском и немецком языках. Первым президентом академии был Лаврентий Блюментрост (ученый-медик), преподавали иностранные ученые – физик Георг Бюльфингер, историк Г.Ф. Миллер, астроном и географ Жозеф Делиль, математики Николай и Даниил Бернулли, Христиан Гольдбах. (<https://dzen.ru/a/Y9TNUPhrLSoW2ITy>). Первым российским ученым мирового масштаба стал академик М.В. Ломоносов, который обогатил фундаментальную науку открытиями в химии, физике, астрономии, геологии, внес вклад в языкознание.

До 1934 г. академия находилась в Ленинграде, затем переехала в Москву. В 1925...1991 гг. РАН приобрела статус Академия наук СССР (АН СССР), как наследница Санкт-Петербургской академии наук и правопреемница Российской академии наук (1724...1917), объединявшая ведущие научные институты и ученых СССР. После 1917 г. в Советской России, а затем и в СССР, академия наук стала высшим государственным ученым учреждением. В период до 1961 г. были созданы академии в союзных республиках (кроме РСФСР, где создали региональные отделения Академии наук СССР) и как самостоятельные академии – ВАСХНИЛ, позднее РАСХН, и академия медицинских наук, которые в настоящее время являются отделениями РАН. Основная часть академических институтов находилась на территории РСФСР. 21 ноября 1991 г. указом президента РСФСР на базе АН СССР была создана ныне функционирующая Российская академия наук (РАН).

РАН – государственная академия наук Российской Федерации, основной целью деятельности которой является организация и проведение фундаментальных и прикладных научных исследований направленных на получение новых знаний о законах развития природы, общества, человека и способствующих технологическому, экономическому, социальному и культурному развитию России. РАН осуществляет разработку и координацию научных исследований по всем направлениям деятельности Государства, в том числе в области сельскохозяйственных наук, результаты которых направлены не только на обеспечения продовольственными ресурсами население страны, но и государственной безопасности.

В современном мире среди глобальных вызовов сельскому хозяйству наряду с климатическими отмечают и социальные, когда с увеличением численности населения планеты стабильно возрастает потребность в продовольствии. По данным ФАО [<http://www.fao.org/>], численность и доходы населения должны вырасти вдвое к 2050 г., что увеличит конкуренцию за природные (водные, земельные) и сельскохозяйственные ресурсы, а на развитие мирового

сельского хозяйства будут влиять такие неблагоприятными климатическими изменениями, как повышение сезонных температур во всех широтах, засуха, увеличение содержания углекислого газа в атмосфере.

Современная селекция в условиях европейского северо-востока России направлена на реализацию возможно высокого урожая и качества продукции в зависимости от направления использования культуры и сорта, на устойчивость к естественным и антропогенным стрессорам, биотическим и абиотическим факторам среды: болезням и вредителям, почвенным – эдафическим факторам, в том числе наличию тяжелых металлов в почве и низкому рН, на получение генотипов с эффективным фотосинтезом.

Повышение требований к результатам селекции в мире и в России, в частности, обусловлено ростом численности населения планеты и конкуренцией за природные ресурсы несмотря на то, что за последние 50 лет совокупный объем мирового производства сельхозпродукции вырос в 2,5...3,0 раза, а производство зерна увеличилось от 1,1 млрд тонн в 1970 г. и, согласно данным ФАО, достигнет 2,819 млрд тонн в 2023 г. или на 1,1 % выше показателя предыдущего года [<https://www.zol.ru/n/39621>]. С другой стороны, в июльском обзоре мировых рынков зерновых и масличных культур в прогнозе Международного Совета по зерну (IGC) для текущего года отмечено, что урожай зерновых в сезоне 2023/24 составит 2,29 млрд тонн или на 38 млн тонн (+2 %) больше показателя сезон к сезону [<https://agrotrend.ru/news/40300-obyavlen-prognoz-globalnogo-sbora-zerna-i-maslichnyh-2023>]. При этом производство кукурузы в мире может вырасти на 64 млн тонн, сорго – на 8 млн тонн, что в совокупности компенсирует сокращение урожая пшеницы (на 19 млн тонн), ячменя (на 9 млн тонн) и овса (на 3 млн тонн). В тоже время потребление зерна составит рекордные 2,3 млрд тонн (+2 % к прошлому году). Отмечено, что мировая торговля зерном сокращается, ее прогноз на уровне 408 млн тонн или на 14 млн тонн меньше уровня предыдущего года.

По данным Минсельхоза России, на 25 сентября 2023 г. собрано 125 млн тонн зерна, пшеницы намолочено 90 млн тонн, ячменя – 21,3 млн тонн, [<https://zerno.ru/node/23178>]. Средняя урожайность зерновых 3,29 т/га, ниже прошлогодней на 0,1 т/га (3,39 т/га в 2022 г.). В Приволжском ФО зерновые и зернобобовые культуры убраны на 95% площадей, получено 3 млн 128 тыс. тонн зерна, в том числе в Кировской области на 21 сентября обмолочено 272 тыс. га зерновых и зернобобовых культур (95 % площади), намолочено 697,6 тыс. тонн зерна при средней урожайности 2,57 т/га. В частности, получено 267,1 тыс. тонн ячменя (с 101,4 тыс. га, урожайность 2,6 т/га); 156,8 тыс. тонн пшеницы (с 65,1 тыс. га, 2,4 т/га); 145,4 тыс. тонн ржи (с 54,5 тыс. га, 2,7 т/га); 90,2 тыс. тонн овса (с 34,5 тыс. га, 2,6 т/га); 37,6 тыс. тонн зернобобовых (с 16,3 тыс. га, 2,3 т/га). Основные потребители зерна в России – кормопроизводство и производство продуктов питания. МСХ РФ отметило, что переходящие запасы зерновых сокращаются седьмой сезон подряд, на конец текущего года их будет 581 млн тонн или на 2 % меньше сезоном ранее. Больше всего снизится запас ячменя – до 30-летнего минимума.

Нестабильность производства по сезонам, как зерна, так и другой продукции растениеводства, требует интенсификации исследований в области селекции и технологий выращивания новых сортов с учетом региональных экологических факторов, технологий и природно-антропогенных факторов, лимитирующих продуктивность растений. В условиях европейского Северо-Востока России распространены гельминтоспориозные, фузариозные и септориозные пятнистости, которые вызывают развитие септориоза, полосатой, сетчатой, красно-бурой и темнобурой пятнистостей, снежной плесени, фузариоза, корневых гнилей; вредоносны головневые и ржавчинные, другие заболевания, которые лимитируют величину и качество урожая. Вредители и болезни в совокупности с сорной растительностью приводят к потере до 33 % урожая, потенциальные же потери составляют 34,9 %, в том числе от вредителей 13,8 %, болезней 11,6 %, сорняков 9,5 % [ФАО, <https://ru-ecology.info/term/15892>].

Селекция в ФАНЦ Северо-Востока ориентирована на нерасоспецифический тип устойчивости и толерантность, применяют инфекционные и провокационные фоны, оценку на естественном фоне и в лаборатории [1]. Для озимой ржи, а в настоящее время и для пшеницы, актуально получение генотипов с отсутствием и/или с минимальным поражением спорыньей; отмечают проявление заболевания на серых хлебах – ячмень, овес. Для ржи установлено крайне узкое генетическое разнообразие по устойчивости к спорынье, среди 150 протестированных форм выявлено только 4 новые популяции и 6 коллекционных образцов с относительно меньшим поражением спорыньей и содержанием склероций в зерне. Совместные исследования ФАНЦ Северо-Востока и Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Скрябина показали, что по структуре и содержанию эргоалкалоидов (ЭА) для популяции гриба *Claviceps purpurea* из Кировской области наиболее распространенными алкалоидами у озимой ржи и яровой пшеницы являются эрготамин, эргокрестин и его стереоизомер-эргокрестинин. В ржаных склероциях количество ЭА достигало 0,36 % от их массы, выделены 9 новых популяций ржи селекции ФАНЦ Северо-Востока, которые не накапливают ЭА в склероциях. Сорта Лика, Симфония и Гармония имели наименьшее поражение спорыньей и не накапливали эргоалкалоиды. Среди 35 генотипов яровой мягкой пшеницы также были выделены непоражаемые и высокоустойчивые к поражению спорыньей сорта и линии. По результатам государственного испытания в Госреестр РФ включен и допущен в производство сорт яровой мягкой пшеницы Награда, для которого установлено наличие нетоксичных склероций. В течение трех лет инокуляции не имела признаков поражения спорыньей яровая пшеница Традиция, которая наряду с сортом Лика проходит государственное испытание.

Для идентификации фитопатогенов применяют филогенетический анализ на основании нуклеотидной последовательности ITS, например, гриба *Fusarium proliferatum*. В настоящее время в лаборатории молекулярной биологии и селекции ФАНЦ Северо-Востока разработана собственная тест-система для идентификации как возбудителей септориоза листьев и колоса пшеницы, так и гриба *Parastagonospora avenae* f. sp. *triticea*, присутствующего в патоккомплексе

культуры, проводят исследования с корончатой ржавчиной овса. Наряду с зерновыми, с использованием ДНК-маркеров изучены генотипы картофеля по устойчивости к нематодам, раку, X- и Y-вирусам. Данное направление имеет фундаментальную направленность, при этом отмечают, что применение биотехнологий, включая генную инженерию, не увеличивает максимальные урожаи, а утверждение, что биотехнология ускорит селекцию – голословно [2].

Значимый урон величине и качеству урожая, наряду с биотическими факторами, наносят абиотические факторы, в частности эдафические – низкое плодородие и кислотность региональных дерново-подзолистых почв. Для дерново-подзолистых почв Волго-Вятского региона наряду с низкой рН характерно наличие токсичных ионов алюминия и таких металлов, как свинец, кадмий, другие. Для региона, в ряду прочих, актуальны исследования и получение устойчивых и толерантных к засухе генотипов, в том числе способных уходить от засухи в силу скороспелости. Эти и другие факторы обусловили развитие в ФАНЦ Северо-Востока селекции ячменя и овса на устойчивость к почвенному стрессу *in vitro* – клеточную селекцию в сочетании с классической селекцией на окультуренных и естественно-стрессовых почвенных фонах. Создан и использован сельхозпредприятиями АПК региона сорт ярового ячменя Новичок, сочетающий толерантность к низкому плодородию закисленных дерново-подзолистых почв с экономически значимой урожайностью (до 5,6 т/га).

Мировой опыт показал, что техногенная интенсификация растениеводства не способна решить проблему дальнейшего повышения урожаев, необходимы новые, способные обеспечить стабильный рост урожая сорта. Селекционеры все большее внимание уделяют возможности более полной реализации потенциала продуктивности культуры и сорта, факторов среды произрастания, таких как энергия солнца, в том числе путем использования в селекции признака наследуемого замедленного старения – длительного/продленного сохранения растением зеленого цвета «*stay green*», который имеет высокую наследуемость. Актуальность использования признака в селекции связана с тем, что у функционально устойчивых зеленых генотипов точка перехода к концу активной вегетации задерживается или переход происходит вовремя, а ремобилизация медленно [3, 4]. Признак «*stay green*» позволяет растению осуществлять активный фотосинтез в течение более длительного периода, в том числе в условиях засухи [5]. Отмечают, что генотипы с замедленной потерей зеленого цвета (замедленным созреванием) после колошения, имеют высокие хозяйственно-ценные показатели, более высокую ассимиляцию фотосинтеза на поздних стадиях развития растений, причиной этого может быть длительная активная фаза фотосинтеза или более высокая скорость фотосинтеза из-за большего сохранения содержания азота в листьях. Этим растениям свойственна лучшая переносимость неблагоприятных факторов среды произрастания, однако отмечают, что продленный фотосинтез приводит к повышению урожая, как правило, у высокорослых культур.

В настоящее время генетическую изменчивость «*stay green*» применяют в селекции кукурузы, пшеницы, ячменя, овса, других культур. Например, современные высокоурожайные сорта риса получены в результате селекции

на высокое содержание фотосинтетических пигментов [6]. Для центрального региона России в Госреестр включен и допущен в производство сорт ярового ячменя Овертюр (Франция) с урожайностью от 2,74 до 6,22 т/га (<https://glavagronom.ru/base/seeds/zernofurazhnie-yachmen-yarovoi-overtuur-lg-8853687>). Сорт средне засухоустойчив, устойчив к каменной головне и умеренно восприимчив к пыльной, но при этом сильно поражается гельминтоспориозом и корневыми гнилями.

Для повышения эффективности селекции представляют интерес результаты исследований, приведенные в работах академика РАН В.А. Драгавцева [7], который показал, что для признака, подверженного феномену взаимодействия «генотип-среда», невозможно дать стабильную «паспортную» генетическую характеристику для разных сред, если идентификация лучших генотипов по продуктивности при индивидуальном отборе в расщепляющихся гибридных поколениях начинают с F_2 . Он отметил, что если год отбора нетипичен для данной конкретной зоны, то велика вероятность выделения по продуктивности генотипов, которые в типичные годы не дадут максимума урожайности или не проявят в полной мере устойчивость к стрессорам различной природы (вредители, болезни и др.). Вследствие этого генотипы, отобранные в типичный год не выделяться, а имеющиеся в популяции лучшие для типичного года формы после отборов в нетипичный год в основном будут потеряны, поскольку невозможно весь материал всех семей F_2 пересевать для дальнейших отборов в F_3 , F_4 и т.д. Предлагается проводить отборы в F_2 и последующих поколениях в контролируемых условиях, например в фитотроне, где можно создавать типичные динамики лимитирующих факторов для любой зоны селекции на Земле. Однако встает ранее озвученная проблема – «невозможно весь материал всех семей F_2 пересевать для дальнейших отборов в F_3 , F_4 и т.д.» с одной стороны, с другой потребуются очень большие площади фитотрона. В данном случае каждый селекционер, ориентируясь на собственный опыт, особенности культуры и региона должен определить интенсивность отбора, его продолжительность по поколениям и методологию – как проводить.

Ранее показано [8], что для одной особи бессмысленно определять, какая часть ее фенотипа обусловлена наследственностью, а какая – условиями жизни, поскольку генетическая информация, полученная одним индивидуумом, реализуется в таком взаимодействии с условиями жизни, при котором обе причины неотделимы друг от друга. В продуктивности одного организма невозможно разделить генетические и внешние воздействия на признаки со слабой наследуемостью, поэтому отбор в F_2 ненадежен [9]. Для эффективного отбора необходимо знать величину генотипического значения признака, однако, нет способа отделить генотипическое значение от экологического для каждой отдельной особи [10], поскольку фенотип особи – это единый целостный организм, следовательно, о генотипе особей непосредственно, без анализа их потомства, судить невозможно [11], как и вычленивать для каждого организма влияние генотипа и среды на развитие признака [7, 12]. Следовательно, для признака, подверженного феномену взаимодействия «генотип-среда»,

невозможно дать стабильную «паспортную» генетическую характеристику для разных сред.

В селекции сельскохозяйственных растений выделяют несколько направлений, определяющих продовольственную и экологическую безопасность: продуктивность, устойчивость к стрессорам различной природы, качество продукции в зависимости от направления ее использования. Актуальна селекция не только на адаптивность к природным факторам, но и селекция на адаптацию к агротехнологиям и технологиям переработки. Современные сельхозпредприятия переходят на новые технологии выращивания зерновых и других культур, в то время как селекционные технологии, в части полевых исследований, практически не меняются. Как следствие, необходимы взаимосвязанные сорта и технологии их выращивания. Часто недобор урожая определяет низкая продуктивность сорта в силу отсутствия взаимопроникающих исследований в области селекции, растениеводства, земледелия, агрохимии, глубоких исследований в области иммунитета. В современных условиях селекцию на завершающем этапе следует проводить на различных уровнях технологического обеспечения. При этом следует учитывать «...такие неблагоприятные климатические изменения, как повышение сезонных температур во всех широтах, засуха, увеличение содержания углекислого газа в атмосфере, следует говорить и о социальных процессах, ... численность и доходы населения планеты должны вырасти вдвое к 2050 г.» (<http://www.fao.org/>), что в свою очередь увеличит конкуренцию за естественно-природные (водные, земельные) и сельскохозяйственные ресурсы.

Заключение. Глобальный кризис в сельхозпроизводстве XXI века требует создания устойчивых к абиотическим и биотическим факторам среды новых сортов, гибридов и видов сельскохозяйственных растений, в том числе под конкретные технологии выращивания и потребления, и для конкретного почвенно-климатического региона, обеспечивающих **улучшение производства, качества питания, состояния окружающей среды и качества жизни населения.** При этом, как отмечал академик Н.И. Вавилов [13] «Мы не отказываемся от селекции как искусства, но для уверенности, быстроты и преемственности в работе мы нуждаемся в твердой, разработанной, конкретной теории селекционного процесса».

Список литературы

1. Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М. Фитопатогенная биота в условиях потепления климата (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 3. С. 6-13. DOI: 10.25750/1995-4301-2022-3-006-013
2. Богданова Е.Д. Эпигенетика мягкой пшеницы. Алматы, 2012. 92 с.
3. Thomas H., Howarth C.J. Five ways to stay green // Journal of Experimental Botany. 2000. V. 51. P. 329-333. DOI: 10.1093/jexbot/51.suppl_1.329
4. Fu J.D., Yan Y.F., Lee B.W. Physiological characteristics of a functional stay-green rice “SNU-SG1” during grain-filling period // J. Crop Sci. Biotechnol. 2009. V. 12. P. 47-52. DOI: 10.1007/s12892-009-0078-8

5. Kamal N.M., Gorafi Y.S.A., Abdelrahman M., Abdellatef E., Tsujimoto H. Stay-green trait: a prospective approach for yield potential, and drought and heat stress adaptation in globally important cereals // International Journal of Molecular Sciences. 2019. No. 20 (23): 5837. DOI: 10.3390/ijms20235837

6. Wang Q., Xie W., Xing H., Yan J., Meng X., Li X., Fu X., Xu J., Lian X., Yu S., Xing Y., Wang G. Genetic architecture of natural variation in rice chlorophyll content revealed by a genome-wide association study // Molecular Plant. 2015. №8. P. 946-957. DOI:10.3389/fpls.2017.01773

7. Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири / Драгавцев В. А., Цильке Р. А., Рейтер Б. Г. и др. Новосибирск: Наука, 1984. 230 с.

8. Плохинский Н. А. Наследуемость. Новосибирск: РИО Сибирского отделения АН СССР, 1964. 196 с.

9. Уильямс У. Генетические основы и селекция растений. М.: Колос, 1968. 447 с.

10. Никоро З.С., Харитоновна З.Н., Решетникова Н.Ф. Различные способы определения племенной ценности животных. М.: Колос, 1968. 446 с.

11. Рокицкий П.Ф. Введение в статистическую генетику. Минск: Вышэйшая школа. 1974. 448 с.

12. Савченко В.К. Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях. Минск: Наука и техника, 1984. 223 с.

13. Вавилов Н.И. Теоретические основы селекции растений. Т. 2. Частная селекция зерновых и кормовых культур. М.-Л., Сельхозгиз, 1935, 224 с.

УДК 631.512:631.58.03

Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии Челябинской области

А. А. Агеев, Ю. Б. Анисимов

Челябинский НИИ сельского хозяйства

г. Челябинск, Российская Федерация

Аннотация. *Представлены результаты исследований за 2021...2022 гг. лаборатории агроландшафтного земледелия ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» по изучению ресурсосберегающих технологических систем обработки почвы. Установлено влияние приёмов минимизации обработки почвы и прямого посева на показатели почвенного плодородия, урожайность полевых культур и продуктивность плодосменного севооборота, обеспечивающих более рациональное использование биоклиматических ресурсов и экологическую устойчивость северного лесостепного агроландшафта Южного Зауралья.*

Ключевые слова: *полевые культуры, севооборот, минимизация, прямой посев, урожайность, окупаемость*

Resource-saving technologies for tillage in adaptive landscape agriculture of the Chelyabinsk region

A. A. Ageev, Yu. B. Anisimov

Chelyabinsk Research Institute of Agriculture,

Chelyabinsk, Russian Federation

Abstract. *The results of research for 2021...2022 of the laboratory of agrolandscape farming of the Chelyabinsk Research Institute of Agriculture of resource-saving technological systems for cultivation are presented. The influence of methods of minimizing tillage and direct sowing on indicators of soil fertility, the yield crops and the productivity of crop rotation, ensuring*

a more rational use of bioclimatic resources and the environmental sustainability of the northern forest-steppe agricultural landscape of the Southern Trans-Urals, has been established.

Keywords: *field crop, crop rotation, direct sowing, yield, payback*

Основным направлением стабилизации производства зерна в Челябинской области является совершенствование общепринятых технологий возделывания зерновых культур на основе ресурсосберегающих и почвозащитных систем обработки почвы в полевых севооборотах [1]. По мнению академика В.И. Кирюшина, в современных условиях обработка почвы остаётся важнейшим элементом зональных систем земледелия на агроландшафтной основе, и в числе узловых проблем экологизации земледелия значительный приоритет имеет развитие минимизации обработки почвы и прямого посева [2, 3]. Ресурсосберегающие технологии имеют сложность переходного периода, так как необходима их адаптация к различным почвенно-климатическим условиям [4, 5]. Установленная длительными исследованиями ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» взаимосвязь между системами обработки почвы и зональными особенностями природных условий Южного Зауралья составляет основу её рационального применения в полевых севооборотах [6, 7]. Необходимо научное обоснование дальнейшей минимизации обработки почвы и применения прямого посева в ресурсосберегающих технологиях возделывания зерновых культур для условий Челябинской области [8].

Цель исследования: определить эффективность применения минимизации обработки почвы в ресурсосберегающих технологиях производства зерна в условиях северного лесостепного агроландшафта Челябинской области.

Материалы и методы. Изучались следующие технологические системы обработки почвы: комбинированная, разноглубинная (контроль), минимальная (мульчирующая) и нулевая (без обработки почвы), которая предусматривает возделывание полевых культур в севообороте с исключением механической обработки почвы с применением прямого посева. Изучение технологий обработки почвы проводится в базовом полевом 4-польном плодосменном севообороте с чередованием горох + овес – яровая пшеница – лен масличный – 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, рН водной вытяжки верхнего горизонта 5,6...6,3. Посевы культур по вегетации обрабатывались 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 выполняется универсальной сеялкой прямого сева. Площадь полей – 18 000 м², делянок первого порядка (система обработки почвы) – 6 000 м², делянок второго порядка (минеральные удобрения) – 3 000 м², делянок третьего порядка – 1 000 м². Общее количество делянок – 72.

Результаты и обсуждение. Установлено, что весенние запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы под культурами плодосменного севооборота характеризовались в среднем как удовлетворительные (90...130 мм)

по изучаемым технологиям при максимальном показателе 119 мм в варианте без обработки почвы с применением прямого посева. В начале периода вегетации исходная обеспеченность нитратным азотом в слое почвы 0...40 см была средней (10...15 мг/кг почвы) по всем вариантам технологических систем обработки почвы и посева в полевом севообороте. Обеспеченность подвижным фосфором в 0...40 см слое почвы при различных технологиях обработки почвы характеризуется как средняя (51...100 мг/кг почвы), с лучшими показателями в вариантах минимальной и нулевой систем обработки почвы. Нулевая технология и применение прямого посева по эффекту очищения от сорняков с помощью опрыскивания гербицидом общеистребляющего действия до посева культур, баковой смесью рекомендованных противодвудольных и противозлаковых гербицидов по вегетации максимально приближается к действию комбинированной системы. Нулевая технология с применением прямого посева в 4-польном плодосменном севообороте обеспечила равнозначную урожайность зерновых культур – 2,41 и 2,43 т/га, что ниже всего на 0,02 т/га в сравнении с контролем, и разница в пределах ошибки опыта (табл.).

Таблица

Урожайность полевых культур плодосменного севооборота в зависимости от технологической системы обработки почвы и посева, т/га, среднее за 2021...2022 гг.

Технология	Фон питания	Культура				Среднее по зерновым
		горох + овес	яровая пшеница	лен масличный	яровая пшеница	
Комбинированная	Без удобрений	2,07	2,49	1,40	2,03	2,19
	Удобрено	2,36	2,64	1,50	2,30	2,43
Минимальная	Без удобрений	1,94	1,78	0,78	1,70	1,81
	Удобрено	2,22	2,21	1,21	1,86	2,09
Нулевая	Без удобрений	1,93	2,13	0,77	2,03	2,03
	Удобрено	2,43	2,49	1,31	2,31	2,41
НСР ₀₅ технологии 0,38 т/га; НСР ₀₅ удобрения 0,32 т/га; S _x , % = 4,36 %						

Окупаемость 1 кг д. в. удобрений в дозе N30 прибавкой урожая в зерновых единицах, в среднем за 2021...2022 гг. в плодосменном севообороте составила при нулевой технологии с применением прямого посева 12,6 кг, минимальной технологии обработки почвы 9,3 кг при уровне контроля – комбинированной системы обработки почвы 8 кг.

В опыте установлено, что нулевая технология возделывания с применением прямого посева на фоне азотного удобрения не уступает комбинированной технологии по выходу зерновых единиц с 1 га пашни, что способствует получению устойчивой продуктивности плодосменного севооборота 2,26...2,36 т з. е. с 1 га севооборотной площади. Максимальная экономическая эффективность производства продукции получена в плодосменном 4-польном севообороте при применении нулевой системы с прямым посевом культур и комбинированной технологической системы обработки почвы и посева, с рентабельностью в ценах 2022 года на фоне без удобрений – 60 %, на фоне применения минеральных азотных удобрений – 69,7 и 67,3 % соответственно.

Заключение. Таким образом, на основании проведенных исследований в северном лесостепном агроландшафте Челябинской области, в целях ресурсосбережения для получения устойчивой продуктивности пашни, экономической эффективности производства зерна, предлагается нулевая технологическая система обработки почвы с применением средств защиты от сорной растительности, внесения умеренных доз азотных удобрений в системе 4-польного плодосменного севооборота.

Список литературы

1. Рекомендации семинара по возделыванию зерновых и зернобобовых культур, посвящённого 85-летию селекции яровой пшеницы и 45-летию селекции ярового ячменя в ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» / под общ. ред. А. В. Вражнова; под ред. А. А. Агеева, Л. П. Шаталиной. Челябинск: Изд-во Челябинского гос. ун-та, 2022. 73 с.
2. Кирюшин В.И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С. 3-8.
3. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия // Почвоведение. 2019. № 9. С. 1130-1139.
4. 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.
5. Дридигер В.К. Состояние проведения исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву // Сельскохозяйственный журнал. 2019. № 5 (12). С. 8-16.
6. Агеев А.А. Совершенствование минимизации обработки почвы в земледелии Челябинской области // Вестник КГСХА. 2021. №2 (38). С. 3-10.
7. Шиятый Е.И. Погода и урожай. Основы растениеводства зерновых культур в Зауралье. (Пособие для фермеров и агротехнолога). Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2020. 264 с.
8. 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.

УДК: 633.11: 631.527(470.55)

Достижения уральской селекции зерновых культур на современном этапе

*А. А. Агеев, Ю. П. Прядун
Челябинский НИИ сельского хозяйства
г. Челябинск, Российская Федерация*

Аннотация. В работе представлена краткая информация по достижениям селекции зерновых культур в ФГБНУ «Челябинский НИИСХ». В 2022 году исполнилось 85 лет селекции яровой мягкой пшеницы и 45 лет селекции ярового ячменя ФГБНУ «Челябинский НИИСХ». За годы работы созданы и внедрены в сельхозпроизводство Уральского региона 40 сортов яровой пшеницы и 17 сортов ячменя. Разработаны технологии их выращивания и организовано производство семян высших репродукций. Сорты возделываются в 5 субъектах РФ на площади свыше 750 тыс. га. Основные направления селекции зерновых культур базируется на адаптивности, продуктивности в 4...5 т/га и выше, устойчивости к стрессам – засухе, болезням и полеганию. В реестре допуска к использованию по Челябинской области 10 сортов яровой мягкой пшеницы и 7 сортов ярового ячменя. За последние 10 лет в институте создано 7 сортов яровой пшеницы и 5 сортов ярового ячменя, получено 3 патента, подано 3 заявки на патент.

Ключевые слова: сорт, патент, яровая пшеница, яровой ячмень, зернобобовые, озимые, устойчивость

Achievements of the Ural region of selection of grain crops at the present stage

A. A. Ageev, Yu. P. Pryadun

*Chelyabinsk Research Institute of Agriculture
Chelyabinsk, Russian Federation*

Abstract. *Brief information is presented on the achievements of the breeding work of the «Chelyabinsk Research Institute of Agriculture». In 2022, 85 years of selection of spring soft wheat and 45 years of selection of spring barley of the «Chelyabinsk Research Institute of Agriculture» was turned 85. Over the years of work, 40 varieties of spring wheat and 17 varieties of barley have been created and implemented into agricultural production of the Ural region. Technologies for their cultivation have been developed and the production of high reproductions was organized. Varieties are cultivated in 5 constituent entities of the Russian Federation on an area of more than 750 thousand hectares. The main directions of selection of grain crops are based on adaptability, productivity of 4...5 t/ha, resistance to stress-drought, diseases and lodging. In the register of admission to use in the Chelyabinsk region 10 varieties of spring soft wheat and 7 varieties of spring barley. Over the past 10 years, 7 varieties of spring wheat and 5 varieties of spring barley have been created at the institute, 3 patents have been received, 3 applications for a patent were submitted.*

Keywords: *variety, patent, spring wheat, spring barley, grain -bond, winter, stability*

Фактическая структура посевных площадей в группе основных зерновых культур по Челябинской области должна соответствовать рекомендациям ученых ФГБНУ «Челябинский НИИСХ». Предусмотрено увеличение посевов зернобобовых, зернофуражных и озимых культур до оптимальных значений. Яровая пшеница по-прежнему доминирует среди всех зерновых культур, и ее доля достигает более 60 %. Высеивается ежегодно до 50 сортов яровой пшеницы различных оригинаторов. В связи с расширением производства сильных и ценных сортов яровой мягкой пшеницы ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» разработал и предложил для региона рекомендуемую структуру сортовых посевов яровой пшеницы по группам скороспелости. В 2022 году площадь посевов основных реестровых сортов яровой мягкой пшеницы в Челябинской области составила 713 734 га, из них сортовые посева составили 60,3 %, реестровых сортов (всех) 59%. Доля посевов яровой мягкой пшеницы, занятых сортами местной селекции, увеличивается ежегодно и составила к 2023 году 47...49 %. Начиная с 2018 года, ежегодно увеличиваются посева ярового ячменя, доходя до 400 тыс. га.

Материалы и методы. Закладка селекционных питомников яровой пшеницы проводилась в северной лесостепи Челябинской области на опытном поле ФГБНУ «Челябинский НИИСХ». Основным методом создания исходного материала являлась внутривидовая гибридизация с привлечением генетически разнокачественного материала, при этом предпочтение отдавалось местным реестровым сортам и перспективным селекционным формам. В гибридизацию яровой пшеницы привлекались источники эффективных *Lr* и *Sr* генов, засухоустойчивые сорта омских, саратовских научных учреждений и другие генотипы с комплексом хозяйственно полезных признаков [1, 2]. Сравнение испытываемых образцов проводилось со стандартными сортами, а также с лучшими районированными в регионе сортами. Закладка конкурсного сортоиспытания, учеты и наблюдения проводились по Методике государственного сортоиспы-

тания (1989); устойчивость сортообразцов КСИ, контрольного питомника к твердой головне и КСИ к пыльной головне – с использованием искусственных инфекционных фонов (Кривченко, 1972, 1978); поражение селекционного материала бурой ржавчиной на естественном фоне – по методикам E. V. Mains, H. S. Jackson (1926), R. F. Peterson, A. V. Cambell, A. E. Hannah (1948); стеблевой ржавчиной – по методикам, принятым в СИММИТе, и балловом выражении (Койшибаев и др., 2014).

Результаты и обсуждение. ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» разработал и предложил для южно-уральского региона рекомендуемую структуру сортовых посевов яровой пшеницы для основных агроландшафтных зон Челябинской области в процентном соотношении и наличии 3 групп по типу созревания: раннеспелых и среднеранних, среднеспелых и среднепоздних сортов. Например, в северной лесостепи, 40 % посевов должны занимать сорта среднеранней и среднеспелой группы, остальные 20 % – среднепоздние [3]. В группе раннего типа созревания выделяется сорт Челябинка ранняя, находящийся в реестре с 2016 года, и новый сорт яровой пшеницы Одинцовская (в реестре с 2022 года). Сорта обладают рядом преимуществ, адаптивными свойствами. В характеристике сорта яровой мягкой пшеницы Одинцовская потенциал урожайности свыше 4 т/га. Относится к группе ценных и сильных сортов пшеницы. Обладает устойчивостью к бурой ржавчине и твердой головне. Противостоит засухе и полеганию. Из среднераннего набора хорошо зарекомендовал себя сорт Челябинка степная, с потенциалом урожайности около 4 т/га, особенно при посеве по зерновому предшественнику. В группе среднеспелого типа созревания выделяется сорт Челябинка 75, который занимает максимальную площадь около 30 %, или 139 тыс. га. Уникальность сорта в комплексной устойчивости к ржавчинам благодаря защите геном *LrSp* и к твердой головне [4]. Сорт устойчив к полеганию, ценный по качеству зерна. В реестре с 2012 года. На смену данному сорту рекомендуется к применению новый сорт Челябинка, который прошел сортоиспытание в 2021...2022 гг. Сорт устойчив к стеблевой ржавчине, способен противостоять засухе и полеганию, с урожайностью 4,4 т/га. В группе среднепозднего типа созревания стабильную позицию занимают два распространенных сорта яровой мягкой пшеницы – Эритроспермум 59 (в реестре с 1994 г.) и Челябинка юбилейная (в реестре с 2010 г.). Первый занимает в Уральском и Западно-Сибирском регионах более 350 тыс. га и обладает исключительной засухоустойчивостью. Данные сорта с потенциалом урожайности 5...6 т/га. С 2020 года успешно распространился новый сорт яровой пшеницы Силач с потенциалом урожайности более 6,7 т/га. Он устойчив к бурой и стеблевой ржавчине, УБИС, способен противостоять засухе и избыточному увлажнению.

По данным лаборатории селекции яровой пшеницы ФГБНУ «Челябинский НИИСХ», в среднем за 5 лет (2017...2021 гг.) в группе раннеспелого типа созревания по качеству заготавливаемого зерна лидирует яровая мягкая пшеница Одинцовская, с содержанием клейковины 34 % и белка 16,9 % [5]. В группе среднеспелого типа выделяется сорт Челябинка 75 (клейковины 31,5 %, белка 15,7%), среднепозднего типа созревания Эритроспермум 59 и Челябинка юбилейная с клейковиной до 31,5 %, белком 15,2 %.

В Челябинской области, начиная с 2018 года и по настоящее время, ежегодно увеличиваются посевы ярового ячменя, доходя в отдельные годы до 400 тыс. га. Это страховая засухоустойчивая культура, ценная по комплексу признаков. В реестре селекционных достижений по Уральскому региону более 20 сортов ярового ячменя [6]. В 2022 году яровым ячменем засевалось по области более 25 % посевных площадей в группе зерновых и зернобобовых культур.

ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» созданы и предложены реестровые сорта ярового ячменя, рекомендуемые для возделывания в основных агроландшафтных зонах Челябинской области. Для северной и южной лесостепи удельный вес ячменя составляет 25 % в структуре посевов зерновых культур, в т. ч. новый сорт Яик от 20 до 40 %, Нургуш – 10...20 %, Орда – 10...20 %.

По характеристике сорта Яик выделяются следующие его преимущества – высокая урожайность, в среднем до 5 т/га, устойчивость к засухе и полеганию, слабая поражаемость твердой и пыльной головней. В реестре селекционных достижений с 2021 года по Уральскому региону.

Сорт ярового многорядного ячменя Нургуш включен в реестр с 2020 года. Сорт отличается высоким потенциалом урожайности до 9 т/га при средней урожайности 5,4 т/га. Сорт адаптивный, пластичный, способный противостоять засухе и полеганию [7].

В 2022 году внесен в Государственный реестр селекционных достижений новый сорт ярового ячменя Орда. Сорт обладает рядом преимуществ по сравнению со стандартными сортами – высокая урожайность, особенно по зерновому предшественнику, в среднем 5,16 т/га, и устойчивость к засухе и полеганию.

По данным лаборатории селекции ярового ячменя ФГБНУ «Челябинский НИИСХ», в конкурсном сортоиспытании за последние 5 лет, в различных погодных условиях и в т. ч. жесткой засухи 2021 года, максимальная урожайность свыше 4,2 т/га получена у сортов ячменя Орда, Яик и Нургуш.

В экологическом сортоиспытании в южной лесостепи на опытном поле ОП «Троицкое» за 3 года (2018...2020 гг.) оценена продуктивность и качество зерна 15 отечественных сортов ярового ячменя по паровому предшественнику. Среди лидеров находятся сорта ячменя местной селекции: Яик – 3,57 т/га, Нургуш – 3,69 т/га, Орда – 3,81 т/га, с содержанием белка 14,4...16,0 %. При размещении по зерновому предшественнику складывалась аналогичная картина. По урожайности выделились сорта ячменя: Яик – 1,84 т/га, Орда – 1,79 т/га и, особенно, новые линии Нутанс с урожайностью 1,93...2,10 т/га.

В конкурсном сортоиспытании сортов и линий ярового ячменя по двум пунктам наблюдений (институт, ОП «Троицкое») установлено преимущество сорта Яик и новых линий Нутанс 236 и Нутанс 194 по урожайности зерна 3,0 т/га. По результатам конкурсного и экологического сортоиспытаний селекционная линия Нутанс 236С158 (Челябинский 100) зернофуражного и пивоваренного направления передана на государственное сортоиспытание с 2023 года.

Сорта ярового ячменя местной селекции отличаются высокой продуктивностью и высокими качественными показателями, что позволяет успешно продвигать их в другие регионы Российской Федерации (Татарстан, Башкортостан) и занимать достаточно большие посевные площади.

В Челябинской области происходит увеличение площадей под посевами особо ценной продовольственной культурой – яровой твердой пшеницы. В посевах – 17 сортов твердой пшеницы. ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» целенаправленно ведет новое направление селекции – создание сортов и экологическое сортоиспытание сортов яровой твердой пшеницы. В результате новый сорт яровой твердой пшеницы Лариса янтарная включен в реестр с 2023 г. по Западно-Сибирскому (10) региону.

На опытном поле ОП «Троицкое» высевали 12 районированных и перспективных сортов. За 3 года наблюдений по урожайности на фоне парового предшественника выделились сорта яровой твердой пшеницы: Донская элегия, Безенчукская степная, Омский циркон с урожайностью 2,71...2,89 т/га, содержанием клейковины 32,1...37,8 %, стекловидностью свыше 72 %.

В посевах по Челябинской области используется 14 сортов овса. Высокий потенциал сортов овса Отрада, Стиплер, Всадник доказывают результаты урожайности зерна (свыше 3,0 т/га за 3 года наблюдений). Среди набора сортов гороха в регионе по-прежнему остаются самым востребованными Аксайский усатый 55 и новый сорт Руслан с содержанием белка 23...32 %. В посевах 9 сортов гороха, в т.ч. Кумир, Зауральский 3. В группе зернобобовых культур высеваются нут, вика, чечевица и пелюшка. В крупяных культурах преобладают посевы гречихи. Высеваются 8 сортов, в т.ч. Светлана, Дождик, Темп. Озимая группа культур показана посевами озимой ржи по 2 сортам, озимой пшеницы по 9 сортам и озимой тритикале 2 сорта на общей площади посевов 23 349 га. Учитывая положительную агротехническую роль озимых культур как предшественников в полевых севооборотах, следует обратить внимание на увеличение посевных площадей. Это позволит увеличить в целом валовой сбор зерна и поднять среднюю урожайность зерновых культур по Челябинской области.

Заключение. Повышение уровня производства зерна в Уральском регионе возможно за счет интенсификации зернового хозяйства с использованием биологического фактора в земледелии, интенсификации селекционного процесса и совершенствования системы семеноводства в современных условиях хозяйственной деятельности. В создании новых конкурентоспособных сортов ведущая роль принадлежит генетическим ресурсам растений. В ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» получен исходный селекционный материал ярового ячменя для выведения сортов, превышающих стандарт по продуктивности на 10...15 % с хорошими показателями качества зерна и хозяйственно ценными признаками, толерантный в полевых условиях к головневым заболеваниям. Создан и изучен исходный и селекционный материал для выведения высокоурожайных сортов мягкой яровой пшеницы, сочетающих повышенный потенциал продуктивности с качеством зерна и адаптированных к почвенно-климатическим и хозяйственным условиям Южного Урала.

Список литературы

1. Тюнин В.А., Шрейдер Е.Р., Гультяева Е.И., Шайдаюк Е.Л. Характеристика вирулентности популяций *Puccinia triticina* и перспектива использования генов *Lr 24*, *Lr 25*, *LrSp* в селекции яровой мягкой пшеницы на Южном Урале // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. 21(5). С. 523-529. DOI: 10/18699/VJ17.269

2. Воронов С. И Современные проблемы генетики, селекции и семеноводства зерновых культур в Российской Федерации // Аграрная наука. 2019. № 1. С. 8-10.
DOI: 10.32634/0869-8155-2019-326-1-8-10

3. Рекомендации семинара по возделыванию зерновых и зернобобовых культур, посвящённого 85-летию селекции яровой пшеницы и 45-летию селекции ярового ячменя в ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» / под общ. ред. А. В. Вражнова; под ред. А. А. Агеева, Л. П. Шаталиной. Челябинск: Изд-во Челябинского гос. ун-та, 2022. 73 с.

4. Тюнин В. А. Экологические особенности селекции мягкой яровой пшеницы на Южном Урале на устойчивость к стрессовым факторам // АПК России. 2020. Т. 27. № 5. С. 767-771.

5. Кушниренко И.Ю. Новые и перспективные сорта мягкой яровой пшеницы южно-уральской селекции // Стратегические ориентиры на импортозамещение в АПК Челябинской области. Челябинск: Изд-во Челябинского гос. ун-та, 2023. С. 34-35.

6. Прядун Ю.П., Шаталина Л.П. Результаты экологического испытания сортов ярового ячменя в южной лесостепи Южного Урала // Аграрный вестник Урала. 2022. № 5 (220). С. 12-20. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-12-20

7. Прядун Ю.П. Новый сорт ярового многорядного ячменя Нургуш // Селекция и технологии производства экологически безопасной продукции растениеводства в условиях меняющегося климата. Тюмень. 2022. С. 162-170.

УДК 633.13:631.816.12

Изменение семенных качеств овса при возрастающих дозах азотных удобрений

*А. А. Артемьев, А. М. Гурьянов
Мордовский НИИСХ – филиал
Федерального аграрного центра Северо-Востока
имени Н.В. Рудницкого,
г. Саранск, Российская Федерация*

Аннотация. *В статье приведены результаты 3-летних исследований в условиях лесостепи Евро-Северо-Востока России на черноземе выщелоченном по совершенствованию технологии возделывания овса сорта Горизонт с целью повышения урожая зерна и его семенных качеств. Изучалось три варианта – без удобрений, N_{60} , N_{60+30} . Установлено, что применение азота в сравнении с контролем повышало урожай зерно на 0,78...0,83 т/га. Наибольшая урожайность зерна (3,7 т/га) получена при внесении удобрений в дозе N_{60+30} . Применение удобрений повышало число зерен в метелке на 3,8...4,9 шт. Наибольшая выравненность зерна (92,6 %) наблюдалась при N_{60+30} , что было на 10,2 % выше в сравнении с контролем и на 2 %, чем с N_{60} .*

Ключевые слова: *азотные подкормки, урожайность*

Changes in seed qualities of oats at increasing doses of nitrogen fertilizers

*A. A. Artemyev, A. M. Guryanov
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 3 years of research on improving the technology of cultivating oats of the Horizon variety in the forest-steppe conditions of the Euro-North-East of Russia on leached chernozem in order to increase the grain yield and its seed*

qualities. Three variants with fertilizers were studied (without fertilizers, N_{60} , N_{60+30}). It was found that the use of nitrogen compared to the control increased grain yield by 0.78...0.83 t/ha. The highest grain yield (3.7 t/ha) was achieved when fertilizers were applied at a dose of N_{60+30} . The use of fertilizers increased the number of grains in a panicle by 3.8...4.9 grains/panicle. The highest grain evenness (92.6 %) was observed with N_{60+30} , which was 10.2 % than the control and 2 % more than with N_{60} .

Key words: *nitrogen fertilization, yield*

Современные сорта зерновых культур отличаются высоким потенциалом урожайности и качества зерна [1]. В то же время на практике реализовать его возможно только через совершенствование индивидуальной технологии, где особое место уделяется рациональному использованию удобрений. В условиях лесостепи Поволжья эффективная доза азота не всегда превышает 60 кг д.в./га [2, 3, 4]. Не является исключением и овес, для которого влияние удобрений во многом определяется почвенно-климатическими условиями региона, а в некоторых случаях кратностью их применения [5, 6]. Поэтому разработка эффективных приемов их внесения в агротехнологии овса является актуальным вопросом, оказывающим определенное влияние на урожайные и семенные качества культуры.

Цель исследований состояла в совершенствовании приемов возделывания ярового овса, позволяющих повысить урожайность и улучшить качество семян.

Материалы и методы. Полевой эксперимент проводился в Мордовском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого в 2017...2019 гг. Исследования проводились на черноземе выщелоченном среднемощном среднегумусном тяжелосуглинистом: $pH_{\text{сол}} - 5,5$, содержание гумуса 6,2 %, общего азота – 0,36 %, подвижных форм фосфора и калия – 181 и 250 мг/кг почвы соответственно. Сорт овса – Горизонт.

Схема опыта включала: 1. Без удобрений (контроль). 2. N_{60} (под предпосевную культивацию). 3. N_{60} (под предпосевную культивацию) + N_{30} (в кущение).

Повторность в опыте четырехкратная, размещение вариантов систематическое. Размер учетной делянки 20 м² (2,0 × 10,0 м). Предшественник – яровая пшеница. Посев овса проводили в оптимальные сроки с нормой 5 млн всх. семян на 1 га. Уход за посевами включал борьбу с сорняками, вредителями и болезнями. Уборку осуществляли поделяночно при стандартной влажности зерна в первой декаде августа. Исследования проводили по методикам Б. А. Доспехова [7] и Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [8, 9].

Результаты и обсуждение. В годы проведения исследований по погодным показателям наблюдались существенные колебания. В 2017 г. ГТК составил 1,25, что характерно для нормальных условий увлажнения, в 2018 г. ГТК равнялся 0,53, что свойственно условиям сильной засухи, в 2019 г. при ГТК = 0,8 наблюдалась слабая степень засухи.

Результаты исследований показали, что применение удобрений не оказывало достоверного влияния как на полевую всхожесть семян, так и на сохранение растений к уборке урожая. Применение удобрений оказало различное влияние на урожайность овса (табл. 1).

В сравнении с контролем, внесение под предпосевную культивацию азота в дозе N_{60} повышало урожайность на 0,78 т/га. Дробное применение азота N_{60+30}

увеличило прибавку урожая относительно контроля на 0,83 т/га. В то же время разница между вариантами N₆₀ и N₆₀₊₃₀ составила всего лишь 0,05 т/га.

Таблица 1

**Урожайность и структурные показатели растений овса
в зависимости от внесения азотных удобрений (среднее за 2017...2019 гг.)**

Вариант	Урожайность, т/га	Число продукт. стеблей к уборке шт./м ²	Коэффициент продуктивной кустистости	Высота растений, см	Длина метелки, см	Число зерен в метелке, шт.
Контроль	2,87	454	1,45	85,9	13,9	46,5
N ₆₀	3,65	459	1,44	88,6	15,9	50,3
N ₆₀₊₃₀	3,70	477	1,48	93,1	16,4	51,4
НСР ₀₅	0,21	11	-	3,0	0,5	3,1

Погодные условия также оказали влияние на урожайность ярового овса. Так, в более влажный 2017 год разница по урожайности между вариантами внесения удобрений была значительнее.

Анализ структуры растений показал, что наилучшие показатели по числу продуктивных стеблей перед уборкой урожая, коэффициенту кустистости получены в варианте с дробным внесением азота.

Применение удобрений способствовало увеличению роста овса относительно контроля. Между собой варианты с удобрениями по высоте растений практически не различались. Подобная закономерность прослеживалась и по длине метелки.

Изучение озерненности метелки показало, что применение удобрений способствовало повышению числа зерен в метелке. Лучшие показатели отмечались на фоне внесения азота в дозе N₆₀₊₃₀.

Погодные условия также оказали влияние на структуру растений. Превосходство по показателям наблюдалось в более увлажненные годы.

В таблице 2 представлены данные о влиянии доз азота на изменение качества зерна овса.

Таблица 2

**Качество зерна овса в зависимости от дозы азотных удобрений
(среднее за 2017...2019 гг.)**

Вариант	Натура зерна, г/л	Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %
Контроль	525	38,5	25,6
N ₆₀	528	39,4	24,0
N ₆₀₊₃₀	530	39,7	24,1
НСР ₀₅	3	0,8	0,5

Установлено, что применение азотных удобрений повысило натуру зерна, массу 1000 зерен и снизило их пленчатость во всех вариантах.

Важным семенным показателем зерна является выравненность, т. е. однородность по крупности. В нашем опыте фракционный состав зерна и его выравненность зависели от изучаемого фактора (табл. 3).

**Фракционный состав зерна овса и его выравненность, %
(среднее за 2017...2019 гг.)**

Вариант опыта		Размер решет по толщине, мм						Выравненность*, %
доза удобрений (В)	норма высева, (С)	<1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	>2,8	
Контроль	5,0	3,4	4,2	8,0	70,4	14,0	2,0	82,4
N ₆₀	5,0	-	2,7	3,7	73,8	16,8	3,0	90,6
N ₆₀₊₃₀	5,0	-	2,0	2,0	74,6	18,0	3,4	92,6

* сумма с решет 2,4 и 2,6 мм

Применение азота повышало выравненность зерна при внесении дозы N₆₀ на 8,2 % и при N₆₀₊₃₀ – на 10,2 %. Погодные условия вегетационных периодов существенно не влияли на изменение выравненности зерна овса.

В целом по опыту наибольшая выравненность зерна (92,6 %) отмечена при внесении удобрений в дозе N₉₀.

Заключение. В повышении продуктивности сортов овса в условиях лесостепных районов Евро-Северо-Востока РФ определяющим фактором являются минеральные удобрения. На фоне внесения под предпосевную культивацию минерального азота в дозе 60 кг д.в./га и применения в фазе кущения азотной подкормки из расчета 30 кг д.в./га достигается наибольшая урожайность зерна 3,7 т/га. Удобрения способствовали увеличению продуктивных показателей овса. По озерности метелки данный показатель увеличивался на 3,8...4,9 шт./метелку, достигая наибольшего значения (51,4 шт.) при внесении N₆₀₊₃₀. Наибольшая выравненность зерна (92,6 %) наблюдалась также в этом варианте.

Список литературы

1. Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ в 2022 году. URL: <https://reestr.gossortrf.ru> (дата обращения: 9.02.2023).
2. Васин В.Г., Савачаев А.В., Бурунов А.Н. Влияние нормы высева и минеральных удобрений на урожайность различных сортов овса // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 4. С. 24-30.
3. Артемьев А.А., Кузнецов Д.А. Урожайность и семенные качества яровой пшеницы при разных нормах высева и дозах азотных подкормок // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. 3 (387). С. 287-291.
4. Иванов Д.И., Иванова Н.Н., Прокина Л.Н. Урожайность и посевные качества яровой пшеницы в зависимости от сорта и внекорневой обработки марганцем, медью и молибденом // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3. С. 22-29
5. Абашев В.Д., Носкова Е.Н. Влияние минеральных удобрений на урожайность зерна овса // Пермский аграрный вестник. 2018. № 1 (21). С. 42-47.
6. Мерзлая Г.Е., Федулова А.Д., Гаврилова А.Ю. Влияние длительного применения систем удобрения разной интенсивности на урожайность и качество зерна овса // Агрохимия. 2022. № 8. С. 3-9.
7. Ерёмин Д.И., Моисеева М.Н. Сортотвечивость овса на минеральные удобрения в условиях Северного Зауралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (88). С. 45-48.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. 1985. Вып. 1. 270 с.
10. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. 1989. Вып. 2. 195 с.

Пораженность пшеницы и ячменя болезнями при применении биологической защиты растений

Л. П. Байкалова, А. А. Карвель, А. Т. Аветисян
Красноярский государственный аграрный университет
г. Красноярск, Российская Федерация

Аннотация. В ходе полевых исследований на примере пшеницы сорта Новосибирская 31 и ячменя сорта Красноярский 91 было установлено, что применение средств биологической защиты растений компании ООО «Бионоватик» положительно влияет на устойчивость растений к пораженности листовыми болезнями и корневыми гнилями.

Ключевые слова: септориоз, гельминтоспориоз, корневые гнили, биологические средства защиты, пшеница, ячмень

The infestation of wheat and barley with diseases at application of biological plant protection

L. P. Baykalova, A. A. Karvel, A. T. Avetisyan
Krasnoyarsk State Agrarian University
Krasnoyarsk, Russian Federation

Abstract. In the course of field studies on the example of wheat of the Novosibirsk 31 variety and barley of the Krasnoyarsk 91 variety, it was found that the use of biological plant protection products of Bionovatik LLC has a positive effect on the resistance of plants to damage by leaf diseases and root rots.

Keywords: septoria, helminthosporiosis, root rot, biological remedies, wheat, barley

Несмотря на многовековую историю борьбы, болезни зерновых культур имеют широкую распространенность и вредоносность в России и в мире. По оценкам различных источников ежегодные потери урожая яровых пшеницы и ячменя от листовых болезней составляют 3...5 % от валового сбора. Еще большие потери урожая происходят из-за поражения зерновых культур корневыми гнилями – в среднем они составляют 15 % [1]. Источниками листостебельных инфекций являются растительные остатки, пораженные злаковые сорняки, всходы падалицы и озимых культур, а также пораженные семена. Распространение возбудителей происходит воздушным либо воздушно-капельным путем [2]. Развиваясь на листьях, болезни уменьшают их ассимиляционную поверхность, разрушают хлорофилл, что приводит к снижению фотосинтеза, преждевременному старению и отмиранию листового полога. При поражении стеблей нарушается поставка углеводов, необходимых для наполнения зерна. Потери урожая могут составлять от 20 до 70 % [3].

Листостебельные инфекции часто принимают характер эпифитотий. Массовые вспышки септориоза, бурой ржавчины, пиренофороза и мучнистой росы наблюдаются примерно каждые 5 лет из 10, желтой ржавчины, темно-бурой пятнистости – каждые 3...4 года, сетчатой пятнистости – каждые 4...6 лет [4]. В настоящее время разработаны и применяются химические, агротехнические и биологические методы защиты растений. Главенствующая роль должна

отводиться экологически безопасным фундаментальным методам, к которым относится использование биопрепаратов [5].

Цель исследований – определить пораженность яровых пшеницы и ячменя болезнями. **Задачи:** оценка яровых пшеницы и ячменя по степени пораженности септориозом, гельминтоспориозом и корневыми гнилями при применении биологической защиты ООО «Бионоватик».

Материалы и методы. В 2022-2023 гг. на выщелоченном черноземе УНПЦ «Борский» Сухобузимского района Красноярского края Красноярского ГАУ были испытаны яровая пшеница сорта Новосибирская 31 и яровой ячмень сорта Красноярский 91. Сорт Новосибирская 31 является лучшим среднеранним сортом в лесостепи Красноярского края по комплексу показателей экологической пластичности. Выделился по продуктивности среди районированных сортов ячмень Красноярский 91, за что был выбран нами в качестве объекта исследования.

Опыт включал пять вариантов: 1 – без обработок (контроль); 2 – предпосевная обработка семян и обработка стимулятором роста Биодукс по вегетации; 3 – предпосевная обработка семян, обработка стимулятором роста Биодукс и микробиологическими удобрениями Органит П, Органит Н по вегетации; 4 – предпосевная обработка семян, обработка стимулятором роста Биодукс, микробиологическими удобрениями Органит П, Органит Н и биофунгицидами Оргамика С, Псевдобактерин 3 по вегетации; 5 – предпосевная обработка семян, обработка стимулятором роста Биодукс, микробиологическими удобрениями Органит П, Органит Н, биофунгицидами Оргамика С, Псевдобактерин 3, гербицидом Гербитокс в баковой смеси по вегетации. Обработки по вегетации проводили в фазу кущения – выхода в тубку. Площадь каждого варианта опыта 537,6 м², повторности – 134,4 м², повторность четырехкратная, способ посева – рядовой, сеялкой ССНП-1,6.

Технология возделывания в опыте – зональная, общепринятая. Предшественник – черный пар. Закладка опытов, учеты и наблюдения проводили согласно методике [6]. Статистическая обработка результатов проведена по [7].

Результаты и обсуждение. Анализ погодных условий лет исследований был сделан по данным метеостанции Сухобузимо Красноярского края. Средняя температура воздуха июля и августа 2022 года была немного ниже нормы, июня и сентября – соответствовала норме, мая – выше нормы, поэтому вегетационный период можно охарактеризовать как благоприятный для выращивания зерновых культур. Наиболее холодные месяцы – сентябрь и май, их средняя температура 8,3...8,7 °С. Самая высокая температура, отмечена за весь период наблюдений в июле – 16,7 °С, что на 1,6 °С ниже средней многолетней величины. Температура воздуха всех месяцев вегетационного периода 2023 г. в мае была близка к норме, в остальные месяцы превышала среднюю многолетнюю величину. За период вегетации она была выше на 2,4 °С. Самым теплым месяцем в годы исследований был июль, что соответствует норме. По количеству осадков 2023 год уступал среднему многолетнему значению. Их количество было меньше нормы на 16,5...19,7 мм в мае-августе и больше на 35,5 мм в сентябре (рис.).

В целом 2022 год был умеренно теплым и недостаточно увлажненным, с неравномерным распределением осадков и их максимумом во вторую половину периода вегетации. Вегетационный период 2023 года был жарким и недостаточно увлажненным, за исключением сентября, сумма осадков которого существенно превосходила норму.

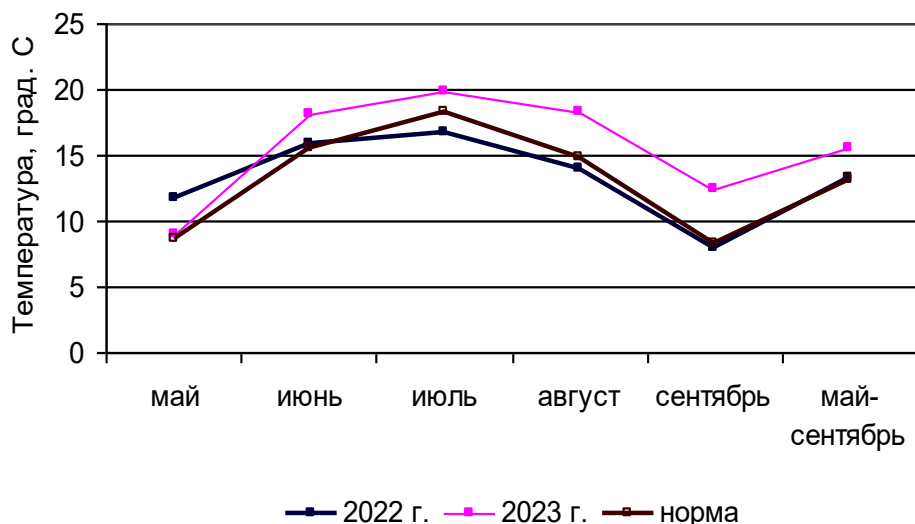


Рис. Средняя температура воздуха за вегетационный период, °С (2022, 2023 гг.)
*Примечание: Температура воздуха за сентябрь 2023 г. с 1 по 20 число.

Из листовых болезней пшеница поражалась преимущественно септориозом, ячмень – гельминтоспориозом (сетчатой пятнистостью).

Применение средств биологической защиты повышает устойчивость яровой пшеницы и ярового ячменя к болезням (табл. 1, 2). Применение средств биологической защиты на пшенице повышало устойчивость растений к септориозу на 28,7...46,1 %. Самая низкая пораженность пшеницы септориозом отмечена в вариантах 4 и 5.

Таблица 1

Влияние средств биологической защиты на пораженность зерновых культур листовыми болезнями, %

Вариант	Пшеница			Ячмень		
	2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее
1	80,0	65,0	72,5	97,0	67,5	82,3
2	40,0	47,5	43,8	63,0	52,5	57,8
3	30,0	40,0	35,0	33,0	72,5	52,8
4	30,0	25,0	27,5	20,0	37,5	28,8
5	30,0	22,5	26,3	40,0	22,5	31,3
НСР ₀₅ А вар.	7,3	5,3	4,3	7,1	14,0	7,5
НСР ₀₅ Б год	-	-	2,7	-	-	4,8
НСР ₀₅ А × Б	-	-	6,1	-	-	10,6

В названных вариантах в 2022 г. она была одинаковой и составляла 30 %, несколько меньше была пораженность яровой пшеницы в 4 и 5 вариантах в 2023 г. Как по годам исследований, так и в среднем пораженность пшеницы

септориозом в вариантах с применением средств биологической защиты была достоверно ниже контроля (см. табл. 1).

На ячмене без обработки процент пораженности растений гельминтоспориозом был очень высоким – 97 %, растения поражались повсеместно. В зависимости от варианта обработки отмечено снижение пораженности листовыми болезнями на 24,5...53,5 %. Наиболее эффективным в борьбе с листовыми болезнями на ячмене оказался четвертый вариант с применением предпосевной обработки семян, Биодукса, Органита П, Органита Н, Оргамики С и Псевдобактерина 3 по вегетации, где пораженность гельминтоспориозом была минимальной (см. табл. 1).

Пораженность корневыми гнилями зависела от вида и варианта обработки. В 2022 году на пшенице пораженность контроля составляла 31 %, в то время как на ячмене в контрольном варианте корневыми гнилями были поражены 73 % растений. Обработка семян стимулятором роста Биодукс по вегетации на пшенице не повлияла на устойчивость к поражению корневыми гнилями: в этом варианте пораженность составляла 30 % и была на уровне контроля. В опыте у пшеницы не было пораженности в третьем и пятом вариантах, достоверное снижение численности пораженных корневыми гнилями растений было отмечено при предпосевной обработке семян, применении по вегетации биопрепаратов Биодукс, Органит П, Органит Н, Оргамика С и Псевдобактерин 3 (табл. 2).

Использование биопрепаратов на ячмене привело к снижению пораженности растений корневыми гнилями в 2,5...5,7 раз. Минимальная пораженность была выявлена в пятом варианте при использовании биопрепаратов и гербицида Гербитокс – 15 % в 2022 г. и в 2023 г. наблюдали полное отсутствие пораженности корневыми гнилями растений ячменя. Чуть большая пораженность отмечена в четвертом и третьем вариантах 20 и 21 % в 2022 г.

Таблица 2

**Влияние средств биологической защиты
на пораженность корневыми гнилями, %**

Вариант	Пшеница			Ячмень		
	2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее
1	31	17,5	24,3	73	12,5	42,8
2	30	2,5	16,3	34	0	17,0
3	0	0	0	21	7,3	14,2
4	12	0	6,0	20	0	10,0
5	0	0	0	15	0	7,5
НСР ₀₅ А вар.	5,2	1,3	2,6	4,5	2,4	2,4
НСР ₀₅ Б год	-	-	1,6	-	-	1,5
НСР ₀₅ А × Б	-	-	3,6	-	-	3,4

Обработка семян пшеницы стимулятором роста Биодукс снизила пораженность корневыми гнилями до 16,3 %. В остальных трех вариантах в опыте на пшенице растения вообще не поражались корневыми гнилями.

В опыте с использованием биопрепаратов на ячмене пораженность корневыми гнилями была ниже, чем в контроле на 25,8...35,3 % (см. табл. 2).

Заключение. Таким образом, на пораженность болезнями оказывал влияние вид растений, погодные условия лет исследования и приемы возделывания. Применение регуляторов роста, биологической защиты семян и растений по вегетации приводило к достоверному снижению пораженности листовыми болезнями и корневыми гнилями пшеницы и ячменя. Наибольшая устойчивость к листовым болезням отмечена в четвертом и пятом вариантах у яровой пшеницы и у ярового ячменя. Процент пораженности пшеницы составил в четвертом варианте 27,5, в пятом – 26,3 %, пораженность ячменя соответственно – 28,8 и 31,3 %. Полное отсутствие корневых гнилей на пшенице выявлено в третьем и пятом вариантах. У ячменя отмечена пораженность корневыми гнилями, минимальной она была в пятом варианте – 7,5 % в среднем за годы исследований.

Список литературы

1. Байкалова Л.П. Инновационные технологии возделывания кормовых культур и заготовки кормов в Красноярском крае. Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2022. 280 с.
2. Чулкина В.А. Биологические основы эпифитотиологии. М., 1991. 287 с.
3. Шестеперов А.А. Эпифитотиология нематодных болезней растений / под ред. М. В. Арисова, Е. Н. Индюховой. М.: Наука, 2021. 446 с.
4. Санин С.С. Эпифитотии болезней зерновых культур: теория и практика. Избранные труды // ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии (ВНИИФ), 2012. С. 446-458
5. Торопова Е.Ю. Экологические основы защиты растений от болезней в Сибири. Новосибирск: ИПЦ «Юпитер», 2005. 370 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 1. Общая часть. М., 2019. 329 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 2011. 351 с.

УДК: 632.4+633.16

Влияние метеоусловий на устойчивость ярового ячменя к фузариозному увяданию

Л. П. Байкалова¹, Ю. И. Серебренников²

¹Красноярский государственный аграрный университет
г. Красноярск, Российская Федерация

²Уярский государственный сортоиспытательный участок
п. Емельяново, Российская Федерация

Аннотация. В результате полевых исследований 17 сортов ярового ячменя установлена зависимость развития фузариозного увядания от метеоусловий. Сильнее всего температура воздуха влияла на развитие фузариозного (трахеомикозного) увядания на посевах ярового ячменя в 2-й декаде мая, 1-й декаде июня, 3-й декаде июля, 3-й декаде августа и 1-й декаде сентября; влагообеспеченность – в 3-й декаде мая, 1-й и 2-й декадах июня, 2-й декаде июля (осадки), 3-й декаде июля (ГТК), 1-й декаде августа,

Ключевые слова: сорт, погодные условия, температура, осадки, гидротермический коэффициент (ГТК)

The influence of weather conditions on the resistance of spring barley to fusarium wilt

L. P. Baykalova¹, Yu. I. Serebrennikov²

¹Krasnoyarsk State Agrarian University
Krasnoyarsk, Russian Federation

²Uyar State Variety Testing Station
Yemelyanovo, Krasnoyarsk Region, Russian Federation

Abstract. As a result of field studies of 17 varieties of spring barley, the dependence of the development of fusarium wilt on weather conditions was established. Thus, the air temperature most strongly influenced the development of fusarium (tracheomycosis) wilting on spring barley crops in the 2nd decade of May, 1st decade of June, 3rd decade of July, 3rd decade of August and 1st decade of September; moisture availability – in the 3rd decade of May, 1st and 2nd decades of June, 2nd decade of July (precipitation), 3rd decade of July (HTC), 1st decade of August,

Keywords: variety, weather conditions, temperature, precipitation, hydrothermal coefficient (HTC)

Болезни служат одним из факторов, лимитирующих урожайность культуры. Одним из факторов, способствующих развитию болезни, является сухая и тёплая погода с недостаточным увлажнением почвы [1, 2, 3]. По результатам исследований [4] на развитие фузариоза ячменя преимущественно оказывали влияние климатические условия, состоящие из резких изменений от режима достаточного увлажнения до режима сухих и засушливых условий.

Цель исследований – установить причины фузариозного (трахеомикозного) увядания листьев и его влияние на урожайность ячменя. **Задачи:** 1) оценить влияние пораженности фузариозным увяданием листьев на урожайность; 2) рассчитать корреляционную зависимость развития фузариозного увядания от температур воздуха вегетационного периода; 3) определить зависимость развития фузариозного увядания от подекадных сумм осадков; 4) выявить влияние гидротермического коэффициента на фузариозное увядание сортов ячменя.

Материалы и методы. В исследовании использовали 17 сортов ячменя ярового. Исследовали 12 российских сортов, из них 10 – плёнчатые, Такмак – сорт-стандарт и 2 – голозёрные, Оскар – сорт-стандарт. Также были взяты 5 плёнчатых сортов иностранной селекции, Абба – сорт-стандарт. Полевые исследования проводились на полях конкурсного сортоиспытания Уярского государственного сортоиспытательного участка в 2021...2023 гг. в Красноярской лесостепи в соответствии с методиками госсортоиспытания [5, 6]. Почва – выщелоченный чернозём. Предшественник – пшеница яровая.

Опыты закладывали в четырёхкратной повторности с рендомизацией в пределах каждой повторности. Учётная площадь делянки 25,0 м². Способ посева – рядовой. Норма высева – 5,0 млн всхожих семян на гектар. Обработка почвы осуществлялась в соответствии с агротехническими требованиями, принятыми для данной почвенно-климатической зоны. Вносились удобрения: куриный помёт (50 т/га), N (44 кг/га), P₂O₅ (52 кг/га). Посев осуществлялся с помощью

сеялки селекционного типа Wintersteiger. Учет листовых болезней проводился в фазу молочной спелости ячменя, которая приходилась по календарным срокам на вторую-третью декаду июля. В 2023 г. болезни на ячмене учитывали 19 июля. Уборка проводилась в фазу восковой – полной спелости зерна с использованием комбайна селекционного типа Сампо 500. Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывался по Г. Т. Селянину [7].

Климат зоны Красноярской лесостепи резкоконтинентальный. Если взглянуть на показатели за 2021...2023 гг., то можно заметить их существенное отличие от среднемноголетних значений (рис. 1-3).

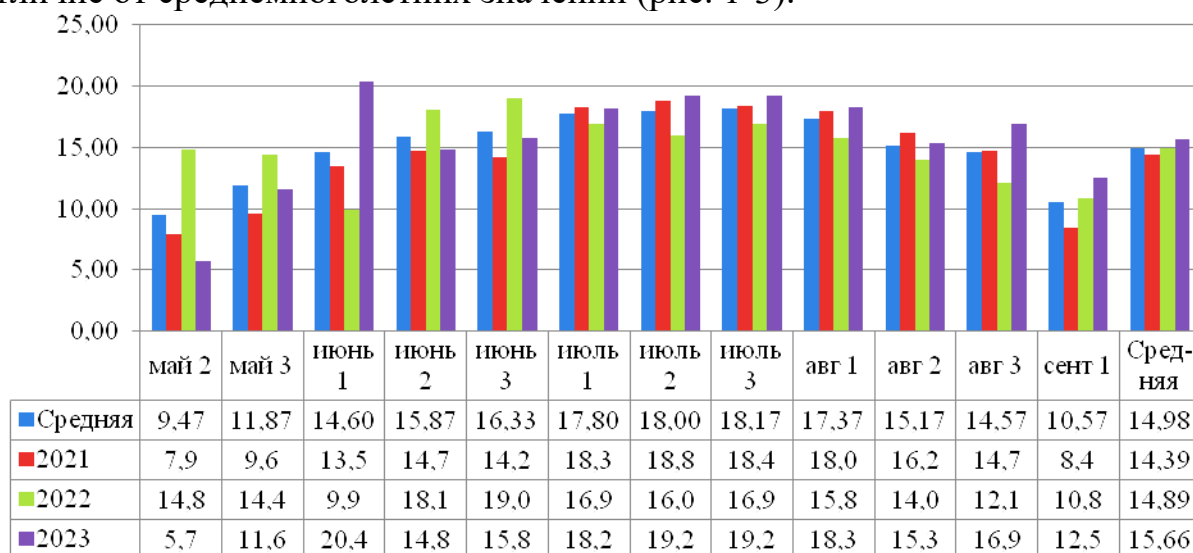


Рис. 1. Температура воздуха во 2 декаде мая – 1 декаде сентября 2021...2023 гг.

Метеорологические условия лет исследований различались как друг от друга, так и от среднемноголетних значений. Самой прохладной декадой периода «2-я декада мая – 1-я декада сентября» была 2-я декада мая (9,5 °С), а самой тёплой – 3-я декада июля (18,2 °С) (рис. 1). Осадков меньше всего выпадало в 2-й декаде мая (5,9 мм), а больше всего – в 3-й декаде июля и 2-й декаде августа (по 26,9 мм) (рис. 2). Самый низкий показатель ГТК – в 1-й декаде августа (0,67), а самый высокий – во 2-й декаде августа (1,80) (рис. 3).

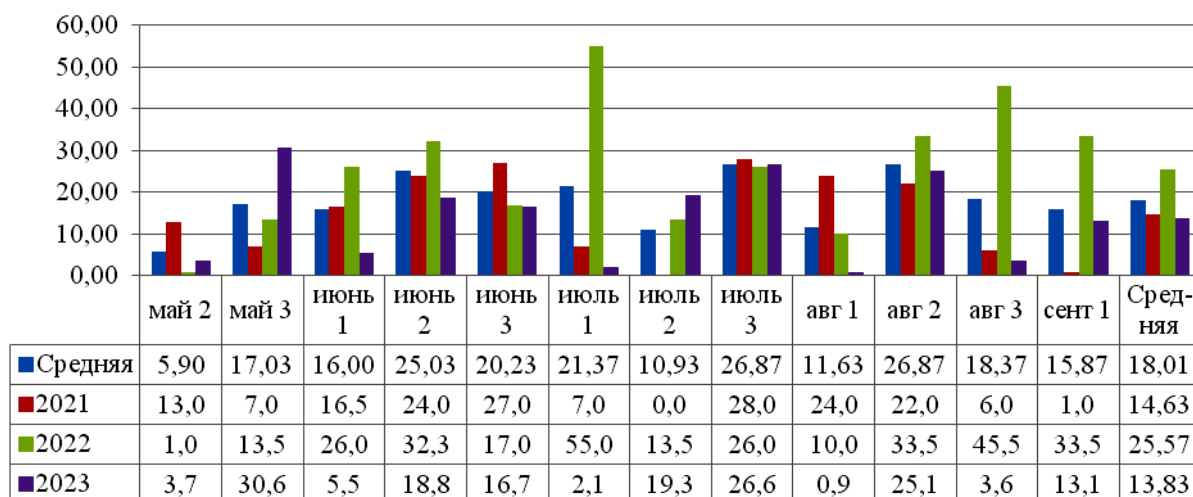


Рис. 2. Осадки во 2 декаде мая – 1 декаде сентября 2021...2023 гг.

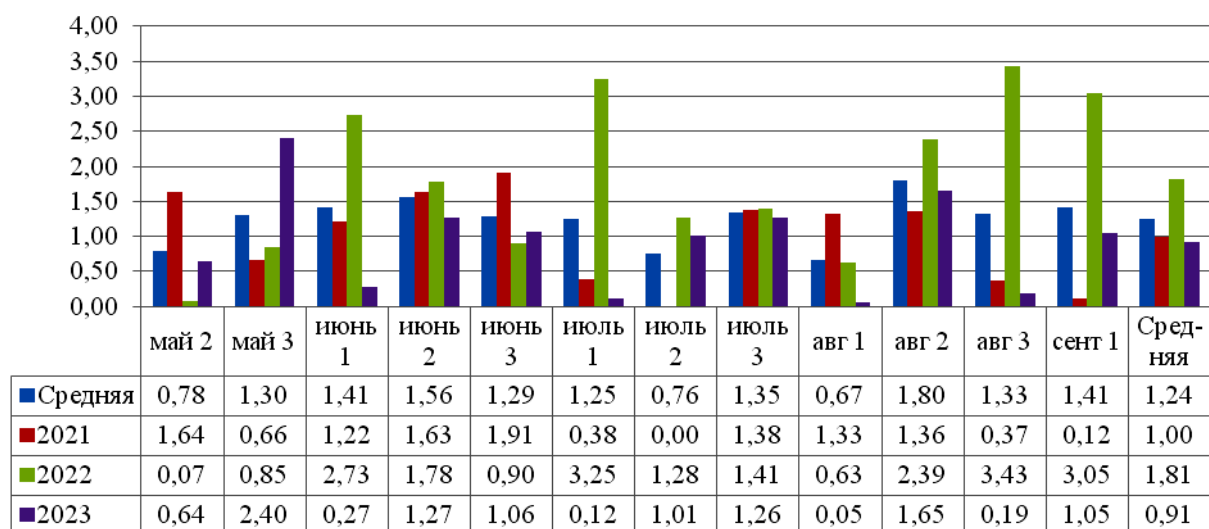


Рис. 3. Гидротермический коэффициент во 2 декаде мая – 1 декаде сентября 2021...2023 гг.

По величине ГТК можно с большой долей вероятности охарактеризовать степень увлажнения за определённый период. Засушливым было увлажнение в период «2-я декада мая – 1-я декада сентября» в 2021 и 2023 гг. (1,00 и 0,91), а в 2022 г. – избыточным (1,81). Подекадный анализ погодных условий в среднем за годы исследований показал: засушливые условия увлажнения были во 2-й декаде мая, 2-й декаде июля и 1-й декаде августа. Достаточное увлажнение отмечено в 1-2-й декадах июня, 1-й декаде сентября; избыточное – во 2-й декаде августа (рис. 3). Индекс условий среды (I_j) со знаком «-» был в 2021 г. (-1,184) и 2023 г. (-0,120), а со знаком «+» – в 2022 г. (1,304). Можно сказать, что наиболее благоприятным сложился 2022 г., 2021 г. – наименее благоприятным.

Результаты и обсуждение. В 2023 г. на посевах ячменя ярового (конкретно – на флаговом листе), впервые за все годы, проявилось фузариозное увядание (трахеомикозное увядание) (рис. 4). До 2023 г. грибы рода *Fusarium* ограничивались на ячмене форматом корневых гнилей, а в отдельные годы эти грибы можно было видеть на колосе.



Рис.4. Фузариозное (трахеомикозное) увядание ячменя

Результаты оценки урожайности сортов ярового ячменя, а также степень поражения их фузариозным (трахеомикозным) увяданием приведены в таблице 1. В 2021, 2022 гг. фузариозное увядание листьев отсутствовало, оно было отмечено только в 2023 г.

Наибольшим поражение было у сорта Деспина (70 %). Остальные сорта проявили более высокую устойчивость к данному заболеванию: степень поражения составила 20...29 % у пяти сортов – Кудесник, Оскар, Амидала, Танай, Файерфокс. У остальных сортов данный показатель был менее 20 %.

Средняя урожайность зерна сортов ячменя в 2021 г. составила 5,88 т/га, в 2022 г. – 6,13, в 2023 г. – 5,99 т/га. Наибольшая урожайность наблюдалась в 2022 г., однако размах средней урожайности по годам был незначительным и составлял 0,25 т/га. Можно отметить, что среди российских пленчатых сортов наиболее высокая урожайность у Ачи, Биома, Буяна и Емели была в 2023 г. Группа сортов иностранной селекции подтвердила тенденцию средней по годам. Голозерные сорта имели отличия по урожайности от рассмотренных выше групп. Так, самая высокая урожайность у обоих сортов этой группы была в 2021 г. (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность сортов ячменя ярового и фузариозное увядание

Сорт	Урожайность, ц/га				Фузариоз, %
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее	2023 г.
Такмак (стандарт)	55,3	65,1	59,8	60,1	19
Абалак	60,8	68,7	64,5	64,7	16
Ача	59,7	57,5	66,6	61,3	17
Биом	51,6	51,8	59,0	54,1	15
Буян	48,5	52,3	54,4	51,7	16
Емеля	51,9	54,0	60,0	55,3	14
Красноярский 91	66,2	57,7	64,8	62,9	13
Кудесник	58,1	70,1	64,2	64,1	29
Оленёк	59,1	67,8	60,8	62,6	13
Танай	59,9	64,6	54,6	59,7	20
Абба (стандарт)	61,9	68,5	58,3	62,9	12
Амидала	72,1	58,2	59,8	63,4	23
Деспина	54,8	59,9	57,8	57,5	70
Файерфокс	60,6	68,2	66,9	65,2	20
Шер	63,9	74,5	67,5	68,6	12
Оскар (стандарт)	59,3	56,0	52,7	56,0	24
Омский голозёрный 1	55,8	46,9	45,9	49,5	14

Таким образом, определенной зависимости между урожайностью и фузариозным увяданием листьев не выявлено. При поражении листьев фузариозным увяданием урожайность зерна в 2023 г. была средней между 2021 и 2022 г., а у сортов Ача, Биом, Буян и Емеля – самой высокой.

В ходе исследований поражаемости фузариозным увяданием сортов ячменя ярового от погодных условий была выявлена высокая корреляционная зависимость от температурного фактора в 2-й декаде мая, 1-й декаде июня, 3-й декаде июля, 3-й декаде августа и 1-й декаде сентября, когда преимущественно отмечались высокие температуры; от количества осадков и гидротермического коэффициента – в 3-й декаде мая, 1-й и 2-й декадах июня, 2-й декаде июля (осадки), 3-й декаде июля (ГТК), 1-й декаде августа, когда преимущественно отмечалось не большое количество осадков и ГТК был наименьшим (табл. 2).

Таблица 2

Корреляционная связь фузариозного увядания листьев ячменя с погодными условиями вегетационного периода, 2023 г.

Месяц	Декада	Температура – фузариоз	Осадки – фузариоз	ГТК – фузариоз
Май	2	-0,687	-0,303	-0,156
	3	-0,096	0,964	0,995
Июнь	1	0,941	-0,886	-0,793
	2	-0,477	-0,793	-0,958
	3	-0,189	-0,522	-0,367
Июль	1	0,444	-0,571	-0,563
	2	0,596	0,732	0,317
	3	0,766	-0,225	-0,982
Август	1	0,592	-0,799	-0,838
	2	0,104	-0,257	-0,245
	3	0,841	-0,544	-0,542
Сентябрь	1	0,813	-0,146	-0,206
Критическое значение r		0,368	0,411	0,325

Заключение. Таким образом, поражаемость сортов фузариозным увяданием зависит от метеоусловий. Наиболее выражена зависимость поражаемости сортов ячменя фузариозным (трахеомикозным) увяданием от температурного фактора в 2-й декаде мая, 1-й декаде июня, 3-й декаде июля, 3-й декаде августа и 1-й декаде сентября; от влагообеспеченности – в в 3-й декаде мая, 1-й и 2-й декадах июня, 2-й декаде июля (осадки), 3-й декаде июля (ГТК), 1-й декаде августа. В то же время, урожайность сортов ярового ячменя не зависела от фузариозного увядания. Пораженность флагового листа ячменя фузариозным увяданием в фазу молочной спелости зерна не приводила к снижению урожайности.

Список литературы

1. Верещагин Л.Н. Вредители и болезни зерновых колосовых культур. К.: Юнивест Маркетинг, 2001. 128 с.
2. Асеева Т. А., Зенкина К. В., Трифунтова И. Б., Имтосими О. Ю., Тишкова А. Г. Грибные болезни на зерновых культурах в муссонном климате Дальнего Востока // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 12. С. 12-18. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11202.
3. Пересыпкин В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология. М.: Колос, 1989. 560 с.

4. Постовалов А.А., Суханова С.Ф. Влияние климатических изменений на развитие инфекционных болезней кормовых культур в Зауралье // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Вып. 2(62). С. 37-46. DOI: 10.22450/19996837_2022_2_37.

5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. М.: 2019. 329 с.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М.: 1989. 194 с.

7. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 169-178.

УДК 579.64

Анализ зараженности картофеля в Кировской области вирусом картофеля М

Е. А. Бессолицына

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

Аннотация. *В ходе исследования разработана пара праймеров для выявления вируса картофеля М в растительных тканях, методом секвенирования подтверждена достоверность результатов ОТ-ПЦР. Выявлено, что процент зараженности вирусом картофеля М в Кирово-Чепецком районе составляет 38,7%, а в Оричевском районе – 61,3%.*

Ключевые слова: *ВКМ, PVM, ПЦР-анализ.*

Analysis of potatoes infection in the Kirov region with potato virus M

E. A. Bessolitsyna

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

Abstract. *In the course of the study, a pair of primers was developed to detect the potato virus M in plant tissues, and the reliability of the RT-PCR results was confirmed by sequencing. It was revealed that the percentage of infection with the potato virus M in the Kirovo-Chepetsky district is 38.7 %, and in the Orichevsky district - 61.3 %.*

Keywords: *PVM, PCR analysis*

М-вирус картофеля (МВК) или Potato virus M (PVM) вызывает заболевание мозаичное закручивание листьев. Вирус передается механически, тлями, клопами и картофельной коровкой. Закрученные молодые листья по виду напоминают листья растений, пораженных ризоктониозом. Заболевание очень вредоносно и в зависимости от сорта картофеля и штамма вируса снижает урожай клубней на 30...60 %. [1]. Вирус картофеля М (PVM) – это РНК-содержащий вирус, относящийся к роду *Carlavirus* и семейству *Betaflexviridae*. Вирусная частица вирусов рода *Carlavirus* нитевидная, длина составляет 610...700 нм, диаметр 12...15 нм. Геном вируса картофеля М представлен одноцепочечной позитивной молекулой РНК длиной 8,5 кб. На 5'-конце

располагается «кэп», на 3'-конце – полиА-тракт. В геноме располагается 6 открытых рамок считывания, кодирующих вирусные белки, которые транслируются с геномной РНК в виде единого полибелка [2]. Вирус картофеля М часто не проявляет симптомов при заражении картофеля или симптомы сходны с поражением вирусом скручивания листьев. При совместном заражении РММ и другими вирусами картофеля потери урожая не суммируются, а умножаются [3]. Микробиологические методы не могут быть использованы для выявления вирусов. Для этого используют или иммунологические методы, например, иммуноферментный анализ (ИФА) или молекулярно-биологические (ПЦР и его модификации). Для выявления РНК-содержащих вирусов используется или ИФА, или модификация ПЦР, совмещенного с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР). Методы сопоставимы по точности и чувствительности, но метод ОТ-ПЦР позволяет работать не только со свежим, но и с фиксированным материалом. **Цель данной работы:** определить зараженность вирусом РММ клубней картофеля, собранных в фермерских хозяйствах Оричевского и Кирово-Чепецкого районов Кировской области.

Материал и методы. Последовательности геномов вируса картофеля М (РММ) были скопированы из базы данных Genome, Nucleotide (www.ncbi.nlm.nih.gov). Данные последовательности были проанализированы в программе AliBee-Multiple alignment Release 3.0 на сайте <http://www.genebee.msu.su/genebee.html>.

Были выбраны совпадающие в геномах всех изолятов вируса картофеля М последовательности длиной 20...25 нуклеотидов, начинающихся и заканчивающихся на гуанин или цитозин. Пара фрагментов для праймеров должна располагаться на расстоянии 250...300 пар нуклеотидов, иметь одинаковую температуру отжига. Расчет температуры отжига ведется по формуле: $2 * (\text{суммарное количество аденинов и тиминнов}) + 4 * (\text{суммарное количество гуанинов и цитозинонов}) - 5$.

Последовательность праймеров должна быть уникальна, то есть при проверке в blast (www.ncbi.nlm.nih.gov) последовательность должна выявляться только в исследуемом гене и только в исследуемом объекте, отклонения возможны только для объекта и, если объект, для которого выявилась исследуемая последовательность, не встречается там же, где исследуемый объект.

В качестве источника нуклеиновых кислот использовались пазушные почки клубня картофеля и покровная ткань вокруг них. Суммарные нуклеиновые кислоты выделялись с помощью модификации гуанидин-изотиоцианатного метода [4].

Состав реакционной смеси для обратной транскрипции и ПЦР, а также условия проведения реакций приведены в ранее опубликованной статье [4]. Продукты реакции амплификации разделялись в 6 % нативном полиакриламидном геле, который окрашивался бромистым этидием [5].

ПЦР продукты экстрагировали из геля [5] и определяли нуклеотидную последовательность в фирме Евроген. Полученные результаты сравнивали в программе Nucleotide blast (www.ncbi.nlm.nih.gov) с уже имеющимися в них последовательностями генома различных изолятов вируса картофеля М.

Из базы данных Genome, Nucleotide (www.ncbi.nlm.nih.gov) были выбраны 12 полных геномов вируса картофеля М. Данные последовательности были проанализированы в программе AliBee-Multiple alignment Release 3.0 на сайте <http://www.genebee.msu.su/genebee.html>. По описанным выше параметрам, было отобрано 49 фрагментов, которые были проверены на уникальность, была рассчитана температура отжига.

Результаты и обсуждение. В результате всех проверок были выбраны два фрагмента, которые использовали в дизайне праймера. Последовательность праймеров, температура отжига, теоретическая длина ПЦР продукта представлены в таблице 1.

Таблица 1

Последовательность праймеров для выявления вируса картофеля М (PVM)

Название	Последовательность	Температура отжига, С ^о	Размер ПЦР-продукта, п. н.
PVM_For	5'- CGAATCCGTACAACAGGCCGTCCATAG -3'	84	314
PVM_Rev	5'-CGGGGCATACAGCCTACACACCCTTC -3'	84	

Для проверки с полученными праймерами были использованы 31 клубень картофеля из фермерского хозяйства в городе Истобенск Оричевского района Кировской области и 31 клубень из Кирово-Чепецкого района.

Для проверки праймеров отобрали семь клубней и провели реакцию ОТ-ПЦР, результаты представлены на рисунке 1.

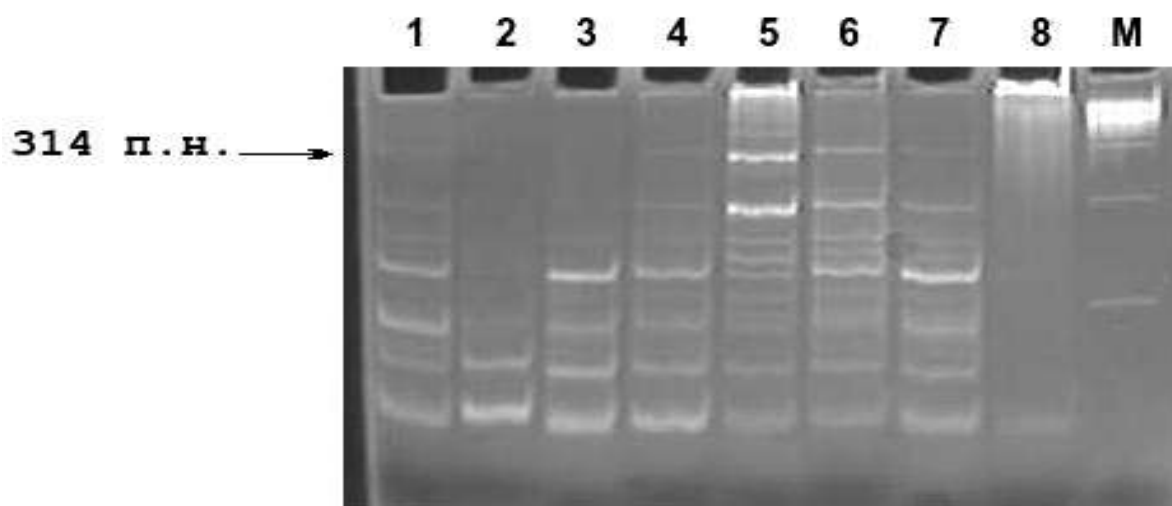


Рис. 1. Гель-электрофореграмма ПЦР продуктов ОТ-ПЦР генома вируса PVM 1...7 дорожки: образцы РНК №1...7; дорожка 8 – отрицательный контроль, М – маркер 100bp (Сибэнзим). Размер ожидаемого фрагмента – 314 п. н.

Как видно из рисунка, яркие полосы ожидаемого размера выявляются в образцах №5 и №6, слабо светящиеся полосы ожидаемого размера присутствуют в образцах №1, №4 и №7. Можно предположить, что в тканях исследованных клубней №1, №4...7 присутствовал вирус картофеля М, но в образцах №5 и №6 количество вируса было больше.

Отсутствие полос в отрицательном контроле указывает на то, что реактивы не содержат примесей ДНК, и праймеры не образуют полимеры. Также отсутствие полос в образцах №2 и №3 указывает на то, что выбранные праймеры не отжигаются в ДНК растения хозяина.

Так как положительный контроль (РНК вируса PVМ) отсутствовал, для подтверждения того, что ПЦР продукты получены с генома вируса картофеля М, необходимо определить нуклеотидную последовательность ПЦР продукта. Фрагменты ожидаемого размера образцов №5 и №6 были выделены из геля и отправлены на определение нуклеотидной последовательности в фирму Евроген.

Полученные последовательности была проанализирована в Nucleotide blast (www.ncbi.nlm.nih.gov). Последовательности представлены ниже.

Последовательность образца № 5:

```
TCGAATCCGTACAACAGGCCGTCCATAGAAGCTCTCAGCCGGATCAAGCCAAT
CGCGATCTCAAACAATATGGCCACATCTGAGGACATGATGCGCATATATGTGAACCT
GGAGGGGCTAGGGGTGCCGACTGAGCACGTGCAGCAGGTAGTGATTCAGGCTGTGCT
ATTTTGAAGGACGCAAGCAGCTCCGTATTCCTGGATCCGCGAGGCTCGTTTCGAGTG
GCCAAGAGGTGCTATAACCGCAGATGCCGTCTTGGCTGTGCTGAAGAAGGATGCAGA
AACACTACGAAGGGTGTGTAGGCTGTATGCCCCGA
```

Последовательность образца №6:

```
TCGAATCCGTACAACAGGCCGTCCACTAGAAGCTCTCAGCCGGATCAAGCCAA
TCGCGATCTCAAACAATATGGCCACATCTGAGGACATGATGCGCATATATGTGAACC
TGGAGGGGCTAGGGGTGCCGACTGAGCACGTGCAGCAGGTAGTGATTCAGGCTGTGC
TATTTTGAAGGACGCAAGCAGCTCCGTATTCCTGGATCCGCGAGGCTCGTTTCGAGTG
GCCAAGAGGTGCTATAACCGCAGATGCCGTCTTGGCTGTGCTGAAGAAGGATGCAGA
AACACTACGAAGGGTGTTAGGCTGTATGCCCCA
```

Первая последовательность совпала с последовательностью генома Potato virus M (strain Russian) на 99,04 %, вторая с этой же последовательностью, но на 98,48 %. Таким образом, пара праймеров в выбранных условиях обеспечивает амплификацию с матрицы РНК PVМ и может быть использована для выявления вируса картофеля М.

Наличие дополнительных полос на гель-электрофореграмме указывает на то, что условия проведения реакции ПЦР требуют оптимизации, если разработанная пара праймеров будет использоваться, как основа для новой ПЦР-тест системы.

Далее с этими же праймерами были проанализированы остальные предоставленные клубни. Из 31 клубня из Кирово-Чепечкого района вирус был обнаружен в 12, что составляет 38,7 %. А из 31 клубня из Оричевского района вирус был выявлен в 19, что составляет 61,3 %. Процент зараженности различается в 1,6 раза. Это позволяет предположить, что проанализированные растения относятся к двум разным и изолированным популяциям. Однако, сравнение процентов зараженности двух выборок клубней статистически достоверной разницы не выявило (значение χ^2 составило 3,16), что позволяет предполагать обмен вирусами между посадками картофеля, скорее всего, через насекомых или другими способами, а также исключает предположение о двух изолированных популяциях.

Для получения более полной и достоверной информации о зараженности картофеля вирусом PVМ необходимо проверить растения в разных хозяйствах одного из районов, в которых были взяты клубни для данного исследования, а также проанализировать материал из других районов Кировской области.

Заключение. В ходе исследования разработаны праймеры, достоверно выявляющие геном вируса картофеля М. Также показано, что зараженность картофеля в Кирово-Чепецком районе составляет 38,7 %, а в Оричевском – 61,3 %. При этом достоверных различий в проценте зараженности между районами не наблюдается.

Список литературы

1. Козлов В.А., Русецкий Н.В., Чашинский А.В. Изучение распространенности и структуры популяций вирусных болезней картофеля в Брестской области // Картофелеводство. 2020. Т. 27. № 2. С. 69-77.
2. Zhen He, Haifeng Gan, Xinyan Liang. Analysis of Synonymous Codon Usage Bias in Potato Virus M and Its Adaption to Hosts // Viruses. 2019. V. 11. № 8. P. 752. DOI: 10.3390/v11080752.
3. Григорян М.А., Ткаченко О.В. Получение оздоровленного картофеля и диагностика вирусных заболеваний в условиях Энгельсского района Саратовской области // Аграрная наука. 2019. №3. С. 60-63. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-3-60-63>.
4. Бессолицына Е. А., Харина А. В. Разработка ПЦР-тест системы для выявления вируса веретеновидности клубней картофеля // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». 2022. № 6 (58). С. 84-88. DOI: 10.19110/1994-5655-2022-6-84-88.
5. Sambrook J., Fritsch T., Maniatis T. Molecular cloning: a laboratory manual // New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989. 1659 p.

УДК: 633.13:631.52

Технологическая оценка образцов овса в условиях степной зоны Краснодарского края

Н. П. Войцуцкая², И. А. Кибкало,¹ И. Г. Лоскутов¹

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

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

Аннотация: В ходе технологической оценки 137 образцов овса по основным технологическим показателям (натура, стекловидность, пленчатость, SDS-седиментация, амилографирование) был выделен ценный исходный материал по комплексу признаков: Мустанг (Томская обл.), КП-33-14 (Московская обл.), Бекас (Кировская обл.), Эдуард (Австрия), UFRGS10, UFRGS 11 (Бразилия), Bai Yan 10, Bao Yan №5 (Китай).

Ключевые слова: исходный материал, технологические свойства зерна, натура, SDS-седиментация, стекловидность, пленчатость, амилографирование

Technological assessment of oat accessions under conditions of the steppe zone of the Krasnodar Region

N. P. Voitsutskay², I. A. Kibkalo¹, I. G. Loskutov¹

¹*"Federal Research Center N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources" (VIR),
Sankt-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 the technological evaluation of 137 accessions of oats according to the main characteristics (test weight, vitreousness, filminess, SDS sedimentation, amylography) Valuable source of material was identified for a set of characters: Mustang (Tomsk region), KP-33-14 (Moscow region), Snipe (Kirov region), Eduard (Austria), UFRGS10, UFRGS 11 (Brazil), Bai Yan 10, Bao Yan No. 5 (China)*

Keywords: *initial material, technological properties of grain, test weight, SDS sedimentation, vitreousness, filminess, amylography*

Овес – важная зернофуражная и продовольственная культура. Зерно овса используется в кормопроизводстве, при производстве продуктов питания, в медицине. Ценность овса, как продовольственной культуры, определяет биохимический состав зерна [1], в первую очередь, качество белка, основой которого является глобулин группы avenalin (70...80 % полного белка) [2]. В последние годы потребление овса в рационе человека увеличилось из-за преимуществ для здоровья, связанных с наличием в составе зерна пищевых волокон, таких как β -глюкана, функциональных белков, липидов и компонентов крахмала, а также фитохимических веществ [3]. В пищевой промышленности овес используется для производства круп, толокна, хлопьев, печенья, киселей, детских питательных и диетических смесей. Для получения продукции высокого качества необходимы сорта, обладающие высоким технологическим потенциалом.

Растущий спрос на потребление овса для продовольственных целей диктует необходимость углубленного исследования пищевой ценности и технологических свойств зерна. **Цель исследования:** оценить технологические свойства коллекционных образцов овса и выделить ценный исходный материал для использования в селекционной работе.

Материалы и методы. В 2017...2019 гг. на опытном участке Кубанской ОС ВИР было изучено 137 образцов овса различного эколого-географического происхождения (из 19 государств) коллекции ВИР. Почва – предкавказский слабовыщелоченный малогумусный сверхмощный чернозем, сформированный на карбонатном суглинке. Мощность гумусовых горизонтов – 130...170 см. Содержание гумуса в поверхностных горизонтах почвы (по Тюрину) – 4,28...4,04 %, общего азота – 0,23 %, подвижного фосфора (по Мачигину) – 3,15 мг/100 г почвы, обменного калия (по Пейве) – 21,0 мг/100 г почвы; уровень кислотности (электрометрический метод) – 8,54, сумма обменных

оснований (по Гедройцу) – 29,12 %. Предшественник - горох на зерно. Технологические показатели зерна определяли в соответствии с общепринятыми методиками и государственными стандартами: Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса, 2012; ГОСТ ISO 7973-2013; ГОСТ 10840-2017; ГОСТ 10987-76; SDS-седиментацию по методике И.А. Кибкало. Метеорологические условия различались по температуре и количеству выпавших осадков. Обилием влаги и невысокими температурами отличался 2017 г.: весна была прохладной и дождливой – всего осадков выпало 221 мм, что на 74 мм больше нормы. Сумма активных температур за весенний период составила 736 °С, недобор – 59 °С. Летний период характеризовался резкими колебаниями среднесуточных дневных и ночных температур воздуха в июне и июле. Среднемесячная температура за сезон составила 23,3 °С, что на 1,4 °С выше нормы. Количество осадков выпало в пределах среднегодовой нормы – 182 мм. В 2018 и 2019 гг. наблюдалась высокая температура воздуха, низкая относительная влажность, осадки значительно ниже нормы, суховеи. Налив зерна проходил в условиях сухой жаркой погоды, что привело к резкому снижению выполненности зерна. Среднесуточная температура весеннего периода 12,3 °С, что на 2,0 °С выше нормы. Сумма активных температур >10,0 °С за сезон составила 931 °С, на 131 °С выше нормы. Средняя температура воздуха за летний сезон 24,2 °С, что на 2,2 °С выше нормы. Абсолютный максимум температур летнего периода 39,9 °С отмечен в июне. В течение лета отмечено 29 дней с суховеями. Осадков за сезон выпало 73 мм, что составило 40 % от нормы, т.е. условия для развития овса неблагоприятные. Отмечался «захват» зерна. Ускоренное созревание создало предпосылки для формирования щуплого зерна и получения низкого урожая.

Результаты и обсуждение. Оценка коллекционного материала показала, что на формирование технологических показателей (натура, стекловидность, пленчатость, SDS-седиментация, амилографирование) во время роста и развития погодные условия оказывали большое влияние. Натура зерна отражает выполненность, однородность и выравненность зерна. Хорошо выполненное зерно отличается более высоким относительным содержанием ценной его части – эндосперма и меньшим содержанием оболочек [4] Натура у изучаемых образцов сильно изменялась, и в целом за годы исследований этот показатель у образцов варьировал от 514 г/л к-14449 (Эфиопия) до 720,3 г/л к-15468 (Китай). Средние значения показателя натуры зерна колебались от 618,0 (2018 г.) до 648,7 г/л (2017 г.) За годы исследований (2017...2019 гг.) стандартный сорт (Валдин 765) в среднем формировал натуру 658,6 г/л. Высокой натурой зерна (668,3...694,5 г/л) характеризовались пленчатые образцы: к-15267 (США); к-15487 (Бразилия); к-15539 (Бразилия) и другие; голозерные образцы из Китая (702,0...720,0 г/л): к-15657, к-15660, к-15662. Значения коэффициента вариации изменялись от 0,07 до 19,4 %.

В последнее время для характеристики белкового комплекса применяют метод седиментации, в основе которого лежит способность клейковинных белков к набуханию в слабых растворах кислот и осаждению их. Показателем

седиментации служит объем осадка, замеренный через определенный промежуток времени. Чем больше объем, тем выше качество муки [5]. По SDS-седиментации коллекционные образцы варьировали от 31,5 мл к-11248 (США) до 95,7 мл к-15628 (Казахстан). У стандартного сорта Валдин 765 этот показатель составил 36,6 мл. Средние значения изменялись от 52,5 (2017 г.) до 62,9 (2019 г.). Высокими показателями SDS-седиментации (45 мл и более) обладали пленчатые образцы овса: к-15628 (Казахстан), к-155660 (Московская обл.), к-15570 (Ульяновская обл.) и голозерные: к-15439 (Кемеровская обл.), к-15573 (Ульяновская обл.), к-15641 (Словакия) и др.

Большое значение в определении качества зерна имеет стекловидность, так как она тесно связана с содержанием белка и технологическими свойствами. Данный показатель отражает особенности строения эндосперма зерна [6]. За годы исследований показатели стекловидности изменялись от 24,0 % к-14161 (Австралия) до 68,7 % к-15648 (Китай). Средние значения стекловидности колебались от 34,3 % (2017 г.) до 44,9 % (2019 г.). Коэффициент вариации изменялся от 2 до 30 % и в среднем равнялся 13 %. Выделены лучшие по показателям общей стекловидности пленчатые сорта (48,5...53,7 %): к-11182 (США), к-15542 (Бразилия), к-15416 (Германия); голозерные (64,7...68,7 %) – к-15439 (Кемеровская обл.), к-15638 (Китай), к-15648 (Китай).

Не менее важный показатель качества зерна – пленчатость. Чем ниже этот показатель, тем выше пищевые и кормовые достоинства зерна. Содержание пленок повышается в засушливых условиях, а также в годы с избыточным увлажнением, или когда растения полегают и поражаются ржавчиной. Сорта, имеющие меньшую пленчатость, дают крупу лучших вкусовых качеств [7, 8]. В наших исследованиях наиболее низкая пленчатость отмечалась в 2017 г. на 11,0 % и 18,3 % ниже по сравнению с урожаем 2018 и 2019 гг. В разрезе сортов этот показатель изменялся в пределах от 27,6 % к-15610 (Бразилия) до 83,0 % (Китай). Среднее значение пленчатости стандарта составляла 45,6 %. На основании полученных данных были выделены образцы из Бразилии, обладавшие низкой пленчатостью (29,6 %): к-15610, к-15598, к-15602.

С целью выявления термодинамических свойств клейстера (крахмала) была определена вязкость водно-мучной суспензии в ходе ее клейстеризации. Изменение структуры зерен крахмала происходит при нагревании крахмальной дисперсии. Характер происходящих при этом изменений является отличительным признаком сорта. Нагревание приводит к увеличению размеров крахмальных гранул, набуханию, затем клейстеризации. Высокоамилозные и более крупные зерна всех видов крахмалов набухают и клейстеризуются быстрее, чем мелкие [9]. Амилографические характеристики клейстера отражают физико-химические параметры зерна и позволяют определить технологические признаки качества с целью возможного применения при производстве определенных видов продукции. Максимальная вязкость клейстера в горячем состоянии в наших исследованиях изменялась от 259 единиц прибора (ед. пр.) у к-14449 (Эфиопия) до 439 ед. пр. у к-11182 (США). Средние показатели по годам имели минимальное значение в 2017 г. (356,0 ед. пр.),

а наибольшее в 2018 г. (382,5 ед. пр.). Максимальная вязкость клейстера стандартного сорта Валдин 765 составила 446,7 ед. пр. и начиналась на 8,5 мин. У образца к-14449 (Эфиопия) максимальная вязкость отмечена позже других образцов, она начиналась на 10,6 минуте и составила 259,0 ед. пр., а вязкость в конце периода охлаждения составила 299 ед. пр. Максимальная вязкость раньше других - на 8,3 минуте - начиналась у образца к-15635 (Австрия) и составила 422,0 ед. пр., вязкость в конце периода охлаждения у этого сорта составила 535,0 ед. пр. Самые высокие показатели (434,3...439,0) максимальной вязкости клейстера в горячем состоянии выделены у пленчатых образцов к-15529 (Бразилия), к-15600 (Бразилия), к-11182 (США); у голозерных: к-15667 (Китай), к-15662 (Китай), к-15648 (Китай). Максимальная вязкость клейстера (533,0...552,6 ед. пр.) при охлаждении отмечена у пленчатых образцов к-15557 (Московская обл.), к-15635 (Австрия), к-15562 (Московская обл.); у голозерных образцов (478,0...502,7 ед. пр.): к-15631 (Великобритания), к-15615 (Кировская обл.), к-15576 (Ульяновская обл.).

Благодарность: работа выполнена в рамках Государственного задания ВИР по проекту FGEM-2022-0009 «Структурирование и раскрытие потенциала наследственной изменчивости мировой коллекции зерновых и крупяных культур ВИР для развития оптимизированного генбанка и рационального использования в селекции и растениеводстве».

Список литературы

1. Лоскутов И.Г. Овёс (*Avena L.*). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. СПб: ГНЦ РФ ВИР, 2007. 336 с.
2. Баталова Г.А., Кротова Н.В., Вологжанина Е.Н., Жуйкова О.А., Журавлева Г.П., Тулякова М.В. Источники овса голозерного для селекции на качество зерна // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 66(5). С. 18-23. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.66.5.18-23>
3. Невзоров В.Н., Безъязыков Д.С., Кох Ж.А. и др. Разработка технологии измельчения зерна овса для производства пищевых концентратов // Вестник КрасГАУ. 2021. № 9(174). С. 208-213. DOI 10.36718/1819-4036-2021-9-208-213
4. Белкина Р.И., Губанов М.В., Грязнов А.А., Губанова В.М. Качество зерна сортообразцов пленчатого и голозерного ячменя в условиях Северного Зауралья // Агропродовольственная политика России. 2015. № 10(46). С. 22-25.
5. Некрасова О.А., Кравченко Н.С., Игнатьева Н.Г., Копусь М.М., Марченко Д.М. Седиментационная оценка и показатели качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2021. № 5 (77). С. 35-40. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-35-40.
6. Егоров Г.А. Технологическая характеристика зерна // Зерновое хозяйство. 2002. №7. С. 28-31.
7. Баталова Г.А., Лисицын И.И., Русакова И.И. Биология и генетика овса. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2008. 456 с.
8. Митрофанов А.С., Митрофанова К.С. Овес. М.: Колос, 1972. 171 с.
9. Андреев Н.Р. Основы производства нативных крахмалов. М.: Пищепромиздат, 2001. 289 с.

Адаптивные свойства плёнчатого овса укосного и универсального назначения 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 11 сортов и линий ярового плёнчатого овса кормового и универсального использования конкурсного сортоиспытания в условиях Кировской области в период с 2020 по 2022 гг. Выделены линии и сорт зерноукосного (25h18, 91h18, Кировский 2), зернового (41h18, 50h18) и укосного (178h13) направления.

Ключевые слова: урожайность, зелёная масса, высота растения, пластичность, стабильность, гомеостаз

Adaptive properties of filmy oats of sloping and universal purpose 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. The adaptability and plasticity of 11 varieties and lines of spring film oats for fodder and universal use of competitive variety testing in the conditions of the Kirov region in the period from 2020 to 2022 was evaluated. The lines and varieties of grain-bearing (25h18, 91h18, Kirovsky 2), grain (41h18, 50h18) and sloping (178h13) directions are highlighted.

Keywords: yield, green mass, plant height, plasticity, stability, homeostasis

Овес – важная зерновая и кормовая культура. Благодаря высокой питательной ценности зелёной массы, овес используется в качестве зелёного корма во многих регионах России. Зелёная масса овса идет на сочный корм, сено, силос, травяную муку, брикеты [1]. При раннем укосе овес быстро отрастает и может служить дополнительным источником корма для выпаса животных [2]. Также овёс представляет большой интерес, как высокоадаптивная культура, способная формировать высокие, стабильные урожаи зерна и зелёного корма в различных природно-климатических условиях [3, 4]. Важнейшими факторами, влияющими на рост и развитие овса, являются сорт и погодные условия. Лимитирующими факторами могут быть как осадки, так и среднесуточная температура воздуха [2]. Правильно подобранный сорт наиболее полно реализует свой потенциал в меняющихся условиях среды. Наиболее высокую урожайность формируют сорта, способные адаптироваться к местным почвенно-климатическим условиям [5]. Оценка параметров адаптивности и стабильности сортов на конечном этапе селекционного процесса позволяет с большей точностью выделять лучшие из них для Государственного сортоиспытания [2].

Цель исследований – оценить сорта и линии ярового плёнчатого овса для кормового использования, способные формировать стабильные урожаи зелёной массы 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 2020...2022 гг. на базе ФАНЦ Северо-Востока (Кировская область). Изучали 11 перспективных и включенных в Госреестр РФ сортов и линий плёнчатого овса питомника конкурсного испытания. В качестве стандартов 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 [6], вклад генотипа и условий среды в формирование урожайности – по [7], гидротермический коэффициент (ГТК) – по [8], показатель селекционной ценности (Sc) и гомеостатичность (Hom) – по [9], индекс стабильности (Ic) – по Р. А. Удачину, А. П. Головченко (1990), показатель уровня стабильности (ПУСС) по [10], коэффициент адаптивности (КА) по [11]. Учёт зелёной массы проводили в фазе вымётывания.

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).

Метеорологические условия в годы исследований были контрастными, как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков. Условия вегетации 2020 г. от посева до всходов характеризовались неустойчивой по температуре погодой, от очень тёплой до холодной, с небольшими, временами сильными, осадками. В первой половине июля преобладала очень тёплая и жаркая, преимущественно сухая или с небольшими, временами сильными, ливнями погода. Период созревания и уборки был достаточно благоприятен для формирования урожайности овса. В 2021 г. погода чаще была тёплой и жаркой. Повышенный температурный режим в мае обусловил интенсивное накопление эффективного тепла, и на 31 мая сумма эффективных температур достигла 320,4 °С, что на 120 °С больше средней многолетней величины. 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, или 48 % нормы. 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.

Результаты и обсуждение. Тёплая погода на начальном этапе развития овса и достаточное количество осадков в период активного роста и формиро-

вания вегетативных и генеративных органов в 2022 г. (ГТК = 2,67) создали благоприятные условия для формирования урожайности зелёной массы, что подтверждается индексом условий среды ($I_j = 5,39$) и высокой урожайностью зелёной массы (32,4 т/га) (табл. 1). В схожих погодных условиях 2020 г. (ГТК = 1,81) также наблюдали высокую урожайность (29,7 т/га), при значительном размахе варьирования показателя, коэффициент вариации составил 39,8 %.

Таблица 1

Влияние условий года на урожайность зелёной массы плёнчатого овса

Год	Среднее, т/га	Размах варьирования, т/га	ГТК («всходы-вымётывание»)	Коэффициент вариации (V), %	Индекс условий среды (I_j)
2020	29,7	16,2...57,8	1,81	39,8	2,65
2021	19,0	11,5...24,0	0,92	18,5	-8,04
2022	32,4	27,2...37,7	2,67	16,4	5,39

Менее благоприятные условия сложились в 2021 г. ($I_j = -8,04$). Засуха в период «посев – всходы» (ГТК = 0,10) и «всходы – вымётывание» (ГТК = 0,92) привела к значительному снижению урожайности зелёной массы овса.

Высокую урожайность зелёной массы и сбор сухого вещества в среднем по годам исследований сформировали линии 25h18 (30,5 и 10,6 т/га), 91h18 (29,4 и 9,5 т/га), сорт Кировский 2 (33,0 и 10,3 т/га) соответственно (табл. 2). При этом данные линии и сорт сформировали высокую урожайность зерна – 5,5 т/га, 6,1 т/га и 5,6 т/га соответственно, что позволяет отнести их к группе зерноукосного направления.

Таблица 2

Хозяйственно ценные признаки перспективных сортов плёнчатого овса, 2020...2022 гг.

Сорт, линия	Урожайность, т/га		Сбор сухого вещества, т/га	Высота, см
	зелёной массы	зерна		
162h15	22,5	5,3	6,9	81,8
178h13	37,1	4,6	10,6	94,3
Медведь	28,4	5,4	9,4	91,1
Кировский 2	33,0	5,6	10,3	86,4
25h18	30,5	5,5	10,6	94,0
4h14	22,9	5,1	6,6	85,0
79h14	19,4	4,5	6,0	88,0
91h18	29,4	6,1	9,5	78,1
41h18	25,1	5,8	8,6	86,1
50h18	25,3	5,5	7,6	90,6
Кречет	24,1	5,2	8,0	75,9
Среднее	27,1	5,3	8,6	86,5
НСР ₀₅	1,1	0,7	0,9	10,6

Важную роль в формировании урожайности как зелёной массы, так и зерна овса, играет высота растения. Наиболее высокорослой (94,3 см) и продуктивной по урожайности зелёной массы (37,1 т/га) и сбору сухого вещества (10,6 т/га), с низкой урожайностью зерна (4,6 т/га) являлась линия 178h13. По совокупности показателей линия 178h13 относится к группе укосного направления. Также высокорослые растения отмечены у линии 25h18 (94,0 см), 50h18 (90,6 см), сорта Медведь (91,1 см), который характеризовался средними показателями урожайности зерна (5,4 т/га) и зелёной массы (28,4 т/га) и высоким показателем по сбору сухого вещества (9,4 т/га). Высокую урожайность зерна сформировали линии 41h18 и 50h18, при урожайности зелёной массы на уровне стандарта. Их можно отнести к группе зернового направления.

Урожайность зерна была связана с урожайностью зелёной массы ($r = 0,63$), ГТК в период «всходы – вымётывание» ($r = 0,78$) и «всходы – созревание» ($r = 0,84$) и осадками в эти периоды ($r = 0,78$). Установлена высокая обратная зависимость урожайности зерна и температуры в период «вымётывание – созревание» ($r = -0,76$), «всходы – созревание» ($r = -0,57$). Отмечена высокая положительная зависимость урожайности зелёной массы от высоты растений ($r = 0,60$), количества выпавших осадков в период «всходы – созревание» ($r = 0,58$) и ГТК в период «всходы – вымётывание» ($r = 0,58$). Высота растений находится в тесной корреляционной зависимости от ГТК в период «всходы – созревание» ($r = 0,50$).

Согласно результатам двухфакторного дисперсионного анализа, погодные условия, сорт и их взаимодействие оказали достоверное влияние на урожайность зелёной массы овса на 5 % уровне значимости. Доля влияния фактора «год» составила 37,9 %, фактора «сорт» – 27,5 %.

Реакцию сортов и линий на изменяющиеся условия среды можно оценить с помощью параметров адаптивной способности и стабильности. Наибольшую пластичность по признаку «урожайность зелёной массы» среди изученных генотипов наблюдали у высокоурожайных линий 178h13 ($b_i = 1,79$), 25h18 ($b_i = 1,52$), (табл. 3).

Эти линии хорошо отзывались на улучшение условий среды, однако при их ухудшении урожайность снижалась, о чём свидетельствует низкий показатель стабильности признака ($S_i^2 = 427,89$; $S_i^2 = 73,90$ соответственно по сортам). Их можно отнести к линиям высокоинтенсивного типа.

Высокой пластичностью ($b_i = 1,34$) и средним уровнем стабильности ($S_i^2 = 17,28$) обладал сорт универсального направления Кировский 2, как и линия зернового назначения 41h18 ($b_i = 1,40$; $S_i^2 = 36,29$). Наибольшая стабильность признака в условиях 2020...2022 гг. отмечена у стандарта Кречет ($S_i^2 = 0,27$), при низком уровне пластичности ($b_i = 0,55$), что позволяет отнести его к сортам экстенсивного типа, слабо отзывающимся на изменение условий среды, но формирующим при этом стабильный урожай.

Пластичность сортов можно оценить по коэффициенту мультипликативности (КМ). Наибольшей пластичностью по данному показателю обладали линии 41h18 (2,51) и 25h18 (2,35), что согласуется с показателями коэффициента регрессии b_i .

**Некоторые параметры экологической адаптивности и пластичности
сортов плёчатого овса по признаку «урожайность зелёной массы»**

Сорт, линия	b_i	S_i^2	Ном	Ис	ПУСС, %	КМ	Sc	КА, %	Σ ран- гов
162h15	0,73	1,49	9,23	96,03	60,67	1,88	13,90	83,1	55
178h13	1,79	427,89	1,85	70,88	73,78	2,31	12,44	136,9	52
Медведь	1,04	31,14	5,93	96,67	77,18	1,99	15,38	105,0	48
Кировский 2	1,34	17,28	6,02	109,59	101,65	2,10	17,93	122,0	31
25h18	1,52	73,90	3,07	74,98	64,22	2,35	13,59	112,7	49
4h14	0,01	56,00	9,50	98,81	63,44	1,01	19,96	84,5	56
79h14	1,14	63,91	2,02	38,12	20,73	2,59	7,33	71,5	69
91h18	1,05	7,02	8,19	112,16	92,48	1,97	17,60	108,5	42
41h18	1,40	36,29	2,70	58,33	41,16	2,51	10,22	92,8	58
50h18	0,42	5,14	28,22	189,06	134,48	1,45	19,48	93,6	34
Кречет	0,55	0,27	20,50	147,59	100,00	1,62	17,65	89,2	38

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

Гомеостаз (Ном) – один из показателей, который определяет устойчивость растений к воздействию неблагоприятных факторов среды. Наиболее высокую гомеостатичность проявили линия 50h18 (28,22) и стандарт Кречет (20,50), также у этих генотипов наблюдали высокий индекс стабильности (Ис = 189,06 и 147,59 соответственно). При этом линия 50h18 характеризовалась высоким значением уровня стабильности сорта относительно стандарта (ПУСС = 134,48) и высокой селекционной ценностью (Sc = 19,48). Высокие показатели ПУСС (101,65 %) и селекционной ценности (17,93) были у урожайного сорта универсального назначения Кировский 2.

Адаптивную способность сорта характеризует коэффициент адаптивности (КА). Высокий коэффициент адаптивности отмечен у линий 178h13 (136,9 %), 25h18 (112,7 %) и сорта Кировский 2 (112,7 %).

Более полную информацию о параметрах адаптивности даёт ранжирование всех изученных показателей. Наибольшей хозяйственной ценностью по сумме рангов обладали сорт Кировский 2 (31), линия 50h18 (34) и стандарт Кречет (38). Это говорит о наибольшей приспособленности данных сортов и линии к изменяющимся условиям произрастания.

Заключение. В результате исследований выделены линии зерноукосного направления 25h18, 91h18, сорт Кировский 2. По совокупности параметров адаптивности и пластичности линию 25h18 можно отнести к группе высокоинтенсивного типа, формирующую при улучшении условий среды высокий урожай зелёной массы. К группе зернового направления относятся линии

41h18 (5,8 т/га) и 50h18 (5,5 т/га). Для возделывания на зелёную массу выделена линия укосного направления 178h13 (37,1 т/га), характеризующаяся высокими уровнем пластичности ($b_i = 1,79$; $KM = 2,31$) и коэффициентом адаптивности ($KA = 136,9 \%$) по признаку "урожайность зелёной массы". Выделен сорт Кречет (стандарт) экстенсивного типа, который слабо реагирует на изменение условий среды, способен давать при этом стабильный урожай, обладает высоким уровнем стабильности ($S_i^2 = 0,27$; $Ic = 147,59$) и гомеостаза ($Hom = 20,50$). Высокой селекционной ценностью обладают линии 4h14 (19,96) и 50h18 (19,48), сорт Кировский 2 (17,93). По сумме рангов наибольшую адаптивность имели урожайный универсального назначения сорт Кировский 2 (31), перспективная линия 50h18 (34) и стандарт Кречет (38).

Список литературы

1. Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш. Урожайность, экологическая пластичность и стабильность сортов яровой мягкой и твердой пшеницы в южной лесостепи Тюменской области // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2020. №21 (2). С. 114-123.
DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.2.114-123
2. 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. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10511
3. 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.
DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-75-80
4. Фомина М.Н., Иванова Ю.С., Пай О.А., Брагин Н.А. 'Тоболяк' - сорт овса ярового универсального использования // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021. Т. 182. № 2. С. 107-113. doi: 10.30901/2227-8834-2021-2-107-113
5. 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.
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 ССР; 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*. М.: 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. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10309

**Отдельные элементы сортовой агротехники хмеля обыкновенного
(*Humulus lupulus* L.) сорта Салампи**

Д. А. Дементьев
Чувашский НИИСХ –
филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им Рудницкого,
п. Опытный Цивильского района, Российская Федерация

Аннотация. С целью выявления оптимальной схемы посадки нового сорта хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus*) Салампи в Чувашском НИИСХ был заложен многолетний опыт. Определено, что для увеличения урожайности шишек хмеля оптимальная схема посадки составляет 1,1 м между растениями в ряду при ширине междурядий 3 м. При этом на V-образную поддержку рекомендуется заводить 4 самых сильных стебля по 2 на каждую. Однако, качественная составляющая хмеля, альфа-кислоты, наилучший результат показала при увеличении расстояния до 1,5 м в ряду.

Ключевые слова: урожайность, содержание альфа-кислот, расстояние между растениями

**Individual elements of the technology of cultivation of ordinary hops
(*Humulus lupulus* L.) cv. Salampi**

D. A. Dementiev
Chuvash Research Agricultural Institute –
Branch of the Federal Agrarian Research Center of the North-East
named N.V. Rudnitsky, Tsivilsky district, Opytny settlement

Abstract. In order to identify the optimal planting scheme for a new variety of common hops (*Humulus lupulus*) Salampi had many years of experience in the Chuvash Research Institute. It was determined that to increase the yield of hop cones, the optimal planting scheme is 1.1 m between plants in a row with a row spacing of 3 m. At the same time, it is recommended to plant 4 of the strongest stems on the V-shaped support, 2 for each. However, the qualitative component of hops - alpha-acid, showed the best result when increasing the distance to 1.5 m in a row.

Keywords: Hop yield, alpha acid content, distance between plants

Хмель – одна из культур, на развитие которой в последние годы делается упор с целью максимального импортозамещения. Хмелеводство в годы перестройки претерпело жестокий кризис, площади в России сократились более чем в 20 раз. Восстановление старых хмельников и закладка новых требует современных сортов, которые обладают высокими количественными и качественными характеристиками. Сорт должен соответствовать требованиям климатической зоны, в которой он возделывается, а урожай – требованиям конечного потребителя. Селекционеры выводят и регистрируют новые сорта, но производители при этом могут не учесть, что в пределах одной культуры разные сорта по-разному реагируют на различные агротехнические факторы. Различная реакция сортов может быть на гербициды, удобрения, болезни и вредителей и пр. Но при увеличении густоты стояния растений роль сортовой агротехники резко возрастает. Это объясняется тем, что практическая реали-

зация потенциальной продуктивности при этом обусловлена всем комплексом агротехники [1]. В одной из трудоёмких отраслей сельского хозяйства – хмелеводстве, требуются значительные финансовые, временные и физические затраты [2]. Требуется интенсификация производства хмеля на основе механизации [3]. Но на текущем этапе развития техники и технологии отдельные элементы механизировать очень сложно, если не сказать – невозможно. Так, например, очень проблемно механизировать выбор наиболее сильных стеблей с куста и аккуратное заведение их на поддержки без поломки верхушки, с последующим удалением выбракованных отростков. Здесь требуется опыт и аккуратность хмелевода. Поэтому, определение оптимальной густоты растений конкретного сорта хмеля, с целью получения наибольшей отдачи с гектара, является важным элементом сортовой агротехники. Современные тенденции в западных странах указывают на предпочтение увеличения междурядий для улучшения проведения технологических операций современной мощной техникой. Это приводит к увеличению площади питания, лучшей проветриваемости рядов, снижению численности крылатых вредителей и снижению заболеваемости за счёт улучшения микроклимата в посадках. В России основные посадки хмельников проводятся с расстоянием 3 метра, поэтому достижение вышеназванных целей проводится за счёт увеличения расстояния между растениями в ряду.

Материал и методы. Весной 2018 г. на хмельнике Чувашского НИИСХ была проведена посадка селекционного номера хмеля, который в апреле 2022 года был зарегистрирован как сорт Салампи. Закладка номера осуществлялась стеблевыми черенками из питомника конкурсного сортоиспытания после ручной обрезки, в нарезанные борозды на глубину 30 см.

Почва участка серая лесная тяжелосуглинистая. Повторность трехкратная. Размещение вариантов рендомизированное. Площадь одной делянки 40,5 м². Количество делянок – 18. Общая площадь опыта – 0,073 га.

Опыт двухфакторный. Исследования проводили: А – по параметру площади питания: 1) 3,0 x 1,1 м = 3,3 м²; 2) 3,0 x 1,3 м = 3,9 м²; 3) 3,0 x 1,5 м = 4,5 м²; Б – по количеству заведённых стеблей с куста: 1) 4 стебля; 2) 5 стеблей. Заводка стеблей на V-образные поддержки по 2 и 2 и 2 и 3 стебля с куста.

Прочие элементы агротехники в опыте традиционные, разработанные для возделывания районированных сортов хмеля [4].

Урожайность шишек учитывалась по делянкам сплошным методом путем пересчета веса свежих шишек на влажность. Определение содержания альфа-кислот кондуктометрическим методом по ГОСТ 21948-76. Статистическую обработку полученных данных проводили по методике полевого опыта Б. А. Доспехова.

Результаты и обсуждение. Первые 2 года жизни многолетние растения хмеля интенсивно развивают корневую систему. Развитие надземной массы слабое. В 2019 году количество стеблей с растения было ограниченным, поэтому фактор Б не учитывался, так как не имелось физической возможности завести с одного куста до 5 побегов. На урожайность и качество влияла только

площадь питания корневой системы. В таблице 1 приведены показатели урожайности и содержания альфа-кислот в шишках хмеля.

Таблица 1

Биологическая урожайность сухих шишек хмеля сорта Салампи и содержание альфа-кислот в шишках в 2019 г.

Расстояние между растениями в ряду, м	Среднее по повторностям	
	урожайность, т/га	альфа-кислот, %
1,1	1,00	10,00
1,3	1,10	9,70
1,5	1,10	9,40
НСР ₀₅	0,29	0,36
Коэффициент корреляции, r	0,76	-0,99

Согласно данным таблицы 1 можно сделать вывод, что существенной разницы между вариантами ни по урожайности, ни по качеству не имеется. Молодые растения ещё не влияют друг на друга корневой системой или затенением вегетативной массы. Можно только отметить сильную отрицательную корреляцию по содержанию альфа-кислоты при увеличении расстояния между кустами хмеля.

В последующие годы, когда развитая корневая система позволила растениям формировать сильную надземную массу, количество заводимых на поддержки стеблей соответствовало схеме опыта. Данные по урожайности за последующие годы развития растений приведены в табл. 2.

За 2 года из трёх, приведённых в таблице 2, урожайность при 4 заводках с куста тем выше, чем гуще посадки. Увеличение расстояния между растениями в ряду снижало выход продукции. При этом увеличение количества заводимых стеблей с куста до 5 не показывает однозначной динамики, то есть, для получения наибольшей урожайности хмеля сорта Салампи можно рекомендовать посадки по схеме 3*1,1 м с заведением с одного куста 4 стеблей на 2 поддержки по 2 стебля на каждую.

Таблица 2

Биологическая урожайность сухих шишек хмеля сорта Салампи за 2020...2022 гг.

Стеблей с куста, шт.	Расстояние между растениями в ряду, м			Коэффициент корреляции, r
	1,1	1,3	1,5	
Урожайность сухих шишек, т/га, 2020 г.				
4	2,8	2,7	2,6	-0,96
5	2,6	2,6	2,6	0
НСР ₀₅	F _ф < F ₀₅			-
2021 г.				
4	2,2	1,9	2,2	0
5	2,3	2,9	2,1	-0,24
НСР ₀₅	A = 0,2; B = 0,5			-
2022 г.				
4	2,8	2,5	2,3	-0,99
5	2,9	2,5	2,7	-0,50
НСР ₀₅	A = 0,4, B = 0,3			-

Среднее содержание альфа-кислот в сухих шишках хмеля сорта Салампи приведено в таблице 3.

Таблица 3

Содержание альфа-кислот в сухих шишках хмеля сорта Салампи за 2020...2022 гг.

Стеблей с куста, шт.	Расстояние между растениями в ряду, м			Коэффициент корреляции, r
	1,1	1,3	1,5	
2020 г.				
4	8,1	8,5	9,4	0,98
5	9,2	8,7	9,5	0,37
НСР ₀₅	F _ф < F ₀₅			
2021 г.				
4	7,42	7,54	6,77	-0,78
5	6,72	8,76	7,1	0,18
НСР ₀₅	F _ф < F ₀₅			
2022 г.				
4	11,3	11,2	12,3	0,82
5	11,5	11,2	12,6	0,75
НСР ₀₅	A = 1,0, B = 1,0			

Имеются практические наблюдения, что при более жарких условиях качественная составляющая урожай в виде альфа-кислот возрастает. Таким образом, можно предположить, что повышение температуры воздуха улучшает качество шишек. В табл. 3 основная тенденция стремится к тому, что увеличение освещённости за счёт сокращения количества растений на гектар, повышает исследуемый показатель. При расстоянии 1,5 м между растениями его содержание наибольшее. Исключение составляет 2021 год.

На современном этапе развития хмелеводства в России производители сдают выращенный урожай переработчикам без учёта содержания качественной составляющей. Количество альфа-кислот в шишках сорта не влияет на стоимость сырья. Поэтому для производителя более важен будет вопрос соотношения выгоды и затрат. Здесь требуется учесть, что количество ручного труда при расстоянии 1,3 м в ряду сократится на 16 % в сравнении с посадкой через 1,1 м, а при расстоянии 1,5 м в ряду затраты ручного труда снизятся на 27 %.

Заключение. Увеличение количества растений хмеля нового сорта Салампи на гектар при посадках по схеме 3*1,1 м приводит к повышению урожайности шишек хмеля, но наибольшее количество альфа-кислот в них отмечалось при сокращении числа растений на 1 га при схеме посадки 3*1,5 м.

Список литературы

1. Бушнев А. С. Роль сортовых агротехник в реализации продуктивности масличных культур с учетом изменяющихся погодных-климатических условий // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2011. № 2 (148-149). С. 61-67.
2. Чеха О. В., Овсянникова Е. А. Машинно-технологическое оснащение в хмелеводстве // Наука, питание и здоровье. сборник научных трудов. Минск, 2021. С. 238-245.

3. Захаров А. И., Копылова Я. Ю. Интенсификация технологии производства хмеля // Молодежь и инновации. Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. С. 319-322.

4. Дементьев Д. А. Влияние плотности посадок хмеля на его урожайность и содержание альфа-кислот // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве. Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2020. С. 70-73.

УДК: 635.65:631.527.02:631.531.02

Оптимизация процесса опыления в гибридном семеноводстве томата

Е. В. Демиденко, С. И. Игнатова

*Федеральный научный центр овощеводства,
Московская область, Российская Федерация*

Аннотация. *Использование в тепличном производстве высокопродуктивных, устойчивых к болезням гетерозисных гибридов томата открыло новые возможности для повышения его эффективности. Однако, сдерживающими факторами являются сложности процесса производства семян, в частности, элементов опыления, которые необходимо изучить и усовершенствовать.*

Ключевые слова: *оплодотворение, семенная продуктивность*

Optimization of pollination process in hybrid tomato seed production

E. V. Demidenko, S. I. Ignatova

*Federal Scientific Vegetable Center
Moscow region, Russian Federation*

Abstract. *The use of highly productive disease-resistant heterotic tomato hybrids in greenhouse production has opened up new opportunities to increase its efficiency. However, the constraints are the complexity of the seed production process of the seed production process, the pollination elements that need to be studied and improved.*

Keywords: *fertilization, seed productivity*

С каждым годом прослеживается тенденция внедрения новых технологий в выращивании овощных культур продовольственного значения, увеличение площадей защищенного грунта, а также возрастают требования к выращиваемым гибридам. Получение высокого и качественного урожая томата возможно при использовании гетерозисных гибридов, преимущество которых состоит в высокой урожайности, однородности товарной продукции, дружности созревания, с высоким содержанием ликопина и β -каротина. В гетерозисных гибридах можно сочетать высокую продуктивность и скороспелость, транспортабельность и лежкость плодов, а также создание высокоустойчивых гибридов. В настоящее время возрастает потребность в гибридных семенах. Большинство гибридных семян пасленовых культур получают при искусственном скрещивании. Их производство в больших объемах затруднено.

Основными проблемами семеноводства гетерозисных гибридов являются требования к дополнительным затратам ручного труда, к квалификации сотруд-

ников, а также к качеству проводимого опыления с целью сохранения хозяйственно ценных признаков и свойств у гибридов и получению высокого и качественного выхода семян. Решением одной из проблем является разработка оптимальных элементов методики гибридизации и изучение оптимального времени между этапами искусственного опыления у томата.

На данный момент существуют разработанные методики получения гибридных семян томата [1...5], при которых высаживают материнскую и отцовскую линию в отношении 1:4. Посадку отцовской линии проводят на 8...10 дней раньше, чем материнской. С появлением бутонов на материнской линии начинают кастрацию и опыление. Кастрируют зелено-желтые бутоны (в третьей стадии распускания) за 2...3 дня до их распускания. Опыление проводят сразу после кастрации. Пыльцу собирают заранее перед опылением электровибратором.

Также при гибридном семеноводстве необходимо учитывать биологические особенности опыления и оплодотворения культуры, такие как время прохождения фаз и отношение к температурному режиму. Так, ранее у томата было установлено, что оптимальной температурой для прорастания пыльцы является 24...25 °С, при температуре 10 °С значительно угнетается её рост [6]. Пыльники растрескиваются обычно через 24...48 часов после распускания цветка. Пыльцевая трубка в течение 12 часов проходит через столбик. Оплодотворение наблюдали через 50 часов после опыления. В условиях высоких температур (37,8 °С) прорастание пыльцы на рыльцах более слабое. Деление зиготы начинается спустя 36...48 часов после оплодотворения.

На основании изученных особенностей биологии цветения, опыления и оплодотворения томата был проведен опыт по оптимизации процесса опыления в гибридном семеноводстве томата.

Цель исследования – изучение оптимального времени между кастрацией и опылением при гибридизации фертильных форм томата как элемента гибридного семеноводства.

В задачи исследования входило: 1. Выявить фенологические фазы развития растений родительских форм томата. 2. Оценить завязываемость плодов при разных сроках опыления бутонов томата. 3. Оценить посевные качества семян в зависимости от способа опыления. 4. Выявить оптимальный срок опыления для получения высококачественных гибридных семян томата.

Материалы и методы. Опыт по оптимизации процесса опыления томата проведен в 2022 г. на базе Федерального научного центра овощеводства (ФГБНУ ФНЦО) в лаборатории селекции и семеноводства пасленовых культур в тепличном комплексе в условиях необогреваемой пленочной теплицы.

Опыт (табл. 1) проводили в одной гибридной комбинации между материнскими (Линия 1) и отцовскими (Линия 2) растениями томата в защищенном грунте.

Гибридизацию проводили на растениях Линии 1 в соответствии с вариантами опыта, отличающимися между собой сроками между кастрацией и опылением. Растения Линии 2 служили отцовским компонентом скрещиваний,

с которых проводили сбор пыльцы. Расположение растений в опыте рендомизированное. Вариантов в опыте 12. Количество растений материнской формы – 24. Количество растений отцовской формы – 6. В опыте проводили опыление по 12 вариантам, согласно схеме опыта (см. табл. 1). Опыление в одно время после кастрации, через 4, 12, 24, 48 ч, а также варианты с дополнительным опылением на следующий день. Также в опыте были варианты с самоопылением. Контрольным вариантом служил традиционный применяемый метод опыления «в одно время с кастрацией».

Таблица 1

Схема опыта

№ варианта	Описание
1	Опыление и кастрация в одно время (контроль 1)
2	Опыление и кастрация в одно время с дополнительным опылением на следующий день (контроль 2)
3	Опыление через 4 ч после кастрации
4	Опыление через 4 ч после кастрации с дополнительным опылением на следующий день
5	Опыление через 12 ч после кастрации
6	Опыление через 12 ч после кастрации с дополнительным опылением на следующий день
7	Опыление через 24 ч после кастрации
8	Опыление через 24 ч после кастрации с дополнительным опылением на следующий день
9	Опыление через 48 ч после кастрации
10	Опыление через 48 ч после кастрации с дополнительным опылением на следующий день
11	Без вмешательств (самоопыление)
12	Самоопыление без кастрации с дополнительными встряхивание цветков

Кастрацию (удаление пыльников у цветка томата на материнском растении) проводили в стадию, при которой пыльники и венчик цветка зеленовато-лимонной окраски. Кастрировали цветки томата специальным прибором, основу которого составляет пинцет. После кастрации рыльце пестика сразу опыляли и изолировали (в вариантах опыта 1 и 2). В вариантах 4...10 после кастрации рыльце изолировали, а опыление проводили на следующий или последующий день (в соответствии со схемой опыта). У опыленного цветка наполовину прищипывали два чашелистика.

Также в вариантах с дополнительным опылением проводили повторное опыление. Кастрацию проводили в утреннее время. Опыление проводили в то же время, что и кастрации, через 4, 12, 24 и 48 ч. Дополнительное опыление проводили на следующий день в утреннее время. В вариантах с самоопылением (варианты 11 и 12) кастрацию не проводили.

Перед опылением проводили сбор пыльцы с родительского (отцовского) растения специальным прибором, суть которого заключается в механическом вибрировании, который провоцирует высыпание пыльцы из пыльников.

Опыление проводили посредством обмакивания рыльца пестика у кастрированного бутона на материнском растении пыльцой с растения отцовской линии.

Проводили регистрацию фаз роста и развития родительских форм томата (всходы, цветение и плодоношение). Оценку завязываемости плодов при разных сроках опыления бутонов томата проводили подсчетом процентного отношения завязавшихся плодов в каждом варианте. Оценку посевных качеств (масса семян, количество семян, масса 1000 семян, всхожесть и энергия прорастания) проводили взвешиванием на весах, подсчетом вручную, по ГОСТ № 12042-80 и № 12038-84.

Статистическую обработку полученных данных опыта проводили методами нахождения средних значений и дисперсионного анализа [7].

Результаты и обсуждение. В опыте по гибридному семеноводству начало цветения у отцовской линии зафиксировали через 61 день и плодоношение через 117 дней после всходов. У материнской линии – цветение через 59 дней, плодоношение через 125 дней (табл. 2). У изучаемой линии материнского компонента фаза цветения наступила на 2 суток позже, чем у отцовского компонента.

Таблица 2

Продолжительность периодов прохождения фенофаз линий томата в 2022 г., дни

Родительские линии томата	До появления 2-го листа	До цветения	До плодоношения
Линия 1	12	59	125
Линия 2	8	61	117

Родительские линии, на которых проводили опыт по оптимизации процесса опыления, относятся к одной группе спелости – среднеплодные.

В результате анализа завязываемости плодов отметили показатель 100 % в следующих вариантах опыта – опыление и кастрация в одно время с доопылением, опыление через 4 часа с доопылением, во всех вариантах с опылением через 12 и 24 часа, а также в вариантах без вмешательств, т.е. у самоопыленных плодов и самоопыленных со встряхиванием бутонов. Наименьший процент завязываемости плодов наблюдали в варианте с опылением через 4 часа после кастрации без доопыления (60 %), что связано с плохим взаимодействием между пыльцой и рыльцем пестика при высокой температуре и низкой влажности воздуха в момент проведения опыления, которое проводилось в полдень (в 12:00) в условиях теплицы. В вариантах с опылением без доопыления завязываемость составила 90 %, в варианте «через 48 часов и с доопылением» – 80 %, и «опыление в одно время с кастрацией» - 90 % (табл. 3).

Наибольшую массу семян (0,63 г) зафиксировали в варианте с самоопылением с дополнительным встряхиванием бутонов; 0,62 г – в варианте без вмешательств (без кастрации). От контрольного варианта (опыление в одно время с кастрацией) отличие составляет 0,39 и 0,38 г и является существенно значимой при $p \leq 0,05$. Также в вариантах с опылением через 24 ч с дополнительным опылением и 48 ч с дополнительным опылением – 0,61 г и 0,62 г,

соответственно. От контрольного варианта (опыление в одно время с кастрацией) отличие составляет 0,37 и 0,38 (существенно значимо). Наименьшую массу семян – 0,22 г, наблюдали в варианте с опылением через 12 часов после кастрации; 0,23 г – в варианте с опылением через 4 часа; 0,24 г – в вариантах с одновременным опылением и кастрацией.

Таблица 3

**Результаты исследования по оптимизации процесса опыления
в гибридном семеноводстве томата**

Вариант			Завязываемость плодов, %	Количество семян в одном плоде, шт.	Масса семян одного плода, г	Масса 1000 семян, г	Всхожесть, %
№	опыление через, час	доопыление через, час					
1	0	-	90	48	0,24	5,67	99
2	0	24	100	58	0,27	4,88	98
3	4	-	60	48	0,23	4,96	98
4	4	24	100	74	0,29	4,34	97
5	12	-	100	56	0,30	4,61	99
6	12	24	100	91	0,38	4,14	99
7	24	-	100	107	0,49	5,03	100
8	24	24	100	144	0,61	4,25	99
9	48	-	90	116	0,48	4,01	98
10	48	24	80	144	0,60	4,22	99
11	Самоопыление		100	92	0,62	6,27	96
12	Самоопыление с выбиванием пыльцы		100	102	0,63	6,40	96
НСР ₀₅			3	45	0,20	1,30	3

Наибольшее количество семян (144 шт.) получили через 24 часа с доопылением и через 48 часов доопылением, что на 96 шт. больше контрольного варианта (48 шт.), разница существенно значима $p \leq 0,05$. Получили 116 шт. в варианте с опылением через 48 часов; 107 шт. – через 24 часа. Наименьшее количество семян (48 шт.) отметили в вариантах с опылением в одно время и с опылением через 4 часа после кастрации. Получили в среднем из одного плода 56 семян в варианте с опылением через 12 ч после кастрации.

По массе 1000 семян получены наибольшие показатели – 6,27 г, в варианте без вмешательств (без кастрации); 6,40 г – в варианте с самоопылением с дополнительным встряхиванием бутонов; 5,67 – с опылением и кастрацией в одно время; и 4,25 г – с опылением через 24 часа. Наименьшие показатели по массе 1000 семян в вариантах с опылением через 48 часов как без (4,01 г), так и с доопылением (4,22 г) и в варианте с опылением через 12 часов (4,61 г).

Наибольший процент всхожести – 100 %, выявили в вариантах с опылением через 24 часа после кастрации. В вариантах с опылением и кастрацией

в одно время без дополнительного опыления, а также во всех вариантах с опылением через 12 часов и в варианте с опылением через 48 часов без доопыления, процент всхожих семян составил 99 %. Наименьший показатель всхожести (96 %) наблюдали в вариантах от самоопыления, т. е. без дополнительных вмешательств, и от самоопыления с дополнительным встряхиванием. Гибридные семена всех вариантов опыта по качеству согласно ГОСТ «Качество на семена овощных культур» относятся к 1 классу.

Заключение. Выявлен наилучший вариант опыления томата в гибридном семеноводстве, при котором оптимальным временем опыления считается 24 часа после кастрации бутонов с последующим дополнительным опылением на следующие сутки (через 24 ч). При данном методе опыления с одного плода на среднеплодных фертильных линиях томата количество семян составило 144 шт.; масса семян – 0,61 г; масса 1000 семян – 4,25 г; всхожесть – 99 %, завязываемость плодов при опылении – 100 %.

Проведенные исследования показывают возможность использования селекционно-семеноводческими организациями для получения гибридных семян томата опыление пыльцой отцовского компонента через 24 часа после кастрации бутонов в 3 фазе распускания линий материнского компонента с дополнительным опылением на следующий день.

Список литературы

1. Авторское свидетельство № 1277930 А1 СССР, МПК А01Н 1/02, А01Н 1/04. Способ селекции гетерозисных гибридов томатов: № 3768308: заявл. 18.05.1984: опубл. 23.12.1986 / Ю. И. Авдеев; заявитель Всесоюзный научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства.
2. Авторское свидетельство № 1470250 А1 СССР, МПК А01Н 1/04, А01G 7/00. Способ выращивания родительских форм томатов для получения гибридных семян: № 4292991: заявл. 03.08.1987: опубл. 07.04.1989 / Г. И. Тараканов, С. Ф. Гавриш, Е. Н. Андреева [и др.]; заявитель Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева.
3. Бунин М.С., Монахос Г.Ф., Терехова В.И. Производство гибридных семян овощных культур: Учебное пособие. М., 2011. 182 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351с.
5. Жученко А.А. Генетика томатов. Кишинев, 1973. 664 с.
6. Технология семеноводства и особенности выращивания сортов и гибридов томата (методические указания) / Горшкова Н.С., Щунчев С.И., и др. М.: Агропромиздат, 1986. 31 с.
7. Семеноводство овощных и бахчевых культур: Справочник / Под ред. С.И. Сычева и Г.П. Мизунова. Агропромиздат, 1991. 432 с.

Формирование потребительских свойств нуга абиссинского при выращивании в фитотроне городского типа

Л. Г. Елисеева¹, Д. В. Сими́на¹, В. Н. Зеленков^{2,3}, В. В. Карпачев⁴

*¹Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,
г. Москва, Российская Федерация,*

*²ВНИИ овощеводства – филиал ФГБНУ ФНЦ овощеводства,
Московская обл., д. Верея, Российская Федерация,*

*³ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
лекарственных и ароматических растений»,
г. Москва, Российская Федерация,*

*⁴Липецкий НИИ рапса – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр
Всероссийского НИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта»,
г. Липецк, Российская Федерация*

Аннотация. *В статье рассмотрены аспекты влияния интенсивности света и различных суммарных спектров освещения на динамику накопления биологически активных веществ микрозеленью нуга абиссинского. Изучены показатели антиоксидантной активности, содержания хлорофилла, каротиноидов и фенольных соединений в микрозелени нуга в зависимости от условий искусственного освещения и длительности выращивания этих культур в фитотроне городского типа.*

Ключевые слова: *микрозелень, микро- и макроэлементы*

Formation of consumer properties of Abyssinian nougat when grown in an urban-type phytotron

L. G. Eliseeva¹, D. V. Simina¹, V. N. Zelenkov^{2,3}, V. V. Karpachev⁴

*¹Russian University of Economics named after G. V. Plekhanov
Moscow, Russian Federation,*

*²All-Russian Research Institute of Vegetable Growing –
Branch of the Federal Scientific Center for Vegetable Growing
Moscow region, Vereya village, Russian Federation,*

*³All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants
Moscow, Russian Federation,*

*⁴Lipetsk Research Institute of Rapeseed – the branch of FSBSI V. S. Pustovoit
Federal Research Center All-Russian Research Institute of Oilseeds
Lipetsk, Russian Federation*

Abstract: *The article examines aspects of the influence of light intensity and various total lighting spectra on the dynamics of accumulation of chemical substances by Abyssinian nougat microgreens. The indicators of antioxidant activity, content of chlorophyll, carotenoids and phenolic compounds in nougat microgreens were studied depending on the conditions and duration of growing these crops in an urban-type phytotron.*

Keywords: *microgreens, micro- and macronutrients*

Одной из стратегических задач развития стран является улучшение качества жизни человека. «Глобальный отчет о питании 2020» указывает на то, что глобальная проблема голода может быть решена при правильном качестве питания людей. Кроме того, согласно расчетам данного отчета, такой переход мог бы минимизировать расходы на здравоохранение, связанные с нездоровым питанием. В связи с этим, всё большую популярность набирают продукты сектора Health and wellness, к которым, в том числе, относятся функциональные продукты питания. Функциональные продукты питания – это продукты питания, имеющие помимо пищевой ценности дополнительные свойства, способствующие улучшению работы человеческого организма. На данный момент микрозелень набирает всё большую популярность в качестве функционального ингредиента в рационе питания людей. Микрозеленью считается растение после появления у него первого настоящего листа [1, 2, 3]. Микрозелень (микроргрин) – это съедобные побеги разнообразных сельскохозяйственных культур высотой 5...12 см. Большое влияние на пищевую ценность и содержание биологически активных веществ микрозелени оказывает ботанический вид, сорт, режимы и технология производства микрозелени. В мировой практике для оптимизации производства сельскохозяйственных культур в городских условиях начали активно использовать технологии выращивания в закрытых изолированных автоматизированных системах – фитотронах, в которых в широком диапазоне можно регулировать условия и режимы выращивания.

Цель работы – изучение показателей формирования микрозелени новой для России сельскохозяйственной культуры – нуга абиссинского, и содержания в ней биологически активных веществ в условиях фитотрона при различных вариантах спектрального состава искусственного освещения.

Материал и методы. Исследования проводили в фитотроне городского типа, модель ИСР-001 (разработка АНО «Институт стратегий развития», Москва). Модель ИСР 0,001 имеет две системы вентиляции и 4 яруса полок (внутренние размеры 920*350 мм), оборудованных люминесцентными (белый свет) и светодиодными лампами (красный и синий свет). Задаваемый светопериод день/ночь в камере составлял 16/8 ч.

В качестве биологического объекта исследования взята новая для России сельскохозяйственная культура нуга абиссинского (*Guizotia abyssinica* (L.f) Cass), сорт «Липчанин», созданный в Липецком НИИ рапса и зарегистрированный в госреестре селекционных достижений РФ в 2017 г.[4, 5].

При получении микрозелени семена нуга проращивались в лотках размером 35x16 см. В качестве субстрата служили джутовые коврики размером 10x15 см и толщиной 5 мм. Температура выращивания микрозелени 25...26 °С.

Для исследования свойств микрозелени нуга при выращивании в фитотроне, определяли массу микрозелени, динамику ее роста, количественное содержание хлорофилла и каротиноидов, фенольных соединений и общей антиоксидантной активности.

В процессе подбора оптимальных условий освещения были сформированы четыре световые комбинации с различным количеством ламп красного и

синего спектра. Для проведения исследования влияния интенсивности света (световых спектров) на каждой из полок были установлены следующие световые комбинации:

- 1 ярус: люминесцентные лампы;
- 2 ярус: люминесцентные лампы + светодиодные лампы (базовые);
- 3 ярус: люминесцентные лампы + светодиодные лампы (базовые) + 1 дополнительная светодиодная лампа;
- 4 ярус: люминесцентные лампы + светодиодные лампы (базовые) + 2 светодиодные лампы.

Суммарные спектры световых комбинаций представлены на рисунке 1.

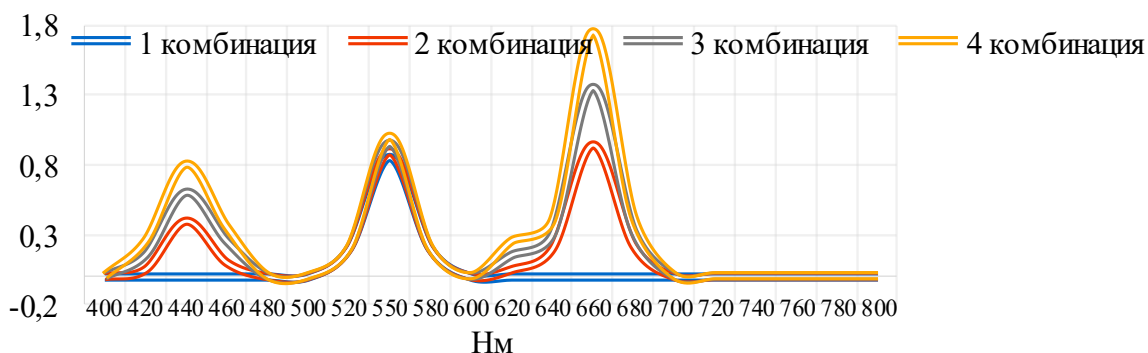


Рис. 1 Суммарные спектры световых комбинаций в фитотроне (нм)

Результаты и обсуждение. Результаты оценки потребительских свойств микрозелени нуга при выращивании при различных световых и температурных режимах в фитотроне городского типа ИСР-001 представлены на рисунках 2...6.

Буквой Б на графиках обозначается микрозелень нуга, а цифрой – комбинация освещения. Так, «Б1» – нуг, выращенный при первой комбинации освещения, «Б2» – при второй, и так далее. Важно отметить, что в рамках исследования изучались показатели нуга, выращенного в темноте в течение 5 суток, а потом выставленного на вторую комбинацию для досвечивания до 19 суток. Показатели по данному образцу обозначены на графиках темно-синей линией значением «Т2».

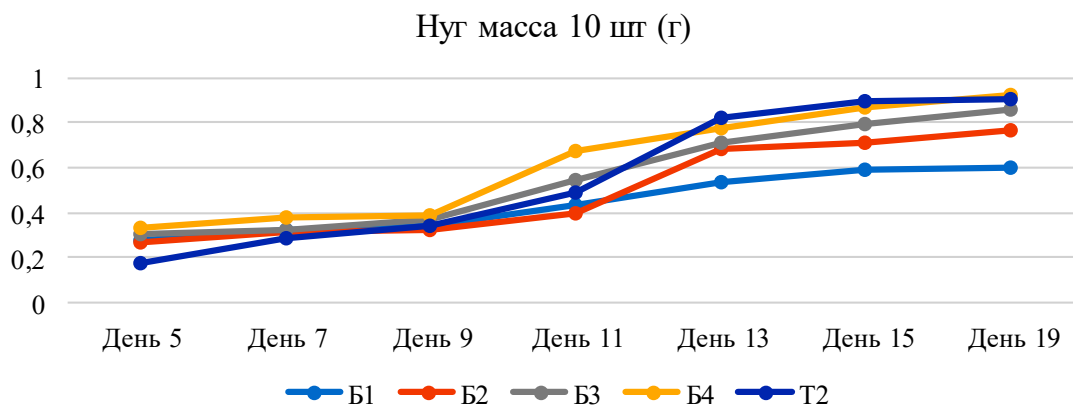


Рис. 2. Изменения массы нуга в процессе роста в зависимости от условий освещения

Интенсивность набора массы растений в процессе вегетации имела прямую зависимость от освещения и вариантов его реализации в эксперименте. В результате проведенных измерений выяснилось, что микрозелень нуга наилучшим образом набирала массу в условиях 4 яруса, которому соответствовали самые высокие показатели спектра (рис. 2).

Средние показатели набора массы наблюдались в образцах микрозелени нуга, выращенных при световых комбинациях 2 и 3. При таких условиях процесс обмена веществ в микрозелени, по-видимому, протекает в благоприятном для растений режиме, что положительно влияло на показатели набора массы и показатели накопления питательных веществ.

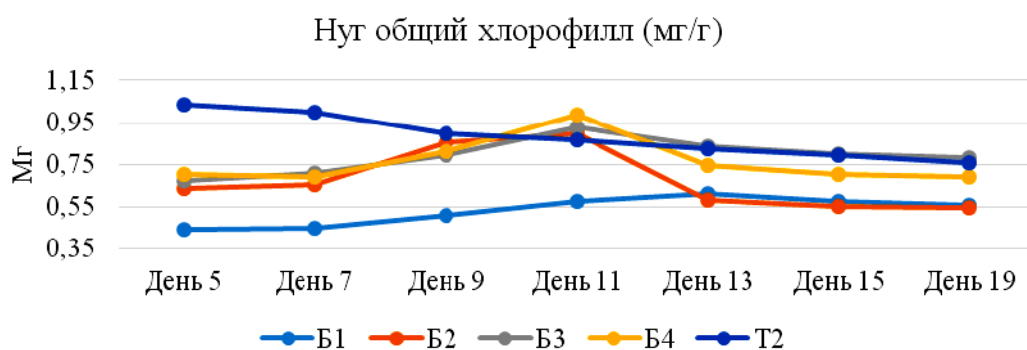


Рис. 3. Показатели общего хлорофилла в микрозелени нуга при выращивании в различных световых и температурных условиях

Максимальные показатели по содержанию общего хлорофилла в микрозелени нуга наблюдались на 11 сутки после посева с последующим снижением за исключением варианта Т2. Наибольшему накоплению хлорофилла в микрозелени нуга способствовали световые комбинации 3 и 4. Для варианта Т2 с проращиванием в темноте и далее по варианту 4 наблюдается отсутствие максимума на концентрационной кривой содержания хлорофилла (рис. 3), что требует дополнительных исследований для объяснения данной зависимости.

Максимальная концентрация каротиноидов в микрозелени нуга для вариантов спектров освещения была выявлена на 11 сутки выращивания. Затем во всех образцах проходило снижение данного показателя. Отсутствие спектров красного и синего света (комбинация света 1 - белый люминесцентный свет) негативно влияло на накопление каротиноидов в изучаемых образцах (рис.4).

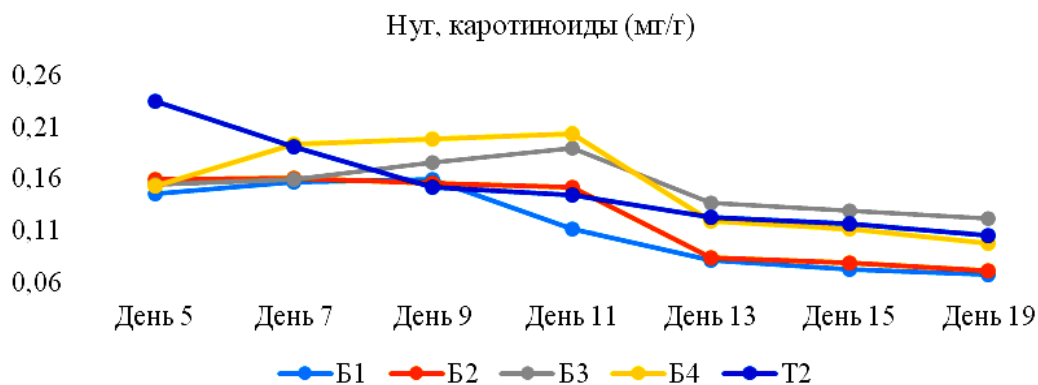


Рис. 4. Показатели накопления каротиноидов в микрозелени нуга при выращивании в различных световых и температурных условиях

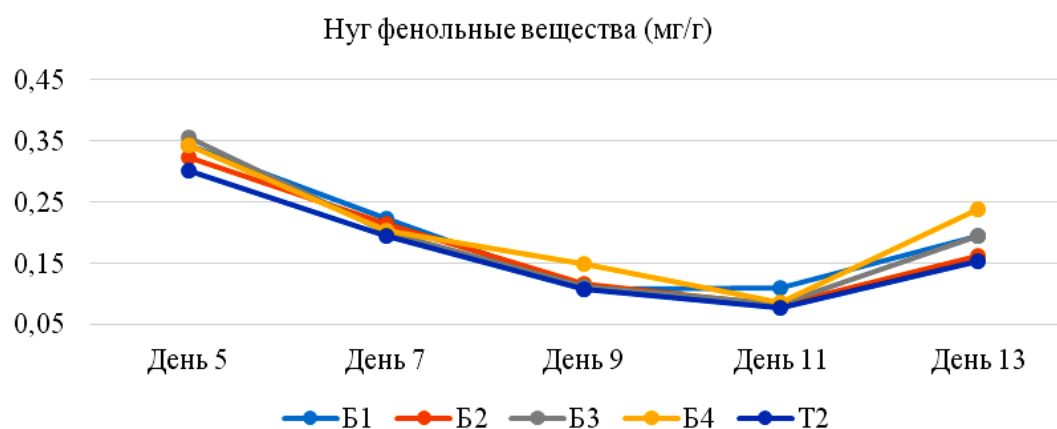


Рис. 5. Накопление фенольных веществ в микрозелени нуга при выращивании в различных световых и температурных условиях

Физико-химический анализ показал, что на 5...10 сутки после посева семян наблюдается снижение содержания в микрозелени общих фенольных веществ, а с 11 суток наблюдается их увеличение во всех вариантах освещения (рис. 5).

Максимальные показатели антиоксидантной активности были отмечены на 13 день выращивания для варианта Б3 (усиление синей и красной составляющей общего спектра). Минимальные показатели антиоксидантной активности наблюдались для варианта Б1 - освещение люминесцентными лампами (рис. 6).

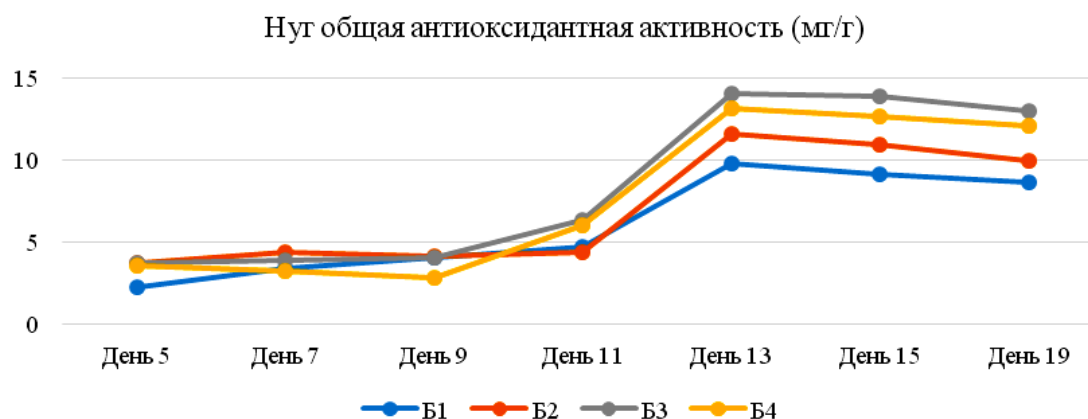


Рис. 6. Динамика изменения показателей общей антиоксидантной активности микрозелени нуга при выращивании в различных световых и температурных условиях

Заключение. Исследования по выращиванию микрозелени нуга абиссинского в условиях использования фитотрона ИСР 001 показали существенное влияние искусственного освещения на накопление биологически активных веществ. Отсутствие синего и красного спектров в освещении микрозелени замедляет накопление биомассы ростков. Максимальные значения показателя качества микрозелени нуга по суммарной антиоксидантной активности отмечены на 11 сутки после посева семян, что позволяет нормировать время съема урожая микрозелени для ее реализации с высокими потребительскими свойствами как функционального продукта питания.

Список литературы

1. Zhang Y., Xiao Z., Ager E., Kong L., Tan L. Journal of Future Foods 1, 58-66 (2021)
2. Du M., Xiao Z., Luo Y., Current Opinion in Food Science 46 (2022)
3. Xiao Z., Lester G.E., Luo Y., et al., Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens, J. Agric. Food Chem. 60 (2012)
4. Айтбаева Г.К. Народнохозяйственное значение растений *Crotalaria alata* и *Guizotia abyssinica* // Теория и практика современной науки. 2017. №6 (24). С. 33-36.
5. Зеленков В.Н., Карпачев В.В., Белоножкина Т.Г., Воропаева Н.А., Лапин А.А. Жирно-кислотный состав семян нуга абиссинского, их суммарная антиоксидантная активность и перспективы практического использования российского сорта «Липчанин» // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2017. №12. С. 12-14.

УДК 633.367.2: 631.559: 631.874.2

Урожайность зеленой массы сортов люпина узколистного селекции Ленинградского НИИСХ в условиях Кировской области

С. А. Емелев

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

Аннотация. *Разнообразие селекционного материала растений является основой получения устойчивых урожаев. Получены урожайные сорта люпина узколистного с высоким качеством продукции. В опыте проведена оценка урожайных качеств их зеленой массы.*

Ключевые слова: *сухое вещество*

Productivity of green mass of angustifolia lupine varieties selected by the Leningrad Research Institute of Agriculture in the conditions of the Kirov region

S. A. Emelev

*Vyatka State Agrotechnological University,
Kirov, Russian Federation*

Abstract: *The diversity of plant breeding material is the basis for obtaining sustainable yields. A productive variety of angustifolia lupine with high quality products was obtained. The experiment assessed their productive qualities of green mass.*

Keywords: *dry matter*

Эффективность сельского хозяйства зависит от технологии производства культуры, но существенное изменение уровня производства продукции растениеводства происходит при внедрении новых сортов (более урожайных, лучшими качествами продукции и иными свойствами).

Основной проблемой является слабое генетическое разнообразие, а в отношении люпина этот процесс особенно актуален [1, 2, 3]. Реальный сбор продукции не будет увеличиваться, если не улучшать генетический потенциал и разнообразие сортов. Для продуктивного селекционного процесса необходим поиск новых источников хозяйственно-ценных признаков, при этом

необходимо учитывать связь всех элементов структуры урожая растений и реакции на изменение метеорологических условий в регионе возделывания культуры. Для создания нового материала сельскохозяйственных культур используются методы селекции: отбор, гибридизация, мутагенез и др.

Цель проведения экологического сортоиспытания – оценка полученного селекционного материала в конкретных эколого-географических условиях и разработка рекомендаций для возделывания культуры и особенностей сортов, рекламирование инновационных разработок (таких как новые сорта) и внедрение их в производство. [1, 2, 4]. В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию по РФ на 2023 год включены 55 сортов люпина для сельскохозяйственного производства, в т. ч. белый (*Lupinus albus* L.) – 14, желтый (*L. luteus* L.) – 11, многолетний (*L. perennis* L.) – 1, узколистый (*L. angustifolius* L.) – 29 сортов. В государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Волго-Вятскому региону включено 20 сортов люпина узколистного.

Материалы и методы. В настоящее время в Ленинградском НИИСХ – филиале ФГБНУ ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха, в отделе селекции и семеноводства зерновых, зернобобовых культур, многолетних трав и рапса создан перспективный селекционный материал многолетних и однолетних трав, зернобобовых культур, в том числе люпина узколистного. Новые селекционные сорта по комплексу хозяйственно-ценных признаков превосходят ранее созданные сорта [1...7].

Полевые исследования проводили в 2023 году на Учебно-опытном поле (Агротехнопарк) Вятского ГАТУ с использованием семян люпина узколистного, полученных из «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» (Ленинградский НИИСХ). Опыты проводились в рамках темы НИОКТР МСХ 1022041000165-4-4.1.6 «Проведение исследований по подготовке новых сортов сельскохозяйственных культур для целей регенеративного (восстановительного) земледелия и рекомендации по их использованию в севообороте».

Почва участка дерново-среднеподзолистая, по гранулометрическому составу среднесуглинистая. Агротехника в опыте традиционная при возделывании люпина узколистного, доза минеральных удобрений (NPK) по 30 кг д.в./га каждого элемента, предшественник – яровой ячмень.

Учетная площадь делянок – 4,5 м². Размещение систематическое, повторность 4-кратная. Норма высева – 1,3 млн всхожих семян на 1 га. Посев проводили сеялкой ССФК-7М. Для закладки ЭСИ использовались семена сортов гороха и люпина узколистного с лабораторной всхожестью 86...99 %.

Исследования биохимических показателей (в т. ч. сухое вещество по ГОСТ 31640-2012) зеленой массы образцов выполнены в аккредитованной лаборатории общества с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие «Медицинские и Биологические Технологии» (ООО НПП «МЕДБИОТЕХ», г. Киров).

Образцы на урожайность зеленой массы оценивались по методике конкурсного сортоиспытания. Проводили наблюдения, сравнивали сорта люпина

узколистного с горохом сорта Указ. Уборку зернобобовых в опыте проводили вручную. Данные по урожайности сортов обрабатывали с помощью дисперсионного анализа для однофакторных экспериментов.

В полевых условиях ЭСИ были высеяны семена сортов люпина узколистного Аккорд, Фламинго, Олигарх, Федоровский, Меценат. В качестве стандартного использован безлисточковый сорт гороха посевного Указ (селекции Самарский ФИЦ РАН и ФИЦ Казанский научный центр РАН). В качестве контрольного высевался горох полевой (пелюшка) сорта Рябчик (селекции Фалёнская селекционная станция - филиал ФАНЦ Северо-Востока) (табл. 1).

Таблица 1

Посевные характеристики сортов зернобобовых

Сорт	Лабораторная всхожесть, %	M1000, г
Указ (горох)	90	291,1
Аккорд	99	128,8
Фламинго	94	158,7
Олигарх	86	161,4
Федоровский	95	170,9
Меценат	95	165,0
Рябчик (пелюшка)	90	198,2

Результаты и обсуждение. Изучаемые сорта зернобобовых оказали влияние на урожайность вегетативной массы (зеленой – естественной влажности на момент уборки) (табл. 2); можно отметить существенную прибавку у большинства сортов люпина узколистного от 40 % и более к гороху Указ. В 2023 г. прибавку зеленой массы более 70 % дали сорта Федоровский и Фламинго, а наибольшая прибавка наблюдалась у сорта Фламинго (30,93 т/га = 73,5 %).

Таблица 2

Урожайность вегетативной массы (зеленая) сортов зернобобовых, ц/га

Сорт	Урожайность, т/га	± к сорту Указ		± к сорту Рябчик	
		т/га	%	т/га	%
Указ (горох)	42,05	-	-	-7,23	-14,7
Аккорд	58,75	+16,70	+39,7	+9,48	+19,2
Фламинго	72,98	+30,93	+73,5	+23,70	+48,1
Олигарх	46,20	+4,15	+9,9	-3,08	-6,2
Фёдоровский	71,55	+29,50	+70,2	+22,28	+45,2
Меценат	67,58	+25,53	+60,7	+18,30	+37,1
Рябчик (пелюшка)	49,28	7,23	17,2	-	-
НСР ₀₅	3,59	-	-	-	-

Сразу после уборки определялась влажность (сухое вещество) зеленой массы сортов зернобобовых в лаборатории ООО НПП «МЕДБИОТЕХ». Данный процесс носит не только технологический характер – определение необходимых

ресурсов (энергии и времени) на уборку (заготовку сочных кормов или измельчение зеленой массы для последующей заправки в качестве сидерата) материала, но и позволяет определять уровень реально получаемой продукции (в виде силоса или запаханного органического вещества). Содержание сухого вещества в зеленой массе при уборке сортов зернобобовых в опыте составило от 15,1 до 26,9 % (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность вегетативной массы (сухой) сортов зернобобовых

Сорт	Сухое вещество, %	Урожайность, т/га	± к сорту Указ		± к сорту Рябчик	
			т/га	%	т/га	%
Указ (горох)	26,9	13,02	-	-	-2,22	-14,6
Аккорд	21,1	15,66	+2,64	+20,3	+0,42	+2,7
Фламинго	17,1	15,89	+2,87	+22,0	+0,65	+4,2
Олигарх	18,8	11,13	-1,89	-14,5	-4,12	-27,0
Фёдоровский	15,1	13,93	+0,91	+7,0	-1,32	-8,6
Меценат	20,9	18,35	+5,33	+40,9	+3,11	+20,4
Рябчик (пелюшка)	25,0	15,24	2,22	17,1	-	-
НСР ₀₅	-	0,97	-	-	-	-

Проведя статистический анализ данных по урожайности с учетом содержания сухого вещества у зернобобовых культур (табл. 3), можно отметить положительное влияние (прибавку) только у некоторых сортов по сравнению с сортом Указ (13,02 т/га). Наибольшая урожайность абсолютно сухого вещества отмечена у сорта Меценат – 18,35 т/га.

Урожайность сухой вегетативной массы сортов зернобобовых имеет сильную зависимость от содержания сухого вещества в продукции – более 25 % содержат сухое вещество горохи Указ и Рябчик, зеленая масса люпина узколистного обычно содержит более 80 % влаги. В данном году более высокое содержание сухого вещества (около 21 %) среди испытываемых сортов люпина получено у сортов Меценат и Аккорд. Сбор сухого вещества у сорта Фёдоровский за счет высокой влажности массы (около 85 %) дал прибавку к стандарту Указ 7,0 % по сравнению с прибавкой урожайности зеленой массы в 70,2 %.

В 2023 году наибольшую урожайность сухого вещества среди изучаемых образцов (15,89 и 18,35 т/га) показали Фламинго и Меценат; если сорт Фламинго дал прибавку за счет значительной абсолютной зеленой массы, то Меценат – в результате сочетания высокой урожайности и содержания сухого вещества. Таким образом, можно сделать вывод, что даже при получении некоторыми сортами очень высоких урожаев зеленой массы важно учесть и содержание в ней сухого вещества (обратный показатель – влажность массы), и сорт Меценат с технологической (практической) точки зрения будет более рентабельным в производстве как на зеленый корм, так и на сидерат.

На рис. показана зависимость между урожайностями сырой и зеленой массы и сухого вещества сортов зернобобовых культур. Хотя урожайность зеленой массы сорта Олигарх превышает контроль Указ на 9,9 %, но на 8,1 %

имеет более высокую влажность при уборке. А это значит увеличение расхода топлива на измельчение получаемой продукции. То есть абсолютная прибавка в 4,15 т/га зеленой массы не только нивелируется стоимостью дополнительного расхода топлива, но и в конечном итоге снижением конечного результата в виде урожайности сухого вещества на 18,9 % к сорту Указ.

При учете существующих обстоятельств (характеристик продукции), в этом плане оптимальным выглядит выращивание в условиях Кировской области сорта Меценат – прибавка урожая сухого вещества 40,9 % к Указ и на 20,4 % к контрольному сорту Рябчик; в несколько в меньшей степени подходит сорт Фламинго – увеличение урожайности массы на 22,0 % (в абсолютных величинах) к сорту Указ, выглядит практически несущественным на 4,2 % к контролю Рябчик.

Таким образом, отечественные селекционеры Ленинградского НИИСХ создают конкурентные по урожайности зеленой массы (Аккорд, Фламинго, Фёдоровский, Меценат) и сухого вещества (Меценат) сорта, не уступающие по своим характеристикам сортам гороха.

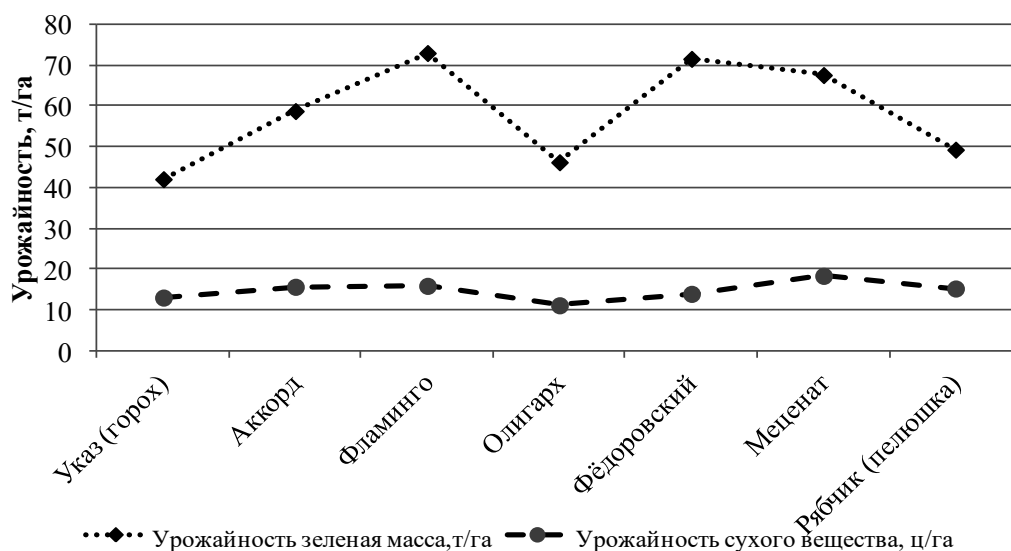


Рис. Изменение урожайности вегетативной массы сортов зернобобовых

Заключение. Перед сельским хозяйством при производстве, в том числе, зернобобовых, стоит задача сформировать условия, при которых будет сохранен потенциал основного средства производства (почвы) для получения высокой урожайности полевых культур. Хотя наибольшую урожайность зеленой массы (72,98 т/га) сформировал сорт Фламинго, но он имел при уборке более высокую влажность массы, поэтому более технологичным представляется выращивание сорта Меценат. Благодаря активной селекции в Ленинградском НИИСХ получены урожайные, пластичные и интенсивного типа, с узкой нормой реакции на среду сорта люпина узколистного.

Список литературы

1. Лысенко О.Г., Бондарева Л.М. Результаты многолетней селекционной работы по люпину узколистному на Северо-Западе РФ // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 72. С. 236-238.

2. Осипов А.И., Лысенко Ф.Т., Лысенко В.Ф. Успехи и перспективы селекции люпина узколистного на Северо-Западе России // *Зерно и хлеб России*. III Международный конгресс. 2007. С. 83-84.

3. Емелев С.А., Лыбенко А.В., Маракулина И.В., Кузякина Л.И. Исследование потенциала сортов люпина узколистного для повышения эффективности кормопроизводства. Киров: Аверс, 2022. 174 с.

4. Кузякина Л.И., Лыбенко Е.С., Емелев С.А. Оценка питательности зерна узколистного люпина селекции ФНЦ ВИК, выращенного в условиях Кировской области // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. 2022. № 4. С. 195-199. DOI: 10.24412/2311-6447-2022-4-195-199

5. Бондарева Л.М., Кинаш А.В., Лысенко В.Ф., Лысенко О.Г., Пупанова М.В. Люпин узколистный Фёдоровский // Патент на селекционное достижение RUS 11660. Заявка № 8154043 от 23.11.2018.

6. Лысенко О.Г., Лысенко В.Ф., Пасынкова Е.Н. Сорт люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) Меценат // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022. Т. 23. № 6. С. 805-813.

7. Агеева П.А., Почутина Н.А. Реализация биологического потенциала культуры узколистного люпина селекционным путем // *Кормопроизводство*. 2005. № 6. С. 6-8.

УДК 633.111.1: 631.559

Урожайность сортов яровой пшеницы селекции Ульяновского НИИСХ в экологическом сортоиспытании Вятского ГАТУ

С. А. Емелев

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

Аннотация. Разнообразие сортов культуры является основой получения устойчивых урожаев. В опыте проведена оценка урожайных качеств сортов яровой пшеницы селекции Ульяновского НИИСХ.

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

S. A. Emelev

*Vyatka State Agrotechnological University,
Kirov, Russian Federation*

Abstract. A variety of crop varieties is the basis for obtaining sustainable yields. The experiment assessed the yield qualities of spring wheat varieties selected by the Ulyanovsk Research Institute of Agriculture.

Основным путем решения продовольственной проблемы является увеличение производства продукции, это возможно только благодаря росту урожайности сельскохозяйственных культур [1...7]. 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, 8...10]. При реализации этой важной задачи в последние десятилетия наравне с гибридизацией одно из первых мест занимает экспериментальный мутагенез [8...10].

Экологическое сортоиспытание сортов в регионе, а за тем и демонстрационные опыты преследуют цель: оценка, показ и рекламирование инновационных разработок (таких как новые сорта) и внедрение их в производство. Демонстрационный опыт является связующим звеном между рождением идеи и внедрением её в производство [6].

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию по РФ на 2023 год включен 841 сорт пшеницы, в том числе мягкой яровой (*Triticum aestivum* L.) – 320 сортов. Из них 60 сортов отнесены к сильным и 143 сортов к ценным. Для производства пива показатели, характеризующие необходимое качество пшеницы, отражены в ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия». В государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Волго-Вятскому региону включено 49 сортов яровой мягкой пшеницы.

В настоящее время в отделе селекции Ульяновского НИИСХ создан перспективный 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 различные годы было рекомендовано в производство 29 сортов. В настоящее время селекция ведётся по яровой пшенице, овсу, гороху. С 2002 года отдел селекции возглавляет доктор с.-х. наук В.Г. Захаров. [3...5]. Селекционные формы с хозяйственно-полезными признаками, представляющие интерес для производства и дальнейшей селекции на последнем этапе оценивают конкурсом (КСИ) и экологическом (ЭСИ) сортоиспытаниях, где проводится их оценка на урожайность, качество продукции, устойчивость к вредителям и болезням и т. д. Лучшие формы регистрируются, проходя оценку в государственном сортоиспытании (ГСИ), внедряются в производство [1...3, 6...10].

Материалы и методы. Полевые исследования проводились 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 сортов 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).

В ЭСИ испытывалось 6 сортов (Бурлак, Экада 258, Экада 214, Никон, Ульяновская 105, Зауральский простор), полученных в отделе селекции Ульяновского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН (заведующий доктор с.-х. наук Владимир Григорьевич Захаров).

Образцы на урожайность оценивались по методике конкурсного сортоиспытания. В течение вегетационного периода проводили фенологические

наблюдения, фитопатологические наблюдения и учеты, биометрические учеты, после уборки проведено сравнение уровня урожайности и элементов структуры продуктивности с сортом стандартом Баженка. Уборка пшеницы в ЭСИ проводилась комбайном «Террион 2010». Во время уборки зернобобовых определялась влажность семян с помощью влагомера WILE 55. Данные по урожайности форм обрабатывали с помощью дисперсионного анализа для однофакторных экспериментов.

Результаты и обсуждения. Процесс определения влажности зерна носит не только технологический характер – определение необходимых ресурсов (энергии и времени) на сушку убранных материалов, но и позволяет опосредованно определять уровень созревания сортов и их вегетационный период. Влажность при уборке сортов яровой пшеницы ульяновской селекции в экологическом сортоиспытании составила от 18,4 до 19,5 %. Большинство образцов были достоверно более влажными, чем стандарт Баженка (влажность семян 18,3 %) (табл. 1).

Таблица 1

Влажность при уборке сортов яровой пшеницы

Сорт, образец	Влажность		
	%	± к Баженка	± к Баженка, %
Баженка (St)	18,3	-	-
Ульяновская 105	19,5	1,2	6,7
Зауральский простор	18,4	0,2	1,0
Бурлак	19,2	0,9	4,9
Никон	18,7	0,4	2,2
Экада 214	19,5	1,3	7,0
Экада 258	19,3	1,1	5,8
Каменка (St)	19,1	0,9	4,7
НСР ₀₅	1,2	-	-

Семена зерновых, в том числе и пшеницы, должны при хранении иметь влажность не более 14 % (ГОСТ Р 52325-2005), то есть практически все образцы после уборки требовали последующей сушки. На основании результатов по влажности семян можно сделать вывод, что сорт Каменка созревает позднее Баженка на 2...3 дня в текущих условиях вегетационного периода.

Испытуемые сорта дали различные по степени эффекта результаты урожайности по сравнению со стандартом Баженка (3,79 т/га). Несущественная прибавка урожая отмечена у сортов Никон, Зауральский простор, Экада 258 5,6...10,1 %. Часть образцов (Бурлак, Ульяновская 105, Экада 214) обладала большей бункерной урожайностью, чем стандарт Баженка. Наибольшая прибавка (0,95 и 1,17 т/га = 25,1 и 30,9 %) наблюдалась у сортов Ульяновская 105 и Экада 214. Более позднеспелый стандарт Каменка показал урожайность 4,11 т/га, т.е. на уровне сорта стандарта Баженка (табл. 2).

Отечественные образцы в основном среднеспелые. Из сортов ульяновской селекции сорт Ульяновская 105 и Экада 214 созревают на 4...6 дней

позднее стандарта Баженка и на 1...2 дня – сорта Каменка, то есть относятся к группе позднеспелых.

Таблица 2

Бункерная урожайность при уборке сортов яровой пшеницы

Сорт, образец	Бункерная урожайность		
	т/га	± к Баженка, т/га	± к Баженка, %
Баженка (St)	3,79	-	-
Ульяновская 105	4,74	0,95	125,1
Зауральский простор	4,00	0,21	105,6
Бурлак	4,58	0,79	121,0
Никон	3,89	0,10	102,6
Экада 214	4,96	1,17	130,9
Экада 258	4,17	0,38	110,1
Каменка (St)	4,11	0,32	108,4
НСР ₀₅	0,46	-	-

Урожайность кондиционных семян пшеницы подчинялась той же тенденции что и бункерная – часть испытуемых сортов недостоверно превзошли по урожайности стандарт Баженка (3,60 т/га) на 2,2...8,7 % – Никон, Зауральский простор, Экада 258 (табл. 3). Существенная прибавка урожайности кондиционных семян отмечена у сортов Бурлак, Ульяновская 105 и Экада 214 – 0,71...1,04 т/га (19,6...28,8 %).

Таблица 3

Урожайность кондиционных семян сортов яровой пшеницы

Сорт, образец	Урожайность кондиционных семян		
	т/га	± к Баженка, т/га	± к Баженка, %
Баженка (St)	3,60	-	-
Ульяновская 105	4,43	0,83	123,2
Зауральский простор	3,79	0,19	105,4
Бурлак	4,31	0,71	119,6
Никон	3,68	0,08	102,2
Экада 214	4,64	1,04	128,8
Экада 258	3,91	0,31	108,7
Каменка (St)	3,86	0,26	107,3
НСР ₀₅	0,44	-	-

В 2023 году наибольшую урожайность кондиционных семян среди изучаемых образцов (4,64 т/га) показал сорт Экада 214, в сравнении с сортами отечественной (ульяновской) селекции. Сорт Ульяновская 105, хотя и уступил по урожайности зерна лучшему Экада 214, но обладает положительным качеством – хорошими хлебопекарными качествами, то есть с технологической точки зрения требует меньших затрат при производстве хлебобулочных изделий.

На рисунке показана зависимость между урожайностями бункерной и кондиционных семян яровой пшеницы. Хотя и урожайность сорта Ульяновская 105 и Экада 214 превышает стандарт Баженка на 25,1 и 30,9 %, но на 1,2...1,3 % имеют более высокую влажность при уборке. А это значит увеличение расхода теплоносителя на сушку получаемой продукции из расчета 1 л/т % влажности, что составит дополнительный расход только по топливу около 120 рублей при цене 70 рублей/л дизельного топлива. То есть абсолютная прибавка в 0,83 и 1,04 т/га в текущих ценах на зерно (сентябрь 2023 года) существенно окупается стоимостью (а при полном подсчёте расходов – себестоимость зерна) дополнительного расхода топлива, пусть и увеличением времени сушки.

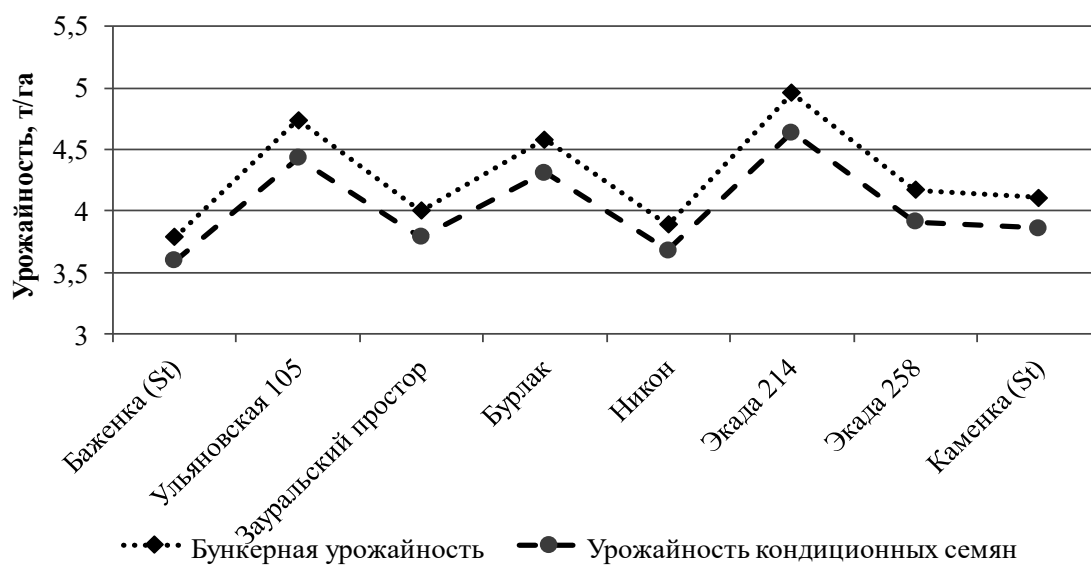


Рис. Изменение урожайности сортов яровой пшеницы

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. Перед сельским хозяйством Кировской области стоит задача, в первую очередь по яровой мягкой пшенице, сформировать условия производства, при котором можно получить высокую урожайность пшеницы с оптимальными характеристиками убираемого урожая. Наибольшую урожайность кондиционных семян (4,64 т/га) показал сорт Экада 214, имеющий при уборке несущественно более высокую влажность зерновой массы. Более раннеспелым является сорт Зауральский простор. Благодаря активной селекции в Ульяновском НИИСХ получены урожайные, пластичные и интенсивного типа, с узкой нормой реакции на среду сорта яровой пшеницы.

Список литературы

1. Волкова Л.В. Исходный материал для селекции сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Кировской области // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 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. Щенникова И.Н. Модели сортов ярового ячменя для условий Волго-Вятского региона // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. 6 (49). С. 9-14.
8. Дудин Г.П., Лысиков В.Н. Индуцированный мутагенез и использование его в селекции растений. Киров: Вятская ГСХА, 2009. 208 с.
9. 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.
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.

УДК 633.1

Влияние погодных условий на формирование урожайности яровой тритикале в Кировской области

Н. В. Емелева, Г. А. Баталова
ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. В климатических условиях 2020...2022 гг. выделен генотип яровой тритикале 11-250 ят 9 с максимальной урожайностью 6,0 т/га в 2022 г. Показаны значимая отрицательная зависимость урожайности в период «всходы-колошение» ($r = -0,94$) и положительная - «колошение-восковая спелость» ($r = 0,92$) от гидротермического коэффициента.

Ключевые слова: период вегетации, гидротермический коэффициент

The influence of weather conditions on the yield formation of spring triticale under conditions or 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 2020...2022 the genotype 11-250 ям 9 was identified with a maximum yield of 6.0 t/ha in 2022 and its significant negative dependence during the period «shoots-heading» ($r = -0.94$) and positive – «heading-wax ripeness» ($r = 0.92$) from the hydrothermal coefficient.*

Keywords: *vegetation period, hydrothermal coefficient*

Яровая тритикале – ценная зерновая культура с высоким потенциалом урожайности, активно завоевывает позиции в производстве фуражного и продовольственного зерна. Эта культура возделывается в Америке, Азии, Европе [1]. Яровая тритикале – гибрид яровых форм пшеницы и ржи. Современные сорта тритикале отличаются хорошо выполненным, более крупным, чем у пшеницы, зерном. В увеличении производства зерна яровой тритикале большая роль принадлежит биологическому потенциалу сорта, оптимизации минерального питания растений применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям возделывания [2]. Зерно ярового тритикале имеет широкий спектр применения в сельскохозяйственном и промышленном производстве. Благодаря высокой питательной ценности белка, которая обуславливается повышенным содержанием водо- и солерастворимых протеинов, богатых незаменимыми аминокислотами, зерно тритикале эффективно используется для кормления животных [3]. Фактором, лимитирующим урожайность и качество зерна яровой тритикале, является тепло и влага, и их неравномерное распределение в течение вегетационного периода [4, 5]. Засухи, часто повторяющиеся в период вегетации в Кировской области, приводят к снижению урожайности, а в годы с избыточным увлажнением возникает риск развития грибных болезней, снижения качества зерна. Это определяет актуальность селекции на устойчивость к агроклиматическим условиям Кировской области.

Материалы и методы. Исследования проведены в 2020...2022 гг. в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров). В питомнике конкурсного сортоиспытания изучено 7 генотипов ярового тритикале селекции Национального центра зерна им. П.П. Лукьяненко. Стандартом являлся сорт Ровня. Наблюдения, оценки и учеты проведены в соответствии с Методикой ГСИ (1985) гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по Селянинову (1928). Обработка экспериментальных данных проведена методом корреляционного анализа с использованием табличного процессора Microsoft Office Excel 2007.

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

Период вегетации 2020 г. характеризовался неустойчивой по температуре, от очень тёплой до холодной, погоды с небольшими, временами сильными осадками в мае и июне. В первой половине июля преобладала тёплая и жаркая погода, преимущественно сухая или с небольшими, временами сильными ливнями. Повышенный температурный режим в мае обусловил интенсивное накопление эффективного тепла, и на 31 мая сумма эффективных температур достигла 320,4° или на 120° больше средней многолетней величины. Погода в июне и июле была умеренно теплая или жаркая с периодически выпадающими грозовыми дождями разной интенсивности. В августе сильная жара продолжилась, что привело к почвенной засухе. За месяц выпало 61 мм осадков или 79 % нормы.

Таблица 1

Характеристика гидротермических условий вегетации тритикале, 2020...2022 гг.

Месяц	Температура воздуха, °С / ± к норме			Осадки, мм / % к норме		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Май	12,1/+0,9	15/+3,8	8,5/-2,7	89/165	56,1/103,9	53/99
Июнь	15,3/-2,4	19,9/+3,5	16,0/-0,5	40/57	63,4/78,3	117/150
Июль	20,5/+1,6	19,2/+0,3	19,0/+1,0	100/130	73,2/89,3	130/103
Август	15,1/-0,5	18,8/+3,2	20,0/+4,0	61/79	37,6/51,5	18/25

В мае 2021 г. преобладала теплая сухая погода. Температура на 3,8 °С больше нормы. 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°, при этом осадки отсутствовали или их было очень малое количество. Температура достигала 34,0° в третьей декаде июня, 30,9 °С и 29,7 °С в первой и второй декадах июля. Количество осадков в совокупности с температурным фоном, выраженные в показателе ГТК = 0,98 в целом за период вегетации, также указывают на недостаточно благоприятные условия для формирования высокой урожайности тритикале в 2021 г. Такие температуры вызвали стерилизацию пыльцы и быструю потерю пестиком цветков тритикале способности к восприятию опыления, в результате колоски (до 50 %) на период уборки имели либо щуплое зерно, либо не имели зерна. Сумма эффективных температур с мая по август включительно составила 1634,8 °С.

Результаты и обсуждение. Период вегетации у большинства генотипов в 2020 году составил 89...93 дня, что характеризует их как позднеспелые. Самым позднеспелыми, из всех изучаемых генотипов, были 11-243ят7 и 09-222ят30-3, период вегетации, которых в этом году составил 93 дней (табл. 2).

В 2020 г. из-за влажной погоды ГТК за период от всходов до восковой спелости составил 1,97, урожайность яровой тритикале была примерно одинаковой у всех генотипов. Размах варьирования составил 0,66 т/га – это минимальное значение за весь период наблюдения. Минимальная урожайность получена у сорта Тимур – 5,03 т/га, максимальная – у генотипа 11-250ят24 5,69 т/га.

Урожайность, период вегетации генотипов яровой тритикале, 2020...2022 гг.

Генотип/сорт	Урожайность, т/га			Период вегетации, дни		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Ровня, ст.	5,23±0,30	1,76±0,51	3,50±0,30	90	91	91
Тимур	5,03±0,45	2,45±0,25	2,92±0,21	90	91	91
Савва	5,38±0,65	2,87±0,39	3,35±0,09	92	92	91
11-230ят57	5,21±0,49	3,21±0,41	3,15±0,22	89	91	92
11-250ят24	5,69±0,71	5,68±0,51	4,31±0,22	91	92	92
11-250ят9	5,65±1,00	4,04±1,10	6,00±0,34	91	92	91
11-243ят7	5,26±0,36	4,25±0,16	4,25±0,38	93	92	94
09-222ят30-3	5,41±0,27	3,42±0,09	4,07±0,47	93	92	94
НСР	0,70	0,60	0,81	-	-	-

Период вегетации яровой тритикале в 2021 г. у всех изучаемых генотипов был примерно одинаковый 91...92 дня. Урожайность ст. Ровня имела минимальное значение за все три года исследований и равнялась 1,76 т/га. Максимальная урожайность отмечена у генотипа 11-250ят24 – 5,68 т/га, или на 1,43 т/га превысила показатель второго по счету урожайного сорта 11-243ят7.

Период вегетации яровой тритикале в 2022 г. практически не отличался от показателей 2021 г., только у двух генотипов (11-243ят7, 09-222ят30-3) он составил 94 дня, у стандарта Ровня – 91 день. Погодные условия мая 2022 г. – холодная погода с большим количеством осадков (ГТК от посева до всходов составило 0,61) – привела к недружным и запоздалым всходам – 17 мая. Условия вегетации способствовали формированию урожайности тритикале от 2,92 т/га у сорта Тимур до 6,00 т/га - 11-250ят9. В 2022 г. сумма эффективных температур от посева до восковой спелости составила 1587,1° и была на уровне 2020 г., ГТК за этот период составил 2,00. В период от посева до всходов отмечали недостаточное увлажнение почвы и нестабильный температурный фон, ГТК составил 0,61. Климатические условия июня обеспечили формирование длинного стебля и колоса, количество осадков составило 117 мм или 150 % от нормы, ГТК «всходы – колошение» составил 3,04, что соответствует переувлажнению. Во второй половине следующего месяца наблюдали ливневые дожди, что в сочетании с теплой погодой (среднесуточная температура днем была 19...20 °С) способствовало затягиванию созревания тритикале и формированию череззерницы.

Исследования показали значительное влияние на урожайность погодных условий (по ГТК) от фазы колошения до восковой спелости. Коэффициент корреляции за период «колошение-восковая спелость» составил 0,55...0,99 (табл. 3). Отрицательная зависимость установлена между урожайностью и ГТК в период от всходов до восковой спелости практически у всех исследуемых генотипов ($r = -0,86...0,40$).

Элементы структуры урожайности имели значимую положительную зависимость от погодных условий практически у всех исследуемых генотипов

яровой тритикале, кроме 11-243 ят 7 и 09-222 ят30-3. Коэффициент корреляции в этом случае варьировал от 0,60 до 0,99.

Таблица 3

Зависимость урожайности от ГТК, периода вегетации и элементов структуры урожайности

Фаза развития	Урожайность							
	ст. Ровня	Тимур	Савва	11-230 ят 57	11-250 ят 24	11-250 ят 9	11-243 ят 7	09-222 ят30-3
Всходы - колошение	-0,20	0,41	0,51	0,75*	-0,87*	-0,94*	0,26	0,31
Колошение-восковая спелость	0,99*	0,50	0,95*	0,76*	0,84*	0,92*	0,55	0,85*
Всходы - восковая спелость	-0,38	-0,30	-0,42	0,17	0,20	0,40	-0,86*	0,30
Период вегетация	0,13	0,22	-0,19	0,05	0,84*	0,86*	0,39	0,41
Продуктивная кустистость	0,93*	0,80*	0,95*	0,81*	0,80*	0,86*	0,60	0,62
Количество зерен с колоса	0,93*	0,90*	0,95*	0,91*	0,82*	0,86*	0,82*	0,74*
Масса зерна с колоса	0,99*	0,90*	0,95*	0,81*	0,82*	0,86*	0,67*	0,87*
Масса 1000 зерен	0,93*	0,81*	0,95*	0,81*	0,82*	0,94*	0,60	0,76*

* Статистически значимо при уровне вероятности 0,95

Заключение. По урожайности за 2020...2022 гг. выделен генотип яровой тритикале 11-250 ят 9 с максимальной урожайностью 6,0 т/га в 2022 г., незначимой зависимостью урожайности от погодных условий в целом за период вегетации ($r = 0,40$) и значимой от период «колошение-восковая спелость» ($r = 0,92$).

Список литературы

1. Гриб С. И., Буштевич В. Н., Булавина Т. М., Мандрикевич А. А. Особенности технологии возделывания ярового тритикале // Земледелие и защита растений. 2019. № 51. С. 11-14
2. Касынкина О.М., Шестопалова Д.В., Лечицкая Т.В. Формирование урожайности зерна яровой тритикале в зависимости от приема технологии возделывания // Инновационные технологии в АПК: теория и практика. Пенза, 2021. С. 57-60
3. Ниязмухаметова М.Б. Содержание азота и белка в зелёной биомассе и в зерне тритикале / Доклады национальной академии наук Таджикистана. 2021. № 64 (5-6). С. 334-340
4. Щуклина О.А., Полховская Е.С., Соловьев А.А. Отзывчивость нового сорта яровой тритикале Тимирязевская 42 на элементы технологии возделывания // Тритикале. Материалы международной научно-практической конференции. Выпуск 10. Ростов-на-Дону. 2022. С. 232-237:
5. Зенкина К.В., Асеева Т.А. Селекционная ценность коллекционных сортов ярового тритикале в условиях Дальневосточного региона // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 3. С. 66-70 DOI: 10.30850/vrsn/2020/3/66-70

Устойчивость перспективных линий овса к биотическим стрессорам

О. А. Жуйкова, Г. А. Баталова

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

Аннотация. В ходе изучения новых линий овса селекции ФАНЦ Северо-Востока выявлены достоверные корреляционные зависимости урожайности от болезней. В 2023 г. наблюдали сильное развитие видов ржавчины, и умеренное – красно-бурой пятнистости листьев. Получены предварительные данные по иммунологической характеристике изучаемого сортимената. Выделены перспективные линии пленчатые (42h20, 14h21, 50h18, 11h20, 91h18, И-4968) и голозерные (225h14, 64h21, 42h12o) сочетающие комплексную устойчивость с высокой урожайностью.

Ключевые слова: красно-бурая пятнистость листьев, корончатая ржавчина, стеблевая ржавчина, урожайность

Resistance of promising oat lines to biotic stress

O. A. Zhuikova, G. A. Batalova

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

Abstract. During the study of new oat lines FASC of the North-East revealed reliable correlation of yield to diseases. In 2023, a strong development of crown rust, stem rust, was observed, and moderate - red-brown leaf spot. Preliminary data on the immunological characteristics of the class under study have been obtained. It is worth noting the prospective lines of hulled (42h20, 14h21, 50h18, 11h20, 91h18, I-4968) and naked (225h14, 64h21, 42h12o) combining complex stability with high yield.

Keywords: red-brown leaf spot, crown rust, stem rust, yield

В земледелии Северо-Восточного региона европейской территории России необходимо учитывать специфику почвенно-климатических факторов (рельеф, тип, гидрохимический режим почвы, температура воздуха, осадки и др.). В этих условиях вновь создаваемые сорта должны характеризоваться высокой адаптивностью к экологическим факторам и устойчивостью к биологическим стрессорам. Оценка устойчивости и дифференциация селекционных линий овса позволяет селекционерам создавать сорта не только с высокой урожайностью, но и устойчивые к наиболее значимым биотическим и абиотическим факторам. Использование устойчивых к вредным организмам сортов зачастую бывает значительно выгоднее любого другого метода борьбы с биотическими стрессорами [1]. Мониторинг фитосанитарного состояния полевых агроценозов выявляет распространение пятнистостей листьев различной этиологии, которые в отдельные годы имеют эпифитотийный характер [2, 3]. Стрессовые погодные условия Кировской области способствуют сильному развитию

болезней в посевах овса [4]. Адаптированные к местным экологическим условиям селекционные линии являются перспективным конкурентноспособным материалом будущего сорта, источником иммунологических и селекционных признаков. **Цель исследований:** изучить устойчивость селекционного материала овса к возбудителям вредоносных болезней в Северо-Восточном регионе РФ, выделить наиболее перспективные линии для создания иммунных высокоурожайных сортов.

Материал и методы. Материалом исследований в 2023 году являлись 67 селекционных линий и сортов овса пленчатого и голозерного питомника конкурсного испытания ФАНЦ Северо-Востока. Стандартом являлся сорт Архан для пленчатых линий и сорт Азиль для голозерных линий.

Закладка опыта осуществлялась по Методике государственного сортоиспытания (1985) и Методическим указаниям по изучению мировой коллекции ячменя и овса (1973). Полевую оценку устойчивости к красно-бурой пятнистости листьев проводили по методике О.С. Петровой и О.С. Афанасенко (2003), оценку поражения корончатой и стеблевой ржавчиной – с использованием шкал Петерсона и Мэрфи. Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитан по А.И. Селянинову (1928). Для обработки результатов исследований применяли пакет селекционно-ориентированных и биометрико-генетических программ AGROS, версия 2.07 и пакет прикладных программ Microsoft Excel.

Гидротермический коэффициент вегетационного периода овса 2023 г. составил 1,66. Метеорологические условия были благоприятными для роста и развития растений. Посев питомника проведен 17 апреля, с этого периода в апреле наблюдалась большая разница между ночными и дневными температурами. Температура месяца составила 6,8 °С, отклонение от нормы: +2,7 °С. Осадков выпало 30 мм, что составляет 77 % от нормы. В мае также была неустойчивая по температуре погода, с продолжительными сухими периодами. Среднесуточная температура воздуха составила 13,8 °С, выше обычных значений на 1,9 °С. Июнь характеризовался неустойчивой, от очень теплой до холодной, преимущественно сухой с небольшими осадками погодой. Среднесуточная температура воздуха составила 14,1 °С, что ниже климатической нормы на 2,3 °С. В июле наблюдалась прохладная, временами жаркая погода, с редкими обильными дождями погода. Среднесуточная температура воздуха составила 18,7 °С, что ниже обычных значений на 0,2 °С. Осадков выпало 180 мм, что составляет 221 % от нормы. Среднесуточная температура воздуха в августе была 17,4 °С, что выше обычных значений на 1,5 °С. Погода от жаркой до прохладной сопровождалась редкими дождями разной интенсивности. Осадков выпало 15 мм, это 20 % от нормы.

Результаты и обсуждение. В 2023 г. ГТК критической фазы онтогенеза для красно-бурой пятнистости листьев «выход в трубку - молочная спелость» составил 2,64, что благоприятно отразилось на проявление симптомов, все линии имели признаки заболевания. На листьях и колосковых чешуях появлялись темно-серые или коричневые пятна, ограниченные более темной каймой. По отношению к красно-бурой пятнистости листьев грибной этиологии доминировали (52 %) среднеустойчивые пленчатые генотипы, 3 линии отличались

восприимчивостью. При этом наибольшее поражение отмечено у линии 45h21 (36 %). Высокую устойчивость проявили 41 % линий. Из них низкое поражение (до 5 %) имели линии: 14h21, 20h21, 47h20, 53h21, И-5002. Стандарт Архан был среднеустойчив (10,1 %) к болезни. Голозерные генотипы в основном (57 % линий) характеризовались средней устойчивостью к красно-бурой пятнистости листьев. Восприимчивость (36,5 %) отмечена только у линии 72h21. Высокую устойчивость проявили 39 % голозерных генотипов, среди них наименьшее поражение (до 5 %) отмечали у линий: 6h18, 225h14, 74h12, 58h21, 3h18, И-4951. Стандарт Азиль проявил высокую устойчивость (8 %) к патогену.

Гидротермический коэффициент критической фазы онтогенеза для ржавчинных болезней «цветение-молочная спелость» составил 3,49, влажная и теплая погода способствовало их развитию. В Кировской области распространение корончатой ржавчины носит локальный характер. Заболевание проявляется в виде оранжево-жёлтых пустул на обеих сторонах листа. Степень поражения корончатой ржавчиной у пленчатых линий достигало 53,1 % (26h21), при 100 % распространении заболевания в посеве, что характеризует ее как восприимчивую. Среди изученных пленчатых линий 29 % характеризовались высокой устойчивостью, 21 % – устойчивостью и 46 % – средней устойчивостью к болезни. Стандарт Архан имел степень поражения 15,4 %, что характеризовало его как устойчивый генотип. С наименьшей степенью поражения (до 5 %) отмечены линии 41h20, 20h21, 50h18, И-5002, И-4946, И-4968. Среди голозерных линий 9 % характеризовались высокой устойчивостью, 13 % – устойчивостью, 52 % – средней устойчивостью и 26 % – восприимчивостью к болезни. Стандарт Азиль был восприимчив к корончатой ржавчине (58,5 %), при 100 % распространении болезни. С низкой степенью поражения (до 5 %) отмечены линии: 225h14, 1h18.

Возбудитель стеблевой ржавчины овса поражает преимущественно стебли и листья, в 2023 году наблюдали очень сильное проявление болезни, при котором поражение отмечали на остях и чешуях метелки. Максимальное развитие болезни 74 % отмечено у пленчатой линии 53h21, что классифицирует ее как восприимчивую. Восприимчивость к стеблевой ржавчине проявили 11 % пленчатых линий, среднюю устойчивость – 50 %, устойчивость – 21 %, а высокую устойчивость – 18 % (41h20, 50h18, И-5002, И-4946, И-4968). Стандарт Архан проявил среднюю устойчивость (34 %) к возбудителю болезни. Среди голозерных линий восприимчивостью характеризовались 39 % линий с максимальной степенью поражения 75 % у сорта Нижегородец. Средняя устойчивость была отмечена у 35 % линий, устойчивость у 17 %. Высокой устойчивостью к болезни обладали 2 линии: 225h14, 64h21. Стандарт Азиль был восприимчив (60 %) к стеблевой ржавчине, при 100 % распространении болезни.

Отмечено отрицательное влияние патоконтекста на урожайность линий овса (табл. 1.), при котором достоверное снижение урожайности возникло от поражения красно-бурой пятнистостью листьев у пленчатых генотипов ($r = -0,39$), от корончатой ржавчины у пленчатых и голозерных ($r = -0,48$ и $-0,46$, соответственно) и стеблевой ржавчины на пленчатые и голозерные генотипы ($r = -0,66$ и $-0,51$ соответственно по генотипам).

Таблица 1

Корреляционная зависимость урожайности от болезней

Сорт, линия	Красно-бурая пятнистость листьев		Корончатая ржавчина		Стеблевая ржавчина	
	СП	Р	СП	Р	СП	Р
Пленчатые	-0,39*	-0,25	-0,48*	-0,23	-0,66*	-0,33
Голозерные	-0,28	-0,23	-0,46*	-0,25	-0,51*	-0,36

Примечание: СП – степень поражения, %; Р – распространение болезни, %

В результате полевой оценки конкурсного испытания в 2023 г. выделены перспективные линии овса пленчатого и голозерного проявившие высокую устойчивость к основному патогенному комплексу северо-восточного региона РФ, превосходящие урожайностью или на уровне стандарта (табл. 2).

Таблица 2

Высокоурожайные линии овса конкурсного испытания с высокой устойчивостью к болезням

Линия, сорт	Урожайность		Степень поражения, %		
	т/га	± к стандарту т/га	красно-бурой пятнистостью листьев	корончатой ржавчиной	стеблевой ржавчиной
Пленчатые линии					
42h20	5,88±0,17	+0,34	10,7	9,6	17,5
14h21	7,56±0,11	+2,02	4,3	6,9	8,5
50h18	6,08±0,13	+0,54	7,8	1,9	5,5
И-4968	6,89±0,38	+1,89	7,3	5,4	5,5
11h20	5,82±0,16	+0,28	8,5	6,4	33,0
91h18	7,13±0,19	+1,59	9,2	24,1	17,5
Архан, st.	5,54±0,18	-	10,1	15,4	34
НСР ₀₅	0,52	-	-	-	-
Голозерные линии					
225h14	3,61±0,06	+0,34	3,8	1,8	4,0
64h21	3,37±0,08	+0,10	9,0	15,5	4,0
42h12o	4,00±0,13	+0,73	7,5	21,0	19,5
Азиль, st.	3,27±0,29	-	8,0	58,5	60,0
НСР ₀₅	0,45	-	-	-	-

Заключение. Среди линий овса селекции ФАНЦ Северо-Востока выделены с высокой урожайностью перспективные пленчатые: 42h20, 14h21, 50h18, 11h20, 91h18, И-4968 и голозерные линии: 225h14, 64h21, 42h12o. Изучение их следует продолжить для уточнения иммунологической характеристики, которая в большей степени зависит от погодных условий года.

Список литературы

1. Захаренко В.А. Определение фитосанитарного потенциала сортов зерновых культур: обоснование метода и его реализация // Защита и карантин растений. 2017. № 3. С. 13-15.

2. Шешегова Т.К. Анализ фитосанитарного состояния посевов яровых зерновых культур в Кировской области (аналитический обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 5 (48). С. 10-14.

3. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2021 году и прогноз развития вредных объектов в 2022 году

4. Баталова Г.А., Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М., Жуйкова О.А. Некоторые результаты селекции яровых зерновых на иммунитет в условиях Волго-Вятского региона России // Эколого-генетические основы селекции и возделывания сельскохозяйственных культур. Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса», 2022. С. 4-7.

УДК: 633.16:631.527

Кластерный анализ коллекционных образцов ярового ячменя

И. Ю. Зайцева, Л. П. Кокина, И. Н. Щенникова
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого, г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. *На основе изучения коллекционных образцов ярового ячменя по урожайности и элементам её структуры, продолжительности вегетационного периода и устойчивости к полеганию проведён кластерный анализ. Выделены кластеры, представляющие интерес для дальнейшей селекционной работы.*

Ключевые слова: *элементы структуры урожайности, вегетационный период, устойчивость к полеганию*

Cluster analysis of collection samples of spring barley

I. Yu. Zaytseva, L. P. Kokina, I. N. Shchennikova
Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

Abstract. *Based on the study of collection samples of spring barley by yield and elements of crop yield, the duration of the growing season and resistance to lodging, a cluster analysis was carried out. Clusters of interest for further breeding work have been identified.*

Keywords: *elements of crop yield, growing season, resistance to lodging*

Выбор наиболее перспективных родительских форм для скрещиваний из имеющегося разнообразия генетических ресурсов сельскохозяйственных растений является одним из наиболее ответственных и трудных моментов в селекционном процессе, так как успех комбинационной селекции в значительной степени зависит от удачного подбора родительских форм для гибридизации [1...3]. Необходимым условием для получения ценного гибридного материала является вовлечение в скрещивания коллекционных образцов различного эколого-географического происхождения [4]. В качестве исходного материала для создания сортов различных морфобиотипов ячменя используется мировой генофонд [5]. Разнообразие сортов мирового генофонда и большое количество изучаемых признаков замедляет подбор родительских форм по необходимому комплексу показателей. Применение современных статистических методов обработки данных позволяет быстрее выявить образцы

с аналогичными признаками [6]. Использование группирующих признаков в кластерном анализе позволяет идентифицировать генотипы по количественным признакам в группы с минимальным Евклидовым расстоянием между ними, а также оценивать сбалансированность сортов и селекционных линий по количественным признакам. Снижение определенного уровня сформированности одного или нескольких признаков у сорта и селекционной линии препятствует включению их в лучший кластер, даже если они имеют высокий уровень урожайности. Использование кластерного анализа при выявлении генотипов приближает нас к созданию идеальной по балансу хозяйственно ценных признаков теоретической и практической модели сорта ярового ячменя [7].

Цель исследования – выделить источники на основе оценки коллекционных образцов ярового ячменя по урожайности и комплексу селекционно-ценных признаков для их использования при подборе родительских пар при скрещивании.

Материалы и методы. Изучение коллекции проводилось 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 стандарта использовали сорт Белгородский 100.

Изучение коллекционного материала проводилось в разные годы, поэтому образцы были разделены на 2 группы: 1 – 30 образцов – изучались с 2018 по 2020 гг.; 2 – 26 образцов – с 2019 по 2021 гг.

Результаты и обсуждение. Основой для проведения кластерного анализа являлись фенотипические параметры коллекционных образцов ярового ячменя. Для изучения сходства реакции образцов на условия выращивания были использованы показатели структурного анализа, урожайность, масса 1000 зёрен, устойчивость к полеганию и продолжительность вегетационного периода. По результатам проведённого анализа изученные группы образцов сформировали несколько кластеров (табл. 1).

Таблица 1

Сформированные кластеры

Кластер	Образцы, вошедшие в кластер
1 группа	
1	Макбо, Landrace, Полярный 14, Местный (к-5983), Местный (к-3506), Местный (к-2929), Местный (к-2930), 752А
2	Бионик, Crusades, NCL 95098, Mentor, Orthega, Сябра, Адам
3	Новичок, Sultan, Filippa, Danuta, Нахбу, Мие, Наран, Одесский 115, Казьминский
4	Белгородский 100, Cooper, Vonita, Rodos, Щедрый, Рейдер, Куфаль
2 группа	
1	CDC Mc Gwire, Mauritia, Issota, Бадьорий, Irbe (PR-3528), С-105
2	Эвергрин, Respect, Fitzroy, 2033E, Медикум 11, Медикум 125, Медикум 176, 121-13, Омский голозёрный 1
3	Беар, Юкатан, Липень, Форсаж, Форвард
4	Белгородский 100, Калькюль, Докучаевский 10, Буян, Оленёк, 999-93

К первому кластеру 1 группы отнесены образцы, характеризующиеся высокой массой зерна с колоса (1,0 г), во второй кластер вошли генотипы, отличавшиеся наибольшей общей (2,7 шт./раст.) и продуктивной кустистостью (2,4 шт./раст.), плотностью колоса (13,4), массой зерна с растения (1,7 г). Образцы третьего кластера в годы изучения сформировали длинный колос (6,7 см). Генотипы, сформировавшие четвёртый кластер, имели высокие показатели урожайности (472 г) и массы 1000 зёрен (48,3 г) (табл. 2).

Таблица 2

Элементы продуктивности кластеров первой группы образцов (2018...2020 гг.)

Кластер	Кустистость, шт./раст.		Колос				Масса зерна, г		Масса 1000 зёрен	Урожайность, г/м ²
	общая	продуктивная	длина, см	плотность	количество, шт		с колоса	с растения		
					колосков	зёрен				
1	1,6±0,1	1,4±0,1	4,9±0,3	11,3±0,3	36±2	29±2	1,0±0,1	1,2±0,1	35,4±1,3	276±9
2	2,7±0,2	2,4±0,2	6,5±0,1	13,4±0,2	20±1	18±1	0,9±0,1	1,7±0,1	44,1±1,2	356±6
3	2,0±0,1	1,8±0,1	6,7±0,3	12,5±0,2	23±1	20±1	0,9±0,1	1,4±0,1	45,1±1,0	418±5
4	2,2±0,2	2,0±0,1	6,6±0,2	13,3±0,2	20±1	19±1	1,0±0,1	1,5±0,1	48,3±0,8	472±9

Генотипы 2 группы, вошедшие в первый кластер, выделялись по длине колоса (7,2 см) и массе зерна с главного колоса (1,0 г) и растения (1,6 г). Образцы второго кластера отличались высокой массой 1000 зёрен (46,5 г). Четвёртый кластер включал образцы, характеризовавшиеся высокой продуктивной кустистостью (2,0 шт./раст.), плотностью колоса (13,2) и урожайностью (457 г) (табл. 3).

По продолжительности вегетационного периода, все изученные коллекционные образцы были отнесены к группе среднеспелых (табл. 4). Также большинство образцов характеризовались высокой устойчивостью к полеганию (более 8 баллов), за исключением образцов 1 группы, объединенных в 1 кластер.

Таблица 3

Элементы продуктивности кластеров второй группы образцов (2019...2021 гг.)

Кластер	Кустистость, шт./раст.		Колос				Масса зерна, г		Масса 1000 зёрен	Урожайность, г/м ²
	общая	продуктивная	длина, см	плотность	количество, шт		с колоса	с растения		
					колосков	зёрен				
1	2,2±0,2	1,9±0,1	7,2±0,4	12,3±0,3	26±4	22±2	1,0±0,1	1,6±0,1	44,2±2,0	333±5
2	2,1±0,1	1,8±0,1	6,8±0,1	12,2±0,3	19±1	17±1	0,8±0,1	1,3±0,1	46,5±0,7	368±2
3	2,0±0,2	1,8±0,1	7,1±0,6	12,3±0,4	26±4	21±2	0,9±0,1	1,4±0,1	43,4±0,5	401±4
4	2,2±0,2	2,0±0,2	7,0±0,4	13,2±0,3	21±1	19±1	0,9±0,1	1,5±0,2	45,6±1,3	457±10

Таблица 4

Характеристика коллекционных образцов

Кластер	Продолжительность вегетационного периода, дни		Устойчивость к полеганию, балл	
	1 группа	2 группа	1 группа	2 группа
1	73±0,3	75±0,5	5,8±0,2	8,4±0,3
2	77±0,5	75±0,4	8,8±0,1	8,2±0,2
3	75±0,5	74±0,7	8,5±0,2	8,5±0,2
4	75±0,4	75±0,5	8,5±0,2	8,2±0,3

Заключение. Таким образом, для дальнейшей селекционной работы представляют интерес в первой группе образцы второго и четвёртого кластеров, во второй группе – первого и четвёртого. При подборе родительских пар для скрещиваний следует выбирать образцы из разных кластеров.

Список литературы

1. Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Генетические ресурсы овса и ячменя для перспективных направлений селекции // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2012. Т. 169. С. 65-71.
2. Павлова Н.А., Муругова Г.А., Клыков А.Г. Использование двурядных и много-рядных форм ярового ячменя в гибридизации в условиях Приморского края // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. №. 5. С. 126-130.
3. Тимошенкова Т.А. Доноры устойчивости к болезням ячменя и твёрдой пшеницы для селекции в степной зоне Оренбургского Предуралья // Животноводство и кормопроизводство. 2017. №. 4 (100). С. 234-239.
4. Щенникова И.Н., Шешегова Т.К., Кокина Л.П., Зайцева И.Ю., Ковалева О.Н. Биоресурсы ячменя ярового для селекции новых коммерческих сортов в условиях Волго-Вятского региона. Методическое руководство / Под редакцией академика РАН Г. А. Баталовой. Киров: ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 2022. 28 с.
5. Ланочкина М.А., Блохин В.И. Оценка мирового генофонда ячменя // Современные технологии выращивания сельскохозяйственных культур. 2015. С. 96-106.
6. Маракаева Т.В. Кластерный анализ в селекции чечевицы // Успехи современного естествознания. 2018. №. 12. С. 75-80.
7. Наумкин Д.В., Сидоренко В.С., Костромичева В.А., Старикова Ж.В., Вилунов С.Д. Использование кластерного анализа при идентификации ценного селекционного материала голозерного ячменя // Роль молодых ученых в инновационном развитии сельского хозяйства. 2019. С. 120-124.

УДК 635.21

Оценка гибридных популяций картофеля в условиях Республики Марий Эл

С. А. Замятин, С. А. Максуткин
*Марийский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
п. Руэм, Республика Марий Эл, Россия*

Аннотация. В 2022 году проведена оценка гибридных популяций первого клубневого поколения, полученных с Фалёнской селекционной станции, на устойчивость к заболеваниям, продуктивность и качество клубней. В результате по хозяйственно ценным признакам выделены четыре генотипа: № 2, 8, 9 и 10, которые будут изучаться в следующем году.

Ключевые слова: селекционный питомник, болезни, продуктивность, урожайность

Assessment of hybrid potato populations in the conditions of the Republic of Mari El

S.A. Zamyatin, S.A. Maksutkin

*Mari Agricultural Research Institute –
Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Ruem, Mari El Republic, Russian Federation*

Abstract. *In 2022, hybrid populations of the first tuber generation obtained from the Falensky breeding station were assessed for disease resistance, productivity and quality of tubers. As a result, four genotypes were identified based on economically valuable traits: No. 2, 8, 9 and 10, which will be studied next year.*

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

В интенсификации современного растениеводства центральное место принадлежит селекции, созданию и использованию новых сортов картофеля различного целевого назначения. Селекция картофеля ведется на создание сортов различного целевого направления, и, в зависимости от заданного направления, предъявляются различные требования к гибридному материалу [1, 2]. В современных условиях сорт является наиболее эффективным и доступным средством повышения урожайности и качества продукции, обеспечения стабильных урожаев при изменяющихся экологических условиях [3]. С каждым годом снижается объем производства отечественных сортов и увеличивается поставка семян картофеля из-за рубежа, что привело к широкому распространению новых болезней в семеноводческих предприятиях по всей территории страны. Одной из мер борьбы с болезнями является выращивание устойчивых сортов и гибридов [4]. Только с помощью сорта и гибрида можно успешно выйти на рынок сельскохозяйственного производства [5]. Сорта должны быть пластичны, давать высокие урожаи даже под влиянием неблагоприятных факторов, а также быть пригодными для современных интенсивных технологий возделывания [6]. Практической селекционной работе предшествует предварительный этап изучения исходного материала, подбор его для определенного направления селекции и гибридизации с целью создания новых генетически разнообразных популяций, обеспечивающих отбор ценных гибридов по схеме селекционного процесса. В условиях Республики Марий Эл для создания сортов картофеля преимущественно с ранним сроком созревания, со стабильной урожайностью и высокими потребительскими качествами ведется изучение гибридов с 2020 года.

Цель исследований – изучение селекционных номеров картофеля в почвенно-климатических условиях Республики Марий Эл.

Материалы и методы. Исследования гибридных комбинаций картофеля проводили в семеноводческом севообороте опытного поля Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока на высоко окультуренной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Содержание гумуса 2,5 %, рН – 6,0. Подвижного фосфора в почве - 350 мг/кг почвы, обменного калия – 256 мг/кг

почвы. Предшествующая культура – озимая рожь. Объект исследования – гибриды картофеля десяти сортообразцов (табл. 1).

Таблица 1

Гибридные популяции картофеля, использованные в исследовании

Селекционный номер	Происхождение
Д-1	194-3 × Аусония
Д-2	Винетта × Беллароза
Д-3	Кроне × Беллароза
Д-4	Оксания × ВР808
Д-5	Триумф × Инноватор
Д-6	Беттина × Инноватор
Д-7	Кибиц × Гала
Д-8	Сиверский × Кенза
Д-9	Бернадетте × Мираж
Д-10	Лилли × Рикарда

Агротехника картофеля соответствовала рекомендациям по возделыванию данной культуры в условиях Республики Марий Эл. Посадка клубней проводилась вручную в предварительно нарезанные гребни с шириной междурядий 70 см. В качестве стандартов использовались районированные сорта: ранний – Беллароза, среднеранний – Невский и поздний – Журавинка. Химические обработки клубней и вегетирующих растений против болезней не проводились. Уборку и учет урожая клубней проводили вручную в первой декаде сентября. Гибриды оценивали по компактности гнезда, форме клубней, глубине глазков, восприимчивости к болезням.

Согласно методике проводились следующие наблюдения и учеты: фенологические наблюдения за ростом и развитием растений; учет распространенности вредителей и болезней по ботве по 9 бальной системе (7...9 – высокая устойчивость, 5 – средняя, 3 – низкая); структуру урожая определяли взвешиванием массы клубней с одного куста согласно методике ВНИИКХ имени А.Г. Лорха (2006).

Результаты и обсуждение. В 2022 году в питомнике испытания гибридов первого года было высажено 500 клубней по 10 гибридным комбинациям. Отобрано 38 генотипов. Процент отбора в среднем по питомнику составил 7,6 % (табл. 2).

При отборе учитывали форму клубня, глубину глазков, длину столонов, устойчивость клубней к болезням, продуктивность куста. Из гибридных комбинаций выделились следующие генотипы:

№ 2 (Винетта × Беллароза) – отобрано 4 генотипа (8,0 % от общего количества изученных в гибридной комбинации). Клубни округлые и овальные. Цвет кожуры белый и красный. Глазки средние, неокрашенные и окрашенные в розовый цвет. Продуктивность куста 600...950 г, количество клубней в гнезде от 8 до 10 шт.;

Количество отобранных гибридов, 2022 г.

Селекционный номер	Гибридная комбинация (материнская/отцовская форма)	Гибриды, шт.		Отбор, %
		высаженные	отобранные	
Д-1	194-3 × Аусония	50	3	6,0
Д-2	Винетта × Беллароза	50	4	8,0
Д-3	Кроне × Беллароза	50	4	8,0
Д-4	Оксания × ВР808	50	2	4,0
Д-5	Триумф × Инноватор	50	2	4,0
Д-6	Беттина × Инноватор	50	4	8,0
Д-7	Кибиц × Гала	50	3	6,0
Д-8	Сиверский × Кенза	50	5	10,0
Д-9	Бернадетте × Мираж	50	6	12,0
Д-10	Лилли × Рикарда	50	5	10,0
Всего		500	38	7,6

№9 (Бернадетте × Мираж) – отобрано 6 генотипов (12,0 % от общего количества изученных в гибридной комбинации). Клубни округлые. Цвет кожуры белый. Продуктивность куста 563...768 г, количество клубней в гнезде от 5 до 9 шт.;

№8 (Сиверский × Кенза) – отобрано 5 генотипов (10 % от общего количества изученных в гибридной комбинации). Клубни округлые. Цвет кожуры светло розовый. Глазки поверхностные. Продуктивность куста 570...952 г, количество клубней в гнезде от 7 до 12 шт.;

№10 (Лилли × Рикарда) – отобрано 5 генотипов (10 % от общего количества изученных в гибридной комбинации). Клубни округло-овальные. Цвет кожуры желтый. Глазки поверхностные. Продуктивность куста 470...1010 г, количество клубней в гнезде от 10 до 15 шт.

Заключение. Таким образом, в результате проведенных работ, в питомнике первого года выделились четыре генотипа (Винетта × Беллароза; Бернадетте × Мираж; Сиверский × Кенза и Лилли × Рикарда) по продуктивности, количеству клубней в гнезде и по устойчивости к болезням. У этих генотипов сформировались достаточно выравненные клубни в гнезде, которые обладают высокими потребительскими качествами и привлекательным внешним видом. Изучение всех выделившихся гибридов будут продолжены в следующем году.

Список литературы

1. 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. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.6.575-584

2. Куликова В.И., Ходаева В.П., Гантимурова А.И. Оценка кулинарных и потребительских качеств сортов и гибридов картофеля, созданных в Кузбассе // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 1(103). С. 138-142.

DOI: 10.23670.IRJ.2021.103.1.050

3. Семешкина П.С. Урожайность гибридов картофеля в зависимости от условий возделывания // Владимирский земледелец. 2019. № 1 (87). С. 47-51.

DOI: 10.24411/2225-2584-2019-10055

4. Сергеева З.Ф., Синцова Н.Ф., Осипова Т.А. Оценка гибридных популяций при селекции картофеля на повышенное содержание крахмала // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 3. С. 32-36.

5. Симаков Е.В. Современные тенденции и перспективы инновационного развития картофелеводства. Чебоксары: КУП Чувашской Республики «Агро - Инновации», 2011. С. 6-9.

6. Черемисин А.И., Дергачева Н.В., Якимова И.А. Влияние условий выращивания на урожайность и параметры качества сортов картофеля тестового питомника // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 1. Т. 29. С. 27-29.

УДК 57.042:57.043

Воздействие потока монохроматических фотонов светодиодной генерации при проращивании семян сельскохозяйственных растений

В. Н. Зеленков^{1,2}, В. В. Карначев³, В. М. Косолапов⁴

*¹ВНИИ овощеводства – филиал ФГБНУ ФНЦ овощеводства,
Московская обл., д. Верея, Российская Федерация,*

*²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
лекарственных и ароматических растений»*

г. Москва, Российская Федерация,

*³Липецкий НИИ рапса – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр
Всероссийского НИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта»*

г. Липецк, Российская Федерация,

*⁴Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии
имени В.Р. Вильямса, Московская обл., г. Лобня, Российская Федерация*

Аннотация. В статье приведены данные по воздействию фотонов в режимах низкоэнергетического монохроматического излучений, генерируемых точечными светодиодами, на этапе проращивания семян нуга абиссинского (сорт Липчанин) и фестуллолиума сорт Аллегро. Показана значимость фактора светодиодного излучения для получения низкорослых проростков растений на этапе проращивания семян для селекционных работ.

Ключевые слова: нуг абиссинский, фестуллолиум, проростки, продуктивность, всхожесть семян, энергия прорастания

Impact of the flux of monochromatic photons of LED generation during germination of seeds of agricultural plants

V. N. Zelenkov^{1,2}, V. V. Karpachev³, V. M. Kosolapov⁴

¹*All-Russian Research Institute of Vegetable Growing - Branch of the Federal Scientific Center for Vegetable Growing, Moscow region, Vereya village, Russian Federation,*

²*All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow, Russian Federation,*

³*Lipetsk Research Institute of Rapeseed – the branch of FSBSI V. S. Pustovoit Federal Research Center All-Russian Research Institute of Oilseeds, Lipetsk, Russian Federation,*

⁴*V.R. Williams Federal Research Center for Feed Production and Agroecology, Moscow region, Lobnya, Russia Federation*

Abstract. *The article presents data on the effect of photons in the modes of low-energy monochromatic radiation generated by point LEDs at the stage of germination of seeds of Abyssinian nougat (Lipchanin variety) and festulolium Allegro variety. The importance of the LED radiation factor for obtaining low-growing seedlings of plants at the stage of seed germination for breeding work is shown.*

Keywords: *Abyssinian nougat, festulolium, seedlings, productivity, seed germination, germination energy*

Научно-технические достижения в области световой инженерии создания светодиодных источников освещения позволили целенаправленно изучать эффекты воздействия на семена растений и их ростки при применении излучения светодиодами (СД) потоков фотонов различной энергетической интенсивности в непрерывном режиме с генерацией узковоловных (монохроматических) потоков фотонов. Светодиоды для растениеводства предоставляют возможность выбора определенной длины волны для целенаправленной реакции растений, однако исследования влияния спектрального качества на рост и развитие растений ограничены [1, 2]. Представляло интерес оценить возможности светодиодной техники для использования в НИР по ускоренной селекции новых сортов растений, начиная с направленного воздействия генерированных светодиодами монохроматическими потоками низкоэнергетических фотонов с этапа проращивания семян растений и получения проростков (микрорзелени).

Цель работы – проверка нового подхода с использованием управляемой светотехники и контролируемой генерации непрерывного потока фотонов в узком диапазоне спектров монохроматического воздействия на проращивание семян новой для России маслично-белковой сельскохозяйственной культуры нуга абиссинского (*Guizotia abyssinica* (L.f) Cass) [3] и семян известного в луговодстве фестулолиума сорта Аллегро (фестулолиум, *X Festulolium* F. Aschers. et Graebn.).

Материалы и методы. Исследования по воздействию низкоэнергетического монохроматического излучения светодиодной генерации проведены на экспериментальных макетах со встроенными точечными светодиодными

источниками ультрафиолетовой области в 380 нм (СД УФ), синего света в 440 нм (СД СС), зеленого света в 525 нм (СД ЗС), красного света в 660 нм (СД КС) и дальнего красного света в 730 нм (СД ДКС). Измеренные параметры интенсивности по плотности потока фотонов на уровне семян на подложке из минеральной ваты составили для вариантов исследований при СД УФ, СД СС, СД ЗС, СД КС и СД ДКС: 0,367, 6,904, 1,683, 2,577 и 3,506 мкмоль/м² с, соответственно. Режим инсоляции генерируемого света в экспериментах был непрерывным. Режим питания для ростков при проращивании семян растений был исключительно на резервных запасных веществах семян в течение всего эксперимента.

Для оценки воздействия на биологию развития растений при монохроматическом освещении с низкоэнергетическими характеристиками для исследований были взяты: нуг абиссинский (*Guizotia abyssinica* (L.f) Cass), сорт «Липчанин», созданный в Липецком НИИ рапса и зарегистрированный в госреестре селекционных достижений РФ в 2017 г. и фестулолиум сорта Аллегро (фестулолиум, *X Festulolium* F. Aschers. et Graebn.) селекции ФНЦ ВИК имени В. Р. Вильямса.

Проращивание семян проводили согласно ГОСТ 12038-84 с изменениями – использовалась подложка из минеральной ваты фирмы «Агрос». Увлажнение проводили дистиллированной водой по мере подсыхания подложки в ходе экспериментов с нугом в течении 7 дней и для экспериментов с фестуллолиумом в течение 10 дней (ГОСТ 12038-84). Использовали по 50 семян на подложке в каждом опыте с трехкратной повторностью. Температура проращивания семян в опытах 22...23 °С. Контролем служила темновая камера.

Результаты и обсуждение. В таблице приведены экспериментальные данные по влиянию СД монохроматического излучения низкой интенсивности потока фотонов для разных вариантов монохроматического освещения.

Таблица

Энергия прорастания, всхожесть семян нуга абиссинского и метрические характеристики ростков (масса и высота)

Показатели	Источники света, длины волн, нм					
	контроль (темнота)	СД УФ 380	СД СС 440	СД ЗС 525	СД КС 660	СД ДКС 730
Энергия прорастания семян, % (на 3сутки)	73,6	49,8	69,7	70,4	79,4	25,6
Всхожесть семян, % (на 7 сутки)	92,6	93,4	92,7	92,2	93,9	68,8
Высота ростков, см (на 7 сутки)	9,3	6,4	5,4	6,3	5,5	2,3
Масса 100 ростков, г (на 7 сутки)	5,40	4,11	5,14	5,40	4,70	3,88

Как видно из данных таблицы, только для СД ДСК наблюдалось существенное изменение энергии прорастания семян и высоты ростков на 7 сутки. При применении низкоэнергетического непрерывного освещения монохрома-

тическими СД-точечными источниками нет существенного изменения по всхожести семян с выраженной тенденцией снижения высоты ростков при несущественном снижении или отсутствия снижения массы 100 ростков в случае варианта СД СЗ.

Таким образом, показаны новые возможности получения низкорослых ростков нуга на стадии проращивания семян и получения зеленых ростков, что крайне важно для разработки ускоренных методов селекции и новых технологий получения микрозелени.

На рисунке 1 приведены данные по влиянию монохроматических спектров СД-излучателя низких интенсивностей на энергию прорастания и всхожесть семян фестуллолиума сорта Аллегро на 5 и 10 сутки.

Для СД УФ, СД СС, СД ЗС, СД КС и СД ДКС снижение энергии прорастания семян фестуллолиума составило относительно контроля (темнота) 16,0; 4,7; 7,0; 9,4 и 14,6 % соответственно. По показателям всхожести семян только для вариантов СД УФ, СД ЗС и СД ДКС имеется незначительное снижение всхожести семян на 7,6; 2,7 и 6,7 %, соответственно. Для вариантов СД СС и СД КС показатели всхожести практически соответствовали данным контроля (разница на 0,4 и 0,7 % в пределах погрешности измерений). Для варианта освещения СД ЗС высота ростков на 10 сутки превысила контрольный вариант на 4,8 %. Для всех других вариантов наблюдали формирование низкорослой микрозелени меньше контрольного варианта от 13,5 % (для СД УФ) до 30,2 % (для СД ДКС).

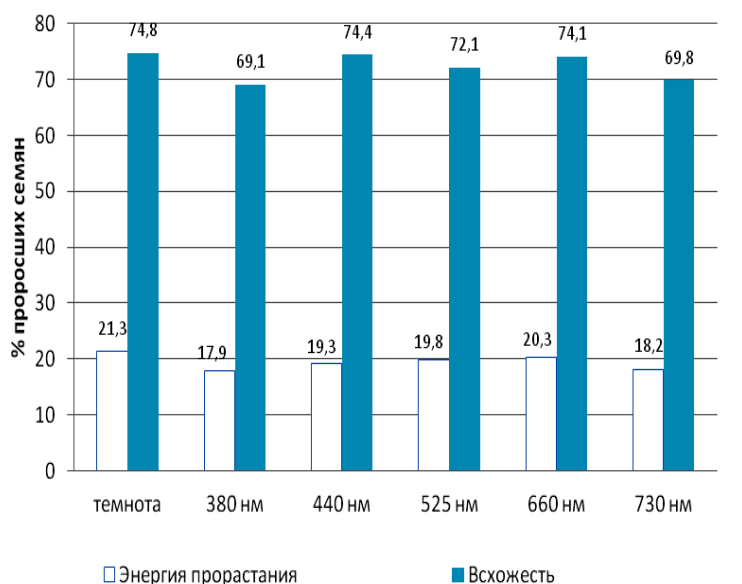


Рис. 1. Энергия прорастания (5 суток) и всхожесть семян фестуллолиума (10 суток)

По полученной массе (рис. 2) микрозелень проростков фестуллолиума для варианта СД ЗС превысила продуктивность контрольного на 14,2 %. Во всех других вариантах показатели продуктивности были меньше контрольного варианта от 3,0 % (СД СС) до максимального на 20,2 % (для СД ДКС).

Полученные данные позволяют надеяться на использование в селекции сельскохозяйственных растений биотехнологических подходов с применением

низкоэнергетического воздействия фотонов и для создания новых низкозатратных по энергопотреблению биотехнологий получения микрорезлени на основе семян сельскохозяйственных растений.

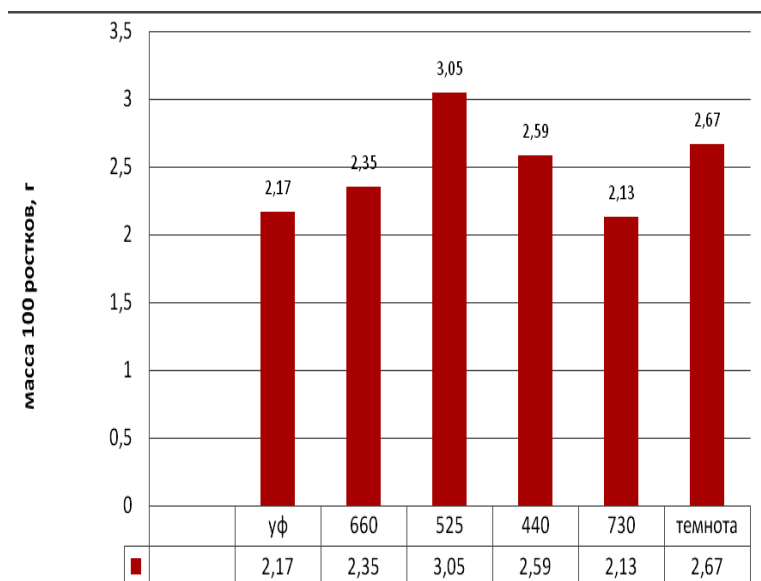


Рис. 2. Продуктивность по 100 росткам (микрорезлень) фестоуллиума (10 суток)

Проведенная экспертиза на научную новизну данного методического подхода по базам данных ФИПС Роспатента РФ показала отсутствие близких аналогов, а по предложенным вариантам изобретений и их практическим приложениям реализации получены патенты РФ [4, 5].

Список литературы

1. Massa G.D., Emmerich J.C., Morrow R.C., Bourget C.M., Mitchell C.A. Plant-growth lighting for space life support: a review // *Gravit. Space Res.* 2007. V. 19. P. 19–30.
2. Hernández R., Kubota C. Physiological responses of cucumber seedlings under different blue and red photon flux ratios using LEDs // *Environ. Exp. Bot.* 2016. V. 121. P. 66-74. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2015.04.001
3. Зеленков В.Н., Карпачев В.В., Белоножкина Т.Г., Воропаева Н.А., Лапин А.А. Жирнокислотный состав семян нуга абиссинского, их суммарная антиоксидантная активность и перспективы практического использования российского сорта «Липчанин» // *Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования.* 2017. № 12. С. 12-14.
4. Зеленков В.Н., Латушкин В.В., Косолапов В.М., Костенко С.И., Верник П.А. Способ активации проращивания семян злаковых луговых трав при светодиодном монохроматическом освещении. Патент РФ №2746276, 2021, приоритет от 18.09.2020.
5. Зеленков В.Н., Латушкин В.В., Лапин А.А., Карпачев В.В., Косолапов В.М., Верник П.А. Способ активации проращивания семян нуга абиссинского при светодиодном монохроматическом освещении. Патент РФ №2742614, 2021, приоритет от 04.09.2020.

Основные принципы селекции

И. Ю. Иванова, С. В. Ильина

*Чувашский НИИ сельского хозяйства –
филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
им. Н.В. Рудницкого,
п. Опытный, Российская Федерация*

Аннотация. *Целью статьи является ознакомление с проблематикой селекции для верного представления о том, как протекает процесс селекции, чего можно ожидать от селекционеров и от выведенных ими сортов и как скоро селекционеры способны реагировать на меняющиеся требования перерабатывающей промышленности.*

Ключевые слова: *методы селекции, генетическая вариативность, исходный материал, родоплеменной (pedigree) и популяционный методы, метод single seed descent (SSD)*

Basic principles of breeding

I. Y. Ivanova¹, S. V. Ilyina¹

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

Abstract. *The purpose of this article is to familiarize with the problems of breeding for a correct understanding of how the selection process proceeds, what can be expected from breeders and from the varieties they have bred, and how soon breeders are able to respond to the changing requirements of the processing industry.*

Keywords: *breeding methods, genetic variability, source material, pedigree and population methods, single seed descent (SSD) method*

Д.С. Смит в 1966 г. назвал селекцию «Искусством и наукой улучшения генетического потенциала растений» [1]. С тех пор прошло много времени, в селекции постоянно находят свое применение все новые и новые научные достижения, тем не менее, искусство отбора растений и использования результатов исследований для их улучшения остается неотъемлемой частью работы селекционера [2]. Современные сорта представляют собой вершину эволюции. Эта эволюция на протяжении многих десятков тысяч лет протекала путем естественного отбора, а с появлением человека, который начал выращивать сельскохозяйственные культуры, путем неосознанного выбора. И только в последние 150 лет развитие наших знаний о законах природы привело к сознательному отбору растений человеком и целенаправленному выведению им экономически значимых сортов [3].

Основным методом селекции является отбор, который может быть действителен только в популяции с достаточной генетической вариативностью. В генетически однородном потомстве (чистой линии) отбор не принесет желаемого эффекта, хотя вследствие влияния среды отдельные растения в чистой линии могут отличаться друг от друга. Подобные различия не насле-

дуются и не проявляются у потомства. Взаимодействие генотипа и среды – значительная проблема для селекционеров, так как при отборе разных признаков с ним необходимо считаться и соответствующими методами ограничить его влияние на правильность выбора. Среда по-разному влияет на разные признаки, а признаки по-разному наследуются. Это необходимо учитывать при выборе метода отбора того или иного признака. В природе генетическая изменчивость возникает в результате спонтанных мутаций, т.е. случайных наследственных изменений самых разных признаков. Причиной спонтанных мутаций служат разные виды естественного ионизирующего излучения (распад радиоактивных элементов в горных породах, космическое излучение), некоторых физиологических и биохимических процессов в клетках, а также некоторые другие влияния. Абсолютное большинство мутаций неблагоприятно для растения, и в процессе естественного отбора такие растения рано или поздно исключаются из популяции. Полезные мутации, наоборот, дают преимущество их носителям, и путем естественной селекции происходит их распространение. У растений с перекрестным опылением далее происходит взаимное скрещивание, и возникают новые комбинации генов. У самоопыляющихся растений спонтанное скрещивание происходит только спорадически, и потому для них в меньшей степени характерны рекомбинации генов в процессе естественного развития.

Возникшую естественным путем генетическую вариативность человек использовал уже давно. Когда для посева он выбирал неизменно лучшие колосья из лучших побегов, он осуществлял таким образом отбор, пусть еще и не осознанный. Позднее, начиная со второй половины XIX и в начале XX века, когда были открыты основные принципы генетики и законы наследственности, селекционерами осуществлялся уже осознанный отбор в популяциях местных сортов. Время показало, что генетическая вариативность местных сортов, по существу, ужу исчерпана, и началось целенаправленное скрещивание двух разных родительских растений. Среди их потомства уже осуществлялась селекция требуемых свойств. До сегодняшнего дня скрещивание остается основным методом получения генетической вариативности, и абсолютное большинство сортов появилось в результате отбора в популяциях, полученных путем скрещивания соответствующих родительских форм.

Весь процесс селекции можно разделить на несколько основных этапов, каждый из которых имеет существенное значение для достижения конечного результата. Прежде всего, необходимо точно определить цель, которая должна быть достигнута. Исходя из нее, селекционер выбирает соответствующий исходный материал и метод селекции, а также стратегию и тактику для отдельных требуемых свойств. В процессе селекции появляется огромное количество данных, которые должны быть проанализированы, обобщены и правильно интерпретированы. Результатом успешной селекционной работы является регистрация нового сорта, его внедрение в сельскохозяйственную практику и использование в перерабатывающей отрасли.

Исходя из поставленной цели селекции, исходный материал выбирается так, чтобы его генетические свойства содержали предпосылки для успешного

выбора линии, отвечающей поставленной цели. Правильный выбор исходного материала является необходимым условием достижения поставленной цели: на основе неподходящего исходного материала нельзя получить сорт с заданными свойствами. Однако правильно выбрать исходный материал не так легко, так как селекционер имеет дело со многими комплексными генетическими признаками и свойствами, и с уверенностью сказать, какой исходный материал наиболее подходит для получения желаемого результата, невозможно. Хотя существуют определенные рекомендации и описания методов выбора исходного материала [4, 5, 6], ни один из них не может быть использован безоговорочно. Поэтому в селекционной практике всегда разрабатывается широкий исходный материал с учетом того, что большое количество комбинаций в процессе селекции будет исключено.

Преобладающим методом получения генетической вариативности остается скрещивание двух разных генотипов. Принцип данного метода основан на кастрации цветков (причем удаляются именно незрелые пыльники), изоляции колоса для избежания нежелательного опыления чужой пылью, а через несколько дней – опыления выбранной отцовской формы. Исходным материалом для скрещивания являются те родительские формы, в потомстве которых можно ждать появления желаемых комбинаций генов. Для скрещивания обычно используют проверенные отечественные и импортные сорта с исключительными свойствами, адаптированные к данным климатическим условиям. Если стоит специальная цель, например, перенесение какого-либо генетически обусловленного признака (чаще всего, устойчивость к болезням) в производительный генотип, можно использовать и сорта, неадаптированные к данным условиям, например, сорта – генный материал мирового ассортимента или некультурный родственный подвид.

Основным критерием выбора метода селекции является способ размножения селекционируемой культуры (например, пшеница – самоопыляющееся растение, следовательно, необходимо использовать какой-либо из методов, пригодных для данного типа растений). Следующими факторами, которые влияют на выбор метода селекции, являются цель селекции, использованный исходный материал, технические и экономические возможности, а также опыт и представления селекционера.

При конвенциональной селекции самоопыляющихся растений используется множество разных методов и их вариантов, основными из которых и принципиально отличающимися друг от друга являются родоплеменной (pedigree) и популяционный методы. Кроме того, существуют особые методы для достижения разных специфических целей, методы мутационной селекции и генной инженерии.

Родоплеменной (pedigree) метод основан на повторяющемся ежегодном индивидуальном отборе растений или колосьев в течение нескольких поколений с последующими многоступенчатыми тестами. После скрещивания двух гомозиготных родителей поколение F1 генетически однородно, поэтому отбор начинается с поколения F2, когда происходит слияние/расщепление генов.

В этом поколении большинство растений уже гетерозиготны, и доля гомозиготных растений начинает стремительно увеличиваться только в следующих поколениях. Индивидуальный отбор можно завершить по достижении достаточной фенотипической и генотипической однородности. В чистом виде родоплеменной метод уже практически не используется, так как он достаточно трудоемок и занимает много времени, а в потомстве растений (колосьев) затруднительно проводить отбор по качественным признакам.

Противоположностью родоплеменному методу является популяционный метод. После скрещивания обычно до поколения F5 не проводят никакого отбора, материал лишь пересевают как популяцию. В материале растет количество гомозиготных растений, общая изменчивость остается неизменной. Потомство растений, выбранное в поколение F5, в большинстве своем уже достаточно выровненное, и в последующие годы можно приступить к уборке урожая. Этот метод менее трудоемкий, но его недостатком является то, что под влиянием конкуренции между растениями популяции возникает естественный отбор, направление которого может не совпадать с целью селекции, и генетический дрейф, результатом которого является редукция генетической изменчивости популяции.

Этого недостатка лишен метод *single seed descent* (SSD), иногда называемый также однозерновым высевом [7]. Он заключается в том, что, начиная с поколения F2, в следующее поколение высеваются только одно зерно от каждого растения. Тем самым обеспечивается сохранение генетической изменчивости без влияния естественного отбора и генетического дрейфа. Пересеваемые популяции должны иметь достаточный размер (несколько сот растений), что существенно меньше, чем при популяционном методе. Весь процесс можно значительно ускорить, если выращивать безвегетационные поколения в парнике или в районах южного полушария. Через несколько поколений, пересеянных таким образом, начинают индивидуальный отбор и тестирование возникших линий.

Одним из вариантов методов селекции, используемых в селекционной практике для пшеницы, является так называемый популяционно-родоплеменной метод [8]. Поколения от F1 до F3 такие же, как в методе *pedigree*, но в F3 не осуществляют индивидуального отбора, а выбирают лучшие линии и в их рамках – лучшие растения разного типа для сохранения генетической вариативности. Число выбранных линий и растений должно быть достаточно велико (десятки линий из одной комбинации и десятки колосьев из одной линии). Полученное из одной комбинации зерно смешивают вместе и высевают в F4 как новую, улучшенную популяцию. В F4 не проводят отбора, популяция снова высевается в поколении F5. Возможным вариантом является скрининг, например, крупности (схода с сита 2,5 мм) в популяциях F4 и F5. Индивидуальный отбор можно начинать в поколении F5 или F6, затем следует тестирование отдельных линий. Другим примером может быть метод раннего тестирования урожая (иногда также называемый методом потомства F2 расте-

ний) [9]. При использовании этого метода первые тесты урожая начинаются уже в поколении F4, а в последующих поколениях (F5, F6) проводят реселекцию для получения достаточно выравненной линии.

Заключение. Среди селекционеров иногда возникают споры о том, какой метод селекции является самым лучшим. Этот спор нельзя однозначно разрешить, так как каждый из методов имеет и плюсы, и минусы, а разные методы могут быть пригодны для разных целей и задач. Ценность метода селекции оценивается таким образом: каждый метод, который учитывает генетические законы, дает возможность постепенно, в течение поколений изменить исходный материал, используя многоэтапный отбор, и при этом является удовлетворительным с технико-экономической точки зрения, пригоден для использования и является предпосылкой успешного достижения цели селекции.

Список литературы

1. Хейн Э.Д., Смит Д.С. Селекция пшеницы / В сб.: Пшеница и ее улучшение. М.: Колос. 1970. С. 296-333.
2. Грабовец А.И., Фоменко М.А. Изменение климата и методология создания новых сортов пшеницы и тритикале с широкой экологической пластичностью // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. №. 12. С. 16-19.
3. Беспалова Л.А. Развитие генофонда как главный фактор третьей зеленой революции в селекции пшеницы // Вестник Российской академии наук. 2015. № 85(1). С. 9-11. DOI: <https://doi.org/10.7868/S086958731501003X>
4. Амунова О.С. и др. Исходный материал для селекции мягкой яровой пшеницы в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. Т. 22. №. 5. С. 661-675. doi: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.661-675>
5. Медведев А.М. и др. О методах и результатах создания исходного материала для селекции перспективных сортов озимой тритикале // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. №. 1 (33). С. 82-87. doi: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11160>
6. Жилин Н.А. и др. Сорт 'Биос 1' как исходный материал для селекции ячменя // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. Т. 181. №. 2. С. 96-100. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-2-96-100>
7. Surma M. et al. A multivariate approach to the selection of pea (*Pisum sativum* L.) lines obtained by the single seed descent technique // Genetika. 2017. Т. 49. №. 1. С. 365-376. DOI: <https://doi.org/10.2298/GENSR1701365S>
8. Коробейников Н.И. Селекция яровой мягкой пшеницы на урожайность в условиях Алтайского края: методические решения и новые сорта // Современные проблемы сельского хозяйства и пути их решения. 2000. С. 102-115.
9. Седловский А.И. и др. Селекция растений: повышение эффективности селекции пшеницы на продуктивность, качество и устойчивость с использованием нетрадиционных методов // Бюллетень Никитского ботанического сада. 2009. №. 99. С. 49.

Растительный биопрепарат «Trit»

К. Ю. Иванова^{1,2}, И. А. Атаманова², А. Е. Надымова^{1,2}

¹Пермский НИИСХ – филиал ПФИЦ УрО РАН

²ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ

г. Пермь, Россия

Аннотация. Многие производители сельскохозяйственной продукции сталкиваются с проблемой низкой урожайности посевов зерновых. Низкая урожайность чаще всего связана с низкой всхожестью семян, а также поражением болезнями, в частности, корневыми гнилями. В статье представлена разработка растительного биопрепарата из пророщенных семян тритикале озимой. Биологический препарат разработан с целью повышения всхожести семян и защите их от болезней. Описана методика создания препарата и лабораторные исследования на всхожесть основных зерновых сельскохозяйственных культур. Выявлено существенное влияние разработанного биопрепарата «Trit» на лабораторную всхожесть исследуемых зерновых культур.

Ключевые слова: урожайность, всхожесть, озимая тритикале

Herbal biological product "Trit"

K. Yu. Ivanova^{1,2}, I.A. Atamanova², A.E. Nadyмова^{1,2}

¹Perm Federal Research Center Ural Branch RAS,

²Perm State Technical University, Perm, Russia

Abstract. Many agricultural producers are faced with the problem of low yields on grain crops. Low yields are most often associated with low seed germination, as well as disease damage, in particular root rot. The article presents the development of a plant biological product from sprouted seeds of winter triticale. The biological preparation was developed to increase the germination of seeds and protect them from diseases. The methodology for creating the drug and laboratory tests on the germination of the main grain crops are described. A significant influence of the developed biological product "Trit" on the laboratory germination of the studied grain crops was revealed.

Keywords: productivity, germination, winter triticale

Для Пермского края по-прежнему остается актуальной проблема недобора зерна. Низкая урожайность в посевах зерновых культур связана в первую очередь с низкой полевой всхожестью, а также поражением болезнями, в частности, корневыми гнилями. Зерновые культуры занимают большую часть площадей. Полевая всхожесть составляет от 60 до 70 %, это связано с недостаточной обработкой посевного материала. Данная проблема наблюдается не только в Пермском крае, но и в целом по стране. В России на долю зерновых культур приходится 48 % всех площадей. Валовый сбор зерна уменьшается с каждым годом на 5...8 %, что связано с развитием многих болезней зерновых культур и недостаточно развитой системой обработки посевного материала. Для решения данной проблемы мы хотим предложить предприятиям растительный биопрепарат. Бизнес, связанный с созданием биологических средств защиты растений, набирает оборот. Благодаря всемирной тенденции биологизации и увеличению спроса населения на органические продукты питания

прослеживается тенденция применения биопестицидов. Биопрепараты более безопасны в использовании, чем химические препараты защиты растений. Они не имеют отрицательного влияния на окружающую среду, а также являются более выгодными экономически. Поэтому использование биологического препарата целесообразнее. Основой нашего растительного биопрепарат является вытяжка проросших семян озимой тритикале сорта Цекад 90. Озимая тритикале является гибридом ржи и пшеницы, сочетающим в одном растении ценные свойства высокого качества зерна пшеницы с высокой зимостойкостью и неприхотливостью ржи. Тритикале обладает повышенной морозостойкостью, устойчивостью против грибных и вирусных болезней, пониженной требовательностью к плодородию почвы. Содержание белка в тритикале на 1,0...1,5 % выше, чем у пшеницы, и на 3...4 %, чем у ржи.

Цель исследования – разработка растительного биопрепарата на основе вытяжки из семян тритикале. Средство защиты предназначено для обработки семян зерновых сельскохозяйственных культур. Действие данного препарата позволяет повысить полевую всхожесть в производстве. Впервые разработан биологический препарат защиты растений, за счет которого будет повышаться полевая всхожесть ведущих зерновых сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы. Для проведения лабораторного опыта была изготовлена вытяжка. Технология производства вытяжки:

- 1) семена тритикале массой 100 г заливают водой до полной влагоемкости;
- 2) проросшие семена измельчают, и в пропорции $\frac{1}{4}$ смешивают с водой;
- 3) полученную смесь фильтруют и оставляют на сутки.

После изготовления растительного биопрепарата в лабораторных условиях был заложен опыт по определению лабораторной всхожести.

Схема опыта:

Фактор А – культура: 1 – пшеница (контроль); 2 – ячмень; 3 – овес.

Фактор В – обработка семян биопрепаратом: 1 – без обработки (контроль); 2 – с обработкой.

Проращивание обработанных препаратом и необработанных семян проводили в чашке Петри на фильтровальной бумаге. После подсчета всходов рассчитали лабораторную всхожесть семян.

Результаты и обсуждение. В таблице 1 представлены результаты лабораторного опыта.

Таблица 1

Лабораторная всхожесть, %

Применение биопрепарата (В)	Культура (А)			Среднее по фактору В
	пшеница	ячмень	овес	
Без обработки	85,5	66,5	70,8	67,6
Обработка препаратом Trit	91,0	75,8	85,0	83,9
Среднее по фактору А	88,3	66,2	72,9	
НСР ₀₅		главных эффектов		частных различий
фактора А		1,6		2,8
фактора В		1,7		2,5

При обработке семян биопрепаратом выявлен рост лабораторной всхожести. В вариантах без обработки всхожесть составила от 66,5 до 85,5 %. При обработке всхожесть повысилась на 5...10 % и составила от 75,8 до 91 %.

Проведен анализ рынка используемых на предприятиях средств защиты растений. В табл. 2 представлены лидеры рынка среди биологических препаратов. В настоящее время на рынке средств защиты растений прямых конкурентов разработанному нами биопрепарату нет. При сравнении нашего препарата с аналогами, существующими на рынке, видно, что наша разработка имеет наименьшую стоимость.

Таблица 2

Анализ лидеров рынка

Препарат	Цена, руб./т
Фитоспорин-М	800
Тиходермикс	9 0000
Фармайод 10 %	3 600
Trit	450

Заключение. В результате проведенных лабораторных исследований выявлено, что применение растительного биопрепарата влияет на повышение лабораторной всхожести семян основных сельскохозяйственных зерновых культур. Производя экономическую оценку, можно утверждать, что разработанный нами растительный биопрепарат по своей стоимости является более доступным, чем аналоги, представленные на рынке.

Список литературы

1. Биопрепараты и регуляторы роста в ресурсосберегающем земледелии: учебное пособие / составители В.А. Гущина, А.А. Володькин. Пенза: ПГАУ, 2016. 206 с.
2. Вершинин В.И. Власова И.В., Никифорова И.А. Аналитическая химия: учебник для вузов. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 428 с.
3. Каримова Л.З., Колесар В.А. Биологическая защита растений от стрессов. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 100 с.
4. Кошелева А.Б. Методы фитосанитарного мониторинга и защиты семян сельскохозяйственных культур от возбудителей болезней. Самара: СамГАУ, 2020. 191 с.
5. Наумкин В.Н., Ступин А.С. Технология растениеводства: учебное пособие для вузов. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 592 с.
6. Тепляков Б.И. Обыкновенная корневая гниль яровой пшеницы на чернозёмах в лесостепной зоне Западной Сибири. Новосибирск: НГАУ, 2012. 146 с.

Оценка влияния ростостимулирующего препарата Милефунг™ на развитие и продуктивность люпина однолетнего

*А. П. Кислицына, А. Ю. Софронова, Е. В. Светлакова,
Е. Н. Носкова, 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 изучению действия биоорганического стимуляторов роста Милефунг™ и Милефунг™ + В+Мо на люпине узколистном сорта Брянский кормовой. Установлено, что действие стимуляторов роста не повлияло на урожайность зелёной массы (уборка в фазу блестящих бобов), но способствовало росту семенной продуктивности. Обработка семян люпина Милефунг™ и Милефунг™ + В+Мо повысила урожайность семян на 40,0...41,4 %, а обработка посевов в межфазный период «бутонизация – начало цветения» на 50,7 % по отношению к контрольному варианту без обработки.

Ключевые слова: люпин узколистный, Брянский кормовой, стимулятор роста, урожайность

Evaluation of Milefung™ Growth Stimulant on the development and productivity of one-year lupin

*A. P. Kislitsyna, A. Yu. Sofronova, E. V. Svetlakova,
E. N. Noskova, F. A. Popov*

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

Abstract. The article presents the results of field experience on the action of bioorganic growth stimulants Milefung™ and Milefung™ + B + Mo on the narrow-leaved lupine cv. Bryansky kormovoy. It was found that the action of growth stimulants did not affect the yield of green mass (harvesting during the shiny bean phase), but contributed to an increase in seed productivity. The treatment of lupine seeds with Milefung™ and Milefung™ + B + Mo increased the seeds yield by 40.0...41.4 %, and the treatment of crops in the butonization-flowering period by 50.7 % in relation to the control variant without treatment.

Keywords: narrow-leaved lupine, Bryansky kormovoy, growth stimulant, yield

Дефицит белка в кормопроизводстве различных стран по экспертным оценкам составляет 20...25 % от общей потребности [1]. В Кировской области, по данным агрохимцентра «Кировский», обеспеченность кормов переваримым протеином (в среднем по области) составляет 80 %, что является причиной значительного перерасхода кормов (в 1,3...1,5 раза) на производство единицы животноводческой продукции. Поэтому в решении проблемы кормового белка важная роль отводится зернобобовым культурам, в том числе люпину узколистному. В зерне люпина содержится до 30...40 % белка, углеводов (до 40 %), различные минералы и витамины. Кроме того, благодаря уникальным биоло-

гическим особенностям, он способствует повышению плодородия почвы с одновременным улучшением ее физического, агрохимического и фитосанитарного состояния [2]. В то же время в условиях Северо-Востока Нечернозёмной зоны люпин узколистный не всегда обеспечивает высокую продуктивность, что связано зачастую с эдафическими и погодными условиями региона, и это сдерживает его внедрение в производство. В последние годы широкое распространение в земледелии получили различные биоорганические удобрения, стимуляторы роста, которые способствуют усилению роста и развития растений, повышают их устойчивость к негативному воздействию различных стрессов [3]. В связи с этим, оценка эффективности препарата Милефунг™ (производитель «Вятский агроконцерн»), созданного на основе комплекса биостимуляторов природного происхождения (гуминовые и терпеновые кислоты) и микроэлементов в хелатной форме, на культуре люпина узколистного является перспективной темой исследований.

Цель исследований – изучить влияние биоорганического стимулятора роста Мелифунг™ на ростовые процессы и продуктивность люпина узколистного сорта Брянский кормовой.

Материалы и методы. В опыте был использован сорт люпина узколистного Брянский кормовой селекции ВНИИ люпина (г. Брянск), так как по результатам наших предыдущих исследований 2020...2022 гг., он выделялся стабильной зерновой продуктивностью [4]. Исследования проводились на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока (с. Красное). Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, сильноокислая, содержание подвижного фосфора (P_2O_5) – 150,0 мг/кг и обменного калия (K_2O) – 143,0 мг/кг почвы (по Кирсанову, ГОСТ 206207-91), низким содержанием гумуса – 1,67 % (по Тюрину, ГОСТ 26213-91), средней обеспеченностью бором – 0,4 мг/кг почвы, низкой – молибденом – 0,09 мг/кг почвы.

Общая площадь делянки 15 м², повторность 4-кратная. Предшественник озимая пшеница. Осенью проведена вспашка на глубину пахотного слоя с оборотом пласта. Весной проведено ранневесеннее боронование, культивация с прикатыванием и посев семян сеялкой точного высева. Перед культивацией общим фоном внесены фосфорно-калийные удобрения в дозе $P_{30}K_{60}$ в виде простого суперфосфата и хлористого калия.

Все семена перед посевом были обработаны препаратом специфических клубеньковых бактерий *Rhizobium lupine*, а так же, в соответствии со схемой опыта, стимулятором роста «Милефунг™» и «Милефунг™ + Бор + Молибден» с рекомендуемой производителем нормой препарата (400 мл на 1 т семян при расходе рабочего раствора 10 л/т). Внекорневую обработку травостоев люпина узколистного «Милефунг™ + Бор + Молибден» (3 вариант) осуществляли в межфазный период «бутонизация - начало цветения» (норма расхода препарата 200 мл/га при расходе рабочего раствора 200 л/га). Посев проведён 3 мая. Уборка зелёной массы – в фазу блестящих бобов 7 августа, зерна – комбайном Сампо-130 14 сентября. Отбор пробных снопов для определения биологической урожайности и структуры – перед уборкой урожая.

Исследования и наблюдения в опыте проведены в соответствии с «Методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами» (1997) и «Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1985).

Результаты и обсуждение. Метеорологические условия 2023 года были крайне контрастными. Дождливая и холодная погода в начальный период вегетации привела к переуплотнению почвы и не способствовала образованию и развитию клубеньковых бактерий на корнях люпина. До фазы цветения при отборе образцов растений на корнях люпина обнаруживали единичные неактивные клубеньки. Наличие активных клубеньков на корнях люпина было отмечено к фазе сизых бобов на центральной кисти. Обработка препаратами Милефунг™ не повлияла на их формирование.

Анализ данных по полевой всхожести показал, что обработка семян стимулятором роста Милефунг™ приводила к незначительному повышению полевой всхожести люпина (на 2,5 %), а использование препарата с добавлением микроэлементов - на 4,5 % в сравнении с вариантами без обработки.

Сохранность растений к уборке составила 93,4 % в контрольном варианте, при обработке препаратом Милефунг™ - 92,9 и до 97,8 % (обработка семян Милефунг™ + Бор + Молибден).

Обработка семян и посевов по вегетации стимуляторами роста не влияла на развитие растений до фазы цветения, высота растений была на уровне 30...32 см. Тенденции к замедлению роста растений в высоту наблюдались с фазы начала формирования бобов. К фазе блестящих бобов на центральной кисти наиболее низкорослыми были травостои с обработкой Милефунгом™ + Бор + Молибден по вегетации – 39,7 см, что на 3,9 см ниже, чем в контрольном варианте.

Урожайность зелёной массы при обработке ростостимулирующими препаратами была на 12...14 % ниже контроля, но различия были статистически недостоверны. Также обработка Милефунгом™ не способствовала накоплению сухого вещества люпином узколиственным. К фазе блестящих бобов сухая биомасса люпина была на 1,9...16,9 % ниже контрольного варианта (табл. 1).

Таблица 1

Влияние препаратов Милефунг на урожайность люпина однолетнего сорта Брянский кормовой и высоту растений (фаза блестящих бобов)

Варианты опыта	Высота растений, см	Урожайность зелёной массы, г/м ²	Сбор сухого вещества, г/м ²
Без обработки	43,6	4 969	900
Милефунг + В + Мо (обработка семян)	41,7	4 339	757
Милефунг+В+Мо (по вегетации)	39,7	4 270	800
Милефунг (обработка семян)	40,1	4 710	883
НСР ₀₅	Fф < Fт	Fф < Fт	Fф < Fт

Погодные условия года негативно отразились на образовании генеративных органов люпина. В условиях прохладной и сухой погоды в периоды

бутонизация и цветение на центральной кисти сформировалось всего 1...2 боба и не все семяпочки развились в полноценные горошины.

Прошедшее похолодание, а затем тёплая погода и обильные осадки в июле спровоцировали развитие боковых побегов с последующим активным цветением, что привело к образованию бобов на боковых ветвях и продлению вегетационного периода у культуры. Если на главном стебле фаза блестящих бобов была отмечена 7 августа, то на боковых побегах даже в сентябре было большое количество зелёных и сизых бобов.

В среднем за 2020...2022 годы вегетационный период составил 90...92 дня, в 2023 году уборку провели только 14 сентября. Даже на 134 день вегетации листья растения были зелёные, что затрудняло уборку и привело к значительным потерям зерна. Поэтому урожайность при уборке комбайном была значительно ниже биологического урожая и составляла 6,4...7,0 ц/га. Различия между вариантами опыта были статистически недостоверными ($F_f < F_t$).

В таблице 2 приведена биологическая урожайность, полученная по пробным снопам с учетных площадок, где не учитывались зелёные бобы (учитывались бобы с сформированными семенами).

Таблица 2

Влияние препаратов Милефунг на урожайность зерна люпина однолетнего сорта Брянский кормовой, г/м²

Вариант опыта	Урожайность	± к контролю, %
Без обработки	79,5	-
Милефунг+В+Мо (обработка семян)	112,4	+41,4
Милефунг+В+Мо (по вегетации)	119,8	+50,7
Милефунг (обработка семян)	112,2	+41,0
НСР ₀₅	19,9	

Установлено, что обработка ростостимулирующими препаратами способствовала повышению урожайности. Наибольший эффект проявился при обработке посевов Милефунг+В+Мо - 50,7 % к контролю.

Исходя из полученных данных, можно отметить, что использование препаратов способствовало образованию в 1,3...1,4 раза больше бобов на 1 растение, чем без обработки, ускорению созревания семян, но не повлияло на количество семян в бобе и массу 1000 семян.

Заключение. Таким образом, применение биоорганического стимулятора роста Милефунг™ повлияло на рост зерновой продуктивности люпина узколистного благодаря стимулированию оттока питательных веществ в семена и ускорению наступления полной спелости, как на центральной ветви, так и боковых побегах, что способствовало получению биологической урожайности семян на 41,0...50,7 % больше, чем на контрольном варианте.

Список литературы

1. Цеван В.Н., Тарахуно Г.И. Урожайность и содержание белка в семенах образцов люпина узколистного и жёлтого в конкурсном испытании // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 2. С. 63-70.

2. Люпин – селекция, возделывание, использование / Косолапов В.М., Яговенко Г.Л., Лукашевич М.И. и др. Брянск: Брянское областное полиграфическое объединение, 2020. 304 с. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44359917>

3. Яхин О.И., Лубянов А.А., Яхин И.А. Биостимуляторы в агротехнологиях: проблемы, решения, перспективы // Агрехимический вестник. 2016. № 1. С. 15-21.

4. 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. <https://elibrary.ru/item.asp?id=50745821>

УДК 631.16.524.02

**Разнообразие по продолжительности вегетационного периода
образцов ярового ячменя из коллекции ВИР
в условиях Северо-Западного региона РФ**

О. Н. Ковалева, К. А. Лукина

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

Аннотация. *Продолжительность вегетационного периода является одним из признаков, влияющим на урожайность и качество зерна. Проведено изучение 244 образцов ярового ячменя различного эколого-географического происхождения на полях НБП «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» в 2023 г. В результате выявлено, что, независимо от происхождения, образцы набора в условиях Северо-Западного региона характеризовались раннеспелостью и созревали на уровне стандарта Белогорский. На продолжительность вегетационного периода образцов Австралии и высокогорных районов климатические изменения не повлияли. Уменьшение длины вегетационного периода образцов из стран Европы, Азии, Северной Америки расширяет возможность поиска источников для селекции ярового ячменя в условиях Северо-Западного региона.*

Ключевые слова: *селекция*

**Diversity of vegetative period length of spring barley accessions from the
VIR collection in the North-Western region of the Russian Federation**

O. N. Kovaleva, K. L. Lukina

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

Abstract. *A vegetative period length is one of the characteristics that affects the yield and grain quality. 244 spring barley accessions from various ecological and geographical origins were studied in the fields of the NBP «Pushkin and Pavlovsk laboratories of VIR» in 2023. As a result, in the North-Western region conditions the samples of the set were characterized by medium early maturity as the standard Belogorskiy. Vegetative period length of the Australian and highland samples was not affected by climate change. Reducing the length of the vegetative period from the countries of Europe, Asia, and North America expands the possibility of searching for selection sources of spring barley in the North-Western region conditions.*

Keywords: *selection*

Изучение вегетационного периода является основной частью селекционного процесса. От его продолжительности зависит множество свойств, определяющих размер и качество урожая [1]. Оптимальная продолжительность вегетации растений способствует более полному использованию природных ресурсов конкретной почвенно-климатической зоны и, в определенной мере, помогает избегать негативного действия неблагоприятных факторов среды [2]. Продолжительность вегетационного периода зависит как от генотипа сорта, так и от внешних условий, в которых он развивается [3]. Являясь скороспелым на родине, в других условиях среды сорт может быть позднеспелым и даже совсем не вызревать [4]. Продолжительность вегетационного периода определяется наступлением и длительностью фаз развития растения, которые контролируются генотипом. В условиях земледелия северных регионов РФ значительную роль играют раннеспелые сорта, сочетающие холодостойкость с устойчивостью к заморозкам. Такие сорта уходят от поражения грибными болезнями, менее восприимчивы к корневым гнилям, относительно устойчивы к эдафическим стрессам, успевают полностью созреть до осенних дождей и заморозков, обеспечивают производство кондиционных семян [5]. В то же время основной проблемой создания раннеспелых и высокоурожайных сортов ячменя является отрицательная корреляция между этими важными характеристиками. Изучение коллекционного материала различного эколого-географического происхождения в условиях Северо-Западного региона при изменении климата позволит выявить новые источники, характеризующиеся устойчивостью к засухе в критические по влагообеспеченности фазы развития или уходящие от засухи и холодостойкие на ранних этапах развития.

Материалы и методы. Проведено изучение 244 образцов ярового ячменя различного эколого-географического происхождения. Выборка была представлена пленчатыми и голозерными формами ярового ячменя из 41 страны (рис.) и включала местные, староместные и современные сорта.

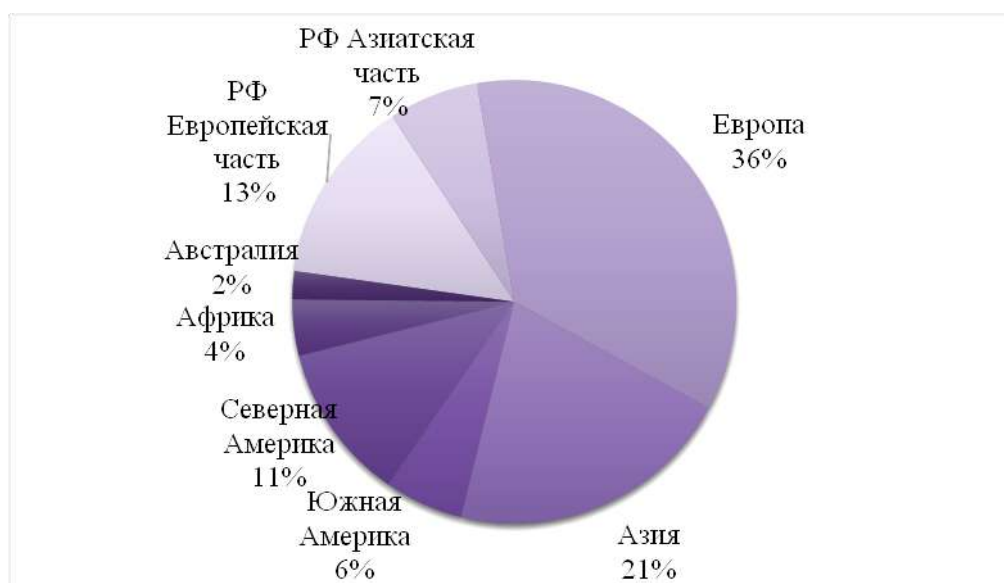


Рис. Распределение образцов ячменя по эколого-географическому происхождению

При анализе продолжительности вегетационного периода все образцы рассматривали на основе разделения на агроэкологические группы [6]. Образцы высевались на полях НБП «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» в 2023 г. Посев образцов проведен в оптимальный срок – 10 мая, всходы отмечены 18 мая. Образцы высевали на делянках 1 м². Наблюдения и оценки продолжительности вегетационного периода, а также дополнительные характеристики по высоте растений и устойчивости к полеганию, проводили с использованием «Методических указаний ...» [7]. В качестве стандартов были взяты районированный среднеспелый и широко возделываемый сорт Суздалец (к-30314, *nutans*, Московская обл.) и районированный многорядный среднеранний сорт Белогорский (к-22089, *pallidum, rivotense*, Ленинградская область). Для определения скороспелости использовали сорт Potra (к-26209, *parallelum*, Финляндия).

Погодные условия 2023 года отличались от средних многолетних показателей, что повлияло на роста и развития ячменя (табл.).

Таблица

Погодные условия за 2023 г. (Пушкин)

Месяц	Декада	Среднесуточная температура воздуха, °С		Сумма осадков, мм	
		2022 г.	среднее многолетнее	2022 г.	Среднее многолетнее
Май	1	7,14	9,56	7,9	
	2	14,06	11,5	3,1	
	3	14,63	13,3	5,7	
	Среднее	11,9	11,5	16,7	47
Июнь	1	11,89	14,75	10	
	2	19,03	16,05	0	
	3	20,95	17,43	37,9	
	Среднее	17,3	16,1	47,9	69
Июль	1	17,53	18,65	47,4	
	2	18,8	19,31	10	
	3	19,24	19,3	37,5	
	Среднее	18,5	19,1	95	84
Август	1	22,3	18,63	19,9	
	2	19,94	17,58	11,7	
	3	19,54	16,12	16,9	
	Среднее	19,9	17,4	48,5	87

Средняя температура воздуха в мае составила 11,9 °С. Первая декада мая была прохладной, во второй и третьей декадах температура на 2,5 и 1,3 °С соответственно превышала средние многолетние показатели. За месяц выпало 17 мм осадков (35 % от нормы), что привело к задержке и изреженности всходов. Июнь отличался более прохладной погодой в первой декаде (на 3 °С ниже нормы) и высокой температурой воздуха во второй и третьей декадах (на 3,0...3,5 °С выше нормы). Во второй декаде отмечено полное отсутствие

осадков. Основная часть осадков выпала в конце месяца – 48 мм (70 % от нормы). Дефицит осадков и высокая температура воздуха отрицательно сказались на развитии растений, что привело к низкому кущению и отставанию в росте. Июль был умеренно теплым. Средняя температура за месяц составила 18,5 °С, выпало 95 мм осадков. Это повлияло на образование большого числа подгонов. Август был самым жарким летним месяцем, со средней температурой 19,9 °С. Осадков выпало 49 мм (56 % от нормы). Такая погода способствовала тому, что сформированное на подгонах зерно созрело и компенсировало недобор зерна из-за июньской засухи.

Результаты и обсуждение. Изучено 5 образцов ярового ячменя из Австралии, представленных, главным образом, современными сортами. Все образцы относятся к группе раннеспелых, продолжительность вегетационного периода от 67 до 72 дней: к-5211 Река, к-31151 Sloop VIC, к-31153 Maskay, к-31154 Yarra, к-31156 Dhow. Отмечена изменчивость периода от всходов до колошения от 36 до 41 дня. Период колошение-созревание у всех образцов не различался и составил 31...32 дня. Все образцы характеризовались укороченной соломиной, высота которой не превышала 65 см, однако в условиях Северо-Западного региона они неустойчивы к полеганию.

Группа образцов из Афганистана, Пакистана, Ирана, Турции, Йемена представлена 11 местными, преимущественно голозерными формами. Длина вегетационного периода варьировала от 62 до 79 дней. Три образца (к-31239 Местный, к-31069 IG 24550 и к-28184 Местный) относятся к ультраскороспелым с продолжительностью вегетационного периода 62...65 дней. Местные образцы Турции к-9011 и к-17725 являлись среднеспелыми (79 дней). Остальные образцы относятся к группе раннеспелых (67...75 дней). У местного образца из Турции к-9011 при длине периода всходы-колошение, соответствующему продолжительности данного периода раннеспелых образцов, период колошение-созревание удлинен, что привело к среднеспелости. В основном образцы относятся к группе низкорослых, с низкой устойчивостью к полеганию.

В группу из Беларуси, Латвии, Украины входило 27 современных сортов. Для данной группы определена изменчивость продолжительности вегетационного периода от 63 до 80 дней. Наибольшую изменчивость по длине вегетационного периода показали образцы из Украины: 3 образца (к-31254 Ковчег, к-31300 Водограй, к-4788 Местный) относятся к ультраскороспелым (63...65 дней), 2 образца (к-31536 Модерн и к-31541 Галичанин) к среднеспелым (78...80 дней). Все остальные образцы относятся к группе раннеспелых (67...74 дня). Современные сорта имели укороченную соломину (52...72 см) со средней устойчивостью к полеганию. Местный образец Украины к-4788 среднерослый с высокой устойчивостью к полеганию.

Группа из Средней Азии состояла из 14 образцов, представленных 5 местными формами из Таджикистана и современными сортами Казахстана и Кыргызстана. Все образцы относятся к группе раннеспелых, что связано с высокогорьем в Кыргызстане и Таджикистане, и устойчивостью к засухе в Казахстане. По высоте растения преимущественно среднерослые (81...95 см).

Три очень низких образца (41...60 см) к-31309 Илек 36, к-31306 Таалай, к-31307 Максот высоко устойчивы к полеганию.

Шестьдесят селекционных линий и сортов из стран Западной Европы и Скандинавии характеризовались укороченным вегетационным периодом – раннеспелые (67...79 дней). 3 сорта к-25862 Nec Falla, к-30955 Jelen, к-30954 Рек созрели на уровне ультраскороспелого стандарта Potra (63...65 дней). Семь сортов были среднеспелыми (79...83 дня). В набор вошли сорта с укороченной соломиной и средней устойчивостью к полеганию.

Армяно-грузинская и Дагестанская группы включали 4 местных образца ячменя. По длине вегетационного периода 2 местных образца к-4456 и к-4458 отнесены к ультраскороспелым (65 дней) и 2 образца (к-18374, к-1063) к раннеспелым (68...74 дней). Среди средненизких среднеустойчивых к полеганию образцов выделился местный образец из Грузии к-4458, высота которого составила всего 40 см.

Группа из Северной Америки состояла 28 образцов: 12 линий из Мексики и 16 современных сортов из Канады и США. Три образца из Мексики: к-28028 S-346 и к-28434 S-033, и к-1015 Harwey из Канады выделены как ультраскороспелые с продолжительностью вегетационного периода 63...64 дня, все остальные образцы отнесены к группе раннеспелых и среднеспелых. Большая часть сортов представлена низкорослыми формами со средней и высокой устойчивостью к полеганию, что делает данные сорта востребованными для использования в селекции в Северо-Западном регионе.

Группа из Южной Америки насчитывала 14 образцов местной селекции из Эквадора, Перу и Боливии, преимущественно голозерные формы. Образцы по длине вегетационного периода составляли группу раннеспелых и среднеспелых. Высота растений варьировала от 59 до 100 см, большая часть отнесена к среднерослым с низкой устойчивостью к полеганию. Выделился староместный образец к-27165 из Боливии высотой 70 см с высокой устойчивостью к полеганию.

Абиссинская и Североафриканская группы включали 10 образцов из Туниса, Судана и Эфиопии, представленных в основном местными сортами и линиями. Продолжительность вегетационного периода варьировала от 68 до 80 дней, большая часть образцов отнесена к раннеспелой группе. Отмечена изменчивость по высоте растений от 62 до 98 см со средне-низкой устойчивостью к полеганию.

Китайская, Монголо-Тибетская и Японская группы насчитывали 23 образца преимущественно местной селекции и староместных сортов. Образцы данной группы сильно различались по длине вегетационного периода, большинство были раннеспелыми. Два образца из Китая (к-3417 Famesu, к-15950 N1060) и 2 образца из Индии (к-3506, к-28961 Karan 19) отнесены к ультраскороспелым (63...65 дней). Два образца из Японии (к-19538 Toranoo и к-27074 Shiratama hadaka) отнесены к группе поздних сортов с продолжительностью вегетационного периода 112 дней. Набор преимущественно состоял из форм с укороченной соломиной и средней устойчивостью к полеганию, однако 3 образца из Японии (к-19538 Toranoo, к-21363 Shikokuhadaka N 3 и к-21378 Shinjinryoku N 1) соот-

ветствовали карликовым ячменям с высокой устойчивостью к полеганию. В целом данная группа характеризовалась сильным варьированием показателей для Северо-Западного региона.

Группа из Российской Федерации включала 33 образца из Европейской части и 15 - из Сибирской. В основном это сорта современной селекции и староместные формы. Практически все сорта по длине вегетационного периода отнесены к группе раннеспелых и соответствовали сорту-стандарту Белогорский. Три образца (к-5020 Местный, к-5029 Местный, Пр. 8339 Кибцел) из Европейской части входили в группу ультраскороспелых, а 2 современных сорта (к-31096 Тимерхан и к-31102 Лунинский) входили в группу среднеспелых на уровне сорта Суздалец. По высоте большая часть набора составляла группу средненизких и среднерослых, среднеустойчивых к полеганию растений. Четыре образца из Европейской части РФ показали высокую устойчивость к полеганию: к-30822 Мураш, Пр. 8339 Кибцел, к-31301 Новик и к-31096 Тимерхан.

Заключение. По данным многолетнего изучения ярового ячменя в Северо-Западном регионе, главным образом образцы из стран Европы, Азии, Северной Америки вели себя как среднеспелые и созревали на уровне сорта Суздалец. Однако в условиях 2023 г. нами отмечено, что независимо от происхождения, образцы набора в условиях Северо-Западного региона характеризовались раннеспелостью и созревали на уровне стандарта Белогорский. На продолжительность вегетационного периода образцов Австралии и высокогорных районов климатические изменения не повлияли. Уменьшение продолжительности вегетационного периода образцов из стран Европы, Азии, Северной Америки расширяет возможность поиска источников для селекции ярового ячменя в условиях Северо-Западного региона.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-00005, <https://rscf.ru/project/23-76-00005/>

Список литературы

1. Бойко Е.С., Салфетников А.А., Репко Н.В., Назаренко Л.В. Оценка исходного материала для селекции озимого ячменя в КубГАУ // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 97. С. 799-809.
2. Мальчиков П.Н., Мясникова М.Г. Возможности создания сортов яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) с широкой изменчивостью параметров вегетационного периода // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 19. № 2. С. 176-184.
3. Баталова Г.А. Состояние и перспективы селекции и возделывания зернофуражных культур в России // Зерновое хозяйство России. 2011. № 3. С. 11-14.
4. Трофимовская А.Я. Ячмень (эволюция, классификация, селекция). Л., 1972. 294 с.
5. Родина Н.А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. 488 с.
6. Ячмень. Культурная флора СССР. Т. 2. Ч. 2. / Лукьянова М.В., Трофимовская А.Я., Гудкова Г.Н., Терентьева И.А., Ярош Н.П. М., 1990. 421 с.
7. Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса / под ред. И. Г. Лоскутова. Санкт-Петербург: ВИР, 2012. 63 с.

Оценка ростостимулирующей активности базидиальных грибов

О. Е. Кононова, Ю. А. Злобина, Д. В. Попыванов
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. Проведено исследование ростостимулирующей активности культуральной жидкости 6 видов ксилотрофных базидиальных грибов методом рулонной культуры. В качестве тест-культуры использована пшеница сорта Награда. Установлено, что культуральная жидкость (КЖ) *Trametes hirsuta*, *Fomes fomentarius*, *Trametes ochracea* в концентрации 1:100 увеличивала всхожесть по сравнению с контролем, в то время как КЖ *Ganoderma lucidum*, *Laetiporus sulphureus* и *Trametes pubescens* снижали всхожесть. Проведена оценка длины проростка и корня, сухой биомассы.

Ключевые слова: стимуляторы роста, грибные метаболиты, рулонная культура, биологически активные вещества

Assessment of growth-stimulating activity of basidiomycetes

О. Е. Kononova, Y. A. Zlobina, D. V. Popivanov
Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation

Abstract. A study was carried out on the growth-stimulating activity of the cultural liquid of 6 species of xylotrophic basidiomycetes using the roll culture method. Wheat of the Nagrada variety was used as a test culture. It was found that the cultural liquid (CL) of *Trametes hirsuta*, *Fomes fomentarius*, *Trametes ochracea* at a concentration of 1:100 increased germination compared to the control, while the CL of *Ganoderma lucidum*, *Laetiporus sulphureus* and *Trametes pubescens* decreased germination. The length of the seedling and root and dry biomass were assessed.

Keywords: growth stimulants, fungal metabolites, roll culture, biologically active substances

Базидиальные грибы являются одной из самых многообразных и распространенных групп организмов на планете. Они играют важную роль в природе, участвуют в разложении органических веществ и служат питанием для многих живых организмов. Известно, что базидиальные грибы являются источниками биологически активных веществ (БАВ), которые обладают лекарственными свойствами. Отмечена противовирусная активность грибных метаболитов, а также иммуномодулирующие свойства БАВ в экспериментах над лабораторными животными [1]. В настоящее время спектр изучения БАВ базидиальных грибов расширился благодаря выявленным ростостимулирующим и фитопротекторным свойствам грибных метаболитов [2...5]. Поиск видов базидиальных грибов, обладающих указанными свойствами, является перспективным и может быть использован в сельском хозяйстве и органическом земледелии.

Материалы и методика. Проведен скрининг ростостимулирующей способности БАВ культуральной жидкости 6 видов ксилотрофных базиди-

альных грибов: *Ganoderma lucidum*, *Laetiporus sulphureus*, *Trametes hirsuta*, *Fomes fomentarius*, *Trametes pubescens*, *Trametes ochracea*. Культивирование базидиальных грибов проводилось в колбах Эрленмаера объемом 1 литр, объем питательной среды 200 мл. В качестве питательной среды использован отвар на основе растительных отходов – стержней от початков кукурузы. Колбы после инокуляции агаровыми блоками с мицелием помещались на лабораторный шейкер при 200 оборотах в минуту на 10 суток. Оценка ростостимулирующей способности проводилась методом рулонной культуры на пшенице сорта Награда. В работе использовано по 2 разведения культуральной жидкости каждого гриба: 1:10 и 1:100. В качестве контроля использована кукурузная среда и дистиллированная вода. Зерновки пшеницы в количестве 100 штук на каждый исследуемый вариант замачивались на 24 часа в культуральной жидкости, после чего помещались в рулоны для проращивания в течение 5 суток. После снятия опыта проводилось измерение процента всхожести, длины корня и побега, а также общей сухой биомассы. Статистическая обработка выполнена в программе MS Excel 2020.

Результаты и обсуждение. В результате эксперимента установлено, что на всхожесть зерен пшеницы негативно влияла КЖ *G. lucidum* в концентрации 1:100 – всхожесть составила 88 %. Наилучший эффект относительно дистиллированной воды продемонстрировал КЖ в концентрации 1:100 у образцов 5, 6, 8 (рис. 1).

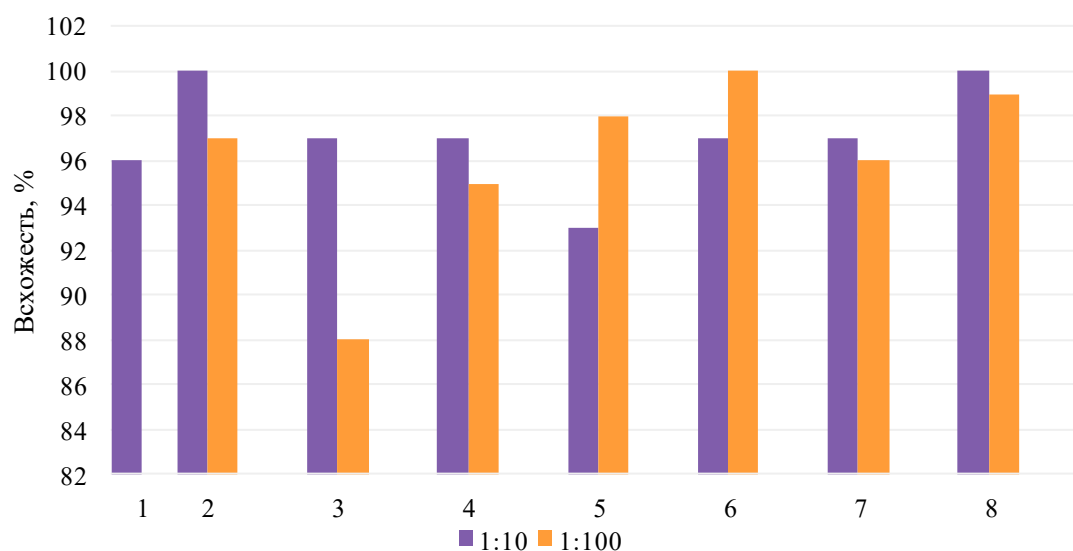


Рис. 1. Всхожесть зерен пшеницы:

1 – Дистиллированная вода; 2 – Кукурузная среда; 3 – *G. Lucidum*;
4 – *L. sulphureus*; 5 – *T. hirsute*; 6 – *F. fomentarius*; 7 – *T. pubescens*; 8 – *T. ochracea*

При статистической обработке результатов оценки длины корня значительных различий не выявлено, концентрация культуральной жидкости у всех исследованных видов оказывала приблизительно одинаковое воздействие на этот параметр (рис. 2).

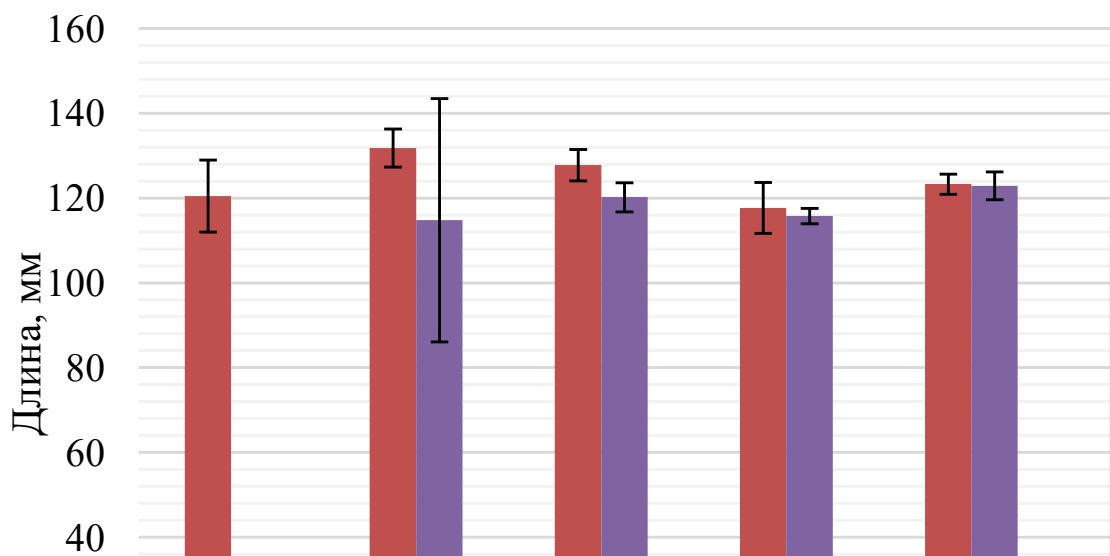


Рис. 2. Длина корня пшеницы:

1 – Дистиллированная вода; 2 – Кукурузная среда; 3 – *G. Lucidum*;
4 – *L. sulphureus*; 5 – *T. hirsute*; 6 – *F. fomentarius*; 7 – *T. pubescens*; 8 – *T. ochracea*

При измерении длины проростков отмечено увеличение этого параметра у образцов 3, 4, 7, 8 в концентрации 1:10 по сравнению с концентрацией 1:100. У образцов 5 и 6 меньшая концентрация оказывала лучший эффект, чем концентрация 1:10 (рис. 3).

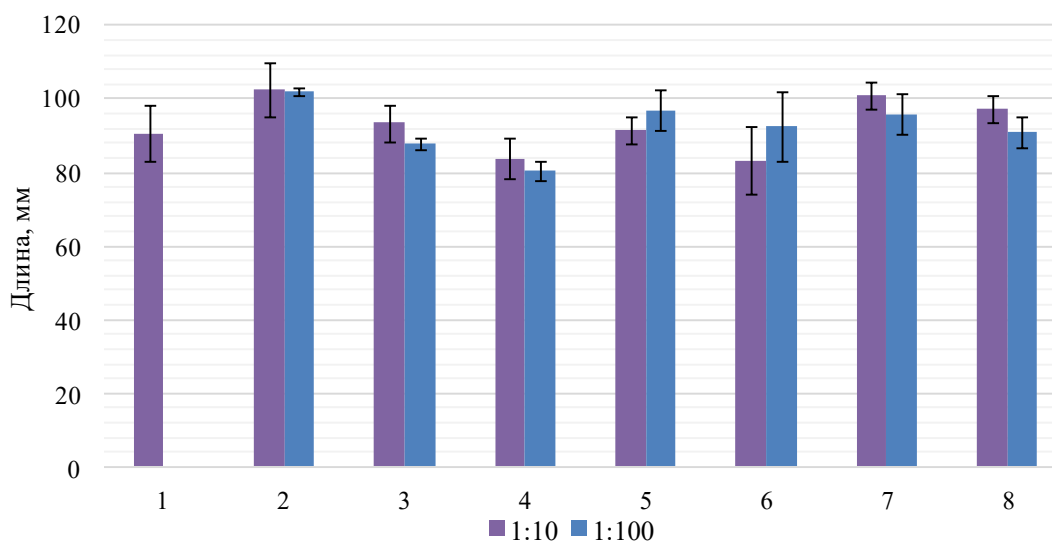


Рис. 3. Длина проростка пшеницы:

1 – Дистиллированная вода; 2 – Кукурузная среда; 3 – *G. Lucidum*;
4 – *L. sulphureus*; 5 – *T. hirsute*; 6 – *F. fomentarius*; 7 – *T. pubescens*; 8 – *T. ochracea*

Анализ данных сухой биомассы корней и проростков пшеницы выявил что у образцов 3, 4, 7, 8 более высокая концентрация способствовала увеличению биомассы по сравнению с более низкой концентрацией. У образцов 5 и 6 напротив, более низкая концентрация КЖ увеличивала биомассу по сравнению с концентрацией 1:10 (рис. 4).

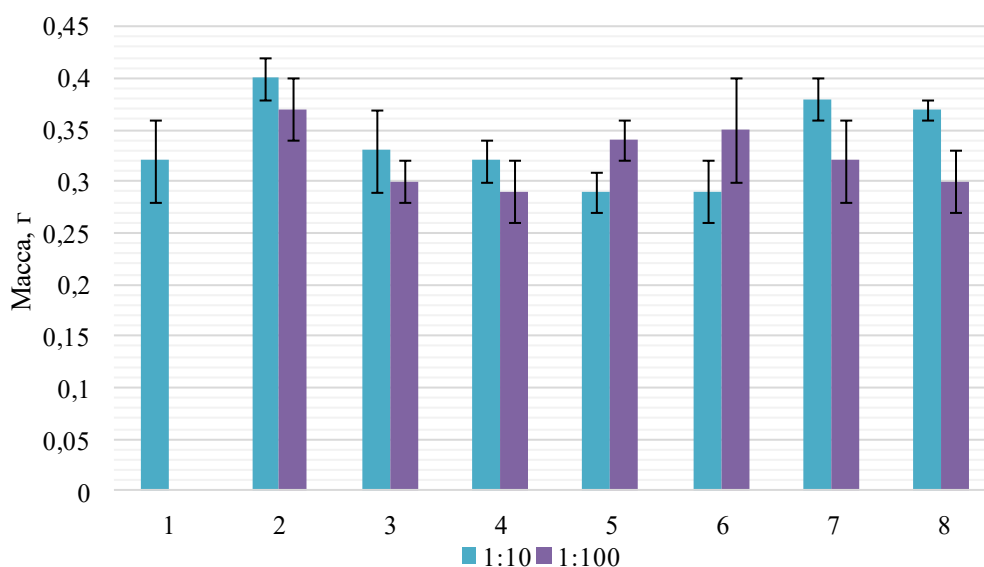


Рис. 4. Сухая биомасса корней и проростков пшеницы
1 – Дистиллированная вода, 2 – Кукурузная среда, 3 – *G. lucidum*,
4 – *L. sulphureus*, 5 – *T. hirsuta*, 6 – *F. fomentarius*, 7 – *T. pubescens*, 8 – *T. ochracea*

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что КЖ видов *G. lucidum*, *L. sulphureus*, *T. pubescens* и *T. ochracea* в концентрации 1:10 обладала большей ростостимулирующей активностью, чем концентрация 1:100. У видов *T. hirsuta* и *F. fomentarius* напротив, КЖ в концентрации 1:100 оказывала больший ростостимулирующий эффект, чем концентрация 1:10.

Полученные данные могут быть использованы в дальнейших исследованиях протекционных свойств КЖ базидиальных грибов в целях биоремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами. Использование питательной среды для культивирования грибов на основе растительных отходов позволит получить экономически эффективные агенты для защиты растений, а также биоремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами.

Список литературы

1. Теплякова Т.В., Косогова Т.А. Высшие грибы Западной Сибири – перспективные объекты для биотехнологии лекарственных препаратов. Новосибирск, 2014. 298 с.
2. Киселева И.С., Ермошин А.А., Нсенгиюмба Д.С. Экстракты трутовых грибов как регуляторы роста растений // Актуальные вопросы органической химии и биотехнологии. Екатеринбург: Общество с ограниченной ответственностью "ИЗДАТЕЛЬСТВО АМБ", 2020. С. 491-494. EDN YJCCFB.
3. Ермошин А.А., Синенко О.С., Никконен И.В. Экстракты ксилотрофных грибов снижают токсическое действие ионов кадмия у ячменя // Современные подходы и методы в защите растений. Екатеринбург: Общество с ограниченной ответственностью "ИЗДАТЕЛЬСТВО АМБ", 2020. С. 76-77. EDN KVGCOI.
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. DOI 10.31301/2221-6197.bmc.2022-30. EDN VHLOQE.
5. Никконен И.В., Новиков В.В., Ермошин А.А. Экстракты ксилотрофных базидиомицетов как биопротекторные препараты в растениеводстве // Биосистемы: организация, поведение, управление. Нижний Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2021. С. 159. EDN BWNRQI.

**Адаптивная селекция фасоли овощной
в условиях муссонного климата Дальнего Востока России**

*А. С. Корнилов, Н. А. Сакара, И. А. Ванюшкина
Приморская овощная опытная станция –
филиал ГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»
г. Артем, Российская Федерация*

Аннотация. *В условиях муссонного климата Дальнего Востока создано 5 сортов фасоли овощной. В 2022 году передан на госсортиспытание сорт Аврора, относительно устойчивый к антракнозу, по урожайным показателям превышающий все стандарты, кроме сорта Федосеевна.*

Ключевые слова: *антракноз, урожайность, продуктивность, лопатка*

**Adaptive selection of vegetable beans in the monsoon climate
of the Russian Far East**

*A. S. Kornilov, N. A. Sakara, I. A. Vanyushkina
Primorskaya Vegetable Experimental Station –
a branch of the Federal Scientific Center of Vegetable Growing,
Artem, Russian Federation*

Abstract. *In the conditions of the monsoon climate of the Far East, 5 varieties of vegetable beans have been created. In 2022, the Aurora variety, relatively resistant to anthracnose, exceeding all standards in terms of yield indicators, except for the Fedoseevna variety, was submitted for state export testing.*

Keywords: *anthracnose, yield, productivity, shoulder blade*

Фасоль овощная – важная белковая культура. До 90-х годов XX столетия научная селекция фасоли на Дальнем Востоке не проводилась. Приморская овощная опытная станция начала селекцию данной культуры с 1991 года. За 30 лет работы были созданы сорта Тайга, Сапфир, Изумрудная, Федосеевна, Солнечная [1, 2], которые, пройдя госсортиспытания, были включены в Госреестр РФ [3]. Целью дальнейшей селекционной работы является создание новых сортов фасоли овощной с повышенной устойчивостью к антракнозу, отвечающих по качеству лопатки и зерна требованиям потребителя.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись растения фасоли овощной на всех этапах селекционной работы от питомника исходного материала до конкурсного питомника и размножения перспективного образца. Исследования проводили в прибрежной (южной) климатической зоне Приморского края. Среднегодовое количество осадков за вегетационный период фасоли (июнь – август) в годы исследования (2018...2022 гг.) составляло 355 мм. В 2021 году осадков выпало меньше нормы, в остальные годы исследования осадков выпадало в 2,0...1,1 раза выше климатической нормы. Температура воздуха в 2018...2020 гг. была ниже нормы, а в 2021, 2022 гг. – выше климатической нормы.

Основной метод исследования – лабораторно-полевой опыт. Опыты проводили на высоком инфекционном фоне, характерном для прибрежной (южной) агроклиматической зоны Приморского края. На первых этапах селекции применяли индивидуальный и индивидуально-семейный отбор, в высших питомниках (конкурсный и разноежия) применяли улучшенный массовый отбор.

Почвы на опытном участке лугово-бурые – характерные для овоще-картофельных севооборотов Приморского края.

Результаты и обсуждение. В результате селекционной работы за последнее время создан перспективный образец Аврора (ПООС 28-15). Результаты испытания данного образца в конкурсном питомнике показаны в таблице.

Таблица

Испытание перспективного образца фасоли овощной в конкурсном питомнике, среднее за 2018...2022 гг.

Образец	Урожайность лопатки, т/га	Продуктивность, г/раст.	Масса лопатки, г	Количество бобов на растении, шт.
Федосеевна (St ₁)	12,8	142,2	5,65	24,4
Изумрудная (St ₂)	9,7	102,2	5,13	20,7
Аврора	10,8	125,2	4,81	25,9
НСР ₀₅	1,6...2,0		-	

Перспективный образец (Аврора) уступает по урожайности лопатки лучшему сорту фасоли овощной, созданному на Приморской овощной опытной станции – Федосеевна. В то же время образец Аврора стабильно (ежегодно) превышает по данному показателю стандарт – сорт Изумрудная, а также все другие созданные на Приморской ООС – филиале ФГБНУ ФНЦО сорта фасоли овощной (Солнечная, Тайга, Сапфир).

Продуктивность растений у образца Аврора выше, чем у сорта Изумрудная. Несмотря на низкую массу лопатки (4,81 г) перспективный образец за счет большего, чем у Федосеевны и Изумрудной, количества формирующихся бобов на растении (25,9 шт.) превысил сорт Изумрудная по продуктивности.

Образец Аврора более раннеспелый, чем сорта Изумрудная, Солнечная, Тайга, и находится по данному показателю на уровне сорта Федосеевна.

У образца Аврора ежегодно поражаются антракнозом лишь отдельные бобы, как и у сорта Федосеевна (0,2 %), в то время как у сортов Солнечная, Тайга, Изумрудная поражение бобов составляет 5...7 %.

Образец Аврора – среднеранний (вегетативный период 46...48 дней).

Растение кустовое, высотой 37...42 см. Листья светло-зеленые, среднего размера, форма – треугольная.

Соцветия частично в листьях. Цветок средний, белого цвета.

Бобы короткие (9...10 см), среднего диаметра, количество семян в бобе 3...4, округлые в поперечном сечении, зеленые в фазу технической спелости, без вторичной окраски. Среднее количество бобов на растении 11...41 шт. Волокнистость и пергаментный слой отсутствуют. Сужения в биологической спелости от слабых до средних.

Масса 1000 семян 300...375 грамм. Форма продольного сечения семян эллиптическая (до слабопочковидной). Количество окраски семян – одна, охряная до желтой.

Устойчивость к антракнозу повышенная по сравнению со стандартами: Изумрудная, Тайга, Солнечная, на уровне сорта Федосеевна.

Рекомендуется для садово-огородного овощеводства. Лопатка используется в кулинарии, консервации и заморозке.

Заключение. Перспективный образец Аврора (ПООС 28-15) по результатам стационарных испытаний по основным хозяйственно-биологическим показателям превышает сорта, ранее созданные на Приморской ООС, кроме сорта Федосеевна. С учетом этого, данный образец в 2023 году включен в гос-сортиспытание по экспертной оценке для садово-огородного использования в дополнение или взамен сортов Изумрудная, Тайга, Солнечная. Внедрение образца Аврора повысит эффективность производства ценной пищевой культуры, особенно в зоне муссонного климата Дальнего Востока.

Список литературы

1. Шиндин И.М., Бочкарев В.В. Растительные и сортовые ресурсы сельскохозяйственных культур Российского Дальнего Востока. Уссурийск – Биробиджан, 2021. 193 с.
2. Корнилов А.С., Корнилова Т.О. Новые сорта овощных культур селекции ФГБНУ «Приморская ООС ВНИИО» // Роль аграрной науки в обеспечении продовольственной безопасности Дальневосточного региона (к 40-летию Приморского НИИСХ). Владивосток: Дальнаука, 2016. С. 95-98.
3. Официальный биллютень «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» при Минсельхоз России № 4. М., 2005. С. 257-320.

УДК 633.13:631.52(212.3:571.1)

Адаптивность образцов овса в коллекционном питомнике по признаку «масса 1000 зерен»

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

Аннотация. *Изучение образцов овса в конкретных почвенно-климатических условиях позволяет спрогнозировать их селекционную ценность. Включение данных генотипов в процесс селекции обеспечивает создание адаптивных сортов с высокими хозяйственно-ценными признаками.*

Ключевые слова: *адаптивность, стабильность*

Adaptability of oat samples in a collection nursery based on the “weight of 1000 grains” trait

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

Abstract. *The study of oat samples in specific soil and climatic conditions makes it possible to predict their breeding value. The inclusion of these genotypes in the breeding process ensures the creation of adaptive varieties with high economically valuable traits.*

Key words: *adaptability, stability*

Овес занимает пятое место по посевным площадям среди зерновых культур в мировом земледелии. Способность реализовать потенциал продуктивности в меняющихся условиях произрастания определяет ценность сорта [1]. Важную роль в селекции овса отводят созданию сортов адаптивных к экологическим факторам [2]. Изучение коллекционных образцов овса различного происхождения в конкретных почвенно-климатических условиях позволяет оценить их по комплексу признаков, включить в селекционный процесс для создания нового селекционного материала, способного реализовать продуктивный потенциал [3, 4]. В селекции важно использование крупнозерных источников, поскольку масса зерна определяет запас питательных веществ, всхожесть и жизнеспособность семян, пищевые и кормовые качества сорта [5]. Более крупное зерно отличается повышенной массой 1000 зерен, что является сортовым признаком, изменение которого зависит от условий выращивания [6]. В связи с этим задача изучения экологической и адаптивной способности образцов пленчатого овса в конкретных условиях выращивания [7, 8] для получения крупнозерных и устойчивых к биотическим и абиотическим стрессам генотипов является актуальной [9, 10].

Цель исследования – изучить коллекционные образцы пленчатого овса по адаптивным свойствам по признаку «масса 1000 зерен» и выделить лучшие для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Материал и методы. В 2020...2022 гг. на опытном поле ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока» (ФАНЦ Северо-Востока; Кировская область) изучено 10 образцов овса пленчатого (стандарт – сорт овса Кречет) в соответствии с «Методическими указаниями ...» (2012) и «Международным классификатором ...» (1984). Индекс условий среды (I_j), коэффициент регрессии (b_i), индекс стабильности (S_i^2) рассчитывали по методике [11]. Показатели стрессоустойчивости ($Y_{\min} - Y_{\max}$) и генетической гибкости ($(Y_{\max} + Y_{\min})/2$) рассчитывали по [12]. Коэффициент отзывчивости на благоприятные условия выращивания (K_p) определяли по методу В.А. Зыкина (2005), коэффициент адаптивности (K_A) по методике Животкова и др. (1994). Индекс стабильности (ИС) и индекс интенсивности (ИИ) считали по Р.А. Удачину, А.П. Головченко (1990), по Э.Д. Неттевичу определяли показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) [13]. Для анализа результатов при-

меняли пакет прикладных программ Microsoft Office Excel 2007. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, размер делянки 1 м², повторность 3-кратная, предшественник чистый пар.

Условия вегетации в годы исследований были контрастными по температуре и осадкам. Май - июнь 2020 г. характеризовались неустойчивой по температуре погодой с небольшими дождями. В начале июля преобладала очень теплая и жаркая преимущественно сухая погода, во второй половине месяца - умеренно-теплая и теплая с сильными ливнями погода. Период созревания и уборки был достаточно благоприятен для формирования урожайности овса (ГТК периода «выметывание - созревание» 1,95).

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. Гидротермический коэффициент 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. За годы исследований отмечена средняя положительная связь массы 1000 зерен и гидротермического коэффициента ($r = 0,51$).

Результаты и обсуждение. В среднем за 2020...2022 гг. максимальный показатель «масса 1000 зерен» получен у образца к-15540 UFRGS-16 (Бразилия) – 43,0 г или +6,2 г к стандарту Кречет (табл. 1).

Таблица 1

Масса 1000 зерен у образцов овса в зависимости от условий среды, 2020...2022 гг.

Каталог	Название	Масса 1000 зерен, г				Коэффициент вариации (V, %)
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее	
к-15589	Rousse 244	36,9	39,7	41,2	39,3	5,56
к-15533	UFRGS-8	38,3	38,0	39,6	38,6	2,20
к-15534	UFRGS-9	39,9	36,9	38,7	38,5	3,92
к-15538	UFRGS-14	41,3	38,7	39,7	39,9	3,29
к-15540	UFRGS-16	42,3	40,0	46,6	43,0	7,80
к-15541	UFRGS-17	42,5	37,4	42,7	40,9	7,35
к-15542	UFRGS-18	40,9	38,2	40,0	39,7	3,46
к-15544	UFRGS-20	39,4	38,0	37,0	38,1	3,16
к-15583	Мутант 230	39,8	42,2	38,8	40,3	4,34
к-15585	Мутант 261	39,6	37,1	39,4	38,7	3,59
к-14857	ст. Кречет	34,4	39,1	36,8	36,8	6,39
Индекс условий среды (I _j)		0,15	-0,76	0,62	-	-

Коэффициент вариации изменялся от 2,20 у к-15533 UFRGS-8 до 7,80 у к-15540 UFRGS-16. Согласно шкале «Международного классификатора СЭВ» (1984) образцы имеют большую и очень большую массу 1000 зерен. В соответствии с индексом условий среды (I_j), который изменялся от -0,76 до +0,62, лучшие условия для формирования крупного зерна были в 2020 г. ($I_j = +0,15$) и 2022 г. ($I_j = +0,62$).

Адаптивность образцов овса определяли по их пластичности, рассчитанной согласно коэффициенту b_i . Данная величина позволяет оценить реакцию растений на изменение условий выращивания. Проведенный анализ показал, что наиболее отзывчивы на улучшение условий произрастания ($b_i > 1$) образцы: к-15534, к-15540, к-15541, к-15542, к-15585 (табл. 2).

Таблица 2

Масса 1000 зерен, пластичность, стабильность, стрессоустойчивость и генетическая гибкость, 2020...2022 гг.

Каталог	Название	Масса 1000 зерен, г			b_i	S_i^2	$Y_{\min} - Y_{\max}$	$(Y_{\min} - Y_{\max})/2$
		min	max	среднее				
к-15589	Rousse 244	36,9	41,2	39,3	0,53	9,25	-4,3	39,1
к-15533	UFRGS-8	38,0	39,6	38,6	1,12	0,37	-1,6	38,8
к-15534	UFRGS-9	36,9	39,9	38,5	1,64	2,14	-3	38,4
к-15538	UFRGS-14	38,7	41,3	39,9	1,08	2,44	-2,6	40,0
к-15540	UFRGS-16	40,0	46,6	43,0	4,89	2,89	-6,6	43,3
к-15541	UFRGS-17	37,4	42,5	40,9	4,48	1,82	-5,1	40,0
к-15542	UFRGS-18	38,2	40,9	39,7	1,92	1,63	-2,7	39,6
к-15544	UFRGS-20	38,0	39,4	38,1	-0,03	2,88	-1,4	38,7
к-15583	Мутант 230	38,8	42,2	40,3	-2,07	0,19	-3,4	40,5
к-15585	Мутант 261	37,1	39,6	38,7	2,20	0,77	-2,5	38,4
к-14857	ст. Кречет	34,4	39,1	36,8	-1,76	6,68	-4,7	36,8

Примечание: b_i – коэффициент регрессии, S_i^2 – показатель стабильности, $Y_{\min} - Y_{\max}$ – стрессоустойчивость, $(Y_{\min} - Y_{\max})/2$ – генетическая гибкость

Генотипы таких растений относятся к интенсивному типу, хорошо отзываются на благоприятные агрометеорологические условия произрастания, но при этом значительно снижают показатель «масса 1000 зерен» при неблагоприятных. Образцы к-15533 UFRGS-8, к-15538 UFRGS-14 (Бразилия), у которых коэффициент регрессии близок к 1, имели полное соответствие величины массы 1000 зерен изменениям условий выращивания.

Амплитуду изменений показателя характеризует стабильность (S_i^2), чем меньше его отклонение от нуля, тем стабильнее сорт. Наибольшую стабильность массы 1000 зерен наблюдали у образцов к-15533 UFRGS-8, к-15583 Мутант 230, к-15585 Мутант 261, показатель которых варьировал в пределах 0,19...0,77. Степень устойчивости сортов овса к неблагоприятным факторам среды определяет интервал между минимальной и максимальной урожайностью. К наиболее стрессоустойчивым образцам с наименьшей разницей показателей отнесены: к-15533 UFRGS-8, к-15544 UFRGS-20. Генетическая гибкость пока-

зывает реакцию растений на условия произрастания, большой показатель определяет степень соответствия между факторами среды и массой 1000 зерен. Максимальные значения признака (40,0...43,3) отмечены у образцов к-15538 UFRGS-14, к-15540 UFRGS-16, к-15541 UFRGS-17, к-15583 Мутант 230. Установлена отрицательная корреляционная связь показателя стрессоустойчивости с коэффициентами вариации ($r = -0,97$) и линейной регрессии ($r = -0,41$), положительная зависимость генетической гибкости от коэффициента вариации ($r = 0,39$) и пластичности ($r = 0,56$).

Для оценки селекционной и хозяйственно-полезной ценности образцов используют коэффициент отзывчивости (K_p) на благоприятные условия выращивания. Согласно В.А. Зыкину (2005), чем сильнее отличается крупнозерность сорта, полученная при благоприятных условиях, от величины, сформированной при неблагоприятных условиях, тем более информативны данные. В соответствии с ним, все генотипы положительно реагировали на лучшие условия произрастания ($K_p > 1$) (табл. 3).

Таблица 3

Параметры адаптивности образцов овса, 2020...2022 гг.

Каталог	Название	K_p	КА	ИС	ПУСС	ИИ
к-15589	Rousse 244	1,12	99,7	7,06	5,56	10,91
к-15533	UFRGS-8	1,04	98,1	17,55	2,20	4,06
к-15534	UFRGS-9	1,08	97,7	9,82	3,92	7,61
к-15538	UFRGS-14	1,07	101,3	12,14	3,29	6,60
к-15540	UFRGS-16	1,17	109,1	5,51	7,80	16,75
к-15541	UFRGS-17	1,14	103,7	5,56	7,35	12,94
к-15542	UFRGS-18	1,07	100,8	11,46	3,46	6,85
к-15544	UFRGS-20	1,04	96,8	12,06	3,16	3,55
к-15583	Мутант 230	1,09	102,2	9,28	4,34	8,63
к-15585	Мутант 261	1,07	98,2	10,78	3,59	6,35
к-14857	ст. Кречет	1,14	93,3	5,75	6,39	11,93

Примечание: K_p , КА, ИС, ПУСС, ИИ – см. Материалы и методы

Максимальную отзывчивость наблюдали у сортообразцов к-15589, к-15540, к-15541 и ст. Кречет ($K_p = 1,12...1,17$).

Об адаптивных особенностях сорта судят по коэффициенту адаптивности (КА). Высокий коэффициент адаптивности отмечен у образцов к-15538 UFRGS-14, к-15540 UFRGS-16, к-15541 UFRGS-17, к-15542 UFRGS-18, что говорит об их большей продуктивности в современных условиях возделывания и потенциальной адаптивности.

Индекс стабильности (ИС) является признаком гомеостатической реакции образца в различных условиях произрастания. Высокими показателями ИС по массе 1000 зерен обладали к-15533, к-15538, к-15542, к-15544, к-15585. Генотипы этих образцов могут быть охарактеризованы как более стабильные, т. е. приспособленные к данным условиям.

Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) наглядно характеризует стабильность образцов овса по массе 1000 зерен и их адаптивную способность. Наибольшую стабильность признака по данным 2020...2022 гг. изучения показали генотипы к-15540 UFRGS-16, к-15541 UFRGS-17, к-14857 ст. Кречет (ПУСС = 6,39...7,80).

Реакция растений овса на благоприятный агрофон может быть оценена показателем интенсивности (индекс интенсивности, ИИ). Показатель интенсивности подтверждает реакцию сортов на меняющиеся условия среды. Наиболее высокие индексы интенсивности в исследовании получены у образцов к-15589 Rouse 244 (Болгария), к-15540 UFRGS-16, к-15541 UFRGS-17 (Бразилия).

Многие авторы [3, 5, 6] отмечают необходимость использования различных методов оценки стабильности и пластичности. Наиболее полная картина вырисовывается при использовании принципа ранжирования по параметрам и оценке их по сумме рангов для каждого образца (табл. 4). При этом 1 ранг самый высокий.

Таблица 4

Ранги параметров адаптивной способности образцов овса по массе 1000 зерен, 2020...2022 гг.

Каталог	V	b _i	S _i ²	Y _{min} - Y _{max}	(Y _{min} - Y _{max})/2	K _p	КА	ИС	ПУСС	ИИ	Сумма рангов
к-15589	8	8	11	8	5	3	6	8	4	4	65
к-15533	1	6	2	2	6	7	8	1	11	10	54
к-15534	6	5	6	6	8	5	9	6	6	6	63
к-15538	3	7	7	4	3	6	4	2	9	8	53
к-15540	11	1	9	11	1	1	1	11	1	1	48
к-15541	10	2	5	10	3	2	2	10	2	2	48
к-15542	4	4	4	5	4	6	5	4	8	7	51
к-15544	2	9	8	1	7	7	10	3	10	11	68
к-15583	7	11	1	7	2	4	3	7	5	5	52
к-15585	5	3	3	3	8	6	7	5	7	9	56
к-14857	9	10	10	9	9	2	11	9	3	3	75

Отметим, что чем меньше сумма рангов изучаемого генотипа, тем большей хозяйственной ценностью он обладает. В исследовании меньшая сумма рангов при использовании методов оценки получена у образцов к-15540 UFRGS-16, к-15541 UFRGS-17, к-15542 UFRGS-18, к-15583 Мутант 230.

Данные образцы наиболее приспособлены к формированию высокой массы 1000 зерен овса в условиях Кировской области, так как характеризуются устойчивостью к изменяющимся условиям произрастания.

Заключение. По результатам испытаний выделены перспективные образцы для использования в качестве исходного материала в гибридизации с целью получения образцов пленчатого овса с высокой массой 1000 зерен:

к-15538 UFRGS-14 – высокоадаптивный, стабильный с генетической гибкостью;

к-15533 UFRGS-8, к-15544 UFRGS-20 – стабильные, стрессоустойчивые.

Для включения в селекционные программы рекомендуются образцы: к-15540 UFRGS-16, к-15541 UFRGS-17, к-15542 UFRGS-18, к-15583 Мутант 230 (сумма рангов 48...52). Данным образцам свойственна адаптивность к варьирующим условиям произрастания по признаку «масса 1000 зерен».

Список литературы

1. Pereira H.S., Alvares R.C., Silva F.C., Faria L.C., Melo L.C. Genetic, environmental and genotype x environment interaction effects on the common bean grain yield and commercial quality // *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*. 2017. V. 38(3). P. 1241-1250. DOI: 10.5433/1679-0359.2017v38n3p1241
2. Жуйкова О.А., Баталова Г.А. Оценка генотипов овса на устойчивость к шведской мухе в условиях Кировской области // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022. Т. 23, № 5. С. 706-713. DOI 10.30766/2072-9081.2022.23.5.706-713. EDN LVHDWX.
3. 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. DOI 10.30901/2227-8834-2021-1-72-79. EDN AMHNFZ.
4. 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. Т. 180(1). С. 52-58. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-52-58 EDN: XDPRXL
5. Юсова О.А., Николаев П.Н., Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Адаптивность сортов ячменя по признаку "масса 1000 зерен" в условиях лесостепи Омской области // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34, № 2. С. 24-28. DOI 10.24411/0235-2451-2020-10205. EDN AWSIFG.
6. Николаев П.Н., Юсова О.А., Васюкевич С.В. Адаптивный потенциал сортов ярового овса по признаку "масса 1000 зерен" в условиях Омского Прииртышья // *Агрофизика*. 2019. № 2. С. 38-44. DOI 10.25695/AGRPH.2019.02.06. EDN JUXILP.
7. 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. Т. 20(6). С. 557-566. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.6.557-566 EDN: ODXKMJ
8. 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. С. 105-121. EDN: WLLCPD
9. Karsai I., Mészáros K., Láng L. Multivariate Analysis of Traits determining Adaptation in cultivated Barley // *Plant Breeding*. 2001. N 120 (3) P. 217-222. DOI: 10.1046/j.1439-0523.2001.00599.x EDN: AYATKC
10. 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 se Protein as a Barley Trypsin Inhibitor of the Chloroform/Methanol Type // *Journal of Cereal Science*. 2007. N 45(3). P. 343-352. DOI: 10.1016/j.jcs.2006.08.012 EDN: LPQHBJ
11. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // *Сельскохозяйственная биология*. 1984. № 4. С. 109-113
12. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // *Вестник РАСХН*. 2005. № 6. С. 49-53.
13. 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.

Перспективы ярового тритикале в Республике Марий Эл

Ю. А. Лапшин

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

Аннотация. *Разумная интенсификация земледелия, предусматривающая эффективное использование сбалансированных доз минеральных удобрений, и внедрение инновационных технологий применительно к конкретному возделываемому сорту – главные факторы, обеспечивающие высокую продуктивность ярового тритикале. В хозяйствах Республики Марий Эл по-прежнему возделываются сорта, которые по уровню продуктивности, качеству зерна и устойчивости к болезням уступают сортам нового поколения. Сорт Доброе – один из наиболее высокопродуктивных на сегодняшний день. На неудобренном фоне он обеспечивает получение от 2,31 до 3,91 т/га кормового зерна. С увеличением уровня минерального удобрения зерновая продуктивность, в сравнении с неудобренным фоном, увеличивается на одну и более тонну, что обеспечивает прибыльность производства кормового зерна, несмотря на увеличивающиеся затраты на удобрения. Себестоимость килограмма кормового зерна, в сравнении с неудобренным фоном, увеличивалась не очень существенно – на 0,42...0,82 руб., или 7...14 %. В варианте без применения минеральных удобрений себестоимость производства одного килограмма кормового зерна составила 5 рублей 80 копеек. Рентабельность производства кормового зерна на удобренных фонах варьировала от 60 до 92 %, что на 11...26 % меньше, чем на неудобренном фоне.*

Ключевые слова: *дозы минеральных удобрений, сорт Доброе, урожайность, себестоимость*

Prospects for spring triticale in the Republic of Mari El

Yu. A. Lapshin

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

Abstract. *Reasonable intensification of agriculture, providing for the effective use of balanced doses of mineral fertilizers, and the introduction of innovative technologies in relation to a specific cultivated variety are the main factors ensuring high productivity of spring triticale. The farms of the Republic of Mari El continue to cultivate varieties that are inferior to new generation varieties in terms of productivity, grain quality and disease resistance. The Good variety is one of the most highly productive today. On a windless background, it provides from 2.31 to 3.91 t/ha of feed grain. With an increase in the level of mineral fertilizer, grain productivity increases by one or more tons in comparison with the non-fertilized background, which ensures the profitability of the production of feed grain, despite the increasing costs of fertilizers. The cost of a kilogram of feed grain, in comparison with the non-maneuverable background, did not increase very significantly – by 0.42...0.82 rubles, or 7-14 %. In the variant without the use of mineral fertilizers, the cost of production of one kilogram of feed grain was 5 rubles 80 kopecks. The profitability of feed grain production on fertilized backgrounds ranged from 60 to 92 %, which is 11...26 % less than on a non-fertilized background.*

Keywords: *doses of mineral fertilizers, Kind variety, yield, cost*

Способность сорта адаптироваться к почвенным и климатическим условиям региона возделывания является решающим фактором для проявления высокой зерновой продуктивности культуры тритикале. Появление сортов ярового тритикале с высокой адаптационной способностью к стрессовым факторам окружающей среды позволяет рассматривать данную культуру как надёжный источник производства кормового зерна в условиях Евро-Северо-Востока России [1, 2]. Факторами увеличения продуктивности ярового тритикале являются разумная интенсификация земледелия, предусматривающая наиболее эффективное использование сбалансированных доз минеральных удобрений, внедрение инновационных технологий применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям и возделываемому сорту [3, 4]. Низкая урожайность сельскохозяйственных культур в республике и ее довольно широкие колебания в отдельные годы в значительной мере обусловлены слабой окультуренностью дерново-подзолистых почв. Особенно остро встает проблема почвенного плодородия и азотного питания сельскохозяйственных культур вследствие резкого сокращения применения минеральных и органических удобрений [5...7]. Вместе с тем, влияние почвенного плодородия на эффективность азотных удобрений далеко неоднозначно вследствие широкого варьирования факторов, обуславливающих окультуренность почв и доступность азота растениям. Установлено, что увеличение до определенного уровня содержания в почве подвижных зольных элементов питания заметно повышает эффективность азотных удобрений. В то же время зависимость между степенью гумусированности дерново-подзолистых почв, содержанием в них доступного азота и отзывчивостью сельскохозяйственных культур на азотные удобрения носит сложный характер, требующий детального изучения и конкретизации применительно к соответствующим агротехническим и погодным условиям [8].

Для производства нужных животноводству республики объемов кормового зерна сельскохозяйственным предприятиям необходимо провести ускоренное внедрение новых высокопродуктивных сортов зернофуражных культур, в частности, и тритикале. К сожалению, в хозяйствах Республики Марий Эл по-прежнему возделываются сорта, которые по уровню продуктивности, качеству зерна и устойчивости к болезням уступают сортам нового поколения. Анализ данных испытания сортов ярового тритикале на сортоиспытательных участках филиала ФГБУ «Госсорткомиссия» по Республике Марий Эл за 2017...2021 годы показывает, что яровое тритикале, в сравнении с другими яровыми зерновыми, по уровню произведенного зерна с единицы площади превосходит яровую пшеницу и практически не уступает основной фуражной культуре – ячменю (табл. 1).

В сравнении с посевами ярового овса превосходство новых сортов тритикале по зерновой продуктивности исчезает. Данная закономерность наблюдается и в опытах, проведенных в 2018...2023 гг. в Марийском НИИСХ. И этому есть объяснение. Культура овса в условиях республики более устойчива к пораженности корневыми гнилями и проявлению листовых болезней.

В своих опытах мы наблюдали, что не все сорта ярового тритикале показывают высокую устойчивость к корневым гнилям. Особенно сильное проявление болезней отмечали в годы с обильным выпадением осадков и в полях после зернового предшественника.

Таблица 1

Уровень урожайности ярового тритикале по отношению к яровым зерновым культурам

Год	Пшеница	Ячмень	Овёс
2017	Превышает	На уровне	Уступает
2018	На уровне	На уровне	Уступает
2019	Превышает	Превышает	Уступает
2020	Превышает	Уступает	Уступает
2021	На уровне	Уступает	Уступает

В Марийском НИИСХ – филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в многолетних полевых опытах установлено, что современные сорта ярового тритикале очень отзывчивы на основное внесение минеральных удобрений под предпосевную культивацию, особенно азотных. Перенесение части азотного удобрения в подкормку положительно сказывается на качестве зерна в сторону увеличения белка. В отдельные годы обеспечивает получение и достоверной прибавки урожая зерна. Следует отметить, что в сравнении с другими яровыми культурами яровое тритикале обеспечивает больший уровень урожайности зерна на фоне естественного плодородия почвы (без применения минеральных удобрений). Результаты убедительно свидетельствуют о том, что на окультуренной дерново-подзолистой почве минеральные удобрения оказали существенное влияние на уровень урожайности лучшего на сегодняшний день для условий республики районированного сорта Доброе (табл. 2).

Таблица 2

Влияние уровней минерального питания на урожайность ярового тритикале сорта Доброе, т/га, 2019...2022гг.

Год	Уровень минерального питания, кг/га, д. в.				Среднее
	Без NPK	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ кущ.	
2019	2,74	3,13	3,68	3,84	3,35
2020	3,04	4,33	4,85	4,97	4,30
2021	2,31	2,48	2,73	2,81	2,58
2022	3,91	4,24	4,59	4,87	4,40
Среднее	3,00	3,54	3,96	4,12	

2019г. 2020г. 2021г. 2022г.

НСП₀₅, т/га 0,22 0,23 0,16 0,20

Сорт Доброе на неудобренном фоне в зависимости от складывающихся агроклиматических условий на протяжении вегетационного периода года

возделывания продуцировал от 2,31 до 3,91 т/га зерна и достоверно превосходил стандарт Ровня. С повышением уровня минерального удобрения зерновая продуктивность сорта, в сравнении с неудобренным фоном, увеличивается на одну и более тонну. Прибавка зерновой продуктивности на удобренных фонах, в сравнении с неудобренным фоном, достоверна во все годы проведения исследований.

Одним из главных и значимых критериев оценки целесообразности применения минеральных удобрений является показатель, характеризующий оплату килограмма внесенных удобрений прибавкой основной продукции от их применения (кг зерна / кг действующего вещества внесенных удобрений). Высокий уровень урожайности зерна продуцируемого на фоне созданного плодородия почвы в полях зернового севооборота института (фон без удобрений) во многом обуславливает невысокие показатели окупаемости внесенных минеральных удобрений прибавкой зерна. На фоне внесения суммарной дозы удобрений 150 кг действующего вещества на гектар окупаемость килограмма внесенных минеральных удобрений прибавкой урожая была невысокой и варьировала от 1,3 до 3,5 кг. В вариантах с увеличением суммарной дозы удобрений до 180 и 210 кг действующего вещества на гектар окупаемость удобрений прибавкой урожая несколько увеличивалась, но также была низкой и варьировала от 3,4 до 5,3 кг зерна.

Расчет экономической эффективности показал, что возделывание тритикале было эффективным на всех фонах. Наименьшая прибыль от реализации зерновой продукции получена на неудобренном фоне (от 17 до 24 тыс. руб. с га). С увеличением уровня минерального питания существенно повышался уровень урожайности зерна (на 0,3...1,1 т/га), что обеспечивало прибыльность производства кормового зерна, несмотря на увеличивающиеся затраты. При этом себестоимость килограмма кормового зерна, в сравнении с неудобренным фоном, увеличивалась не очень существенно – на 0,42...0,82 руб, или 7...14 %. В варианте без применения минеральных удобрений себестоимость килограмма кормового зерна составила 5 рублей 80 копеек. В вариантах с удобрениями варьировала от 6 рублей 20 копеек до 6 рублей 62 копеек за килограмм. При этом рентабельность производства кормового зерна на удобренных фонах варьировала от 81 до 92 %, что на 11...26 % меньше, чем на неудобренном фоне.

Характеристика сорта Доброе. Происхождение: ФГБНУ Верхневолжский ФАНЦ. Сорт гексаплоидный, высокоурожайный. В условиях Республики Марий Эл растение средней высоты 75...85 см, не полегает даже на хорошо удобренных фонах. Вегетационный период 89...98 дней. Колос белый, средней длины, средней плотности, полностью остистый. Зерно крупное, масса 1000 зерен, в зависимости от условий почвенного увлажнения и уровня удобрения, от 37 до 50 г. Сорт устойчив к бурой ржавчине и пыльной головне. Урожайность в опытах от 3,0 до 5 т/га.

Рекомендации производству для успешного возделывания ярового тритикале. Для производства высококачественного кормового зерна в условиях

Республики Марий Эл рекомендуем возделывать сорт Доброе в моделируемом агрофитоценозе с нормой высева 4 млн. всхожих семян на гектар. Минеральные удобрения вносить дробно: основную часть под предпосевную культивацию в дозе $N_{60}P_{30}K_{30}$, часть N_{30} в подкормку в кущение. Для борьбы с сорной растительностью использовать гербицид в виде баковой смеси Примадонна СЭ (5 л/га) + Гранат ВДГ (0,1 кг/га). Соблюдение данных требований и своевременное проведение всех агротехнических мероприятий позволит получить около 5 т/га кормового зерна.

Список литературы

1. Асеева Т.А., Зенкина К.В. Экологическая устойчивость тритикале к неблагоприятным факторам окружающей среды // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15, № 1. С. 49-59. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-1-49-59.
2. Тысленко А.М., Скатова С.Е., Зуев Д.В., Лачин А.Г. Итоги селекции ярового тритикале в Верхневолжском федеральном аграрном научном центре // Зерновые и крупяные культуры. 2020. № 2(34). С. 90-95. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11175.
3. Зинченко В.Е., Кулыгин В.А., Гринько А.В., Вошедский Н.Н. Влияние приёмов возделывания на урожайность яровой тритикале в условиях обыкновенных чернозёмов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2018. № 4(32). С. 250-265. DOI: 10.31774/2222-1816-2018-4-250-265.
4. Федюшкин А.В., Пасько С.В. Развитие растений ярового тритикале в зависимости от предшественника и азотных удобрений // International Journal of Humanities and Sciences, 2020. V. 8(47). P. 73-77.
5. Ненайденко Г.Н., Сибирякова Т.В. Отзывчивость яровых зерновых тритикале и пшеницы на удобрение на подзолистых почвах // Владимирский земледелец. 2013. № 1(63). С. 11-13.
6. Федюшкин А.В., Пасько С.В., Парамонов А.В. Развитие растений ярового тритикале в зависимости от предшественников и доз азотных удобрений // Тритикале и стабилизация производства зерна, кормов и продуктов их переработки: Материалы 8-й Международной научно-практической конференции, 2018. С. 209-216.
7. Кидин В.В. Основы питания растений и применения удобрений. М.: РГАУ-МСХА. 2008. 415 с.
8. Привалов Ф.И., Шашко К.Г., Холодинский В.В., Безлюдный В.Н., Новичек А.А. Влияние уровня интенсификации технологии возделывания на урожайность и содержание белка в зерне ярового тритикале // Земледелие и селекция в Беларуси. 2016. № 52. С. 83-88.

Вариабельность относительного содержания пигментов в листьях овса и ячменя

Е. М. Лисицын

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

Аннотация. *В ходе полевых исследований на примере 35 генотипов овса и 73 генотипов ячменя установлено, что относительные содержания отдельных форм пигментов достаточно консервативны для прогнозирования их количественного уровня исходя из суммарного содержания хлорофилла.*

Ключевые слова: *Avena sativa, Hordeum vulgare, хлорофилл, каротиноиды, флаговый лист, подфлаговый лист*

Variability of relative pigment content in oat and barley leaves

E. M. Lisitsyn

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

Abstract. *In the course of field studies on the example of 35 oat genotypes and 73 spring barley genotypes, it was found that the relative contents of individual forms of pigments are sufficiently conservative to predict their quantitative level based on the total chlorophyll content.*

Keywords: *Avena sativa, Hordeum vulgare, chlorophyll, carotenoids, flag leaf, second leaf*

Содержание фотосинтетических пигментов (хлорофиллов и каротиноидов) является одним из основных показателей фотосинтетической способности растительных тканей. Этот показатель активно используется в исследовательской практике при создании сортов или оценке устойчивости растений к абиотическим стрессам, в частности, к засухе [1, 2], а также к биотическим стрессам, вызванным наличием возбудителей заболеваний [3]. Есть данные о высокой степени наследуемости уровня содержания пигментов в листьях [4]. Kakad et al. [5] установили, что содержание хлорофилла имело высокий коэффициент наследуемости в широком смысле: значения h^2 для общего содержания хлорофилла во флаговом листе составляло 94 % (хлорофилл *b* – 97, хлорофилл *a* – 92 %). В дополнение к хлорофиллам, в фотосинтетических тканях существуют пигменты каротиноиды, которые расширяют диапазон поглощения света, а также играют важную роль в фотозащите.

Основной недостаток портативных приборов для полевой оценки содержания хлорофилльных пигментов в листьях растений (типа SPAD-502, Yara-N-Tester™, ССМ-200 и т.д.), заключается в том, что они позволяют оценить только суммарное содержание зеленых пигментов. В то же время для

физиологических исследований, как и для многих вопросов селекционного характера (например, при селекции на параметры технологического качества получаемого зерна) часто бывает необходимым знать количественное содержание разных форм хлорофилла, а также вспомогательных пигментов – каротиноидов. Так, нами ранее показано [6], что во время засухи усиливалась корреляция содержания хлорофиллов *a* и *b* с такими признаками, как длина метёлки, масса метёлки, количество колосков в метёлке и количество зерен в метёлке. Однако увеличение массы метёлки и количество зерен в ней сопровождалось снижением доли хлорофилла *a* в общем пуле пигментов и в составе реакционных центров. Исследования ФАНЦ Северо-Востока на большом наборе сортов ярового ячменя [7, 8] показали, что содержание пигментов во флаговом листе не было связано с конечной продуктивностью растений, тогда как для подфлагового листа выявлена статистически значимая (при $p \leq 0,05$) взаимосвязь с ней содержания хлорофилла *a* ($r = 0,64$), хлорофилла *b* ($r = 0,58$) и каротиноидов ($r = 0,60$). В то же время по содержанию пигментов во флаговом листе можно прогнозировать степень развития параметров «длина колоса», «масса зерна с колоса» и «масса 1000 зерен»; по содержанию в подфлаговом листе – параметров «длина колоса» и «урожайность».

Цель представленной работы – анализ соотношений компонентов пигментного комплекса листьев овса и ячменя и возможности прогноза количественного содержания отдельных пигментов.

Материалы и методы. Для оценки генотипического разнообразия овса посевного и ячменя ярового по количественному и качественному содержанию фотосинтетических пигментов в ходе совместных исследований с соответствующими селекционными подразделениями ФАНЦ Северо-Востока (селекционеры – академик РАН Баталова Г.А (овес) и чл.-корр. РАН Щенникова И.Н. (ячмень)) в полевых условиях 2022 года в фазу цветения были отобраны образцы флаговых (для овса), флаговых и подфлаговых (для ячменя) листьев, с последующим определением содержания пигментов в лабораторных условиях и анализом состояния пигментного комплекса. Методика выделения и оценки содержания хлорофиллов (*Chl*) и каротиноидов (*Car*) описана ранее [8]. Изучены 35 генотипов овса посевного и 73 генотипа ячменя ярового различного эколого-генетического происхождения.

Результаты и обсуждение. Как показал анализ полученных данных, среднее содержание *Chl a* в исследуемом наборе генотипов овса составило $10,61 \pm 0,37$, *Chl b* – $4,91 \pm 0,18$, каротиноидов – $3,31 \pm 0,10$ мг/г сухой массы листа. Минимальное содержание пигментов обнаружено у генотипа 3h18 (соответственно 5,85; 2,73 и 1,95 мг/г), максимальное – у генотипа 196h15 (14,4; 6,95 и 4,33 мг/г). Уровень варибельности показателей был средним по величине и колебался от 18,7 % для *Car* до 21,2 % для *Chl b*.

В то же время варибельность относительного содержания пигментов в пигментном комплексе была очень низкой, так, доля *Chl a* в общем пуле пигментов составляла $56,3 \pm 0,1$ % с варибельностью в 1,01 %; *Chl b* – $26,1 \pm 0,2$ и 3,84 % соответственно и *Car* – $17,6 \pm 0,1$ и 4,34 % соответственно. То есть,

несмотря на значительное колебание абсолютных величин содержания отдельных пигментов, их относительная доля в общем пуле оставалась довольно консервативной. Доля хлорофиллов, входящих в комплекс светособирающих антенн фотосистем I и II, также была относительно постоянной, изменяясь от 63,3 до 72,6 % (вариабельность 3,15 %). Доля хлорофиллов реакционных центров варьировала вдвое сильнее – от 27,4 до 36,7 % (вариабельность 7,20 %).

Аналогичный анализ содержания пигментов был проведен для набора селекционных и коллекционных генотипов ярового ячменя. Объем исследований был значительно большим, и составил 73 генотипа, у которых оценивали содержание пигментов как во флаговом, так и в подфлаговом листьях. Среднее содержание пигментов в подфлаговом листе исследованного набора сортов ярового ячменя составило: *Chl a* – $10,86 \pm 0,27$, *Chl b* – $6,37 \pm 0,23$, *Car* – $2,54 \pm 0,04$ мг/г сухой массы листа с соответствующими коэффициентами вариации 21,4; 30,7 и 14,4 %. Как следует из этих данных, наименее вариабельным было содержание каротиноидов, кроме того, оно было меньшим по величине, чем у ранее описанных генотипов овса. В то же время, вариабельность содержания хлорофиллов было выше, чем у овса, особенно для *Chl b*. Максимальное содержание *Chl a* и *Car* отмечено у генотипа J.B. Flavour (15,25 и 3,25 мг/г), *Chl b* – у генотипа М 6-10 (9,97 мг/г). Минимальное содержание всех трех пигментов отмечено в подфлаговых листьях генотипа Л 209/11 (5,44; 2,45 и 1,66 мг/г соответственно).

Содержание пигментов во флаговом листе ярового ячменя, напротив, было более стабильным, чем у овса. Коэффициенты вариации составили для *Chl a* – 13,8; *Chl b* – 21,9; *Car* – 9,8 %. По величине содержания пигментов флаговые листья ячменя заметно уступали подфлаговому, составляя соответственно для *Chl a* – 9,00, *Chl b* – 5,55, *Car* – 2,12 мг/г сухой массы листа. Наименьшие величины содержания всех трех пигментов отмечены у сорта Белгородский 100 и были равны, соответственно, 4,41; 2,38 и 1,51 мг/г сухой массы листа. Максимальное количество обеих форм хлорофиллов было характерно для генотипа *Botnia* – 11,96 и 7,84 мг/г, каротиноидов – у генотипа *Алей* – 2,61 мг/г сухой массы листа.

Что касается относительной доли пигментов в их общем пуле, можно отметить, что они были практически равными для флагового и подфлагового листьев. Доля *Chl a* составляла, соответственно, $54,1 \pm 0,2$ и $55,2 \pm 0,2$ %, *Chl b* – $32,9 \pm 0,4$ и $31,6 \pm 0,4$ %, каротиноидов – $12,9 \pm 0,2$ и $13,2 \pm 0,2$ %. Близки были и доли хлорофиллов в составе светособирающих комплексов ($83,1 \pm 0,7$ и $80,0 \pm 0,8$ %) и реакционных центров фотосистем ($16,9 \pm 0,7$ и $20,0 \pm 0,8$ %). Как видно из этих данных, у ярового ячменя большая доля хлорофиллов несет функцию собирания солнечной энергии, чем у растений овса. В то же время, доля каротиноидов (вспомогательных светосборщиков) в пигментном пуле выше у овса, чем у ячменя.

Уровень варьирования доли пигментов в общем пуле для исследованных генотипов ячменя был значительно выше, чем у овса, но практически совпадал для флаговых и подфлаговых листьев: доля *Chl a* – 2,66 и 2,73 %; *Chl b* – 9,18 и 9,96 %; каротиноидов – 13,90 и 13,17 %; хлорофиллов в составе светособи-

рающих комплексов – 7,30 и 8,05 %; в составе реакционных центров – 35,98 и 32,25 % для флагового и подфлагового листьев ячменя соответственно.

С одной стороны, можно предположить значимое отличие двух видов зерновых культур – овса и ячменя; но, с другой стороны, нам представляется более логичным объяснением этих различий то, что генотипы овса были представлены в основном образцами местной селекции, схожим образом адаптированных к условиям Кировской области, тогда как коллекционные образцы ярового ячменя значительно различались по своему географическому происхождению.

Заключение. Поскольку доли конкретных пигментов в их общем пуле для изученных генотипов овса посевного показали достаточно высокую степень консерватизма (коэффициенты вариабельности от 1,01 до 4,34 %), это дает возможность, определив в полевых условиях общее содержание хлорофиллов с помощью портативных хлорофиллометров, достаточно точно прогнозировать содержание как отдельных пигментов (соотношение пигментов *Chl a*, *Chl b*, *Car* составляет 56,3:26,1:17,6), так и долю хлорофиллов, входящих в состав светособирающих комплексов и реакционных центров фотосистем (70:30 %). Для генотипов ярового ячменя аналогичное соотношение пигментов составило 54,1:32,9:12,9 (флаговый лист) и 55,2:31,6:13,2 (подфлаговый лист), распределение хлорофиллов в пределах фотосистем – 80:20 и 83:17 соответственно.

Список литературы

1. Wang L., Sun J., Wang C., Shangguan Z. Leaf photosynthetic function duration during yield formation of large-spike wheat in rainfed cropping systems // *PeerJ*. 2018: 6:e5532; DOI: 10.7717/peerj.5532
2. Tian H., Zhou Q., Liu W., Zhang J., Chen Y., Jia Z., Shao Y., Wang H. Responses of photosynthetic characteristics of oat flag leaf and spike to drought stress // *Front. Plant Sci.* 2022. 13:917528. DOI: 10.3389/fpls.2022.917528
3. El Wazziki H., El Yousfi B., Serghat S. Contributions of three upper leaves of wheat, either healthy or inoculated by 'Bipolaris sorokiniana', to yield and yield components // *Australian Journal of Crop Science*. 2015. V. 9. No. 7. P. 629-637.
4. Racz I., Hirişcău D., Berindean I., Kadar R., Muntean E., Tritean N., Russu F., Ona A., Muntean L. The influence of flag leaf removal and its characteristics on main yield components and yield quality indices on wheat // *Agronomy*. 2022. V. 12, no 10. Article ID: 2545. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102545>
5. Kakad R.E., Sapkal D.R., Thakare G.K., Iratkar A.G. Study of morphological and genetic variabilities for improving forage production in oat // *Internat. J. Plant Sci*, 2017. 12(1), 1-14. <https://doi.org/10.15740/HAS/IJPS/12.1/1-14>
6. Batalova G.A., Lisitsyn E.M. Correlation analysis of the parameters of oats assimilation apparatus and productivity elements // *Nexo Revista Cientifica*. 2021. V. 34, No. 01. P. 379-389 <https://doi.org/10.5377/nexo.v34i01.11315>
7. Zaytseva I.Yu., Noskova E.N., Lisitsyn E.M., Schennikova I.N. Relationship of barley leaf's pigment content with development of yield structure elements // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021. V. 677. Article ID: 042051. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/4/042051>
8. 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). С. 22-26.

Динамика содержания фотосинтетических пигментов сортов овса с разной фотопериодической чувствительностью

Е. М. Лисицын

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

Аннотация. На примере 15 сортов ярового овса (*Avena sativa* L.) оценивали содержание пигментов во флаговом листе. Установлено, что сорта овса с разным уровнем фотопериодической чувствительности достоверно отличаются между собой по уровню и динамике содержания фотосинтетических пигментов и других параметров развития фотосинтетического аппарата. При этом общая схема динамики синтеза и накопления фотосинтетических пигментов часто совпадает у сортов с различной фотопериодической чувствительностью и наоборот, значительно различается у сортов с одним и тем же типом фотопериодической реакции.

Ключевые слова: *Avena sativa* L., хлорофилл, каротиноиды

Dynamics of the content of photosynthetic pigments of oats varieties with different photoperiodic sensitivity

E. M. Lisitsyn

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

Abstract. 15 varieties of spring oats (*Avena sativa* L.) were used to evaluate the pigment content of the flag sheet. It is established that oat varieties with different level of photoperiodic sensitivity differ significantly from each other in terms of level and dynamics of photosynthetic pigment content and other parameters of photosynthetic apparatus development. At the same time, the general scheme of the dynamics of the synthesis and accumulation of photosynthetic pigments often coincides in varieties with different photoperiodic sensitivity and vice versa, differs significantly in varieties with the same type of photoperiodic reaction.

Keywords: *Avena sativa* L., chlorophyll, carotenoids

В связи с глобальным изменением климата происходит закономерное осевшение сельского хозяйства, когда зоны выращивания многих сельскохозяйственных (в том числе зерновых) культур продвигаются в более высокие широты. Однако северное земледелие отличается иным характером солнечной инсоляции, когда продолжительность светового дня значительно увеличивается по сравнению с более южными районами. Известно, что отзывчивость на длину светового дня и яровизацию – это два основных механизма, контролирующие время наступления цветения у многих культур [1]. В основном генетический контроль продолжительности межфазных периодов изучен на пшенице, для которой установлены генетические системы *Vrn* (реакция на яровизацию) и *Ppd* (чувствительность к фотопериоду): слабая фотопериодическая чувствительность контролируется доминантными генами *Ppd*, сильная – рецессивными *ppd* [2]. В большинстве случаев скороспелые сорта имеют слабую фотопериодическую чувствительность. Кошкин и др. [2] предполагают,

что, аналогично пшенице, у овса доминантные гены фотопериодической чувствительности воздействуют через фитохромную пигментную систему на хлорофилл-белковый комплекс, процессы роста и развития, и генетическая регуляция этого механизма у пшеницы и овса близка, что согласуется с законом гомологических рядов Н. И. Вавилова. Овес является растением длинного дня. Темпы развития и продуктивность растений во многом определяются световыми и температурными условиями выращивания [3]; продолжительные периоды освещенности, перемежающиеся с короткими периодами темноты каждый день обеспечивают раннее наступление цветения у большинства генотипов [4]. Однако генотипы овса варьируют по реакции на фотопериод. Овсы из высоких широт при коротком дне зацветают позже по сравнению с сортами из более низких широт [4]. В то же время в работе Кошкина и др. [2] было установлено, что скороспелые и слабочувствительные к короткому фотопериоду сорта происходят не только из субтропических и тропических зон (Турция; Мексика; Колумбия и Чили), но и из северных стран (Канада; США; Франция). Это, по мнению авторов, свидетельствует о том, что доминантные гены фотопериодической чувствительности селекционеры этих стран уже ввели в культуру овса. В то же время почти все исследованные образцы из России оказались чувствительными к короткому фотопериоду. Образцы с нейтральной фотопериодической чувствительностью используются для создания сортов, нормально цветущих и при коротком и при длинном световом дне. Баталова и др. [5], основываясь на собственных данных и анализе литературных источников, пришли к выводу, что существует значительная эколого-географическая и генетическая вариабельность реакции на яровизацию и фотопериод внутри рода *Avena*, что создает предпосылки для селекционного улучшения возделываемого овса в различных зонах его возделывания.

Цель работы – решение вопроса о том, влияют ли различия сортов овса по фотопериодической чувствительности на их рост и развитие в условиях Кировской области.

Материалы и методы. Объектом исследования послужил коллекционный и селекционный материал отдела овса ФАНЦ Северо-Востока. Для исследования были выбраны 15 сортов с разной фотопериодической чувствительностью (ФПЧ): высокая чувствительность – Eaton (США), Гунтер, Эклипс, Фауст, Аргамак (селекции ФАНЦ Северо-Востока); нейтральная – Sturdi (США), 71AB670 (США), Денс (ФАНЦ Северо-Востока), Swan (Австралия), Pallinup (Австралия); слабая – Paramo (Мексика), Sac (США), Grajcar (Польша), Wisel (Германия), Ambi (Австралия). Посевы располагали в селекционном севообороте. Площадь делянки в опыте 1 м², повторность двукратная. Наблюдения, оценки и учеты урожая в коллекционном питомнике проводили в соответствии с [6]. Для определения содержания хлорофилла использовали спектрофотометрию ацетоновых вытяжек [7]. Для этого из средней пробы листьев берут три навески по 100 мг и помещают их в пробирки с 10 мл ацетона. Пробирки плотно закрывают и помещают в темноту на 4...5 дней. Перед определением содержания пигментов на спектрофотометре в пробирки добавляют ацетон до метки 10 мл, перемешивают и вытяжку разводят ацетоном

до необходимой для работы на приборе концентрации. Расчет содержания пигментов ведется по формулам:

$$C_a = 13,70 E665 - 5,76 E649; \quad C_b = 25,80 E640 - 7,60 E665;$$

$$C_{a+b} = 6,10 E665 + 20,04 E649; \quad C_{\text{каротина}} = 4,4 E440 - 0,27 C_{a+b},$$

где C – концентрация пигментов, мкг/мл; E – оптическая плотность экстракта.

Результаты и обсуждение. Из полученных данных (табл. 1...4) следует, что у растений с нейтральной ФПЧ наблюдались самые низкие показатели содержания фотосинтетических пигментов по сравнению с сортами со средней и высокой ФПЧ.

Таблица 1

Содержание фотосинтетических пигментов и поверхностная площадь листовых пластинок (ППЛ) сортов овса в фазу кушения

Сорт	Происхождение	Содержание в сухом веществе листьев, мг/г					ППЛ
		хл a	хл b	хл $a + \text{хл } b$	хл $a / \text{хл } b$	каротин	
SWAN	Австралия	10,92	5,15	16,07	2,12	4,25	3,09
PARAMO	Мексика	13,22	5,78	19,00	2,29	4,13	4,66
Soroca	Колумбия	13,99	6,66	20,65	2,10	5,07	1,63
71AB670	США	10,37	4,66	15,03	2,23	3,57	3,6
Meguirí	Южная Корея	14,86	7,48	22,34	1,99	4,92	1,62
Amby	Австралия	12,85	6,8	19,65	1,89	4,68	1,62
Roore	Финляндия	16,23	8,21	24,44	1,98	6,39	1,65
GRAJCAR	Польша	16,09	7,77	23,86	2,07	6,08	1,67
И-3524	Россия	12,74	5,44	18,18	2,34	4,01	3,97
Фауст	Россия	11,94	6,5	18,44	1,84	4,42	1,86
Дэнс	Россия	10,73	5,28	16,01	2,03	3,84	1,86
Гунтер	Россия	12,13	5,24	17,37	2,31	4,13	4,53
Аргамак	Россия	14,18	5,95	20,13	2,38	4,89	3,66

Таблица 2

Содержание фотосинтетических пигментов и поверхностная площадь листовых пластинок (ППЛ) сортов овса в фазу трубкования

Сорт	Происхождение	Содержание в сухом веществе листьев, мг/г					ППЛ
		хл a	хл b	хл $a + \text{хл } b$	хл $a / \text{хл } b$	каротин	
SWAN	Австралия	12,99	4,27	17,26	3,04	3,73	3,09
PARAMO	Мексика	13,31	3,8	17,11	3,50	4,16	4,66
Soroca	Колумбия	14,37	5,5	19,87	2,61	4,35	1,63
71AB670	США	12,4	3,92	16,32	3,16	3,49	3,6
Meguirí	Южная Корея	12,49	4,88	17,37	2,56	3,38	1,62
Amby	Австралия	15,04	4,62	19,66	3,26	4,29	1,62
Roore	Финляндия	12,81	4,57	17,38	2,80	3,77	1,65
GRAJCAR	Польша	13,94	5,18	19,12	2,69	4,12	1,67
И-3524	Россия	12,33	3,46	15,79	3,56	3,77	3,97
Фауст	Россия	13,75	4,35	18,1	3,16	4,08	1,86
Дэнс	Россия	11,8	3,87	15,67	3,05	3,56	1,86
Гунтер	Россия	12,85	3,53	16,38	3,64	3,92	4,53
Аргамак	Россия	13,24	4,2	17,44	3,15	3,88	3,66

У всех сортов до фазы кущения наблюдалось повышение содержания хлорофилла *a*, затем у сортов с нейтральной ФПЧ к фазе выметывания метелки содержание хлорофилла *a* резко снизилась (до 7,99 мг/г), а к фазе цветения повысилась (до 12,74 мг/г). У сортов со средней ФПЧ после фазы кущения наблюдалось постепенное снижение хлорофилла *a* до фазы цветения.

По содержанию хлорофилла *b* сорта с нейтральной ФПЧ показали низкие значения, причем они находились практически на одном уровне. Сорта со средней ФПЧ имели наибольшие значения в фазу начала кущения и выметывания метелки. У сортов с высокой ФПЧ наблюдалось резкое снижение содержания хлорофилла *b* к фазе выхода в трубку.

Таблица 3

Содержание фотосинтетических пигментов и поверхностная площадь листовых пластинок (ППЛ) сортов овса в фазу выметывания

Сорт	Происхождение	Содержание в сухом веществе листьев, мг/г					ППЛ
		хл <i>a</i>	хл <i>b</i>	хл <i>a</i> + хл <i>b</i>	хл <i>a</i> / хл <i>b</i>	каротин	
SWAN	Австралия	11,18	4,32	15,5	2,59	4,04	2,37
PARAMO	Мексика	14,49	4,80	19,29	3,02	3,96	2,15
Soroca	Колумбия	11,96	6,43	18,39	1,86	3,20	2,29
71AB670	США	12,78	4,22	17,00	3,03	4,00	2,15
Meguiri	Южная Корея	12,65	7,98	20,63	1,59	3,21	2,69
Amby	Австралия	11,74	7,98	19,72	1,47	3,28	2,13
Roore	Финляндия	12,22	6,84	19,06	1,79	3,54	1,99
GRAJCAR	Польша	14,47	4,98	19,45	2,91	4,26	1,96
И-3524	Россия	14,56	4,27	18,83	3,41	4,35	2,25
Фауст	Россия	12,84	9,37	22,21	1,37	3,63	2,23
Дэнс	Россия	11,82	8,91	20,73	1,33	3,27	2,18
Гунтер	Россия	13,97	4,44	18,41	3,15	4,07	2,08
Аргмак	Россия	15,56	5,46	21,02	2,85	5,16	1,81

По содержанию каротина у нейтральных сортов наблюдается скачкообразная кривая, где наибольшее его содержание наблюдалось в фазу кущения (4,89 мг/г), а к фазе выхода в трубку оно снизилось (до 3,61 мг/г), а затем постепенно увеличилось к фазе выметывания метелки. У сортов со средней ФПЧ наблюдалось постепенное снижение содержания пигмента, от фазы начала кущения до фазы цветения, с 5,21 мг/г до 3,52 мг/г. У сортов с высокой ФПЧ содержание каротина снижается к фазе кущения, а к фазе выметывания метелки – увеличивается.

Таким образом, сорта овса с разным уровнем фотопериодической чувствительности достоверно отличаются между собой по уровню и динамике содержания фотосинтетических пигментов и других параметров развития фотосинтетического аппарата.

**Содержание фотосинтетических пигментов и поверхностная площадь
листовых пластинок (ППЛ) сортов овса в фазу цветения**

Сорт	Происхождение	Содержание в сухом веществе листьев, мг/г					ППЛ
		хл <i>a</i>	хл <i>b</i>	хл <i>a</i> + хл <i>b</i>	хл <i>a</i> / хл <i>b</i>	каротин	
SWAN	Австралия	13,95	4,89	18,84	2,85	3,98	3,09
PARAMO	Мексика	13,21	4,64	17,85	2,85	3,81	3,22
Soroca	Колумбия	14,25	4,94	19,19	2,88	4,28	3,70
71AB670	США	11,52	4,17	15,69	2,76	3,22	3,41
Meguirí	Южная Корея	10,25	3,74	13,99	2,74	2,96	3,6
Ambu	Австралия	10,64	3,60	14,24	2,96	3,07	3,47
Roore	Финляндия	12,03	4,29	16,32	2,80	3,47	3,47
GRAJCAR	Польша	11,93	4,26	16,19	2,80	3,52	3,28
И-3524	Россия	13,24	4,65	17,89	2,85	3,84	3,22
Фауст	Россия	9,20	3,28	12,48	2,80	2,69	3,16
Дэнс	Россия	9,62	3,58	13,20	2,69	2,80	3,66
Гунтер	Россия	11,68	4,10	15,78	2,85	3,23	3,22
Аргамак	Россия	15,03	5,59	20,62	2,69	4,28	2,53

В результате проведенного корреляционного анализа установлено, что сорта овса с повышенной продуктивной кустистостью преимущественно имели наибольшее содержание хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и их суммы, как в сухом веществе, так и на единицу площади в фазу цветения ($r = 0,56...0,61$). В то же время содержание хлорофилла *b* как в единице сухого вещества листьев овса, так и на единицу площади листа в фазу выметывания достоверно отрицательно коррелировало с продуктивной кустистостью ($r = -0,63$ и $-0,56$). Корреляция продуктивной кустистости с содержанием каротина в сухом веществе и на единицу площади в эту фазу была также положительной, но статистически недостоверной ($r = 0,20...0,51$). Выявлена существенная положительная среднего уровня связь продуктивной кустистости с содержанием каротина на единицу площади в фазы начала кушения и выметывания ($r = 0,62$ и $0,56$ соответственно). Содержание каротина на единицу площади в фазу начала кушения положительно влияло на общую кустистость растений ($r = 0,56$).

Необходимо отметить, что если для хлорофилла *b* корреляции содержания, выраженного на единицу сухой массы и единицу площади листа, были достаточно близки, то для хлорофилла *a* совпадения отмечены только начиная с фазы выметывания, а для каротина характерно значительное отличие коэффициентов парных корреляций, как по величине, так и по знаку при различных способах выражения концентрации.

Масса метелки была выше у сортов овса с более высоким содержанием каротина в сухом веществе и на единицу площади листа ($r = 0,76$ и $0,82$) и с большей поверхностной площадью листа ($r = 0,51$) в фазу кушения. Во все остальные фазы развития коэффициенты корреляции между этими признаками

не превышали величины 0,27. Коэффициенты парных корреляций данного элемента структуры урожая с содержанием хлорофиллов также не были статистически достоверными. В результате анализа не выявлено также и влияния изучаемых показателей на высоту растения – корреляция была слабая и статистически не достоверная.

На длину метелки овса в средней степени влияли содержание хлорофилла a на единицу площади и сумма хлорофиллов $a + b$ на единицу площади в фазу выхода в трубку ($r = 0,60$ и $0,55$ соответственно). В эту же фазу развития максимального значения достигал и коэффициент корреляции признака с содержанием каротина на единицу площади ($0,47$).

Таким образом, в результате проведенного исследования показано, что на разных фазах роста растений овса информативность параметров развития фотосинтетического аппарата значительно изменяется. При этом разные способы выражения концентрации пигментов могут использоваться для прогноза развития элементов структуры урожая на разных фазах развития растений.

Заключение. Таким образом, хотя сорта овса с разным уровнем фотопериодической чувствительности достоверно отличаются между собой по уровню и динамике содержания фотосинтетических пигментов и других параметров развития фотосинтетического аппарата, общая схема динамики синтеза и накопления фотосинтетических пигментов часто совпадает у сортов с различной фотопериодической чувствительностью и наоборот, значительно различается у сортов с одним и тем же типом фотопериодической реакции.

Список литературы

1. Sung S., Amasino R.M. Vernalization and epigenetics: how plants remember winter? // *Current Opinion in Plant Biology*. 2004. V. 7. P. 4-10.
2. Кошкин В.А., Лоскутов И.Г., Солдатов В.Н., Матвиенко И.И. Овес (характеристика образцов по фотопериодической чувствительности) // *Каталог мировой коллекции ВИР*. 2003. Вып. 739. 19 с.
3. Мережко В.Е. Фотопериодическая реакция некоторых сортов овса // *Бюл. ВИР*. 1980. Вып.104. С. 39-45.
4. Sorrells M.E., Simmons S.R. Influence of environment on the development and adaptation of oat // in: Marshall H.G., Sorrells M.E. (eds.) *Oat science and technology*. Am. Soc. Agron., Madison, Wisconsin. 1992. P.115-163.
5. Баталова Г.А., Лисицын Е.М., Русакова И.И. Биология и генетика овса. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2008. 456 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. 250 с.
7. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (методическое руководство). Л.: ВИР, 1988. 228 с.

Н.И. Вавилов как основатель академической науки и создатель коллекции генетических ресурсов России

И. Г. Лоскутов

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

Аннотация. *Рассматривается роль Н.И. Вавилова в организации и развитии сельскохозяйственных исследований в России. Раскрывается его деятельность не только как фундаментального ученого, но и блестящего организатора академической науки. Им было инициировано создание множества селекционных исследовательских институтов и организован систематический сбор генетических ресурсов растений на пяти континентах мира. Коллекционный материал, собранный Н.И. Вавиловым, его соратниками и последователями, в настоящее время комплексно изучается, гарантированно сохраняется и эффективно используется в селекционных программах России.*

Ключевые слова: *Бюро по прикладной ботанике, Сельскохозяйственный ученый комитет, ВИР, ВАСХНИЛ, РАСХН, РАН, Национальный центр генетических ресурсов растений*

**N.I. Vavilov as the founder of academic science
and creator of the collection of genetic resources of Russia**

I. G. Loskutov

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

Abstract. *The role of N.I. Vavilov is considered in the organization and development of agricultural research in Russia. His activity is revealed not only as a prominent fundamental scientist, but also as a brilliant organizer of academic science. He initiated the creation of many breeding research institutes and organized the systematic collection of plant genetic resources on five continents of the world. Collected collection material by N.I. Vavilov, his associates and followers are currently being comprehensively studied, guaranteed to be preserved and effectively used in breeding programs in Russia.*

Keywords: *Bureau of Applied Botany, Agricultural Scientific Committee, VIR, VASKhNI (LA-UAAS), RAASKHN (RAAS), RAN (RAS), National Center for Plant Genetic Resources*

Роль Н.И. Вавилова в организации сельскохозяйственной науки в нашей стране огромна. Его разнообразные интересы находили свое отражение в организации и деятельности в возглавляемых или курируемых им институтах; его разносторонние энциклопедические знания позволили разработать новые подходы к обобщению и систематизации полученных результатов; его огромные организаторские способности позволили претворить в практические дела большую часть его творческих замыслов.

Но, первоначально, в 1894 г. был образован Ученый комитет и Бюро по прикладной ботанике при Министерстве земледелия и государственных

имущества царской России. В дальнейшем до 1912 г. при Ученом комитете было создано еще 8 Бюро по различным отраслям сельскохозяйственных наук. В 1917 г. Ученый комитет преобразуется из совещательного органа в центральное учреждение, объединяющее научную работу в стране по различным отраслям сельскохозяйственных знаний – Сельскохозяйственный ученый комитет (СХУК) Министерства земледелия [1].

К 1914 г. коллекции Бюро насчитывали: 4 100 образцов пшеницы, более 2 900 образцов ячменя, более 1 000 образцов овса, около 400 образцов ржи, около 300 образцов других зерновых культур, более 800 образцов технических культур, более 450 образцов подсолнечника, более 200 образцов бобовых культур, около 500 образцов луговых трав, более 1 000 образцов сорных растений и более 1 600 образцов семян из карпологической коллекции. Вся коллекция включала более 14 000 образцов. Гербарий Бюро насчитывал более 10 000 гербарных листов, собранных в различных губерниях России [1].

Еще до переезда из Саратова в Петроград в конце 1920 г. Н. И. Вавилов в письме Г.С. Зайцеву формулирует свои задачи по реорганизации Отдела прикладной ботаники и селекции (СХУК): «Много всяких планов. Хочется сделать Отдел нужным учреждением, возможно полезным для всех. Собрать со всего Света сортовой материал, привести в порядок, сделать из Отдела хранилище всех богатств культур, флоры, наладить издание "*Flora culta*", ботанико-географического изучения всех сельскохозяйственных растений» [2].

В 1920 г. молодой талантливый ученый Н.И. Вавилов становится заведующим Отдела по прикладной ботанике и селекции (СХУК); а в 1922 г. на базе Сельскохозяйственного ученого комитета был создан Государственный институт опытной агрономии (ГИОА), который также возглавил Н.И. Вавилов. Он начинает работу по реструктуризации и усилению научной деятельности Отдела и приглашает известных специалистов в области генетики, селекции и растениеводства для работы под его руководством. Это были В. Е. Писарев, Е. В. Вульф, И. А. Веселовский, П. М. Жуковский, Г. А. Левитский, Н. А. Максимов, В. В. Пашкевич, Г. Т. Селянинов, Г. Д. Карпеченко и другие.

С начала 20-х годов Н.И. Вавилов начинает свое грандиозное обследование земного шара по поиску культурных растений и их диких родичей. По мере поступления образцов он нацеливает всех специалистов на комплексное изучение растительного коллекционного материала, который был собран им и его коллегами, и на анализ полученных данных для публикации многочисленных брошюр, монографий и статей.

Начиная с 1925 г. Н.И. Вавилов, к тому времени избранный членом-корреспондентом Академии наук СССР, принимает самое активное участие в подготовке организации и создании будущей Академии сельскохозяйственных наук. В 1929 г. ГИОА прекращает свое существование и в середине года выходит постановление правительства «О создании и структуре Академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина в Москве». Этим постановлением учреждалась Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук имени В.И. Ленина (ВАСХНИЛ), президентом которой был назначен Н. И. Вавилов [2].

Благодаря инициативе Н.И. Вавилова и при его непосредственном участии в системе ВАСХНИЛ были организованы следующие научно-исследовательские институты: Институт зернового хозяйства Юго-Востока, Институт плодоводства, Институт овощеводства, Институт субтропических культур, Институт кормов, Институт кукурузы, Институт картофеля, Институт хлопководства, Институт льна, Институт масличных культур, Институт конопли, Институт сои, Институт виноградарства и чайного дела и другие [2].

Развертывая сеть новых учреждений, Н.И. Вавилов придавал большое значение подготовке новых научных кадров. Впервые за эти годы создается мощная аспирантура, в образовании которой он принимает самое активное участие. К 1935 г. через аспирантуру институтов ВАСХНИЛ прошли свыше 1 300 человек. С 1934 г. на основании Постановления президиума ВАСХНИЛ ВИР под руководством Н.И. Вавилова начинает проводить публичные защиты диссертаций по присвоению звания кандидата наук по специальности растениеводство, селекция и семеноводство, генетика и цитология, биохимия и физиология растений и доктора наук – с последующим утверждением президиумом ВАСХНИЛ [2].

В 1930 г. Н. И. Вавилов взял на себя после кончины Ю. А. Филипченко руководство Лабораторией генетики. В течение последующих десяти лет Н.И. Вавилов оставался активнейшим руководителем основанного впоследствии им в Москве Института генетики АН СССР.

С 1924 г. по 1940 г. Всесоюзный институт растениеводства – ВИР провел 180 экспедиций, из которых 140 проходили по территории Советского Союза. Усилия Н. И. Вавилова и его коллег по интродукции новых сортов и форм растений сосредоточились, в основном, на зерновых, технических, овощных, плодовых и других группах культур и их диких родичей.

За этот период Н.И. Вавиловым были сделаны фундаментальные разработки по различным отраслям сельскохозяйственной и биологической науки. Одним из первых в 1920 г. им был гениально сформулирован «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости» на основе изучения всего богатства, на первый взгляд, разрозненных морфологических признаков у растений; в конце XX в. и в начале XXI в. получил подтверждение не только на уровне генетических и молекулярно-биологических исследований, но и стал одним из основных фундаментальных законов современной геномики.

На протяжении все своей жизни Н.И. Вавилов разрабатывал свою основную теорию «Центры происхождения культурных растений», основываясь на законе гомологических рядов, он подчеркивает параллелизм и цикличность в формировании самых различных родов и семейств, что позволяет предвидеть наличие тех или иных форм, в какой-то степени упростит решение проблемы их происхождения.

Проблемы иммунитета растений занимали Н.И. Вавилова со студенческой скамьи. В 1918 г. выходит первая публикация на эту тему, в 1935 г. выходит его монографическая работа «Учения об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям (Применительно к запросам селекции)» и, наконец, посмертно,

в 1961 г. была опубликована работа «Законы естественного иммунитета растений к инфекционным заболеваниям (ключи к нахождению иммунных форм)». В этих работах Н.И. Вавилов обосновал учение о генетической природе явлений иммунитета, выявил роль специализации паразитов, связь иммунитета с эколого-географическими группами растений и многое другое.

На основе данных географического изучения Н.И. Вавилов приступил к разработке агроэкологической классификации культурных растений с учетом всех важнейших физиологических и биологических особенностей, наиболее тесно связанных с условиями среды, основные принципы которой он планировал опубликовать в многотомном издании «Мировые ресурсы сортов хлебных злаков, зерновых бобовых, льна и их использование в селекции», из которого он в 1940 г. написал только первую часть под названием «Опыт агроэкологического обзора важнейших полевых культур»

В 1934 г. вышел труд Н. И. Вавилова «Селекция как наука», посвященная теоретическому обоснованию селекции как научной дисциплины. Эта работа, не потерявшая своей значимости и до настоящего времени, остается образцом творческого развития эволюционного учения Ч. Дарвина.

Другая разработка Н. И. Вавилова – «Линнеевский вид как система», до настоящего времени имеет особо важное значение для систематики культурной флоры, необычайно дифференцированной, разнообразной и включающей в себя самые различные систематические единицы. В его понимании вид – обособленная сложная подвижная морфофизиологическая система, связанная с своим генезисом с определенной средой и ареалом.

Рассматривая научное наследие Н.И. Вавилова, подчас бывает очень трудно отделить его исследования по ботанике от его деятельности в сфере растениеводства или этнографии. Так же бывает трудно отделить его исследования по селекции, генетике и практическим вопросам использования культурных растений. Во всех его работах в равной степени естественно переплетаются теоретические, практические и методические аспекты различных проблем. Он открывал новые направления исследований или показывал новые аспекты в изучении культурных растений. Интерес к большинству фундаментальных разработок Н.И. Вавилова не угасает до сих пор не только в России, но и за рубежом [4, 5].

В 1935 г. Н. И. Вавилов был освобожден с поста президента ВАСХНИЛ и был назначен на пост одного из вице-президентов, на котором оставался до августа 1940 г.

К 1940 г. коллекция ВИР составляла: пшеницы более 36 000 образцов, кукурузы – более 10 000, бобовых – более 23 000, овощных – около 18 000, плодово-ягодных культур – более 12 000, кормовых – более 23 000; общее количество образцов в коллекциях при Н. И. Вавилове достигло 250 000. Все это разнообразие культурных растений было изучено на станциях института в различных климатических условиях [2].

Идеи Н. И. Вавилова, его теоретические концепции и деятельность ВИР в 1950...1970-е годы сыграли важную роль в организации и развитии генети-

ческих банков Европы, а также в деятельности ФАО, CGIAR, IPGRI и других международных организаций. Во второй половине XX века не только советские, но и многочисленные зарубежные экспедиции отправлялись по маршрутам, намеченным им для сбора исходного материала для селекции. Известно, например, что ученые США за 50 лет провели 101 экспедицию, из них 75 – в указанные Вавиловым центры, а растениеводы Австралии в 1967...1976 гг. организовали 59 экспедиций, из них 45 – в центры происхождения культурных растений, указанные Н.И. Вавиловым [3].

В 1992 г. ВАСХНИЛ, в связи с распадом СССР, была реорганизована в Российскую академию сельскохозяйственных наук (РАСХН), которая в 2013 г. вошла в состав Российской академии наук (РАН).

В 2014 г. было проведено слияние трех государственных академий – Академии наук Российской Федерации, Российской академии сельскохозяйственных наук и Медицинской академии наук в единую академию. Все институты вновь образованной Российской Академии Наук (РАН) были переданы под руководство создаваемого Федерального агентства научных организаций (ФАНО).

В настоящее время генофонд мировых растительных ресурсов, сохраняемый в ВИР, насчитывает более 325 177 образцов, представленных 64 семействами, 376 родами и 2 169 видами. Генетическое разнообразие многолетних вегетативно-размножаемых растений поддерживается в полевых коллекциях, составляющих 23 071 образец [3].

В низкотемпературных хранилищах ВИР сохраняется более 262 тысяч образцов. В жидком азоте хранится 464 образца пыльцы различных плодовых культур и 114 образцов черенков плодовых культур. В культуре *in vitro* сохраняется 818 образцов коллекции пробирочных растений основных вегетативно размножаемых растений, также проводятся работы по криоконсервации образцов *in vitro*. В филиале ВИР «Кубанский генетический банк семян» сохраняется более 274 тысяч образцов семян различных сельскохозяйственных культур [3].

В полевых условиях на опытных станциях ВИР ежегодно проводит комплексное изучение генетического разнообразия более 15 000 образцов экономически значимых для России сельскохозяйственных культур и выделяет 1 000...1 200 образцов качественно нового исходного материала для эффективных и экологически безопасных растениеводства и селекции.

В ВИР сформированы для научных исследований и использования в селекции 20 генетических коллекций зерновых, зерновых бобовых, крупяных, овощных, прядильных и масличных, плодовых и ягодных культур и картофеля, в т.ч. генетические коллекции пшеницы (400 идентифицированных генов), ячменя (100 генов), овса (225 генов), томата (106 генов), кукурузы (409 генов), сои (200 генов), проса (40 генов) и других культур. В результате комплексного изучения созданы доноры селекционно ценных свойств для выведения новых сортов и гибридов важнейших сельскохозяйственных культур [3].

Коллекция, начало которой было положено в конце XIX века, системные сборы которой были продолжены Н.И. Вавиловым и его соратниками, а впоследствии учениками и последователями, теперь приобретает стратеги-

ческое значение. Первоначально задуманная как коллекция российских сортов культурных растений, она выросла в одну из самых комплексно изученных, систематизированных и представительных коллекций растительных генетических ресурсов в мире.

В 2016 г. ВИР получает статус Федерального исследовательского центра и одновременно была удовлетворена просьба ВИР, направленная ФАНО, о переименовании института и, таким образом, институт получил название «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова» (ВИР), сохранив свою аббревиатуру ВИР, как общемировой бренд Вавиловского института [3].

Впоследствии 8 февраля 2022 г. указом Президента РФ № 44 на базе ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова» (ВИР) был образован Национальный центр генетических ресурсов растений. Распоряжением Правительства РФ от 16 сентября 2023 г. утверждена Программа развития Национального центра генетических ресурсов растений на 2023...2030 гг.

Заключение. Значение деятельности Н. И. Вавилова неопределимо. Его фундаментальные разработки по различным отраслям сельскохозяйственной и биологической науки востребованы во всем мире до настоящего времени. Большинство инициированных по его рекомендациям и созданных им научных учреждений эффективно и плодотворно работают в настоящем.

Мировая коллекция ВИР, собранная им и его соратниками в труднейших условиях того времени, а также его последователями в наше время, является частью агробиологического разнообразия культурных растений земного шара. Значение этой коллекции для сельскохозяйственного производства России и всего мира неопределимо, но ее значение неизмеримо возрастает в мировом масштабе в связи с глобальными изменениями, которые мы наблюдаем на земном шаре в последнее время.

Список литературы

1. Loskutov I.G. N.I. Vavilov and his Institute. History of the world collection of plant genetic resources in Russia. IPGRI, Rome, 1999. 189 p. ISBN 92-9043-412-0
2. Лоскутов И.Г. История мировой коллекции генетических ресурсов растений в России. СПб.: ГНЦ РФ ВИР, 2009. 293 с. ISBN 978-5-904718-03-9
3. Лоскутов И. Г. История мировой коллекции генетических ресурсов растений в России. 2-е изд., доп. и перераб. СПб.: ВИР, 2023. 438 с. (в печати)
4. Loskutov I.G.; Ebert A.W.; Diederichsen A. The Impact of Vavilov's Concept of the Centres of Crop Origin and Diversity on Research, Conservation, and Utilisation of Plant Genetic Resources Today: A Review on the Occasion of Vavilov's 135th Anniversary // Plants. 2023. V. 12. 2685. <https://doi.org/10.3390/plants12142685>
5. Solberg S.Ø.; Loskutov I.G.; Breian L.; Diederichsen A. The Impact of N.I. Vavilov on the Conservation and Use of Plant Genetic Resources in Scandinavia: A Review // Plants. 2023. V. 12. 143. <https://doi.org/10.3390/plants12010143>

Качество зерна яровых зерновых при возделывании в севообороте и длительном применении (последействии) минеральных удобрений

И. В. Лыскова, Т. В. Лыскова

*Фалёнская селекционная станция
– филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
п. Фалёнки, Кировская область, Российская Федерация*

Аннотация. *Исследования проведены в длительном стационарном опыте (год закладки 1971) на почвенных фонах: без внесения извести (рН 3,7...3,9) и произвесткованном (рН 5,2...6,5), с различной обеспеченностью подвижным фосфором. В вариантах без внесения фосфорных удобрений обеспеченность подвижным фосфором составила 74...97 мг/кг на кислом, на произвесткованном 71...89 мг/кг. Цель исследований – оценить накопление сырого протеина в зерне яровых зерновых культур (*Triticum aestivum* L., *Avena sativa* L., *Hordeum vulgare* L.) на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве под действием удобрений в различных гидротермических условиях Кировской области.*

Ключевые слова: *длительный стационарный опыт, дерново-подзолистая почва, дозы суперфосфата, сырой протеин*

Grain quality of spring grains during cultivation in crop rotation and long-term use (aftereffect) of mineral fertilizers

I. V. Lyskova., T. V. Lyskova

*Falenki Breeding Station
– Branch of «Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N.V. Rudnitsky», s. Falenki, Kirov region, Russian Federation*

Abstract. *The studies were carried out in a long-term stationary experiment (year of laying 1971) on soil backgrounds: without lime (pH 3.7...3.9) and calcined (pH 5.2...6.5), with varying availability of mobile phosphorus. In the variants without the application of phosphorus fertilizers, the availability of mobile phosphorus was 74...97 mg/kg on acidic, 71...89 mg/kg on calcified. The aim of the research was to evaluate the accumulation of crude protein in the grain of spring cereals (*Triticum aestivum* L., *Avena sativa* L., *Hordeum vulgare* L.) on sod-podzolic medium loamy soil under the action of fertilizers in various hydrothermal conditions of the Kirov region.*

Keywords: *long stationary experiment, sod-podzolic soil, doses of superphosphate, grude protein*

Обеспечение народонаселения Земли растительным белком является глобальной экологической проблемой, решение которой заключается в расширении площадей под белковосодержащими культурами или за счет повышения урожайности этих культур [1]. В количественном отношении зерновые культуры занимают первое место в мире как источник энергии и белка, и только на втором месте - зернобобовые культуры, несмотря на более высокое содержание белка в зерне [2]. Для большинства возделываемых культур (зерновые, кормовые зернобобовые, крупяные) содержание белка в урожае – важнейший показатель его качества [3...5]. В большей степени на качественные признаки зерна влияет азот, как в чистом виде, так и в составе полного мине-

рального удобрения, и задача исследователей состоит в том, чтобы на конкретных примерах показать возможности различных видов и сортов сельскохозяйственных культур накапливать белок под действием применяемых удобрений. Например, на среднесуглинистых дерново-подзолистых почвах Вологодской области (рН 5,3...5,6, P₂O₅ 114...121 мг/кг) внесение азотных удобрений (N 90) повышало содержание сырого белка с 7,6...10,0 (контроль) до 9,6...12,9 % [6]. В исследованиях Пермского НИИСХ на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах (рН 5,1; P₂O₅ 344 мг/кг) максимальное содержание азота в зерне пшеницы (3,35 %) отмечено в варианте N60P60K60 [7]. В опытах ФАНЦ Северо-Востока азотные удобрения (в составе полного удобрения) повышали содержание сырого белка в зерне ячменя при применении удобрений: N90P30K30 до 12,05 %, N90P90K30 до 13,23 %, при максимальной дозе N150P150K150 повышение составило до 14,02 %, при содержании в контроле – 10,86 % [8].

Цель исследований – оценить накопление сырого белка в зерне яровых зерновых на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве под действием удобрений в различных гидротермических условиях Кировской области.

Материалы и методы. Исследования проведены на базе длительного стационарного опыта (год закладки 1971 г.) лаборатории агрохимии и качества зерна Фалёнской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (восточный агропочвенный район центральной климатической зоны Кировской области). Агрохимическая характеристика почвы перед закладкой опыта (1971 г.): рН_{KCl} 4,2...4,5; Нг 5,4...6,7 мг-экв./100 г; содержание подвижного фосфора и обменного калия 71...73 и 90...116 мг/кг соответственно. Опыт проводили в зернопаротравяном севообороте: чистый пар, озимая рожь (*Secale cereale* L.), яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.) с подсевом клевера, клевер луговой (*Trifolium pretense* L.) 1 года пользования (г.п.), клевер 2 г.п., яровая пшеница, овёс (*Avena sativa* L.), до 1992 г. в 6 поле севооборота возделывали ячмень (*Hordeum vulgare* L.). Общая площадь делянки 40,25 м², повторность четырехкратная.

Удобрения в виде аммиачной селитры (34 %), суперфосфата (19,5...45,0 %) и калия хлористого (60 %) вносили весной перед культивацией (вручную) по двум фонам: без извести и известь в дозе по 1 гидrolитической кислотности (известь внесена в 1971, 1979, 1987, 2009 гг. в форме доломитовой муки). Подробная методика и некоторые результаты были изложены ранее [9]. В зерне определяли общий азот по методу Къельдаля в модификации Сереньева, пересчитывали на сырой протеин, используя коэффициент 5,7. Статистическую обработку проводили с помощью пакета программ AGROS – версия 2.07.

Метеорологические условия в годы исследований различались по температурному режиму и количеству осадков, условно разделенные с учетом гидротермического коэффициента по Селянинову на засушливые (1972, 1973, 1974, 1986, 2004, 2010, 2013, 2020, 2021) – 0,5...1,1, умеренные (1975, 1976, 1983, 1998) – 1,2...1,6, влажные (1971, 1985, 2003, 2005, 2007, 2014, 2017) – 1,7...2,3, при среднем значении ГТК – 1,4.

Результаты и обсуждение. Разброс абсолютных значений по содержанию сырого протеина в зерне изучаемых культур был различным. Наибольшее варьирование признака отмечено у пшеницы от 1,9 до 15,3 %, у овса – 3,0...13,0 %, у ячменя – от 8,4 до 16,3 %. Минимальное содержание сырого протеина в зерне накапливалось в варианте «без удобрений» на фоне «без извести» и составило в среднем за годы исследований у ячменя 8,44 %, у овса 8,72 %, у пшеницы 8,78 %. При этом максимальное содержание в этом же варианте достигало, в зависимости от года, 11,57 (овёс), 12,08 (ячмень), 16,07 % (пшеница). Пшеница, как культура, накапливала больше сырого белка в зерне, чем остальные яровые зерновые. Особенно это проявлялось в засушливые годы, когда урожайность была низкой, что подтверждает факт о «ростовом разбавлении». Тем более, что повышение содержания белка в зерне пшеницы в значительной мере определяется температурой воздуха в период формирования-созревание зерна. Так, в 2013 г. при ГТК 0,7 содержание сырого протеина в зерне пшеницы в варианте «без удобрений» на фоне «известь по 1 гидролитической кислотности» составило 14,77 %, применение удобрений N90P90K90 способствовало повышению показателя до 18,67 % (или на 26 %). Установлено, что на содержание сырого протеина в зерне яровых культур влияние оказывали азотные удобрения, как при одностороннем внесении, так и в составе NPK, коэффициент корреляции составил 0,65...0,68.

По усредненным данным (табл.) повышение содержания сырого протеина по культурам от применения удобрений как азотных (N90), так и полного минерального (N90P50-90K90) составило от 13,6 % до 31,0 % или повышало показатель на 1,60...5,96 % в абсолютных единицах.

Таблица

Влияние минеральных удобрений на содержание (%) сырого протеина в зерне сельскохозяйственных культур (среднее за годы исследований)

Культура	Вариант опыта		
	Без удобрений	N90	N90P50...90K90
Фон «без извести»			
Пшеница	11,94±2,38	15,08±2,35	14,61±2,21
Ячмень	10,15±1,83	13,34±0,94	12,99±0,65
Овёс	10,01±1,17	12,17±0,84	11,48±1,21
Фон «известь по 1 гидролитической кислотности»			
Пшеница	11,86±1,83	14,70±2,00	14,80±2,53
Ячмень	10,58±0,13	13,30±1,30	13,34±0,97
Овёс	10,43±1,05	11,85±0,65	11,93±0,83

В 39 % лет нами отмечена достоверная существенная корреляция между урожайностью культур и содержанием сырого протеина в зерне (0,64...0,88). Зафиксирована также отрицательная зависимость, когда при повышении урожайности данный показатель снижался (5,5 % лет). В остальные годы корреляционная зависимость между этими показателями была несущественной, но имела положительный знак. Многими исследователями отмечено наличие

отрицательной корреляции между белковостью и продуктивностью, что связано, прежде всего, с полигенной природой признака, сильной зависимостью от условий среды. Данная зависимость проявляется в большей степени в неблагоприятных условиях выращивания [10].

Заключение. Внесение удобрений (азотных и комплекс NPK) оказывало существенное влияние на содержание сырого протеина в зерне яровых культур независимо от содержания подвижного фосфора в почве и почвенной кислотности. Повышение содержания сырого протеина по культурам от применения удобрений, как азотных (N90), так и полного минерального (N90P50...90K90), составило от 13,6 % до 31,0 % или на 1,60...5,96 % в абсолютных единицах.

Список литературы

1. Сажина Я.М., Титова В.И. Обеспечение народонаселения Земли растительным белком как глобальная экологическая проблема и пути её решения // Перспективы развития сельскохозяйственного производства. Сборник трудов Нижегородской ГСХА. 2015. С. 171-175.
2. Eggum B.O., Beames R.M. The nutritive value of seed proteins: Biochemistry, Genetics and Nutritive value // In: Gottschalk W., Muller H. P. (eds.), Martinus Nijhoff/W. Junk Publishers, The Hague. 1983. P. 499-531.
3. Баталова Г.А. Селекция овса на качество зерна в Волго-Вятском регионе // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 3(27). С. 81-87. DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2018-11038>
4. Завалин А.А., Соколов О.А. Потоки азота в агроэкосистеме: от идей Д. Н. Прянишникова до наших дней. М.: ВНИИА, 2016. 595 с.
5. Щенникова И.Н. Селекция ячменя в ФАНЦ Северо-Востока // Координационный совет по селекции и семеноводству зернофуражных культур. Материалы Международной научно-практической конференции. 2019. С. 97-102. DOI: <https://doi.org/10.31483/r-33150>
6. Чухина О.В., Жуков Ю.П., Быков Г.Н. Продуктивность яровой пшеницы при разных дозах и способах внесения азотных удобрений в Вологодской области // Плодородие. 2012. № 6. С.5-8.
7. Завьялова Н.Е., Сторожева А.Н. Агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы и урожайность полевых культур при внесении возрастающих доз полного минерального удобрения // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 4(47). С. 35-41.
8. Абашев В.Д., Светлакова Е.В., Попов Ф.А., Носкова Е.Н., Денисова А.В. Влияние возрастающих доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность и качество зерна ячменя // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 1(50). С.24-30.
9. Лыскова И.В. Влияние минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы, урожайность и качество зерновых культур // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 6 (61). С. 35-40. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2017.61.6.35-40>
10. Митрофанова О.П., Хакимова А.Г. Новые генетические ресурсы в селекции пшеницы на увеличение содержания белка в зерне // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. № 4. С. 545-554. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ16/177>

Оценка исходного материала лука-шалота северной группы

Е. Л. Макарова

*Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства –
филиал Федерального научный центр овощеводства,
г. Москва, Российская Федерация*

Аннотация. *Местные шалоты, имеющие ряд положительных характеристик, могут быть использованы для создания сортов, пригодных для выращивания как в данной, так и в отдаленных климатических зонах. По результатам изучения из 36 сортообразцов для селекции на скороспелость подходят 5, на продуктивность – 7, на размер луковицы – 4.*

Ключевые слова: *сорт, хозяйственные признаки, антоциановая окраска*

Evaluation of the source material of northern group shallots

E. L. Makarova

*All-Russian Research Institute of Vegetable Growing
– branch of the Federal Scientific Center for Vegetable Growing,
Moscow, Russian Federation*

Abstract. *Local shallots, which have a number of positive characteristics, can be used to create varieties suitable for cultivation both in this and in remote climatic zones. According to the results of the study, out of 36 varieties, 5 are suitable for selection for early ripening, for productivity – 7, for bulb size – 4.*

Key words: *variety, economic characteristics, anthocyanin color*

Лук шалот (*Allium ascalonikum* L.) является ближайшим родственником репчатого лука, но имеет ряд отличительных характеристик, которые необходимо учитывать как при производстве его на товарные цели, так и ведении селекционно-семеноводческой работы [1, 2]. Это быстрое развитие, многозачатковость, слабое стрелкование, трудный переход к цветению, продолжительный период яровизации, низкая завязываемость семян [3]. Шалот отличается высоким содержанием сухого вещества, и по количеству сахара в листьях превосходит многие сорта репчатого лука, а также и другие виды луков. В нем содержатся минеральные соли, витамины С, В₁, В₂, РР, каротин, белки. Красноокрашенные формы лука представляют особый интерес как продукт питания. Помимо вышеназванных солей, витаминов, эфирных масел, фитонцидов, в них содержатся особые вещества, придающие цвет луковице. Окрашенный эпидермис сочных чешуй содержит глюкозид кверцетин С₁₅Н₁₀О₇. Он оказывает противогипертоническое действие, повышает работоспособность, снимает воспалительные процессы головного мозга, тем самым защищая его от болезней Альцгеймера и Паркинсона. Окрашенная в фиолетовый цвет мякоть листьев содержит красящее вещество цианидин. Его аналоги встречаются в ягодах ежевики, черники, черноплодной рябины, краснокочанной капусты. Известны его противодиабетические, противовоспалительные и антиокислительные

свойства [4]. Растет спрос населения на шалот как на продукт питания, так и на посадочный материал. Необходимо расширять его сортовой состав. Селекционная работа по луку шалоту должна быть направлена на создание новых сортов с комплексом ценных признаков, способных к вегетативному и семенному размножению. В селекционной работе необходимо использовать местные популяции шалота, анализировать их по показателям адаптивной способности для выявления оптимального сочетания продуктивности и экологической устойчивости [5]. Известно, что северная группа шалота обладает своеобразным набором биологических, морфологических и химических характеристик. Это достаточно скороспелые формы, способные за 60...80 дней сформировать луковицу, которая хранится до нового урожая 250...280 дней [6].

Цель работы – создать исходный материал для селекции новых сортов и гибридов лука шалота с ценными хозяйственными признаками для условий Нечерноземной зоны России. **Задачи исследования** – провести оценку исходного материала; провести отбор образцов в сравнении с лучшим районированным сортом.

Материалы и методы. Работу по изучению лука шалота проводили в открытом грунте лаборатории северного овощеводства ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. При проведении исследований использованы методики: «Методические указания по селекции луковых культур» (Ершов и др., 1997); «Руководство по апробации овощных культур и кормовых корнеплодов» (Брежнев, 1982); «Методика полевого опыта» (Доспехов, 1985); «Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве» (Белик, 1992); RTG/0046/2 Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Лук репчатый. Лук шалот. 5 сентября 2000 г. № 12-06/16.

Изучали образцы разной степени насыщенности окраски сочных чешуй от светло-розовых до фиолетовых. Форма луковицы варьировала от поперечноэллиптической до широкоэллиптической формы. Однако при формировании коллекции предпочтение отдавали округлой форме, как наиболее отвечающей механизации уборочных работ. Широкоэллиптическая форма сложна для отминки пера, также отмечено, что такие луковицы больше поражаются трипсом во время зимнего хранения.

Результаты и обсуждение. Вегетационный период исследуемых образцов варьировал от 68 до 76 суток. Стандарт, сорт Дороня, вызрел за 73 суток. Наиболее скороспелыми оказались № 501, 507, 518, 541 и 580 – 68-69 суток (табл. 1). Самым позднеспелым оказался сортообразец под номером 533 (76 суток).

У стандарта (сорт Дороня) получено с каждого квадратного метра по 1,9 кг лука-репки. Все 36 изученных номеров показали урожайность равную или выше контроля, она варьировала от 1,8 до 3,0 кг/м². Сортообразцы № 129, 523, 537, 581, 585, 586 и 138 оказались наиболее урожайными (2,4...3,0 кг/м²), которые превзошли контроль на 0,5...1,1 кг/м² (рис.). При этом образцы 581 и 586 сочетают высокий урожай с крупной товарной луковицей (55,7...61,6 г). Луковицу чуть меньшего размера формируют варианты 583 и 585 – 47,8 г.

Мелкую луковицу, чуть тяжелее 30 г, сформировали сортообразцы 501, 507, 512 и 584.

**Оценка луковиц шалота по хозяйственным показателям
(в среднем за 2021-2022 гг.)**

Сорто-образец	Вегетационный период, сутки		Урожайность, кг/м ²		Масса луковицы, г	
	в среднем по повторностям	± к контролю	в среднем по повторностям	± к контролю	в среднем по повторностям	± к контролю
Дороня (контр.)	73	-	1,9	-	37,2	-
124	71	-2	2,1	+0,2	35,0	-2,2
129	71	-2	2,5	+0,6	35,9	-1,3
501	68	-5	1,8	-0,1	30,1	-7,2
503	74	+1	2,1	+0,2	37,7	+0,5
506	71	-2	2,2	+0,3	32,8	-4,4
507	69	-4	1,6	-0,3	30,1	-7,1
508	71	-2	2,3	+0,4	36,9	-0,3
512	73	0	1,5	-0,4	30,3	-6,9
514	72	-1	1,9	0	31,7	-5,5
518	68	-5	2,2	+0,3	36,1	-1,1
521	72	-1	2,1	+0,2	33,9	-3,3
522	72	-1	2,1	+0,2	39,3	+2,1
523	74	+1	2,4	+0,5	42,4	+5,2
525	73	0	1,8	-0,1	35,9	-1,3
530	73	0	2,3	0,4	42,9	+5,7
531	71	-2	1,9	0	34,3	-2,9
532	72	-1	2,2	+0,3	35,7	-1,5
533	76	+3	1,9	0	35,4	-1,8
537	72	-1	2,6	+0,7	40,1	+2,9
540	71	-2	2,1	+0,2	38,2	+1,0
541	68	-5	2,1	+0,2	35,5	-1,7
543	73	0	1,9	0	34,1	-3,1
552	72	-1	2,1	+0,2	36,5	-0,7
554	74	+1	1,9	0	36,9	-0,3
555	74	+1	1,8	-0,1	36,8	-0,4
559	73	0	2,0	+0,1	43,0	+5,8
577	74	+1	2,3	+0,4	35,1	-2,1
580	68	-5	2,1	+0,2	35,4	-1,8
838	71	-2	2,0	+0,1	37,4	+0,2
138	72	-1	2,5	+0,6	43,8	+6,5
581	71	-2	3,0	+1,1	61,6	+24,4
582	71	-2	2,2	+0,3	40,6	+3,4
583	73	0	1,8	-0,1	47,8	+10,6
584	73	0	1,8	-0,1	30,2	-7,0
585	72	-1	2,6	+0,7	47,8	+10,6
586	75	+2	2,4	+0,5	55,7	+18,5
587	72	-1	1,8	-0,1	37,2	0
НСР ₀₅	-	2	-	0,4	-	3,6



Рис. Внешний вид образцов лука-шалота

Заключение. Таким образом, из 36 изучаемых сортообразцов выделены по скороспелости № 501, 507, 518, 541 и 580 – 68...69 суток, по урожайности - № 129, 523, 537, 581, 585, 586 и 138 (2,4...3,0 кг/м²), по размеру и весу луковицы - № 581, 583, 585 и 586 (47,8...61,6 г.). Данные сортообразцы целесообразно включать в селекционный процесс.

Список литературы

1. Агафонов А.Ф. Результаты селекции лука шалота для открытого и защищенного грунта // Международный симпозиум по селекции и семеноводству овощных культур: материалы докладов ВНИИССОК. М., 1999. С. 51-52.
2. Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. Москва, 2001. 499 с.
3. Гринберг Е.Г., Ванина Л.А., Шлыкова Е.В. Оценка селекционного материала межвидовых гибридов лука шалота и лука репчатого // Овощеводство Сибири. Сборник научных трудов. Новосибирск, 2009. С. 72-76.
4. Научные основы интродукции, селекции и агротехники лука шалота в Западной Сибири / Е.Г. Гринберг, Л.А. Ванина, С.В. Жаркова и др.. Новосибирск: ООО ИПФ «АГРОС», 2009. 207 с.
5. Гринберг Е.Г., Ванина Л.А., Бехтольд В.А. Сибирский генофонд пищевых луковых растений и его использование в селекции // Реализация идей Н.И. Вавилова на современном этапе развития генетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур, докл. и сообщ. X генетико-селекц. шк. (9...13 апр. 2007 г.) МСХ НГАУ. Новосибирск, 2007. С. 71-75.
6. Шиляева Е.А., Корнев А.В. Вегетативный и семенной способы размножения шалота // Картофель и овощи. 2021. № 3. С. 38. DOI 10.25630/PAV.2021.43.66.007.

УДК 635.25

Технология получения семян лука-шалота при адаптивной селекции в Волго-Вятском регионе РФ

М. В. Мотова, П. М. Скопин, В. М. Мотов
*ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого»,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. В статье описывается опыт ускоренного получения семян лука-шалота в Кировской области при генеративном способе размножения в селекции при индивидуальном отборе. Описана технология получения маточников луковиц при рассадном способе их выращивания, а также получение семян при выращивании маточных луковиц в изоляторах при инкубации насекомыми.

Ключевые слова: маточные луковицы, семенная продуктивность

Technology of Shallot Seed Production under Adaptive Breeding in the Volga-Vyatka Region of the Russian Federation

M. V. Motova, P. N. Skopin, V. M. Motov
Federal Agricultural Research Center of the North-East
named after N. V. Rudnitsky,
166a, Lenin str., Kirov, Russian Federation

Abstract. *The article describes the experience of accelerated production of shallot seeds in Kirov region using the generative method of reproduction in breeding under individual selection. The technology of obtaining mother bulbs at seedling method of their cultivation, as well as obtaining seeds at cultivation of mother bulbs in insulators at insect infestation are described.*

Keywords: *seeds, seed productivity*

Главные особенности адаптивной селекции – это использование традиционных методов селекции: периодический отбор, скрещивание видовое и межвидовое, перемещение селекционного материала в пределах региона для получения сортов и гибридов с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессам в регионе выращивания.

Новые сорта и гибриды луковых культур должны быть адаптированы к условиям предполагаемой зоны произрастания, отвечать заданным параметрам по продуктивности и обладать стабильностью урожая при вариабельности параметров среды. Экологический подход к исследованию признаков позволяет отрегулировать селекционный процесс и сократить время его проведения [1]. Любая технология возделывания должна способствовать реализации потенциала продуктивности сорта путем создания благоприятных условий для растений и удовлетворения потребностей в критические периоды выращивания культуры [2].

По мнению академика, доктора с.-х. наук В.Ф. Пивоварова, семеноводство лука – самое сложное по сравнению с семеноводством других овощных культур: лук выращивают при двух-трехлетнем циклах развития, в пересадочной и беспересадочной культуре, высадкой маточников весной и осенью, а на юге как озимую культуру. Для выращивания лука сладких и слабоострых сортов на юге требуется два года. В северной части нечерноземной зоны семена местных острых сортов выращивают за 4 года [3]. Как правило, выращивание семян лука за два года проводят в южных регионах нашей страны. Нами проводилось изучение лука-шалота с 2019 года в двух экологических зонах: в г. Кирове на базе ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого и в Кировской области, Оричевском районе, д. Тиваненки на базе НПФ «Агро-семтомс». За 5 лет подробно изучен рассадный способ выращивания лука-шалота. Этот метод универсальный и он подходит для выращивания крупных товарных луковиц по всем северным регионам РФ. Метод позволяет ускорить развитие растений и получить полноценную луковицу из семян. Это особенно важно в условиях северо-востока Европейской части России (в Кировской области), а также других северных и центральных районах России, где вегета-

ционный период выращивания лука короток. Применяя рассадный способ выращивания, можно получить полноценные луковицы за один вегетационный период, минуя стадию севка даже в тех районах РФ, где обычно полноценную луковицу можно получить только через севок. Этот метод был нами разработан и апробирован для производства товарной луковицы сладкого лука-шалота сорта Истобенский селекции Научно-производственной фирмы «Агросемтомс» в Кировской области и позволяет всем желающим, в том числе приусадебном, дачном хозяйстве, вырастить полноценную луковицу сладкого вкуса [4]. Кроме того, мы убедились, что рассадный способ выращивания отлично подходит для получения маточных луковиц в селекции стрелкующегося лука-шалота. Поэтому вторым этапом нашей технологии было получение семян из маточных луковиц стрелкующегося лука-шалота.

Цель исследований – ускорение процесса селекции в Кировской области на Северо-Востоке Европейской части РФ за счёт выращивания маточных луковиц шалота рассадным способом. Разработка технологии получения семян лука-шалота меньше чем за 4 года. Задачи: создать и апробировать технологию выращивания маточной луковицы с помощью рассадного способа из семян. Определить количество полученных семян из маточных луковиц.

Материалы и методы. Маточные луковицы выращивали под изоляторами (рис. 1) в теплице с открытым верхом. Инцухт проводили с помощью насекомых опылителей. Семенники убирали в момент начала растрескивания коробочек, просушивали и проводили дозаривание семян в проветриваемом помещении под вентиляторами (рис. 2).



Рис. 1. Цветоносы лука-шалота под изоляторами



Рис. 2. Дозаривание семян лука-шалота

Результаты и обсуждение. Установлено, что оптимальный срок посева на рассаду лука-шалота – вторая декада марта. Идеальный способ выращивания рассады в кассетах на 144 и 100 ячеек при посеве 3 семечка в ячейку. При замачивании семена массово всходят на 10...14 день [5].

Экономически обосновано выращивание рассады в гидропонной установке с освещенностью в 5 000 люкс в течение 40...45 дней: при искусственном освещении 14...20 дней и при естественном освещении 20...31 день. [4] Установили, что успешная схема посадки в грунт рассады – 30x25 см.

За период изучения 2021...2022 гг. собрали важные для семеноводства лука-шалота данные – период вегетации и фенологические фазы маточных луковиц.

Продолжительность вегетационного периода – один из наиболее существенных признаков в селекции, зависящий от происхождения образцов и почвенно-климатических условий выращивания. [6] Именно этот признак влияет на количество и качество полученных семян в данных климатических условиях. Фенология стрелкующихся маточников лука-шалота представлена в таблицах 1, 2.

Таблица 1

Фенология маточников лука-шалота в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого

Год исследования	Кол-во дней от посадки до отрастания	Количество дней от отрастания до			
		стрелкования	растрескивания покрывала	массового цветения	уборки семенных коробочек
2021	8...10	19...28	43...59	56...66	115...118
2022	4...13	14...23	41...52	68...80	112...117

Таблица 2

Фенология маточников лука-шалота в Кировской области, Оричевском районе, д. Тиваненки

Год исследования	Кол-во дней от посадки до отрастания	Количество дней от отрастания до				
		стрелкования	растрескивание покрывала	начало цветения	конец цветения	уборки семенных коробочек
2021	8...10	14...20	46...75	48...82	79...102	133
2022	3...13	18...34	53...69	70...89	90...108	105...156

Стрелкования и растрескивание покрывала быстрее наступило в 2022 году, однако массовое цветение на 56...66 день наступило в 2021 году, что скорее всего связано с погодными условиями. Температура воздуха в вегетационный период была выше в 2021 году. Однако на уборку семенных коробочек это не повлияло. Количество дней цветения в 2021 году было 22...26 дня; в 2022 году 22...25 дней. Длина вегетационного периода лука-шалота при выращивании стрелкующихся маточных луковиц в г. Кирове 123...128 дней в 2021 году и 116...130 дней.

Отрастание быстрее наступило в 2021 году, начало стрелкования было одинаковым, однако в 2022 году на 10 дней длиннее. Цветение началось и

закончилось быстрее в 2021 году. В 2021 году цветение лука-шалота в Оричевском районе Кировской области длилось 20...31 день; в 2022 году – 19...20 дней. Длина вегетационного периода лука-шалота при выращивании стрелкующихся маточных луковиц в Оричевском районе Кировской области в 2021 году 141...143 дня; в 2022 году 108...169 дней.

Если сравнивать две экологические точки выращивания стеклюющихся маточников лука-шалота, то вегетационный период в 2021 году был короче в г. Кирове на 15...18 дней; в 2022 году короткий вегетационный период был у некоторых сортообразцов в Оричевском районе на 8 дней, однако другие имели более растянутый вегетационный период больше на 39 дней, чем в г. Кирове.

Согласно метеорологическим наблюдениям, в 2021 году были жаркими май, июнь и июль, а в 2022 году май и июнь были холоднее нормы. Август в среднем был теплее на 2 градуса в 2022 году. В целом средняя сумма эффективных температур в 2021 году была выше – 3929,7° в 2022 году – 2960,3°С.

Согласно исследованиям Е. А. Шиляевой, в Северо-Восточной зоне России семеноводство шалота можно вести только с дозариванием семенников на стационарных площадках. [7] В наших исследованиях дозаривание проводили на решётах с вентиляцией (рис. 2), обмолачивали семена вручную.

Количество семян с одного растения варьировало от 0,2 г до 12,3 г при этом количество семян в грамме от 156 шт. до 334 шт., а масса 1000 семян от 2,88 г до 6,4 г (табл. 3).

Таблица 3

Семенная продуктивность сортообразцов лука-шалота, 2022 г.

№ образца	Количество семян с растения, г	Количество семян в 1 г, шт	Масса 1000 семян, г
83	8,5	312	3,2
83ж	3,3	263	3,8
139	3,2	333	3,0
Надёжный 80	0,2	188	5,3
Грант 132	16,7	166	6,0
117	0,5	156	6,4
F ₃ 195	4,7	-	-
F ₂ 156	10,0	287	3,53
F ₃ 197	7,2	281	3,63
208	15,8	287	3,50
F ₃ 196	5,5	285	3,72
F ₁ 201	7,3	238	-
F ₁ 202	12,3	304	3,23
F ₄ 204	7,9	304	3,31
198	7,5	334	2,88
F ₁ 199	2,5	-	-
F ₁ 200	13,7	258	3,95
F ₃ 156	10,0	258	3,95
F ₄ 203	4,7	276	3,83

Заключение. В климатических условиях Кировской области возможно получить продуктивные семена стрелкующегося лука-шалота. В результате исследований было установлено, что количество полученных семян варьирует в зависимости от сортообразца. Нам удалось ускорить процесс получения семян стрелкующегося лука-шалота и в Волго-Вятском регионе на Северо-Востоке Европейской части РФ получить семена за два года.

Список литературы

1. Жаркова С.В. Научное обоснование и усовершенствование методов селекции луковых культур (*Allium cepa* L., *Allium ascalonicum* L., *Allium sativum* L.) для создания сортов с высокой адаптивностью к условиям Западной Сибири: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Москва, 2009. 51 с. EDN NLCRBF.
2. Гришанов Ю.К. Хозяйственно-биологические особенности сортов и гибридов лука репчатого и их значение для возделывания в условиях Волго-Вятского региона: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Москва, 2011. 18 с. EDN QHLYZB.
3. Пивоваров Ф.В. Селекция и семеноводство овощных культур. М.: ВНИИССОК, 2007. 816 с.
4. Мотов В.М., Денисова А.В., Чеглакова О.А., Мотова М.В. Особенности производства лука-шалота сорта Истобенский при выращивании рассадным методом // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 5. С. 540-548. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.5.540-548. EDN FEПТТ.
5. Скопин П.М., Мотова М.В., Мотов В.М. Рассадный метод выращивания лука-шалота как элемент селекции на Северо-Востоке РФ // Коняевские чтения. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2022. С. 30-33. EDN VRZARL.
6. Жаркова С.В., Шишкина Е.В., Жарков В.Г. Динамические характеристики образцов лука шалота в различных климатических условиях юга Западной Сибири // Вестник Алтайского аграрного университета. 2015. № 9(131). С. 40-43.
7. Шиляева Е.А. Лук шалот на северо-востоке России // Овощи России. 2018. № 3. С. 40-42. DOI: 10.18619/2072-9146-2018-3-40-42

Влияние посевных качеств семян на формирование урожайности озимой ржи

Н. А. Набатова

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

Аннотация. *В условиях Кировской области в 2021...2022 гг. изучено влияние посевных качеств семян озимой ржи (лабораторной всхожести и крупности семян) на полевую всхожесть, густоту продуктивного стеблестоя и урожайность. Объектом изучения являлись 33 сорта озимой ржи различного географического происхождения. Результаты корреляционного анализа за 2 года исследований, различающихся по гидротермическому режиму ($ГТК_{2021} = 1$; $ГТК_{2022} = 1,65$), показывают сильную положительную зависимость полевой всхожести семян от лабораторной ($r_{2021} = 0,82$; $r_{2022} = 0,95$). Выявлены сильные корреляционные связи лабораторной всхожести с густотой продуктивного стеблестоя и урожайностью ($r = 0,63...0,68$). Крупность семенного материала не оказала влияния на полевую всхожесть семян, густоту продуктивного стеблестоя и урожайность озимой ржи ($r = -0,04...0,05$).*

Ключевые слова: *лабораторная всхожесть, полевая всхожесть, густота продуктивного стеблестоя*

Influence of seed sowing qualities on winter rye yield formation

N. A. Nabatova

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

Abstract. *In the conditions of Kirov region in 2021...2022, the influence of sowing qualities of winter rye seeds (laboratory germination and seed size) on field germination, productive stem density and yield was studied. The objects of study were 33 winter rye varieties of different geographical origin. The results of correlation analysis for 2 years of research, differing in hydrothermal condition ($HTC_{2021} = 1$; $HTC_{2022} = 1.65$), show a strong positive dependence of field germination of seeds on laboratory germination ($r_{2021} = 0.82$; $r_{2022} = 0.95$). Strong correlations of laboratory germination rate with productive stubble density and yield were revealed ($r = 0.63...0.68$). Coarseness of seed material had no influence on field germination of seeds, density of productive stand and yield of winter rye ($r = -0.04...0.05$).*

Keywords: *laboratory germination, field germination, productive stem density*

Основным фактором получения высокого урожая зерна озимой ржи является использование качественного посевного материала. Лабораторная всхожесть является основным показателем посевных качеств, определяющим физиологическое состояние семян. Исследования показывают, что использование семян с высокой лабораторной всхожестью повышает их полевую всхожесть, способствует формированию более жизнеспособных, продуктивных растений и увеличению урожайности зерновых культур [1]. Некоторые авторы отмечают, что прогнозировать полевую всхожесть зерновых культур по лабо-

раторным показателям ненадежно, так как в лаборатории нельзя воссоздать температурный, водный режим, рН почвенного раствора и другие условия, которые сложатся в поле при прорастании семян и появлении всходов [2]. Влияние на урожайность другого показателя семенного контроля – крупности семян – также имеет противоречивые сведения в литературе [3]. В связи с вышеизложенным, *цель работы* состояла в изучении влияния посевных качеств семян озимой ржи (лабораторной всхожести и крупности семян) на полевую всхожесть, густоту продуктивного стеблестоя и урожайность.

Материалы и методы. В качестве объектов для исследования выступили 33 сорта озимой ржи, полученные в различных научных учреждениях России. Сорта изучались в 2021 и 2022 гг. на делянках учетной площадью 1 м² в 3-кратной повторности. Посев и уборка проведены вручную. Лабораторную всхожесть семян определяли в соответствии с ГОСТ 12038-84, полевую всхожесть – путем подсчета числа растений на делянке в фазу всходов по каждому варианту (сорт) в 3 повторениях опыта. Норму высева семян рассчитывали с учетом лабораторной всхожести. Учет урожая и определение густоты продуктивного стеблестоя проводили по методикам, рекомендованным для сортоиспытаний (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1985). Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ 12042-80. Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по методике Г.Т. Селянинова (1937). Статистическая обработка проведена с использованием надстроек AgCStat в Microsoft Office Excel 2016.

Погодные условия вегетационных периодов озимой ржи в исследуемые годы по тепло- и влагообеспеченности были контрастными. Условия вегетации 2020/2021 гг. характеризовались недостаточным увлажнением (ГТК = 1), тогда как вегетационный период 2021/2022 гг., наоборот, отличался избыточной влажностью (ГТК = 1,65). Тем не менее, погодные условия вегетационных периодов 2020/2021 и 2021/2022 гг. были удовлетворительными для роста и развития озимой ржи. Критических отклонений в температурном и водном режиме отмечено не было.

Результаты и обсуждение. Посевные качества семян у сортов в опыте характеризовались большой вариабельностью. По крупности семян сорта подразделялись на крупнозерные (2 сорта), мелкозерные (12 сортов) и средней крупности (19 сортов). Средняя за 2 года исследований лабораторная всхожесть составила 78,5 % с колебанием от очень низкой (37 %) до высокой (99 %). Коэффициент вариации составил 25 % (табл.).

В отличие от лабораторной всхожести, которую определяют при оптимальных условиях проращивания, на полевую всхожесть семян зерновых культур влияет огромное количество факторов (погодных, почвенных, агротехнических и др.), которые снижают показатели полевой всхожести на 10...15 % в сравнении с лабораторной [4]. Однако в наших исследованиях полевая всхожесть была ниже лабораторной в среднем на 45 %, причем у сортов местной селекции (Фаленская 4, Снежана, Рушник, Флора, Лика и др.) эта разница была меньше и составила 33 %, тогда как у сортов инорайонной

селекции полевая всхожесть была ниже лабораторной на 62 %. Такую закономерность можно объяснить различными условиями формирования семян и лучшей приспособленностью семян местных сортов к условиям произрастания. Результаты корреляционного анализа за 2 года исследований, различающихся по условиям тепло- и влагообеспеченности в период вегетации озимой ржи, указывают на сильную положительную зависимость полевой всхожести семян от лабораторной ($r_{2021} = 0,82$; $r_{2022} = 0,95$).

Таблица

**Посевные качества и урожайные свойства семян озимой ржи
(г. Киров, в среднем за 2021...2022 гг.)**

Сорт	Масса 1000 зерен, г	Лабораторная всхожесть, %	Полевая всхожесть, %	Густота продуктивного стеблестоя, шт./м ²	Урожайность, г/м ²
Вятка 2	27,4	95,0	56,2	229	315,1
Кировская 89	38,2	86,5	50,7	349	436,0
Фаленская 4	24,7	86,0	57,6	405	469,1
Снежана	38,9	67,0	33,9	247	313,9
Рушник	27,7	94,2	64,3	412	513,5
Флора	29,8	98,2	70,8	471	512,7
Лица	36,3	96,0	63,6	494	577,2
Графиня	29,8	93,2	67,0	380	457,5
Графит	39,3	99,2	76,9	424	573,9
Триумф	37,1	93,9	53,5	424	470,4
Кипрез	39,2	97,5	77,6	512	497,1
Перепел	32,5	98,0	79,5	488	603,7
Гармония	33,3	89,2	75,3	409	474,9
Симфония	37,2	95,5	68,1	579	604,6
Волна	37,7	65,9	34,6	292	347,9
НВАК 285/15	34,8	88,3	67,9	284	434,1
Фаленская универсальная	29,3	89,2	57,7	359	453,8
Батист	30,8	87,2	67,1	465	524,7
Ниоба	36,0	72,2	44,8	402	518,0
Садко	31,1	78,5	47,8	425	434,3
Сармат	31,2	91,0	52,5	381	372,5
Крона	36,0	96,0	52,1	282	344,4
Паром	36,3	49,4	10,4	238	270,5
Алиса	42,0	50,7	13,8	176	258,7
Янтарная	37,8	57,5	28,4	286	409,1
Пуховчанка	44,0	85,4	56,9	327	237,4
Таловская 33	30,1	37,0	4,3	157	207,9
Памяти Кунакбаева	25,8	38,4	7,9	125	136,0
Марусенька	36,6	71,9	39,3	325	464,1
Антарес	35,2	60,5	14,4	199	199,2
Безенчукская 87	34,8	43,9	4,8	66	61,1
Роксана	31,3	51,4	13,0	239	286,1
Грань	32,5	88,4	41,2	322	501,0
<i>Среднее</i>	<i>35,9</i>	<i>78,5</i>	<i>47,1</i>	<i>338</i>	<i>402,4</i>

Вопрос о влиянии крупности посевного материала на урожайность озимой ржи является дискуссионным. Опыты, проведенные в ФАНЦ Северо-Востока в 2008...2010 гг., уже показывали отсутствие связи между генетической крупностью семян и урожайностью сорта [3]. Исследования на другом наборе сортов в других условиях подтвердили эти выводы: влияния крупности посевного материала на полевую всхожесть, густоту продуктивного стеблестоя и урожайность отмечено не было ($r = -0,04...0,05$).

Число продуктивных стеблей на 1 м^2 – это один из основных элементов, составляющих урожайность. Связь урожайности с продуктивным стеблестоем в опыте была высокой и имела положительную направленность ($r_{2021} = 0,99$; $r_{2022} = 0,84$).

Густота продуктивного стеблестоя и урожайность в среднем за 2 года исследований по сортам изменялись в сильной степени ($CV = 34...35 \%$). У 20 сортов количество продуктивных стеблей находилось на среднем уровне $322...579 \text{ шт./м}^2$, у остальных сортов продуктивных стеблей к уборке сформировалось мало ($66...292 \text{ шт./м}^2$). Перспективные сорта Симфония, Перепел, Лица, Графит сформировали высокую урожайность ($573,9...604,6 \text{ г/м}^2$) превысив стандарт Фаленская 4 на $22...29 \%$.

Выявлено сильное положительное влияние лабораторной всхожести на густоту продуктивного стеблестоя и урожайность сортов ($r = 0,63...0,68$).

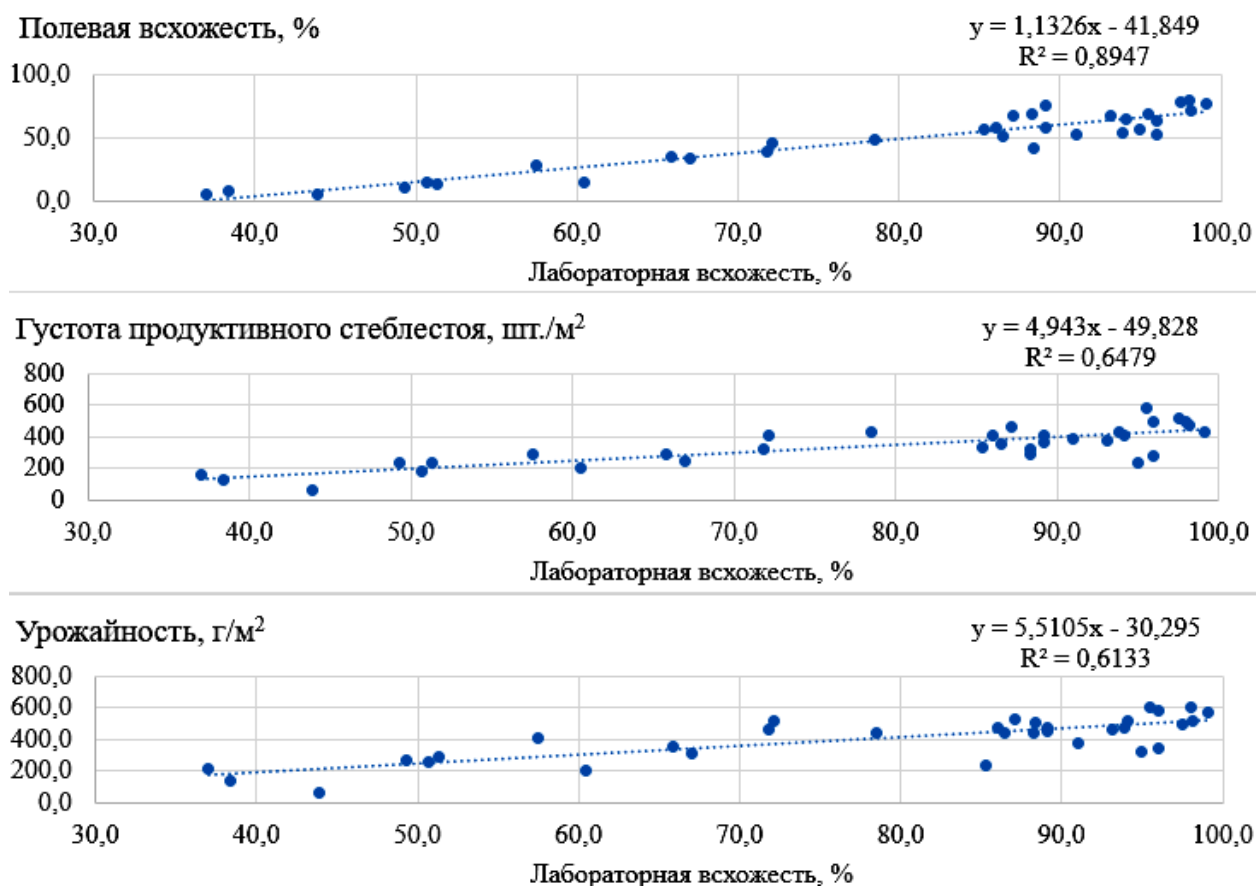


Рис. Зависимость полевой всхожести семян, густоты продуктивного стеблестоя и урожайности сортов озимой ржи от лабораторной всхожести семян (в среднем за 2021...2022 гг.)

На рисунке представлен график корреляционных связей лабораторной всхожести семян с полевой всхожестью, густотой продуктивного стеблестоя и урожайностью сортов озимой ржи. Высокий коэффициент детерминации ($R^2 = 0,61 \dots 0,89$) говорит о сильной зависимости между признаками.

Заключение. Полевая всхожесть семян озимой ржи в годы исследований была ниже лабораторной в среднем на 45 %, что говорит о большом влиянии на полевую всхожесть комплекса внешних факторов среды. Густота продуктивного стеблестоя сортов озимой ржи имела сильную положительную связь с урожайностью как в засушливых условиях вегетации ($r_{2021} = 0,99$), так и при избыточном увлажнении ($r_{2022} = 0,84$). Крупность семенного материала не оказывала влияния на полевую всхожесть семян, густоту продуктивного стеблестоя и урожайность озимой ржи ($r = -0,04 \dots 0,05$). Лабораторная всхожесть семян имела сильную положительную связь с полевой всхожестью, густотой продуктивного стеблестоя и урожайностью озимой ржи. Высокий коэффициент детерминации ($R^2 = 0,61 \dots 0,89$) говорит о сильной зависимости между признаками. Определение лабораторной всхожести является важным инструментом для прогнозирования урожайности сортов озимой ржи.

Список литературы

1. Ларионов Ю.С. Оценка урожайных свойств и урожайного потенциала семян зерновых культур. Челябинск: Челябинский ГАУ, 2000. 100 с
2. Захарова Н.Н., Захаров Н.Г. Посевные качества и полевая всхожесть семян яровой мягкой пшеницы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 4 (36). С. 17-23.
3. Возделывание озимой ржи в условиях северного земледелия: научно-практические рекомендации / Е.И. Уткина, Л.И. Кедрова, М.Г. Шамова и др. Киров: ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 2021. 120 с.
4. Промышленное семеноводство: справочник / под ред. И.Г. Строны. М.: Колос, 1980. 287 с.

УДК: 631.527:577.29

Разработка ДНК-маркера для генотипирования сортов озимой ржи с разным содержанием пентозанов

Н. В. Новоселова

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

Аннотация. Основным фактором, ограничивающим использование озимой ржи на корм сельскохозяйственным животным, является высокое содержание пентозанов (арабиноксиланов). Предложен ДНК-маркер для генотипирования высокопентозановых и низкопентозановых образцов озимой ржи. Подобранные праймеры будут проверены на селекционном материале с различным содержанием пентозанов. Внедрение методов молекулярной биологии позволит в краткие сроки отбирать необходимый материал и значительно ускорит селекцию озимой ржи.

Ключевые слова: *Secale cereale, маркер-вспомогательная селекция, ПЦР-маркеры, пентозаны, арабиноксиланы, гликозилтрансферазы*

Development of DNA-marker for genotyping of winter rye cultivars with different content of pentosans

N. V. Novoselova

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

Abstract. *The high content of pentosans (arabinoxylans) is the main factor, limiting the use of winter rye as feed for farm animals. DNA-marker for genotyping of high-pentosan and low-pentosan winter rye accessions is proposed. The developed primers will be tested on breeding material with different content of pentosans. The introduction of molecular biology methods will allow selecting suitable samples in a short time and will significantly speed up the winter rye breeding.*

Keywords: *Secale cereale, marker-assisted breeding, PCR-markers, pentosans, arabinoxylans, glycosyltransferases*

Озимая рожь (*Secale cereale* L.) – важная сельскохозяйственная культура, используемая и в пищевых, и в кормовых целях. Она отличается высокой стрессоустойчивостью, низкими требованиями к почвенно-климатическим условиям и стабильной урожайностью. Для России эту культуру можно назвать стратегической [1, 2]. Основным показателем, влияющим на диверсификацию сортов озимой ржи, является содержание в зерне пентозанов, которые входят в состав клеточных стенок. Пентозаны ржи в основном являются арабиноксиланами. Высокая вязкость и влагоудерживающие свойства пентозанов положительно влияют на хлебопекарные свойства ржи [3, 4]. В то же время, значительная концентрация этих веществ ограничивает использование зерна ржи в фуражных целях, т.к. такой корм хуже усваивается. Водорастворимые арабиноксиланы образуют вязкие гели в кишечнике животных, что препятствует доступу ферментов пищеварения к нутриентам зерна. Особенно это характерно для кур и свиней, которые являются моногастричными животными. В результате снижается прирост массы тела. Тем не менее, рожь важна для рациона сельскохозяйственных животных. В зерне ржи содержится больше метионина и лизина, чем в зерне пшеницы [2, 3]. Кроме того, она наиболее устойчива к накоплению микотоксинов [1]. На уровень пентозанов в зерне озимой ржи основное влияние оказывает генотип, что делает возможным выведение сортов с разным содержанием водорастворимых арабиноксиланов [2]. Условия выращивания тоже способны повышать или понижать содержание пентозанов в зерне, поэтому оценка селекционного материала в рамках традиционной фенотипической селекции может быть менее эффективной, чем маркер-вспомогательная селекция, позволяющая оценить непосредственно генотип растения. Кроме того, биохимический анализ требует разрушения зерновок, что проблематично на ранних этапах селекции, когда семенного материала мало. При использовании ПЦР для получения ДНК в данном случае достаточно взять листья с растущего в поле растения. Таким образом, можно провести анализ, не дожидаясь созревания зерна и без потерь селекционного материала. На данный момент опубликовано относительно мало информации по ДНК-

маркерам, доступным для селекции сортов-популяций озимой ржи. Это отчасти объясняется тем, что рожь, как перекрестно-опыляемая культура, обладает высокой генетической разнородностью [5, 6]. Методы маркер-вспомогательной селекции на содержание пентозанов в зерне еще не разработаны [2, 7]. Клеточная стенка является динамической структурой, на ее полисахариды в течение различных физиологических процессов влияют очень многие ферменты. На содержание арабиноксиланов в зерне оказывают действие ферменты их биосинтеза (в т. ч. гликозилтрансферазы) и деградации (ксилаказы). Гены гликозилтрансфераз (GT) секвенированы у кукурузы, риса, пшеницы, ячменя, и некоторых других злаковых [2, 8, 9]. Изучение генов гликозилтрансфераз озимой ржи началось совсем недавно. В 2022 году были опубликованы результаты исследования озимой ржи, в ходе которого с помощью транскриптомного анализа были обнаружены гены, кодирующие предполагаемые белки-гликозилтрансферазы нескольких семейств, в т. ч. 43 и 47 [3]. В текущем году сообщено о секвенировании гена *GT47* [7]. Таким образом, информации на данный момент накоплено немного. В то же время, для разработки ДНК-маркеров могут быть использованы ранее секвенированные последовательно-близкородственной для ржи культуры - мягкой пшеницы [2]. Lovegrove и соавторы [10] отмечают, что гены *GT43* и *GT47* вносят свой вклад в синтез арабиноксилана в зерне пшеницы, играя при этом разную роль. В частности, подавление экспрессии гена *TaGT43_2* приводило к полной потере способности к удлинению арабиноксилановой цепи, тогда как при подавлении экспрессии гена *TaGT47_2* удлинение цепи, хоть и с очень низкой скоростью, все же происходило. Исходя из этого, мы сосредоточили внимание на генах гликозилтрансфераз семейства 43.

Цель исследования – разработка ПЦР-маркера для генотипирования селекционного материала озимой ржи на содержание арабиноксиланов в зерне. Исходя из цели, были поставлены следующие задачи:

- Поиск нуклеотидных последовательностей генов *GT43*.
- Выравнивание последовательностей и выявление полиморфизмов.
- Подбор праймеров для идентификации найденных полиморфизмов.

Материалы и методы. Проводили анализ секвенированных нуклеотидных последовательностей генов *GT43* мягкой пшеницы, взятых из БД National Center for Biotechnology Information (NCBI) (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>). Последовательности для выравнивания были выбраны на основе литературных источников, а также с помощью функции BLAST (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov>).

Выравнивание проводили в программе Clustal Omega (<https://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/clustalo/>). На основе полученного выравнивания производили поиск полиморфизма. Предпочтение отдавалось поиску предполагаемых инсерций и делеций. С помощью БД Uniprot (<https://www.uniprot.org>) определяли доменную структуру генов.

Подбор праймеров и вычисление размера ожидаемых ампликонов проводили вручную. Расчет температуры плавления (T_{пл}) праймеров и поиск возможных шпилек и димеров производили на сайте Кировской молекулярной

биологии (<https://molbiol.kirov.ru>). Уникальность праймеров проверяли с помощью функции BLAST.

Результаты и обсуждение. В таблице 1 представлено описание последовательностей генов *GT43* мягкой пшеницы, на основе которых был разработан маркер.

Таблица 1

Последовательности генов гликозилтрансфераз семейства 43, использованные в работе

Номер доступа (GenBank)	Описание в БД NCBI (https://www.ncbi.nlm.nih.gov)
AK333229.1	Triticum aestivum cDNA, clone: WT005_P10, cultivar: Chinese Spring.
AM701827.1	Triticum aestivum mRNA for putative xylan synthase (gt43 gene)
HF913567.1	Triticum aestivum mRNA for GT43_2D (GT43_2D gene), cultivar Cadenza
HF913568.1	Triticum aestivum mRNA for GT43_2B (GT43_2B gene), cultivar Cadenza
HF913569.1	Triticum aestivum mRNA for GT43_2A (GT43_2A gene), cultivar Cadenza

При выравнивании последовательности показали высокую консервативность. В результате была выявлена делеция, для идентификации которой подобраны праймеры (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика разработанного ДНК-маркера

F/ R*	Последовательность праймера, 5' - 3'	Длина праймера, п. н.	Тпл, °С	Длина ожидаемых ампликонов, п. н.
F	GGATTATAGCAAGGTGAAGGGC	22	53	107; 110; 111
R	CCGGAGTTTGTTCGAGGAAG	21	55	

Примечание: * F – прямой праймер, R – обратный праймер

Результаты ПЦР планируется анализировать с помощью электрофореза в полиакриламидном геле. ДНК-маркер будет использован для генотипирования образцов озимой ржи, поэтому реальный размер ампликонов может отличаться от ожидаемого, рассчитанного на основе нуклеотидных последовательностей генов *GT43* мягкой пшеницы. Для дальнейшей разработки тест-системы необходима проверка маркера на образцах озимой ржи с разным содержанием водорастворимых пентозанов в зерне.

Заключение. Таким образом, нами предложен ДНК-маркер для генотипирования селекционного материала озимой ржи на содержание пентозанов. Подобранные праймеры будут апробированы на низкопентозановых и высокопентозановых образцах ржи. Использование методов молекулярной биологии позволит в краткие сроки отбирать необходимый материал и ускорит селекционный процесс.

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. doi: 10.25750/1995-4301-2020-1-014-020
2. Ибрагимова З.А., Кулуев Б.Р. Молекулярные основы пищевых и кормовых качеств зерна ржи (*Secale cereale*) // Биомика. 2020. Т. 12. №. 1. С. 8-26.
DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2020-2
3. Kozlova L.V., Nazipova A.R., Gorshkov A.V., Gilmullina L.F., Sautkina O.V., Petrova N.V., Trofimova O.I., Ponomarev S.N., Ponomareva M.L., Gorshkova T.A. Identification of genes involved in the formation of soluble dietary fiber in winter rye grain and their expression in cultivars with different viscosities of wholemeal water extract // The Crop Journal. 2022. V. 10. №. 2. P. 532-549. doi: 10.1016/j.cj.2021.05.008
4. Ikram A., Saeed F., Noor R. A., Imran A., Afzaal M., Rasheed A., Islam F., Iqbal A., Zahoor T., Naz S., Waheed W., Shahid M. Z., Khan A. W., Kinki A. B. A comprehensive review on biochemical and technological properties of rye (*Secale cereale* L.) // International Journal of Food Properties. 2023. V. 26. №. 1. P. 2212-2228. DOI: 10.1080/10942912.2023.2244697
5. Brzozowski L.J., Szuleta E., Phillips T.D., Van Sanford D.A., Clark A.J. Breeding cereal rye (*Secale cereale*) for quality traits // Crop Science. 2023. V. 63. №. 4. P. 1964-1987.
DOI: 10.1002/csc.2.21022
6. Новоселова Н.В. Изучение возможностей практического использования молекулярных методов в селекции озимой ржи // Методы и технологии в селекции растений. Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2021. С. 20-23.
7. Заикина Е.А., Каюмова Р.Р., Кулуев А.Р., Исмагилов Р.Р., Кулуев Б.Р. Анализ нуклеотидных последовательностей гена гликозилтрансферазы *GT47* у сортов ржи, различающихся по содержанию водорастворимых пентозанов в зерне // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2023. Т. 184. №. 2. С. 112-119.
DOI: 10.30901/2227-8834-2023-2-112-119
8. Botticella E., Savatin D.V., Sestili F. The triple jags of dietary fibers in cereals: How biotechnology is longing for high fiber grains // Frontiers in Plant Science. 2021. V. 12. 745579. DOI: 10.3389/fpls.2021.745579
9. Marcotuli I., Colasuonno P., Hsieh Y.S.Y., Fincher G.B., Gadaleta A. Non-starch polysaccharides in durum wheat: a review // International journal of molecular sciences. 2020. V. 21. №. 8. P. 2933. DOI: 10.3390/ijms21082933
10. Lovegrove A., Wilkinson M.D., Freeman J., Pellny T.K., Tosi P., Saulnier L., Shewry P.R., Mitchell R.A.C. RNA interference suppression of genes in glycosyl transferase families 43 and 47 in wheat starchy endosperm causes large decreases in arabinoxylan content // Plant Physiology. 2013. V. 163. №. 1. P. 95-107.

Оценка потенциальной продуктивности и адаптивности гибридов F₁ клевера лугового в условиях Кировской области

О. Л. Онучина, И. А. Корнева

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

Аннотация. По результатам оценки 90 позднеспелых одноукосных гибридов F₁ клевера лугового выделено для дальнейшего использования в селекции 19 высокопродуктивных адаптивных номеров, формирующих за один укос в благоприятные годы 7,21...10,08 кг/м² зелёной массы (на уровне или выше среднесортowej урожайности на 1,3...40,0 %), в неблагоприятные годы – 4,73...7,52 кг/м² (103,7...164,9 % к среднесортowej урожайности).

Ключевые слова: урожайность зелёной массы

**Estimation of potential productivity and adaptability
of F₁ meadow clover hybrids in the conditions of the Kirov region**

O. L. Onuchina, I. A. Korneva

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

Abstract. According to the results of the assessment of 90 late-maturing single-mowing F₁ hybrids of meadow clover, 19 highly productive adaptive numbers were identified for further use in breeding, forming 7.21...10.08 kg/m² of green mass per mowing in favorable years (at or above the average varietal yield by 1.3...40.0 %), in unfavorable years – 4.73...7.52 kg/m² (103.7...164.9 % of the average varietal yield).

Keywords: green mass yield

Клеверосеяние в большинстве природно-экономических зон России – наиболее доступный ресурс поддержания и повышения почвенного плодородия, решения белковой проблемы и производства дешёвых кормов. Для повышения эффективности отрасли кормопроизводства и растениеводства в целом, особенно в регионах с жёсткими агроклиматическими условиями, требуется использовать адаптивные сорта, в том числе клевера лугового, способные обеспечивать стабильно высокую урожайность при достаточном разнообразии погодных и агротехнических условий [1...4]. В процессе создания высокопродуктивных и одновременно экологически стабильных сортов сельскохозяйственных культур, по мнению А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой [5], особое внимание необходимо уделить повышению эффективности отбора, который следует проводить с учётом взаимодействия генотипа и среды, поскольку односторонний отбор по продуктивности может привести к потере стабильных форм.

Цель исследований – оценить потенциальную продуктивность и адаптивность гибридов F₁ клевера лугового в условиях Кировской области, выделить перспективные номера для дальнейшего использования в селекции.

Материалы и методы. Исследования проведены на опытном поле Фалёнской селекционной станции – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого».

Материалом исследования послужили 90 гибридов F₁ клевера лугового позднеспелого одноукосного типа, стандарт – Фалёнский 1. Закладка селекционных питомников проведена в 2019 и 2021 гг. в трёхкратной повторности на делянках площадью 0,4 м². Учёт урожайности зелёной массы проводили в травостое первого (соответственно 2020 и 2022 гг.) и второго года пользования (2021 и 2023 гг.).

Почва опытных участков дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая со следующим агрохимическими характеристиками пахотного горизонта: рН_{сол.} 4,85...4,99, содержание P₂O₅ 347...456, K₂O 183...250 мг/кг почвы.

Условия осенне-зимних периодов в годы проведения исследований складывались удовлетворительно для перезимовки клевера. Вегетационные периоды значительно отличались по тепло- и влагообеспеченности, что позволило оценить адаптивный потенциал новых гибридов. Наиболее благоприятные погодные условия для формирования вегетативной массы клевера в первом укосе сложились в 2022 году: во II, III декадах мая и I, II декадах июня количество осадков превысило климатическую норму на 19,5...68,9 %. В 2020 году в мае погода отличалась повышенными температурами (+1,4 °C к норме) и высокой влагообеспеченностью (на 44,7 % выше обычного), во II, III декадах июня и I декаде июля наблюдался недостаток влаги (количество осадков составило соответственно 20,7, 62,4 и 56,6 % к норме). Погодные условия в 2021 и 2023 гг. в период от весеннего отрастания до начала цветения отличались частыми и продолжительными засушливыми периодами (до 10...19 дней), когда дневная температура воздуха поднималась до 25,1...32,8 °C при отсутствии или минимальном количестве осадков (0,4...4,5 мм за декаду).

Закладка опытов, учёты и оценки выполнены в соответствии с методическими указаниями [6]. Статистическую обработку экспериментальных данных выполняли методом дисперсионного анализа [7]. Потенциальную продуктивность и адаптивность гибридов определяли по методике [8].

Результаты и обсуждение. Урожайность зелёной массы гибридов клевера лугового в среднем по опыту за 2020...2023 гг. составила 6,22 кг/м² и варьировала по номерам в зависимости от условий года в широких пределах – от 1,68 до 10,74 кг/м². Наиболее высокая урожайность – 8,55 кг/м² в среднем по питомнику получена в 2022 г. (+2,33 к многолетней среднесортowej), в 2020 г. урожайность была также достаточно высокой – 7,20 кг/м² (на 0,98 выше средней за 4 года). Таким образом, 2020 г. и, особенно, 2022 г., согласно методике [8], отличались наиболее благоприятными условиями для выращивания клевера лугового. Самыми неблагоприятными за исследуемый период были 2021 и 2023 гг., когда урожайность в среднем по питомнику составила 4,57 и 4,56 кг/м², что на 1,65...1,66 кг/м² или в 1,4 раза ниже, чем многолетняя среднесортowej урожайность (табл.).

**Урожайность лучших гибридов F₁ клевера лугового
и её доля по отношению к среднесортовой урожайности года**

Гибрид F ₁	Урожайность зелёной массы, кг/м ²					% к среднесортовой урожайности			
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Адаптивные высокопродуктивные									
31/18	9,46*	7,14*	8,35	5,34	7,57	131,4	156,2	97,7	117,1
33/18	7,63	5,58	9,76	7,11*	7,52	106,0	122,1	114,2	155,9
4/18	10,08*	5,28	9,06	5,11	7,38	140,0	115,5	106,0	112,1
3/18	7,46	5,90	8,97	6,97*	7,33	103,6	129,1	104,9	152,9
85/18	8,25	5,93	9,81	5,22	7,30	114,6	129,8	114,7	114,5
28/18	8,00	6,58*	8,82	5,74	7,29	111,1	144,0	103,2	125,9
19/18	9,08*	5,46	9,09	5,43	7,27	126,1	119,5	106,3	119,1
15/18	8,54	5,52	9,03	6,00	7,27	118,6	120,8	105,6	131,6
93/18	7,75	5,04	8,60	7,52*	7,23	107,6	110,3	100,6	164,9
6/18	7,33	4,94	9,98	6,32*	7,14	101,8	108,1	116,7	138,6
41/18	8,79	5,92	8,86	4,77	7,09	122,1	129,5	103,6	104,6
24/18	8,13	5,48	8,82	5,56	7,00	112,9	119,9	103,2	121,9
26/18	7,54	5,88	9,28	5,24	6,99	104,7	128,7	108,5	114,9
30/18	7,50	6,32*	8,89	5,09	6,95	104,2	138,3	104,0	111,6
27/18	8,46	5,24	9,03	4,83	6,89	117,5	114,7	105,6	105,9
29/18	7,21	5,72	9,42	5,18	6,88	100,1	125,2	110,2	113,6
42/18	7,63	4,98	9,12	5,70	6,86	106,0	109,0	106,7	125,0
91/18	7,92	4,88	9,70	4,73	6,81	110,0	106,8	113,5	103,7
44/18	7,29	5,00	9,01	4,76	6,52	101,3	109,4	105,4	104,4
Интенсивного типа									
23/18	7,75	3,82	10,74*	5,02	6,83	107,6	83,6	125,6	110,1
40/18	7,50	4,73	10,56*	4,63	6,86	104,2	103,5	123,5	101,5
55/18	7,13	4,79	10,39*	4,28	6,65	99,0	104,8	121,5	93,9
Фалёнский 1, стандарт	8,01	5,27	6,80	3,84	5,98	111,3	115,3	79,5	84,2
Среднее по питомнику	7,20	4,57	8,55	4,56	6,22	100	100	100	100
НСР ₀₅	1,65	1,46	1,74	1,75	-	-	-	-	-

Примечание: *достоверно выше среднесортовой урожайности ($P \geq 0,95$)

По результатам изучения выделено 58 гибридов, превысивших стандарт (5,98 кг/м²) по урожайности в среднем за 4 года на 0,2...26,6 %. Существенно превзошел стандарт в 2020 г. номер 4/18, в 2021 г. – номер 31/18 (на 2,07 и 1,87 кг/м² соответственно или 25,8 и 35,5 %). В наиболее благоприятном 2022 г. достоверные прибавки над стандартом (26,5...57,9 %) получены у 51 гибрида при достаточно низкой урожайности стандарта в этот год (6,80 кг/м², на 1,75 ниже среднесортовой). В неблагоприятных условиях 2023 г. достоверно превзошли стандарт 15 гибридов на 46,6...95,8 %.

При анализе урожайных данных по годам, выявлены различия между гибридами по реакции на изменение условий внешней среды. Например,

гибрид 31/18, показавший максимальную урожайность в неблагоприятном 2021 г. (7,14 кг/м², достоверно выше средней по питомнику на 56,2 %), в благоприятных условиях 2022 г. сформировал урожайность ниже среднесортowej на 2,3 % (8,35 кг/м²). Наоборот, у гибрида 23/18 - наиболее продуктивного в благоприятных условиях (10,74 кг/м², достоверно выше среднесортowej на 25,6 %) - в засушливом 2021 г. получена урожайность ниже средней по питомнику на 16,4 %. Всё это указывает на сильное генотип-средовое взаимодействие в данном наборе изучаемых гибридов, поэтому применение какого-либо статического метода оценки экологической реакции генотипов позволит выделить наиболее адаптивные гибриды для использования в дальнейшей селекции.

В методике, предложенной Л.А. Животковым, З.А. Морозовой, Л.И. Секатуевой, за критерий для сравнения сортов/селекционных форм берётся общая видовая адаптивная реакция на конкретные условия вегетации, реализованная в величине средней для сравниваемых сортов урожайности. Реакцию каждого из исследуемых сортов на данные факторы внешней среды определяют как отношение его конкретной урожайности к среднесортowej, выраженное в процентах. Если у сортов данный показатель в благоприятные годы превышает 100 %, то такие сорта считают потенциально высокопродуктивными. При неблагоприятных условиях в годы с невысокой общей урожайностью аналогичным способом определяют адаптивность изучаемых сортов. Потенциальная продуктивность, по мнению авторов, в такие годы, наоборот, реализуется слабо.

В нашем исследовании потенциальная продуктивность новых гибридов клевера лугового выявлена в 2022 и 2020 гг.: выделены 32 источника высокой продуктивности, превысившие среднесортowej урожайность на 1,3...40,0 %.

По данным 2021 и 2023 гг. выявлены 33 адаптивных гибрида, у которых реакция на неблагоприятные условия была менее выраженной, чем у многих других номеров – доля их урожайности по отношению к среднесортowej в эти годы составила 101,5...164,9 %.

Из 58 гибридов с более высокой, чем у стандарта, урожайностью выделены 19 (см. табл.), сочетающие высокую потенциальную продуктивность и адаптивность: урожайность данных гибридов в благоприятные годы составила 7,21...10,08 кг/м² (97,7...140,0 % к среднесортowej), в неблагоприятные – 4,73...7,52 кг/м² (103,7...164,9 % к среднесортowej).

Три гибрида (23/18, 40/18 и 55/18) с самым высоким потенциалом продуктивности (10,39...10,74 кг/м²) отличались от других наиболее выраженной реакцией на улучшение/ухудшение условий среды: доля их урожайности по отношению к среднесортowej составила в благоприятный год 121,5...125,6 %, в неблагоприятные годы – 83,6...110,1 %.

Заключение. Таким образом, оценка продуктивного и адаптивного потенциала гибридов F₁ клевера лугового по признаку «урожайность зелёной массы» показала их разную реакцию на условия «среды». По результатам многолетнего изучения в годы с контрастными погодными условиями из

90 изученных гибридов выделены для дальнейшего использования в селекции 19 высокопродуктивных и, одновременно, адаптивных гибридов, формирующих в благоприятные годы 7,21...10,08 зелёной массы за один укос (на уровне или выше среднесортной урожайности на 1,3...40,0 %), в неблагоприятные - 4,73...7,52 кг/м² (выше среднесортной на 3,7...64,9 %).

У трёх гибридов (23/18, 40/18 и 55/18) выявлена высокая отзывчивость на улучшение условий среды (в наиболее благоприятный год они сформировали максимально высокую урожайность - 10,39...10,74 кг/м², достоверно выше среднесортной на 21,5...25,6 %), поэтому их можно использовать в качестве исходного материала при создании сортов интенсивного типа.

Список литературы

1. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (экологические основы). М.: РУДН, 2001. Т. 1. 780 с.
2. Косолапов В.М., Костенко Н.И., Пилипко С.В. Направления и задачи селекции кормовых трав в России // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 2. С. 21-24. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10205
3. Кочнева М.Б., Дахно О.А. Адаптивный потенциал интродуцированных сортов клевера лугового в Камчатском крае // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 3(51). С. 45-50. DOI: 10.24411/1999-6837-2019-13034
4. Курдакова О.В., Иванова С.В. Испытание селекционных номеров клевера лугового по кормовой продуктивности и адаптивности в условиях Смоленской области // Кормопроизводство. 2022. № 4. С. 34-38. DOI: 10.25685/KRM.2022.38.37.001
5. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений. Минск: Тэхналогія, 1997. 372 с.
6. Методические указания по селекции и первичному семеноводству клевера. М.: ВНИИ кормов, 2002. 72 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3-6.

УДК: 633.791:581.5

Экологические аспекты выращивания *Himulus lupulus* L. в Чувашской республике

Ю. С. Осипова

*Чувашский НИИСХ – филиал ФГБНУ «ФАНЦ Северо-Востока
имени Н.В. Рудницкого»,
п. Опытный, Российская Федерация*

Аннотация. Традиционно хмелеводство в Чувашской Республике всегда было важной отраслью сельского хозяйства, так как эколого-климатические условия южной части Волго-Вятского региона наиболее пригодны для выращивания этой культуры.

Ключевые слова: хмелеводство, сорта, урожайность, качество хмеля, технология

Ecological aspects of cultivation *Humulus lupulus* L. in the Chuvash Republic

Yu. S. Osipova

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

Abstract. *Traditionally, hop growing in the Chuvash Republic has always been an important branch of agriculture, since the ecological and climatic conditions of the southern part of the Volga-Vyatka region are most suitable for growing this crop.*

Keywords: *hop growing, varieties, yield, hop quality, technology*

Хмель – ценная сельскохозяйственная культура, которая широко используется в фармацевтической отрасли, медицине, парфюмерии, хлебопекарной промышленности. За последние годы площади хмеленасаждений в России значительно сократились. Сегодня вся индустрия хмелеводства построена на материале, который завозится из-за рубежа. Такое состояние отрасли хмелеводства вызвано экономическим кризисом в стране, несовершенными технологиями выращивания хмеля, которые в значительной степени загрязняют окружающую среду и, особенно, несовершенной системой питомниководства хмеля, которую необходимо немедленно трансформировать и развивать [1]. Рост урожайности сельскохозяйственных культур в большинстве развитых странах мира показывает, что за последние полвека роль сорта, то есть генетического фактора, в два раза превышает значение всех других агротехнических мероприятий, которые влияют на повышение плодородия почв и улучшение условий выращивания растений. Как известно, в мировой торговле хмелем Россия относится к тем странам, которые выращивают преимущественно ароматические сорта хмеля. Почвенно-климатические условия больше всего позволяют выращивать сырье высокого качества ароматических и горьких сортов.

Сорта хмеля должны соответствовать многим критериям, основные из которых это высокая и стабильная урожайность, устойчивость к вредителям и болезням, пригодность к интенсивному механическому использованию. Сорта должны иметь отличные свойства, возможность перерабатываться в хмелепрепараты (гранулы, экстракты и др.), длительное хранение без потерь веществ [2]. В рыночной экономике предпочтение отдают сортам, которые могут обеспечить быстрое получение прибыли, высокую рентабельность и пользоваться спросом на зарубежном рынке. Конкурентоспособный сорт хмеля должен иметь не менее 2,0...2,5 т/га стабильного урожая сырья, содержать не менее 7...10 % (ароматический) и 14...18 % альфа-кислот (горький), собираться механизировано, иметь устойчивость к патогенам [3]. На сегодняшний день хмелеводство России отходит от советской системы выращивания хмеля. На замену ручному труду используется механизация, что позволяет экономить не только деньги, что важно, но и время на выполнение той или иной операции. Благодаря этому мы можем выращивать не меньше 2,0 т/га хмелепродукции, не теряя качества, потому что задержка с операциями на несколько дней или неделю уменьшает урожайность на 0,3...0,4 т/га каждая.

Хмель выращивают на равнинных площадях с небольшим (до 5°) уклоном на юг, юго-запад и юго-восток. Размещают его на массивах (хмельниках) площадью 20...30 га, которые разделяют на отдельные плантации (квадраты). Хмельники для защиты хмеля от господствующих ветров закладывают вблизи леса, лесополосы. Если есть потребность в закладке хмельника на открытой местности, то его заблаговременно (за 2...3 года) обсаживают защитными полосами (в 2...3 ряда) из быстрорастущих деревьев на расстоянии 20 м от краев плантации. Закладывают хмельники на дерново-, слабо- и среднеподзолистых почвах, серых и темно-серых лесных почвах, оподзоленных черноземах с легкоуплотненным грунтом и уровнем грунтовых вод не выше 1,5...1,8 м от поверхности почвы. Малопригодными для него являются тяжелые и легкие песчаные и заболоченные почвы.

Уровень грунтовых вод на плантациях в летнюю пору должно быть не выше 1,5...1,8 м. отведенные под хмельники площади разбивают на квадраты размером 2...2,5 га, между которыми оставляют дороги шириной 3...4 м. На каждом гектаре хмельника закапывают по 145...150 столбов высотой 8...9 м для устройства шпалер. На верхушках столбов натягивают оцинкованную проволоку, от которого к каждому кусту хмеля натягивают проволочные поддержки с фиксацией их кольщиками высотой 50...60 см на расстоянии 40 см от кустов [4]. Закладку хмельника проводят после зерновых или зернобобовых культур с лущением стерни, через 2...3 недели вносят примерно половину нормы органических и фосфорно-калийных минеральных удобрений и начинают плантажную вспашку почвы на глубину до 45 см. Через 3...4 недели вносят остальные удобрения и перепахивают участок на глубину 25 см. Общая норма органических удобрений составляет 50...60 т/га, минеральных – 0,7...0,8 т/га (P90K90).

Есть и другой способ подготовки почвы для посадки хмеля, при котором вместо плантажной применяют глубокую вспашку на 30...35 см. Осенью на удобренных и заправленных удобрениями площадях специальными машинами копают ямки размером 60 x 60 x 60 см, размещая их рядами по схемам 2,1 x 1 м, 2,1 x 1,6 м, 2,5 x 1 м. В начале весенних полевых работ ямки заполняют плодородным верхним слоем почвы, смешанным с 5...7 кг перегноя или компоста, и начинают сажать однолетние саженцы хмеля, выращенные в школах, или черенки. Глубина посадки 8...10 см от поверхности почвы. Всходы саженцев появляются через 7...10 дней, черенков – через 10...15 дней. За это время на поверхности почвы может образоваться корка, которую разрушают рыхлением междурядий. При появлении на поверхности почвы примерно 75 % всходов проверяют состояние плантации и саженцы или черенки, которые не проросли, заменяют запасными. После прорастания хмеля и высоте растений 50...60 см стебель заводят на поддержки и рыхлят междурядья культиваторами одновременно с боронованием на глубину 10...12 см.

В течение вегетации на плантациях хмеля первого года жизни проводят 4...5 рыхлений междурядий и одно окучивание растений плугом-рыхлителем. На второй год жизни хмеля рано весной распахивают и разгребают

гребни, а на матках обрезают боковые корневища и подземные стебли прошлого года. Высота обрезки стеблей зависит от состояния растений: на сильно развитых растениях их обрезают полностью, на слаборазвитых – над первой и второй парой глазков. Проводят также механизированную обрезку маток с использованием специального устройства на плуге-рыхлителе. Сильно поврежденные или отмершие растения выкорчевывают и на их место высаживают новые черенки или саженцы из школы. На 1 га густота продуктивных стеблей насаждений должна быть 14...16 тысяч.

Обрезанные стебли и другие остатки вывозят за пределы плантации и уничтожают.

После обрезки хмеля вносят гербициды с учетом типа засоренности и рыхлят почву в междурядьях. С появлением побегов длиной 60...70 см проводят рамирование – вырезают лишние побеги, оставляя на каждом кусте по 5...6 лучше всего развитых центральных побегов.

Для ускорения созревания шишек применяют химическое рамирование, опрыскивая растения 40 % раствором аммиачной селитры при высоте побегов 70...80 см. После рамирования проводят первую подкормку хмеля полным минеральным удобрением (по 45 кг/га азота, фосфора и калия). Через 6...7 дней после проведения рамирования стебля заводят на поддержки – два стебля на две поддержки возле каждого куста. Лишние вырезают и вывозят из хмельника.

При высоте растений 3...4 м их окучивают с одновременным внесением фосфорно-калийных удобрений в дозе 30...45 кг/га д. р. Для повышения урожая хмеля растения пасынкуют – обрезают лишние нижние боковые ветви на расстоянии 2...3 см от главного стебля и молодые побеги, которые появляются на поверхности почвы, затем пинцируют – прищипывают боковые ветви на высоте до 2 м от поверхности почвы, чеканят – обрезают над шпалерой верхушки стеблей.

В течение вегетации проводят 2...3 обработки инсектицидами и фунгицидами, в зависимости от степени и вида заселения вредными организмами растений хмеля.

Список литературы

1. Dementiev D. et al. Technology of cultivation of Civil hops in Chuvashia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Т. 839. №. 2. С. 022033. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/2/022033>
2. Осипова Ю.С., Леонтьева В.В., Иванова И.Ю. Особенности селекционного процесса хмеля // Генофонд и селекция растений. 2020. С. 82-85. DOI: <https://doi.org/10.18699/GPB2020-97>
3. Осипова Ю.С., Иванова И.Ю., Леонтьева В.В. Оценка экологической устойчивости сортообразцов хмеля обыкновенного // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. №. 1. С. 32-39. DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-1-4>
4. Dementiev D., Ivanova I., Fadeev A. Comparison of the effect of various drugs on the survival rate of hop cuttings // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Т. 548. №. 7. С. 072020. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/7/072020>

Оценка генотипов ячменя в вегетационных опытах

Л. В. Панихина, И. Н. Щенникова, И. Ю. Зайцева
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. В вегетационных опытах проведена оценка 10 генотипов ярового ячменя на устойчивость к кислотности почв и засухе в период «выход в трубку – колошение». По итогам первого года изучения выделились сорта Новичок и Tallon с комплексной устойчивостью к стрессовым факторам. Исследования будут продолжены.

Ключевые слова: кислотность почв, засуха, устойчивость, урожайность

Evaluation of barley genotypes in greenhouse experiments

L. V. Panikhina, I. N. Shchennikova, I. Yu. Zaytseva
Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation

Abstract. In vegetation experiments, 10 genotypes of spring barley were evaluated for resistance to soil acidity and drought during the period "leaf-tube formation - earing". According to the results of the first year of study, Novichok and Tallon varieties were distinguished, with complex resistance to stress factors. The research will continue.

Keywords: acidity of soils, drought, stability, yield capacity

Кировская область относится к зоне рискованного земледелия с большим количеством стрессовых факторов биотического и абиотического характера [1, 2]. Одним из важнейших направлений адаптивной селекции в регионе является создание сортов, толерантных к эдафическому стрессу, обусловленному повышенной кислотностью дерново-подзолистых почв, наличием в них подвижных форм алюминия и низким естественным плодородием. Потери урожая на таких почвах достигают 85 %, эффективность удобрений снижается в 1,5...2 раза. Ряд авторов отмечают также нестабильность температурного режима и обеспеченности влагой зерновых культур в период роста и развития растений [3, 4]. При этом в период вегетации практически ежегодно отмечают 20...35 засушливых дней, в отдельные годы их число достигает 60 дней. Селекционный путь позволяет повысить способность растений мобилизовывать труднодоступные элементы минерального питания и повысить урожайность при минимальных затратах энергии [5, 6].

Цель исследований – выделить генотипы, устойчивые к повышенной кислотности почвенного раствора и засухе, для дальнейшего использования в селекционной работе.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2021 г. в ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров). В вегетационных опытах были испытаны 10 сортов ярового ячменя, созданные различными методами: гибридизацией (Новичок,

Родник Прикамья, Дина, Зазерский 85, Triumph (к-31188, Дания) и Tallon (к-30290, Австралия), клеточной селекцией (Форвард – отбор в каллусной культуре на повышенную кислотность и токсичность алюминия в почвенном растворе, Бионик – повышенная кислотность, токсичность алюминия, дефицит влаги, Витрум – двустадийный отбор к токсичности алюминия) и мутагенезом (Памяти Дудина получен при обработке водным раствором карбоната натрия (0,1 н Na_2CO_3) и лазерным красным светом).

В вегетационные емкости размером 1,5×1,3×0,3 м, наполненные почвой, высевали по 35 зерен, после всходов в эксперименте оставляли по 30 растений каждого генотипа. Площадь питания растений составляла 4×15 см. В течение вегетационного периода по мере высыхания почвы осуществляли полив растений. Сорты выращивались в вегетационном домике в условиях, близких к полевым. Засуха обеспечивалась прекращением полива и пленочным укрытием от атмосферных осадков, исключая парниковый эффект.

Варианты опыта: 1) контроль (рН 6,5; отсутствие осмотического стресса); 2) кислый фон (рН 4,8; отсутствие осмотического стресса); 3) рН 6,5; искусственно созданная засуха в межфазный период «выход в трубку – колошение».

Лабораторный анализ растений по элементам структуры проводился по 20 растениям каждого сорта с определением общей и продуктивной кустистости, параметров колоса, продуктивности растений и массы 1000 зерен.

Статистическая обработка результатов опытов проводилась с использованием пакета селекционно-генетических программ AGROS версия 2.07 и Microsoft Office.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований выявлена сортоспецифичность в реакции на наличие стрессовых факторов. В среднем урожайность сортов в контрольном варианте составляла 278 ± 24 г/м² (CV = 26,9 %), в условиях кислых почв – 188 ± 13 г/м² (CV = 22,3 %), значительное снижение урожайности относительно контроля (на 57,2 %) отмечалось при наличии засухи – 119 ± 18 г/м² (CV = 47,4 %).

При отсутствии стрессового фактора (контроль) высокой урожайностью выделялся мутант Памяти Дудина, однако сорт был чувствителен как к наличию стрессового фактора кислых почв, снижение урожайности составляло 47,6 %, так и осмотического стресса - 76,8 %. Также в контрольном варианте выделялись сорта-регенеранты Витрум и Бионик с урожайностью, превышающей среднюю по сортам на 59 и 56 г/м², соответственно (табл. 1).

Сорта Новичок и Tallon отличались тем, что имели более высокую урожайность на фоне кислых почв относительно контроля. На кислой почве только у этих сортов отмечалось повышение урожайности на 5,6 и 7,3 %, соответственно, тогда как в среднем по опыту снижение составляло 29 %. Аналогичные результаты относительно сорта Новичок были получены ранее [6]. При наличии засухи урожайность сортов Новичок и Tallon снизилась на 7 и 1 %, соответственно, при этом в среднем по опыту снижение составляло 54 %. Однако необходимо отметить низкую урожайность сорта Tallon в контрольном варианте.

Таблица 1

Влияние стрессовых факторов на урожайность сортов ячменя, г/м²

Сорт	Эдафический стресс				
	контроль	фон кислый	± к контролю	фон засуха	± к контролю
Новичок	237	250	+13	220	-17
Форвард	296	172	-124	120	-176
Бионик	334	214	-120	189	-145
Витрум	337	179	-158	116	-221
Зазерский 85	240	113	-127	41	-199
Памяти Дудина	410	215	-195	95	-315
Родник Прикамья	295	203	-92	107	-188
Дина	176	135	-41	60	-116
Triumph	297	227	-70	85	-212
Tallon	168	180	+12	166	-2

Анализ структуры продуктивности сортов ячменя на фоне эдафических стрессов показал, что в данном опыте наличие в почвенном растворе повышенного содержания ионов алюминия отрицательно повлияло на высоту растений, продуктивную кустистость, количество колосков и зёрен в колосе, массу зерна с главного колоса и растения и массу 1000 зёрен (табл. 2).

Таблица 2

Элементы структуры продуктивности коллекционных образцов (среднее по сортам)

Показатель	Контроль	Эдафический стресс	
		фон кислый	фон засуха
Высота растений, см	62,1	49,4*	46,2*
Общая кустистость, шт.	4,0	3,6	4,8
Продуктивная кустистость, шт.	3,6	2,7*	2,6*
Длина колоса, см	7,1	6,4	5,8*
Плотность колоса, шт.	13,5	12,9	12,7
Количество колосков, шт.	21,5	18,7*	17,0*
Количество зёрен, шт.	18,8	16,5*	12,4*
Масса зерна с главного колоса, г	0,83	0,71*	0,51*
Масса зерна с растения, г	2,41	1,59*	1,06*
Масса 1000 зёрен, г	43,3	39,3*	41,0

* различия с контролем достоверны при уровне $P \geq 0,95$

При засухе в период «выход в трубку – колошение» у исследованных сортов достоверно снизились по сравнению с контролем такие показатели, как высота растений, продуктивная кустистость, длина колоса, количество колосков и зёрен в колосе, масса зерна с главного колоса и растения. На остальные

элементы структуры продуктивности, изученные эдафические стрессы, не оказали существенного влияния.

Заключение. Таким образом, получены предварительные результаты оценки в вегетационных опытах сортов ярового ячменя на устойчивость к повышенной кислотности почв и засухе. Установлено негативное влияние стрессовых факторов на развитие некоторых элементов структуры продуктивности ячменя. По итогам первого года изучения выделились сорта гибридного происхождения Новичок и Tallon, с комплексной устойчивостью к стрессовым факторам. Среди сортов, полученных методом клеточной селекции, выделился сорт Бионик, отличавшийся более низким снижением урожайности при наличии стрессовых факторов, по сравнению с сортами регенерантами Форвард и Витрум. Исследования будут продолжены.

Список литературы

1. Тулякова М.В., Баталова Г.А., Салтыков С.С., Пермякова С.В. Урожайность и адаптивная способность образцов овса пленчатого в условиях Кировской области // Таврический вестник аграрной науки. 2023. № 1(33). С. 125-134.

2. 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.

3. Волкова Л.В. Влияние гидротермических условий Кировской области на продуктивность и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023. № 24(3). С. 377-388.

4. Лыскова И.В., Суховеева О.Э., Лыскова Т.В. Влияние локального изменения климата на продуктивность яровых зерновых культур в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. №22(2). С. 244-253.

5. 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

6. Щенникова И.Н. Селекция ярового ячменя для условий Волго-Вятского региона: диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. М., 2016. 349 с.

Оценка селекционных линий гороха в условиях Кировской области

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

Аннотация: *Представлены результаты оценки перспективных линий гороха зерноукосного направления в питомнике конкурсного сортоиспытания. Исследования проведены в 2019...2022 гг. на опытном поле селекции и первичного семеноводства зернобобовых культур Фалёнской селекционной станции в соответствии с методикой Госкомиссии. Стандартами служили сорта Красноуфимский 93 и Рябчик. В результате изучения определены линии, превысившие стандартные сорта по урожайности зерна, зелёной и сухой массы: среди зерноукосных белоцветковых – E-483, в группе зерноукосных окрашеноцветковых – E-3588 и E-4239. Выделены сорта с высокими показателями элементов продуктивности: E-3573, E-483, E-4132, E-4239, E-3745. Передан на государственное сортоиспытание новый сорт гороха укосно-зернового направления Фалёнский кормовой (E-483).*

Ключевые слова: *сорт, урожайность, элементы продуктивности*

Assessment of pea breeding lines in the conditions of the Kirov region

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

Abstract. *The results of the evaluation of promising lines of grain-bearing peas in the nursery of competitive variety testing are presented. The research was carried out in 2019-2022 at the experimental field of selection and primary seed production of leguminous crops of the Falenskaya breeding station in accordance with the methodology of the State Commission. The standards were the varieties Krasnoufimsk 93 and Grouse. As a result of the study, the lines that exceeded the standard varieties in grain yield, green and dry weight were determined: among the grain-bearing white-flowered – E-483, in the group of grain-bearing colored-flowered - E-3588 and E-4239. Varieties with high indicators of productivity elements were identified: E-3573, E-483, E-4132, E-4239, E-3745. A new variety of peas of the mowing-grain direction Falensky fodder (E-483) has been transferred to the state variety testing.*

Keywords: *varieties, yield, productivity elements*

В Российской Федерации среди зернобобовых культур наибольшее производственное значение имеет горох. Россия занимает второе место в мире по производству зерна гороха. Площадь под посевами данной культуры в нашей стране варьирует от 1,5 до 1,7 млн га [1]. Широкое распространение гороха связано с разнообразным его применением, высокой пластичностью и холодостойкостью. Данная культура имеет важное кормовое и продовольственное значение, обладает таким сочетанием хозяйственно-ценных признаков, которое позволяет решить проблему производства растительного белка [2]. Горох является единственной культурой с высоким содержанием белка, воз-

делываемой в почвенно-климатических условиях европейской части Северо-Востока РФ. Горох - источник витаминов (А, С, РР, В1, В6 и др.) и микроэлементов (железо, кальций, магний, фосфор, селен и др.). Белок гороха отличается высокой биологической ценностью (75...85 %), легко усваивается животными и человеком, а по аминокислотному составу схож с белком животного происхождения [3, 4]. Приоритетным направлением в селекции гороха в настоящее время является выведение безлисточковых зернофуражных сортов, однако, в связи с интенсивным развитием животноводства, по-прежнему актуальным направлением в селекции гороха является выведение зерноукосных длинностебельных листочковых сортов, предназначенных на кормовые цели. Учитывая различное применение гороха, целесообразно иметь в производстве как листочковые длинностебельные, так и усатые короткостебельные сорта [5]. Решение задач продовольственной безопасности и обеспечение необходимого уровня жизни населения Российской Федерации требует интенсивного освоения и последующего развития отечественной селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур, в том числе гороха. Задача современной селекции – создание новых конкурентоспособных адаптивных сортов с высоким потенциалом урожайности.

Цель исследований – выделить перспективные линии гороха укосно-зернового направления по комплексу хозяйственно-ценных признаков на заключительном этапе селекционного процесса.

Материал и методы. Исследования проведены в лаборатории селекции и первичного семеноводства зернобобовых культур Фалёнской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2019...2022 годах. Всего в изучении в 2 опытах находилось 14 перспективных селекционных линий и сортов листочкового морфотипа (зерноукосные белоцветковые, зерноукосные окрашеноцветковые). В качестве стандартов использовали районированные сорта гороха Красноуфимский 93, Рябчик.

Агротехника общепринятая для селекции и семеноводства гороха. Посев произведён в I декаде мая сеялкой ССФК-7. Учётная площадь делянки 14 м², повторность 4-кратная. Селекционный материал оценивали в соответствии с методическими указаниями Госкомиссии [6]. Анализ структуры продуктивности проводили по следующим показателям: число плодоносных узлов, число бобов на растении, число зёрен в бобе, число зёрен с растения, масса 1000 семян. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ AGROS версия 2.07.

Погодные условия в годы исследований были контрастными, наиболее благоприятные сложились в 2019 году, неблагоприятные – в 2020 г. (табл. 1).

Результаты и обсуждение. Величины урожайности зерна, зелёной и сухой массы за годы исследований существенно различались, и в значительной степени зависели от погодных условий. Так, наиболее высокая урожайность в среднем по КСИ отмечена в наиболее благоприятном по погодным условиям 2019 г., наиболее низкая – в 2021 г. (рис.)

**Метеорологические условия вегетационного периода, 2019...2022 гг.
(по данным Фалёнской метеостанции)**

Показатель	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Сумма активных температур выше +10 °С	1452	1287	1277	1270
Среднесуточная температура, °С	14,3	15,6	19,0	18,3
Сумма осадков, мм	373	170,6	107,5	95,8
ГТК	2,57	1,32	0,84	0,75
Средняя продолжительность вегетационного периода, сутки	90	72	60	70

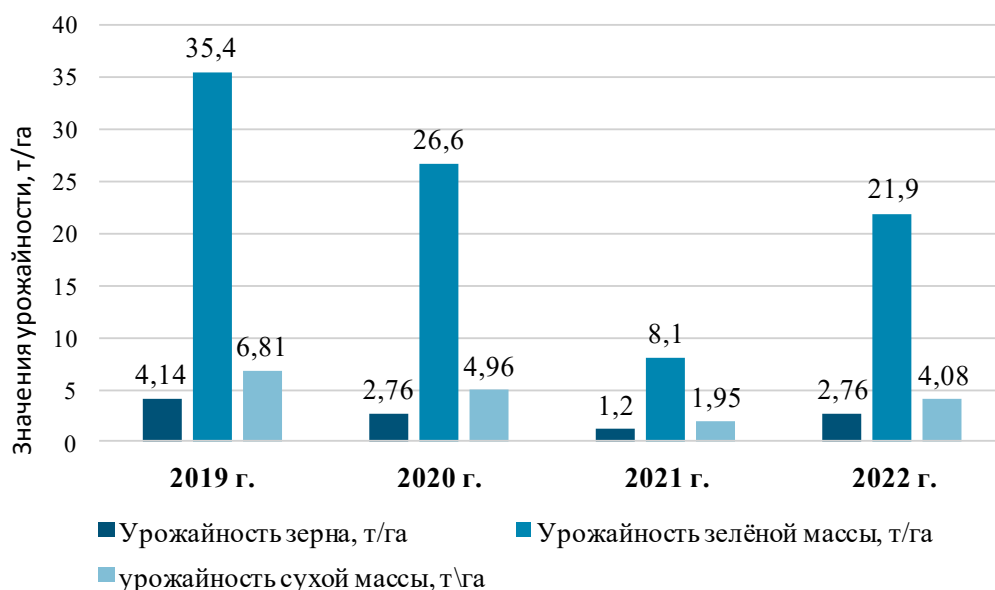


Рис. Средняя урожайность зерна, зеленой и сухой массы, КСИ, 2019...2022 гг.

В группе белоцветковых максимальная урожайность зерна, зеленой массы и сена отмечена у линии Е-483, в группе окрашеноцветковых по данным показателям выделены линии Е-3588 и Е-4239 (табл. 2).

Урожайность зерна напрямую зависит от показателей элементов продуктивности. В среднем за 4 года изучения по числу продуктивных узлов на растении выделилась линия Е-3573 (4,0 шт.), по числу бобов на растении – Е-483, Е-4132, Е-4239 (4,5 шт.), по числу зёрен – Е-4239 (16,8 шт.), Е-3745 (16,1 шт.), Е-4230 (15,9 шт.). Наибольшая семенная продуктивность отмечена у линий Е-4132 и Е-483 – 3,8 г. В соответствии с методикой, по массе 1000 семян сорта гороха подразделяют на 3 категории: мелкозерновые (масса 1000 семян менее 150 г), среднезерновые (150...250 г), крупнозерновые (более 250 г). В результате изучения установлено, что все изучаемые линии имели массу 1000 семян от 153 г (Е-4230) до 186 г (Е-2196), т.е. относятся к среднезерновым сортам.

В 2023 г. на государственное сортоиспытание передана линия Е-483 как сорт Фалёнский кормовой (заявка №89118/7653009 с датой приоритета 14.06.2023 г.). Новый сорт укосно-зернового направления, выведен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации Д-19517 (Фламинго х Ирландец) х Grana. Максимальная урожайность зерна 5,75 т/га отмечена в 2015 г., максимальная урожайность сухой массы 6,65 т/га – в 2019 г.

**Урожайность зерна, зелёной массы и сена
сортов и перспективных линий гороха (2019...2022 гг.)**

Сорт, линия	Урожайность зерна, т/га	CV, %	Урожайность зелёной массы, т/га	CV, %	Урожайность сена, т/га	CV, %
Зерноукосные белоцветковые						
Красноуфимский 93, ст.	2,50	39,69	20,8	43,45	3,71	35,24
Е-2420	2,63	41,61	19,6	50,75	4,03	48,73
Е-3745	2,70	37,64	20,7	52,17	3,62	51,86
Е-3583	2,67	59,07	18,3	54,62	3,05	47,03
Е-3542	2,71	41,15	22,8	61,90	4,47	59,17
Е-4132	2,68	42,18	25,2	61,41	4,36	51,60
Е-483	2,86	60,05	25,1	52,22	4,53	43,43
Е-3573	2,60	42,97	23,3	45,63	3,76	39,25
В среднем по опыту	2,67	-	21,9	-	3,94	-
Зерноукосные окрашеноцветковые						
Рябчик, ст	2,65	45,41	21,9	52,16	3,70	39,95
Е-4230	2,91	55,84	23,1	51,41	4,09	40,65
Е-4239	3,02	61,80	26,9	60,15	4,54	36,89
Е-3588	3,17	53,52	25,4	51,70	5,20	38,60
Е-630	2,98	46,81	24,8	55,43	4,03	33,39
Е-2196	2,81	46,74	20,8	48,03	3,70	33,33
В среднем по опыту	2,92	-	23,8	-	4,21	-

Ботаническая характеристика. Разновидность *vulgare*. Стебель простой, средней длины (45...130 см). Листья обычные, прилистники хорошо развитые. Общее число междоузлий 13...17, до первого плодоносящего узла 11...13. Цветки средние, белого цвета, соцветие 2-3-цветковая пазушная кисть. Бобы прямые или слабоизогнутые, с тупой верхушкой, имеют хорошо развитый пергаментный слой. Семена округлой формы, белые, без сросшейся семяножки. Масса 1000 семян 166...183 г. Сорт среднеспелый, продолжительность вегетационного периода в среднем составила 69 дней. По результатам исследований на искусственном инфекционном фоне у линии Е-483 отмечена устойчивость к бледнопятнистому аскохитозу и средняя устойчивость к тёмнопятнистому аскохитозу при оценке бобов и листьев. Сорт Фалёнский кормовой рекомендуется возделывать в смешанных посевах с зерновыми злаковыми культурами с нормой высева 0,65 млн всхожих семян на гектар и убирать прямым комбайнированием.

Заключение. В условиях Кировской области выделены перспективные линии гороха по урожайности зерна, зелёной массы и сена. В группе зерноукосных белоцветковых выделена линия Е-483 со средней урожайностью зерна 2,86 т/га, зелёной массы – 25,1 т/га, сена – 4,53 т/га. Данная линия в 2023 г.

передана на государственное сортоиспытание как сорт Фалёнский кормовой. В группе зерноукосных окрашеноцветковых максимальные показатели урожайности зерна, зелёной и сухой массы получены у линий Е-483 и Е-4239. Определены линии с высокими значениями элементов продуктивности. Выделенные сортообразцы рекомендуется использовать в качестве исходного материала при создании новых сортов либо изучать как самостоятельные перспективные линии.

Список литературы

1. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунова В.С. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 2(26). С. 4-9. DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2018-10008>
2. Шукис С.К., Шукис Е.Р. Оценка селекционных линий гороха различных морфотипов в условиях Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 7. С. 76-79. Doi: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10713>
3. Шаболкина Е.Н., Анисимкина Н.В., Майстренко О.А. Изучение биохимических свойств муки зернобобовых культур (горох, соя), физических и хлебопекарных показателей теста смесей с пшеничной мукой // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 65-69. DOI: <https://doi.10.31367/2079-8725-2022-79-1-65-69>
4. Шелепина Н.В. Потребительские свойства гороха современной селекции // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. 2016. № 4. С. 215-219.
5. Филатова И.А. Коллекция как источник новых генотипов в селекции гороха // Символ науки. 2016. № 10-3. С. 46-49.
6. Методика госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. М., 1985. 240 с.

УДК 634:22

Товарно-потребительские качества плодов сливы в условиях 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. Проведено изучение качества плодов восьми сортообразцов сливы. Выделен сорт Смолинка с очень крупными плодами (43,3 г). По одномерности плодов отмечено 6 сортов. Хорошей отделяемостью косточки от мякоти отличились сорта Евразия 21, Смолинка, Селигерская, Норген, Заречная ранняя. Процент содержания косточки в массе плода не превысил 7 %. Выделены 3 сорта с десертным вкусом плодов: Смолинка, Селигерская и Евразия 21. Таким образом, в результате оценки потребительских качеств плодов сливы выделено два сорта Смолинка и Евразия 21.

Ключевые слова: средняя масса, отделяемость косточки, одномерность плодов, форма плода, вкус

Commercial and Consumer Qualities of the Plum Fruits in Conditions of 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

Abstract. *The study of the fruit quality of eight plum varieties was conducted. A variety with very large fruits (43.3 g) was isolated. Six varieties are distinguished by the one-dimensionality of the fruits. Varieties Eurasia 21, Smolinka, Seligerskaya, Norgen, Zarechnaya rannayay distinguished themselves by good separability of the bone from the pulp. The percentage of bone content in the mass of the fetus did not exceed 7 %. There are 3 varieties with dessert taste of fruits: Smolinka, Seligerskaya and Eurasia 21. As a result of the evaluation of the consumer qualities of plum fruits, two varieties of Smolinka and Eurasia 21 were identified.*

Key words: *an average mass, bone separability, fruit one-dimensionality, fruit shape, taste*

По Кировской области проходит северная граница возделывания косточковых культур. Низкие температуры в зимний период, высокий уровень снежного покрова, частые возвраты холодов весной и в начале лета, низкая сумма активных температур – все это делает регион малопригодным для выращивания вишни и сливы [1]. Но слива (*Prunus domestica* L.) всегда привлекала садоводов своей высокой потенциальной продуктивностью, скороплодностью, а также питательными и лечебно-профилактическими свойствами плодов. В плодах сливы содержится 7...15 % сахаров, 0,33...1,22 % пектиновых веществ. По содержанию витаминов В1 (тиамин), В12 (рибофлавин), РР (никотиновая кислота), А (каротин) слива значительно превосходит вишню, грушу, землянику, малину [2, 3]. В связи с последними достижениями в селекции, значительно расширился сортимент сливы, появились сорта, способные давать стабильный урожай высокого качества значительно севернее традиционных районов возделывания культуры [4...6]. Первые исследования, направленные на интродукцию сливы в Кировскую область, были проведены в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в конце XX – начале XXI века. В результате изучения выделены перспективные для возделывания в условиях региона сортообразцы: Память Тимирязева, Крупноплодная Елисеева, №50, №20-7, №51, №С-Н. Однако также отмечены ряд их недостатков: недостаточная зимостойкость и стабильность плодоношения, некоторые из сортов имели посредственный вкус или мелкий размер плодов [1]. Поэтому исследования по интродукции и сортоизучению в Кировской области сливы были продолжены [7], и, наряду с поиском сортов с высокой зимостойкостью и продуктивностью, особое внимание было уделено товарно-потребительским качествам плодов: крупноплодности, вкусу, однородности плодов и отделяемости косточки, так как именно эти качества в первую очередь привлекают садоводов-любителей.

Цель исследований – провести оценку сортообразцов сливы в климатических условиях Кировской области по товарно-потребительским качествам плодов.

Материал и методы. Исследования проводились в экспериментальном саду лаборатории плодово-ягодных культур ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока г. Киров. Объекты изучения – 8 сортов сливы 2012 г. посадки: 1 сорт Прибалтийской селекции (Норген); №50, Окская красавица – селекции Нижегородская ГСХА; Память Тимирязева, Смолинка – селекции ВСТИСП; Заречная ранняя селекции ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина; Евразия 21 селекции Воронежского ГАУ им. Глинки; Селигерская – оригинатор не найден. Черенки получены в 2010 году на Павловской станции ВИР.

Контрольный сорт – Память Тимирязева, который был выделен как наиболее адаптивный в предыдущих исследованиях [6]. Схема посадки – 5x2 м. Посадка осуществлена двухлетними саженцами, привитыми на местные формы терна. 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» (1999). Статистическая обработка данных проведена по Б.А. Доспехову (1985).

Результаты и обсуждение. В 2022 году средняя масса плодов сливы варьировала от 28,0 г (Селигерская) до 43,3 г (Смолинка). Выделена ценная группа с очень крупными плодами (более 40 г), куда вошел сорт Смолинка (43,3 г). Наиболее многочисленными оказались группы с крупными (31...40 г) (Окская красавица (32,9 г), № 50 (34,8 г), Евразия 21 (37 г), Памяти Хасанова (40 г)) и со средними плодами (21...30 г), куда вошли четыре сорта: Память Тимирязева (контроль) (30 г), Селигерская (30 г), Норген (28 г), Заречная ранняя (30 г) (табл.).

Таблица

Товарные и потребительские качества плодов сливы, 2022 г.

Сорт	Масса плода, г		Одномерность плодов	Органолептическая оценка плодов			
	сред-нее	max		внешний вид, балл	вес косточки, г	отделение косточки	вкус, балл
Память Тимирязева, к	30,5	32,0	Среднеодномерные	5,0	1,40	Хорошо отделяется	5,0
Смолинка	43,3	60,0	Одномерные	5,0	1,90		5,0
Селигерская	30,0	42,5	Одномерные	4,5	1,85		4,5
№ 50	34,8	50,0	Одномерные	4,5	1,90	Средне отделяется	4,0
Окская красавица	32,9	40,5	Одномерные	5,0	1,75	Хорошо отделяется	4,0
Норген	24,0	29,0	Одномерные	3,5	1,70		4,0
Евразия 21	37,0	42,8	Одномерные	4,5	1,90		4,5
Заречная ранняя	30,0	40,0	Среднеодномерные	4,0	1,70		4,0

В среднем за пять лет изучения выделена группа крупноплодных сортов (31...40 г): Смолинка (31,9 г), Окская красавица (31,9 г) и Евразия 21 (33,2 г). Сорт Евразия 21 также достоверно превзошел по крупноплодности контрольный сорт Память Тимирязева. Остальные сорта по средней массе плодов отнесены

к группе со средним размером плодов, и оказались на уровне контрольного сорта.

Проведена оценка степени одномерности плодов, выделены две группы: в группу с одномерными плодами вошли 6 сортов (Евразия 21, Смолинка, Селигерская, Окская красавица, № 50, Норген), в группу со средней одномерностью плодов отнесены 2 сорта: Заречная ранняя и контрольный сорт Память Тимирязева. Для большинства сортов сливы (75 %) характерен привлекательный внешний вид (4,5...5,0 баллов), плоды этих сортов выровнены по размеру и хорошо окрашены.

Важными потребительскими характеристиками сливы являются отделяемость косточки и её процентное содержание в массе плода. По отделяемости косточки изученные сорта сливы разделить на две группы: у шести сортов (Евразия 21, Смолинка, Селигерская, Норген, Заречная ранняя, Память Тимирязева) отмечена хорошая отделяемость косточки от мякоти. Два сорта (№ 50, Окская красавица) имели среднюю отделяемость косточки. Содержание косточки было минимальным и не превысило 7 % (Норген).

Вкус плодов признак недостаточно стабильный, и зависит во многом от условий внешней среды в период формирования плодов. Погодные условия отчетного года сложились благоприятно для культуры, поэтому у большинства сортов отмечены высокие вкусовые качества: от 4 до 5 баллов. Выделены 4 сорта с десертным вкусом плодов (4,5...5,0 баллов): Смолинка, Память Тимирязева, Селигерская и Евразия 21.

Заключение. Таким образом, в результате оценки потребительских качеств плодов сливы выделено два сорта Смолинка и Евразия 21, отличающиеся крупноплодностью, одномерностью плодов, привлекательностью внешнего вида, высокими вкусовыми качествами, хорошей отделяемостью косточки от мякоти.

Список литературы

1. Пленкина Г.А., Фирсова С.В., Русинов А.А. Результаты сортоизучения сливы в Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014. № 2(39). С. 14-19. DOI: 10.30766/2072-9081.2014.39.2.14-19
2. Симонов В.С. Плодоношение сливы в условиях Подмосквья // Садоводство и виноградарство. 2010. № 3. С.33-36.
3. Слепнева Т.Н. Хозяйственно-биологическая оценка интродуцированных сортов сливы в лесостепи Южного Урала // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 9. С. 49-53.
4. Авдеев В.И. Достижения и перспективы осеверения косточковых плодовых культур в России // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. 2012. № 4 (4). С. 19-27.
5. Бурменко Ю.В., Симонов В.С. Генетическая коллекция сливы ВСТИСП как основа для селекции культуры в Подмосквье // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2019. Т. 6 № 2. С 7-9.
6. Симонов В.С. Сорта Х.К. Еникеева – основа сортимента сливы в Центральном регионе РФ // Садоводство и виноградарство. 2015. № 4. С. 14-19.
7. Софронов А. П., Фирсова С.В., Русинов А.А. Сортоизучение сливы домашней (*Prunus domestica* L.) в Федеральном аграрном научном центре Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2020. Т. 6. №. 2 (22). С. 198-205. DOI: 10.30914/2411-9687-2020-6-2-198-205

**Влияние почвенных стрессоров на накопление пигментов
в листьях овса регенерантных и исходных генотипов**

Е. В. Товстик, О. Н. Шуплецова, Ю. А. Злобина
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. В ходе вегетационного опыта с использованием регенерантных линий овса, их исходного генотипа и сорта-стандарта показано, что повышенная почвенная кислотность негативно влияла на накопление пигментов в листьях растений. Независимо от условий выращивания регенеранты имели наибольшее содержание каротиноидов, хлорофилла *a* и *b*.

Ключевые слова: хлорофилл, каротиноиды, почвенный фон, повышенная кислотность, марганец, кадмий, стандарт

**The influence of soil stressors on the accumulation of pigments
in oat leaves of regenerant and original genotypes**

E. V. Tovstik, O. N. Shuplecova, Yu. A. Zlobina
Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation

Abstract. During a growing season experiment using regenerated oat lines, their original genotype and standard variety, it was shown that increased soil acidity had a negative effect on the accumulation of pigments in plant leaves. Regardless of the growing conditions, the regenerants had the highest content of carotenoids, chlorophyll *a* and *b*.

Keywords: chlorophyll, carotenoids, soil background, high acidity, manganese, cadmium, standard

Овес – одна из наиболее экономически значимых сельскохозяйственных культур, выращиваемая на зерно и кормовую массу. В Федеральном аграрном научном центре (ФАНЦ) Северо-Востока селекция овса направлена на создание перспективных линий с улучшенными признаками по урожайности и качеству зерна, а также кормовой продуктивности в условиях нестабильности агроклиматических ресурсов [1]. В настоящее время среди абиотических стрессоров наибольшее внимание отводится кислотности почв. Границами уровня стресса у растений, вызванного кислотностью почвенной среды, считают выход за диапазон от слабокислой до слабощелочной реакции солевой вытяжки из почв (6,5...7,5 ед.) [2]. Установлено, что при большей кислотности в почве теряется часть гуминовых веществ и угнетается полезная микрофлора, в более щелочной среде часть фосфора переходит в недоступные для растений формы [3]. Кроме того рН почвенного раствора определяет подвижность ионов алюминия и тяжелых металлов [4]. Антропогенная деятельность является основным источником в почве тяжелых металлов, в т.ч. кадмия - наиболее опасного

поллютанта. Кадмий поступает в пахотные почвы преимущественно с атмосферными выбросами; сбросами промышленных сточных вод; при внесении удобрений, с отвалами золы, шлака, руд, шламов, осадками сточных вод [5]. В отличие от кадмия, марганец является биофильным элементом, однако выходя за границы допустимых концентраций, он действует как тяжелый металл. При использовании комплексных минеральных удобрений содержание подвижных соединений марганца в почве существенно повышается [6]. Эффективным приемом повышения урожайности сельскохозяйственных культур является усиление их адаптации к условиям произрастания. Одним из способов повышения генетического разнообразия растений и создания источников устойчивости к эдафическим стрессорам является отбор клеток в селективных условиях *in vitro* на основе соматклональной изменчивости. Культура изолированных тканей в сочетании с селективными средами дает возможность увеличить полиморфизм растений-регенерантов по адаптивным признакам. При этом одной из задач является повышение жесткости селективных систем, адекватно моделирующих на клеточном уровне действие стрессовых факторов на растения *in vivo*. Успешность включения клеточной селекции в качестве одного из этапов создания сортов с устойчивостью к стрессовым факторам, доказана в ФАНЦ Северо-Востока на примере ячменя (*Hordeum vulgare* L.) [7]. Многочисленные факторы окружающей среды могут отрицательно влиять на процесс фотосинтеза и, как следствие, вызывать изменения в фотосинтетическом аппарате посредством функциональных и структурных нарушений, что приводит к ограничению роста и производства биомассы растений [8]. В работах по стресс-физиологии в качестве параметров оценки устойчивости генотипов к неблагоприятным факторам среды выращивания чаще всего используются данные по содержанию хлорофилла в листьях растений [9]. В настоящей работе представлены исследования регенерантных линий овса, индуцированных в селективных системах *in vitro* общим исходным генотипом.

Цель работы – оценить на почвенных фонах с высоким уровнем кислотности, марганца и кадмия накопление пигментов в листьях овса регенерантных линий, исходного сорта и сорта-стандарта.

Материалы и методы. Объектами исследования служили генотипы ярового овса (*Avena sativa* L.): линия 2h15, характеризующаяся полевой устойчивостью к кислым почвам, и ее регенерантные формы во втором поколении, прошедшие отбор в каллусной культуре по разработанным ранее методикам [10] на средах с селективными агентами: 40 мг/л Al^{3+} (pH 3,8); 15 мг/л Cd^{2+} (pH 4,5); 150 мг/л Mn^{2+} (pH 4,5). В качестве сорта сравнения использовали сорт – стандарт Архан. Оценивали состояние пигментного комплекса в листьях растений.

Семена высевали в вегетационные емкости (3 растения на сосуд объемом 5 л, три сосуда в каждом варианте) в суглинистую сильнокислую дерново-подзолистую почву (pH = 4,3). Схема опыта включала четыре почвенных фона: 1) оптимальный по кислотности (контрольный); 2) кислый (pH = 4,3); 3) с избыточным содержанием марганца и 4) с избыточным содержанием кадмия.

Контрольный (нейтральный) почвенный фон создавали путем внесения в природную сильнокислую почву (рН = 4,3) доломита из расчета 550 г/м³. Кислым фоном служила почва с природным уровнем кислотности (4,3 ед.). Фон с марганцем и кадмием создавали путем внесения в природную сильнокислую почву MnSO₄·5H₂O и Cd(CH₃COO)₂·2H₂O соответственно. В пересчете на ионы металла моделируемая доза марганца составляла 750 мг/кг или 0,5 ПДК; кадмия – 10 мг/кг или 20 ОДК.

Семена регенерантных генотипов, индуцированных на искусственных средах с тем или иным селективным агентом (низкий уровень рН / ионы Cd²⁺ / Mn²⁺), высевали в почву со стрессором той же природы.

Выращивание растений осуществляли на открытой площадке в естественных условиях. Листья растений на стадии колошения отбирали для анализа на содержание пигментов. Свежесобранный растительный материал (250...350 мг) заливали 100 % ацетоном и фиксировали при кипячении. До начала экстракции пигментов и анализа образцы хранили в холодильнике при 5 °С. Содержание пигментов (каротиноиды, хлорофилл *a* и *b*) определяли на спектрофотометре марки ПЭ-5300ВИ (Россия) при длинах волн 470 нм, 662 и 644 нм соответственно.

Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли методом дисперсионного анализа с использованием встроенного статистического пакета Excel (MS Office 2007). На рисунке приведены средние значения из трех аналитических повторений и их квадратичные отклонения, различия значимы при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Согласно данным дисперсионного анализа, почвенный фон и генотип растений оказывали достоверное влияние на содержание пигментов в листьях овса. Однако зависимость исследуемого параметра от генотипа проявлялась в большей степени (табл).

Таблица

Фактические значения F-критерия при $p < 0,05$

Фактор	Каротиноиды	Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>
Фон	5	7	8
Генотип	16	19	13

Содержание каротиноидов в листьях овса варьировало от 0,31 до 0,70 мг/г; хлорофилла *a* и *b* – от 0,9 до 2,1 и от 0,4 до 0,9 мг/г соответственно (рис.).

Выявлена неоднозначная реакция исследуемых генотипов по накоплению пигментов в различных стрессовых условиях. Различия в показателях исходного сорта (линия 2h15) и сорта-стандарта (Архан), в основном, носили недостоверный характер. Следует отметить, что на всех почвенных фонах среди исследуемых генотипов в листьях регенерантов отмечали наиболее высокий уровень пигментов.

Характер накопления как каротиноидов, так и хлорофилла обеих форм в листьях овса на различных почвенных фонах носил схожую тенденцию, однако с различным размахом колебаний по генотипам.

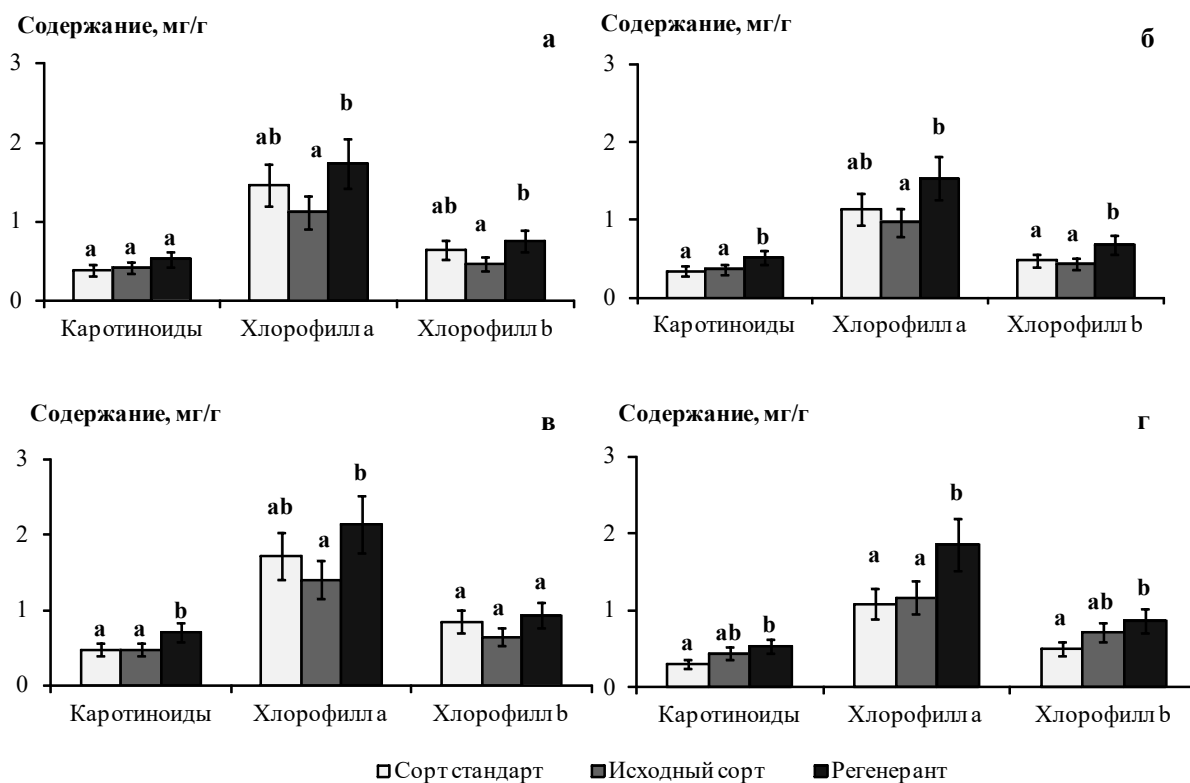


Рис. Содержание пигментов в листьях овса на контрольном (а), кислом (б), марганцевом (в), кадмиевом фоне (г), мг/г сухого вещества

Высокая кислотность почвы у всех генотипов снижала по сравнению с контролем уровень каротиноидов, хлорофилла *a* и *b*, %: 2h15 – на 14,6; 20,2 и 7,3 соответственно, Архан – на 13,1; 22,4 и 26,4 %, регенерант – на 3,9; 11,8 и 10,1 %.

На почвенном фоне с марганцем, напротив, отмечали активизацию синтеза каротиноидов, хлорофилла *a* и *b* в листьях овса, %: 2h15 – на 12,5; 25,5 и 37,6 соответственно, Архан – на 20,2; 18,2 и 31,1 %, регенерант – на 32,2; 23,7 и 23,1%.

В условиях кадмиевой нагрузки незначительно, в основном, увеличивалось содержание пигментов у регенерантов (0,5; 6,8 и 13,4 %) и исходного сорта (4,2; 4,4 и 53,6 %), но существенно снижалось у сорта – стандарта Архан (22,5; 25,6 и 22,0 %) по сравнению с контролем.

Заключение. Проведенные исследования показали, что растения-регенеранты овса превосходили исходный сорт и сорт-стандарт по уровню содержания исследуемых пигментов в листьях, независимо от условий выращивания. Предварительный отбор устойчивых форм на стрессовых фонах в культуре *in vitro* с последующей регенерацией растений, вероятно, способствовал снижению реакции по исследуемым показателям у регенерантных линий на ингибирующее действие стрессоров уже в почве.

Отмечено негативное влияние на интенсивность накопления пигментов повышенной почвенной кислотности для всех генотипов и токсичности кадмия на сорт-стандарт. Стимуляция биосинтеза пигментов на фоне с марганцем, вероятно, объясняется недостаточной стрессовой нагрузкой и биофильной природой самого марганца, что указывает на необходимость повышения дозы этого элемента в почве для создания действительно стрессовых условий.

Список литературы

1. Баталова Г.А., Шевченко С.Н., Жуйкова О.А., Бишарев А.А., Тулякова М.В. Селекция овса пленчатого в условиях нестабильности агроклиматических ресурсов // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 3. С. 1-15. DOI: 10.31857/S2500262721030030
2. Msimbira L.A., Smith D.L. The Roles of Plant Growth Promoting Microbes in Enhancing Plant Tolerance to Acidity and Alkalinity Stresses // Frontiers in Sustainable Food Systems. Sec. Crop Biology and Sustainability. 2020. V. 4. DOI: 10.3389/fsufs.2020.00106
3. Кирейчева Л.В., Шевченко В.А. Состояние пахотных земель Нечерноземной зоны Российской Федерации и основные направления повышения плодородия почв // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 2(374). С. 12-16. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-12021
4. Савич В.И., Гукалов В.В., Сорокин А.Е., Конах М.Д. Агроэкологическая оценка взаимосвязей свойств почв во времени и в пространстве // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2021. Вып. 106. С. 163-175. DOI: 10.19047/0136-1694-2021-106-163-175
5. Селюкова С.В. Тяжелые металлы в агроценозах // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 8. С. 85-93. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10815
6. Симонова О.А., Лисицын Е.М., Товстик Е.В. Сравнительное содержание марганца в верхних горизонтах почв Кировской области // Естественные и технические науки. 2019. № 10. С. 127-131. DOI: 10.25633/ETN.2019.10.23
7. Шуплецова О.Н., Щенникова И.Н. Форвард – сорт ярового ячменя регенерантного происхождения // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 3 (58). С. 4-8.
8. Sharma A., Kumar V., Shahzad B. et al. Photosynthetic Response of Plants Under Different Abiotic Stresses: A Review // Journal of Plant Growth Regulation. 2020. V. 39. P. 509-531. <https://doi.org/10.1007/s00344-019-10018-x>
9. Амунова О.А., Лисицын Е.М. Влияние различных условий увлажнения на пигментный комплекс листьев сортов мягкой яровой пшеницы разных групп спелости // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8. № 3 (28). С. 19-25. DOI: <https://doi.org/10.17816/snv201983102>.
10. Шуплецова О.Н., Широких И.Г. Повышение устойчивости ячменя к токсичности металлов и осмотическому стрессу путем клеточной селекции // Зерновое хозяйство России. 2015. № 1 (37). С. 57-62.

УДК: 633.1:631.52

Использование в селекции ярового овса зимующих форм на примере гибрида F₁ Маршал × Верный

И. Б. Трифунтова, Т. А. Асеева

*Хабаровский федеральный исследовательский центр
ДВО РАН ДВ НИИСХ,
г. Хабаровск, Российская Федерация*

Аннотация. В статье представлены результаты изучения степени фенотипического доминирования и эффекта гетерозиса при использовании в гибридизации ярового овса форм зимующего овса. В качестве материнской формы использовали районированный сорт ярового овса Маршал. Отцовская форма – сорт зимующего овса Верный (Адыгея), выделенный после 3-летнего изучения в условиях Среднего Приамурья мировой коллекции ВИР по показателям: продуктивная кустистость, количество зерен в метелке, масса зерна с метелки. Биометрический анализ гибрида свидетельствует о специфическом наследовании количественных признаков в сторону отцовской формы, с колебланием от депрессии до сверхдоминирования. Пять признаков наследо-

вались с положительным гетерозисным эффектом: длина метелки ($\Gamma_{ист} = 12,5 \%$), число колосков ($\Gamma_{ист} = 45,8 \%$), высота растения ($\Gamma_{ист} = 3,3 \%$), длина нижнего междоузлия ($\Gamma_{ист} = 40,0 \%$), длина 3 междоузлия ($\Gamma_{ист} = 13,8 \%$). Четыре признака показали отрицательное доминирование, отсутствие доминирования установлено по признаку масса зерна с метелки ($H_p = 0$).

Ключевые слова: *Avena sativa* L., гетерозис, признак, тип наследования, доминирование, депрессия

Use of wintering forms in spring oat breeding on the F₁ hybrid Marshal × Verny

I. B. Trifuntova, T. A. Aseeva

*Khabarovsk Federal Research Center
of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences
Far Eastern Agricultural Research Institute,
Khabarovsk, Russian Federation*

Abstract. *The article presents the results of studying the degree of phenotypic dominance and the effect of heterosis when using spring oats and wintering forms in hybridization. The released spring oat variety Marshall was used as the maternal form. The paternal form is the wintering oat variety Verny (Adygea), isolated after a 3-year study, in the conditions of the Middle Amur region, from the world collection of VIR according to the indicators: productive tillering, number of grains in a panicle, weight of grain per panicle. Biometric analysis of the hybrid indicates a specific inheritance of quantitative traits towards the paternal form and ranges from depression to overdominance. Five traits were inherited with a positive heterotic effect: panicle length ($H_{ist} = 12.5 \%$), number of spikelets ($H_{ist} = 45.8 \%$), plant height ($H_{ist} = 3.3 \%$), length of the lower internode ($H_{ist} = 40.0 \%$), length of the 3rd internode ($H_{ist} = 13.8 \%$). Four traits showed negative dominance; the absence of dominance was determined by the trait weight of grain per panicle ($H_p = 0$).*

Keywords: *Avena Sativa* L., heterosis, trait, type of inheritance, dominance, depression

Для создания сортов, максимально адаптированных к условиям конкретного региона, в качестве родительских форм при гибридизации часто используют местные генотипы. Это дает возможность передать новому сорту гены устойчивости к неблагоприятным факторам региона или сохранить уже имеющиеся. Однако при частом включении одних и тех же местных сортов в селекционный процесс происходит уменьшение генетического разнообразия, что может ухудшить экологическую пластичность создаваемого генотипа. В случае, когда при гибридизации в качестве одной из родительских форм выступает сорт, созданный в другой природно-климатической зоне, появляется возможность получить новый генный комплекс, сочетающий хозяйственно ценные признаки и устойчивость к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям региона [1]. Мировая коллекция ВИР, как источник исходного материала, помогает в решении селекционных задач для создания новых высокопродуктивных и высококачественных сортов овса с использованием традиционных и современных методов [2]. Успешная генетико-селекционная работа невозможна без знания характера наследования количественных признаков культуры. Это фундамент для традиционных методов селекции. Такая информация

позволяет прогнозировать результаты будущих скрещиваний, подбирать исходный материал, выбирать направление и методы селекции, планировать объем скрещиваний и размеры гибридных популяций. Поэтому нужно стремиться к возможно более полному изучению генетического потенциала растений с тем, чтобы использовать гены, имеющие наибольшее значение в решении поставленных проблем [3]. В случае использования инорайонных сортов в качестве одной из родительских форм, следует ожидать появления эффекта гетерозиса, что дает возможность селекционерам оценить родительские пары в перспективе создания нового сорта. Гетерозис зерновых культур наиболее сильно проявляется в увеличении массы 1000 зерен, количестве зерна с растения, продуктивной кустистости. Кроме того, его проявление возможно в высоте растения или размерах листовой пластинки. Изучая гибриды 1...3 поколения можно установить характер закрепления хозяйственно ценных признаков в генотипе сорта [4]. В связи с вышесказанным *цель исследования* – определение степени фенотипического доминирования и эффекта гетерозиса при использовании в гибридизации ярового овса, зимующего форм на примере гибрида F₁ Маршал × Верный.

Материалы и методы. Исследования проводились на полях лаборатории зерновых колосовых культур ФГБУН «ХФИЦ ДВО РАН обособленное подразделение ДВ НИИСХ» в 2022...2023 гг. Для гибридизации использовали в качестве материнской формы районированный сорт ярового овса Маршал. В качестве отцовской формы – сорт зимующего овса Верный (Адыгея), выделенный после 3-летнего изучения в условиях Среднего Приамурья мировой коллекции ВИР по показателям: продуктивная кустистость, количество зерен в метелке, масса зерна с метелки. Семена высевались неярковизированными. Гибридизация проводилась в 2022 г. путем кастрации с последующим принудительным опылением на второй-третий день после кастрации, в один срок, так как сроки выметывания у сортов совпадали. Гибридные семена неярковизированные высевали в 2023 г. вручную по схеме "мать-гибрид-отец", площадь питания – 5×20 см. Полученный гибрид F₁ и родительские формы анализировали по показателям: продуктивная кустистость, высота растения, длина метелки, число колосков, число зерен, масса зерна с метелки и растения.

Степень фенотипического доминирования (H_p) определяли по формуле Гриффинга [5]:

$$H_p = \frac{F_1 - M_p}{P_{\max} - M_p},$$

где F₁ – среднее арифметическое значение признака у гибрида первого поколения; M_p – среднее значение признака родительских форм, P_{max} – среднее значение родителя с наиболее развитым признаком.

Амплитуда значений $\infty < H_p < -1$, соответствует гибридной депрессии; $-1 < H_p < -0,5$ – депрессии, обусловленной эффектами отрицательного доминирования; $-0,5 < H_p < 0,5$ – промежуточному наследованию, вызванному аддитивным эффектом генов; $0,5 < H_p < 1,0$ – доминирование; $1,0 < H_p < \infty$ – сверхдоминированием (истинный гетерозис).

Гипотетический гетерозис ($\Gamma_{\text{гип}}$) вычисляли по формуле:

$$\Gamma_{\text{гип}} = \frac{F_1 - P_{\text{ср}}}{P_{\text{ср}}} \times 100\% ,$$

где F_1 – средний показатель признаков у гибрида; $P_{\text{ср}}$ – средний показатель родительских форм.

Истинный гетерозис ($\Gamma_{\text{ист}}$) рассчитывали по формуле:

$$\Gamma_{\text{ист}} = \frac{F_1 - P_{\text{мах}}}{P_{\text{мах}}} \times 100\% ,$$

где F_1 – средний показатель признаков у гибрида; $P_{\text{мах}}$ – максимальный показатель одной из родительских форм.

Результаты и обсуждение. Гибридизация и исследования гибридов первого поколения проводилась в полевых условиях, поэтому погодные условия вегетационного периода оказали существенное влияние на завязываемость и фертильность гибридных зерен. В 2022 г. для начального роста и развития растений овса складывались благоприятные условия. В фазу выметывания и цветения среднесуточная температура приземного слоя воздуха превышала среднегодовое значения на 1,4...3,7 °С, что повлияло на жизнеспособность пыльцы и завязываемость гибридных зерен. Удача скрещивания составила 7,5 %.

Метеорологические условия 2023 г. оказали существенное влияние на рост и развитие гибридов F_1 . Гидротермические условия посева и начального роста и развития были удовлетворительными, однако большая часть гибридных зерен не взошла и сформировалось лишь одно растение (рис.).



*Рис. Родительские формы
и полученный гибрид:*

- 1 – $P_{\text{♀}}$ яровая форма сорт Маршал,
- 2 – F_1 Маршал × Верный,
- 3 – $P_{\text{♂}}$ зимующая форма сорт Верный

Влагообеспеченность летнего периода была недостаточной, наблюдались длительные периоды без осадков. Сумма осадков за лето составила 25...30 %

от среднемноголетней нормы (354 мм). В фазу налива и созревания зерна прошедшие дожди оказали незначительное положительное влияние на формирование урожайности. В целом вегетационные периоды 2022 и 2023 гг. можно охарактеризовать, как умеренно жаркие и сухие.

Биометрический анализ гибрида свидетельствовал о специфическом наследовании количественных признаков в сторону отцовской формы и колебался от депрессии до сверхдоминирования (табл.). Засушливые условия летнего периода повлияли на кущение и дальнейшее развитие растения. Изначально, из узла кущения развилось три побега, у которых 4 июля отмечено выметывание метелки, однако после прошедших 21 июля осадков, у генотипа наблюдалось вторичное кущение с образованием до 30 вегетативных побегов, не перешедших в генеративную фазу.

У родителей также наблюдалось вторичное кущение, и общая кустистость составила у ярового сорта Маршал 7 побегов (продуктивных 3 первоначальных), а у отцовской формы Верный 11 побегов (продуктивных 4 первоначальных). По признакам «продуктивная кустистость», «количество зерен» и «масса зерна с растения» установлена депрессия.

Отсутствие доминирования ($H_p = 0$) установлено по признаку «масса зерна с метелки».

Таблица

Степень доминирования и гетерозис признаков у гибрида F₁ Маршал × Верный

Признак	P♀	F ₁	P♂	H _p	Г _{гип} , %	Г _{ист} , %
Продуктивная кустистость	3	1	4	-5,0	-71,4	-75,0
Длина метелки, см	19,0	27,0	24,0	2,2	25,6	12,5
Число колосков, шт.	36,0	70,0	48,0	4,7	66,7	45,8
Количество зерен, шт.	62,0	46,0	91,0	-210,3	-40,0	-49,5
Масса зерна с метелки, г	2,2	2,0	2,2	0	-9,1	-9,1
Масса зерна с растения, г	5,8	2,0	6,9	-9,0	-68,8	-71,0
Высота растения, см	90,0	93,0	87,0	1,5	5,0	3,3
Длина нижнего междоузлия, см	1,5	3,5	2,5	3,0	75,0	40,0
Длина 2-го междоузлия, см	14,7	11,6	17,0	-3,9	-0,27	-0,3
Длина 3-го междоузлия, см	12,1	14,8	13,0	4,6	18,4	13,8
Длина верхнего междоузлия, см	30,0	25,3	24,5	-0,7	-7,3	-15,7

Наследование признака «число колосков» и «длина метелки» проходило по типу сверхдоминирования ($H_p = 4,7$) и ($H_p = 2,2$) соответственно. По этим же признакам наблюдался истинный гетерозис ($Г_{ист} = 45,8$ и $12,5$ %).

Наследование высоты растения шло по типу положительного сверхдоминирования ($H_p = 1,5$). Также отмечено сверхдоминирование по длине нижнего и третьего междоузлия ($H_p = 3,0$ и $4,6$ соответственно). По признаку "длина 2-го междоузлия" установлена депрессия. Депрессия, обусловленная эффектами отрицательного доминирования, установлена по признаку «длина верхнего междоузлия» ($H_p = -0,7$).

Заключение. В результате проведенных исследований у гибрида первого поколения Маршал × Верный установлен различный характер наследования признаков от сверхдоминирования до депрессии. Пять признаков наследовались с положительным гетерозисным эффектом: длина метелки ($\Gamma_{\text{ист}} = 12,5 \%$), число колосков ($\Gamma_{\text{ист}} = 45,8 \%$), высота растения ($\Gamma_{\text{ист}} = 3,3 \%$), длина нижнего междоузлия ($\Gamma_{\text{ист}} = 40,0 \%$), длина 3-го междоузлия ($\Gamma_{\text{ист}} = 13,8 \%$). Четыре признака показали отрицательное доминирование, отсутствие доминирования установлено по признаку масса зерна с метелки ($H_p = 0$).

Список литературы

1. Еремин Д.И., Любимова А.В., Таутекенова А.К., Кочнева Д.А. Элементы продуктивности и характер их наследования гибридами F_1 овса ярового (*Avena sativa* L.) в Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 7. С. 25-30.
2. Коновалова И.В., Богдан П.М., Клыков А.Г. Сравнительный анализ гибридов F_1 яровой пшеницы при реципрокных скрещиваниях // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 2. С. 39-44.
3. Донцова А.А. Типы наследования признака «количество зерен в колосе» гибридами F_1 и F_2 ярового ячменя в условиях Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 11. С. 34-36.
4. Ivanova Yu.S., Fomina M.N., Yaroslavtsev A.A. Ecological plasticity and stability of collection samples of naked oats in the condition of the Northern TRANS-Urals // Bioscience Research. 2020. V. 17. No. 2. P. 1183-1185.
5. Лоскутов И.Г., Блинова Е.В., Гнутиков А.А. Коллекция генетических ресурсов овса ВИР как источник информации по истории возделывания, систематике рода и направления селекции культуры (обзор) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2023. Т. 184. № 1. С. 225-238.

УДК: 631.417.1

Динамика содержания углерода гумуса в дерново-подзолистых почвах с разной степенью окультуренности

А. В. Филимонова, Л. Н. Шихова

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

Аннотация. *Представлены результаты полевых опытов по определению содержания лабильного и общего углерода гумуса в течение вегетационного периода в дерново-подзолистых пахотных почвах разной степени окультуренности. В течение сезона содержание общего и лабильного углерода гумуса достоверно меняется, увеличиваясь к середине вегетационного сезона и снижаясь к концу периода наблюдений. Уровень содержания углерода гумуса и его лабильной части в течение всего периода наблюдений выше в окультуренной почве. Однако доля лабильного углерода в общем значительно выше в слабоокультуренной почве. Отмечена значительная динамика изучаемых показателей в течение всего периода наблюдений.*

Ключевые слова: *лабильный углерод, общий углерод, сезонная динамика*

Dynamics of humus carbon content in sod-podzolic soils with varying degrees of cultivation

A. V. Filimonova, L. N. Shikhova

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

Abstract. *The results of field experiments to determine the content of labile and total carbon of humus during the growing season in sod-podzolic arable soils of varying degrees of cultivation are presented. During the season, the content of total and labile humus carbon varies significantly, increasing by the middle of the growing season and decreasing by the end of the observation period. The level of carbon content of humus and its labile part during the entire observation period is higher in cultivated soil. However, the share of labile carbon in general is much higher in poorly cultivated soil. Significant dynamics of the studied indicators was noted during the entire observation period.*

Keywords: *labile carbon, total carbon, seasonal dynamics*

Проблема сохранения и повышения уровня содержания органического вещества (ОВ) почвы является одной из важнейших в почвоведении. ОВ играет ведущую роль не только в генезисе и плодородии почв, но и в нормальном функционировании биосферы, оказывая решающее влияние на глобальный круговорот углерода [1]. Уровень содержания органического вещества в почве прямо или косвенно связан с большим количеством различных свойств почв: буферность и поглотительная способность, тепловой и водный режим, окислительно-восстановительное состояние почв. Особое значение органическое вещество почвы играет в питании растений. Гумусовые вещества, особенно низкомолекулярные фракции, стимулируют жизнедеятельность почвенной микрофлоры, влияют на формирование микробных ценозов и их активность. В результате возрастает биологическая и ферментативная активность почвы, интенсивнее протекают многие процессы, связанные с накоплением питательных веществ в доступной для растений форме (например, аммонификация) [2]. Гумусовые вещества могут оказывать на растения и прямое стимулирующее действие, т.е. выступать по отношению к ним как физиологически активные вещества, что было установлено для сельскохозяйственных культур в лабораторных экспериментах [3, 4]. В природных экосистемах соотношение процессов минерализации и гумификации растительных остатков зависит от многих факторов: условия водного и теплового режима, количества и состава поступающих растительных остатков, жизнедеятельности почвенной биоты [5]. В агроценозах, помимо вышеуказанных факторов, существенное влияние на уровень содержания органического вещества в почве оказывают способы обработки почвы, внесение удобрений, севообороты и т.д. Считается, что содержание углерода гумуса является достаточно стабильным показателем. Однако в наших исследованиях отмечены значительные колебания содержания как общего углерода, так и его лабильной части в течение вегетационного периода.

Цель исследования – изучение сезонной динамики органического углерода гумуса сельскохозяйственных почв с разной степенью окультуренности.

Материалы и методы. Объектом исследования являлся пахотный горизонт дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы опытного поля Фаленской селекционной станции. В ходе исследования были изучены два опытных участка: хорошо окультуренный участок севооборота и слабоокультуренный участок, используемый для целей селекции на устойчивость к кислой реакции почвенной среды. На окультуренном участке соблюдаются все агрохимические и агротехнические мероприятия. На слабоокультуренном участке полностью исключено внесение удобрений и химикатов, кроме аммиачной селитры в дозе 15 кг/га под посев. На каждом участке в период с мая по сентябрь, с периодичностью один раз в месяц, отбирали почвенные образцы в шестикратной повторности. В свежих образцах почвы определяли уровень содержания лабильного органического вещества (ЛОВ) и влажность почвы. Содержание лабильного углерода ($C_{орг}$) гумуса определяли извлечением 0,1 М нейтральной пиродифосфатной вытяжкой при соотношении почва: раствор 1:2 [6]. В воздушно-сухой почве определяли уровень содержания общего углерода гумуса по методу Тюрина в модификации Симакова [7].

Результаты и обсуждение. В течение вегетационного сезона в период с мая по сентябрь отмечалась достоверная динамика содержания общего углерода гумуса (табл. 1).

Таблица 1

Динамика содержания общего углерода гумуса на участках с разной степенью окультуренности в 2023 году (%)

Вариант почвы	Дата отбора				
	11.05.	21.06.	19.07.	22.08.	20.09.
Окультуренная	1,11±0,03	1,48±0,03	1,24±0,04	1,21±0,05	1,42±0,03
Слабоокультуренная (кислый фон)	0,58±0,02	1,09±0,02	0,76±0,06	0,82±0,05	0,89±0,03
$C_{общ}$, %*	+91,71	+35,59	+62,8	+48,2	+59,31

* $C_{общ}$, % - содержание общего углерода гумуса в окультуренной почве по сравнению со слабоокультуренной

Характер динамики одинаков для окультуренной и слабоокультуренной почвы. Наименьшее значение содержания $C_{орг}$ отмечено в мае, наибольшее – в июне и сентябре. В период с июля по сентябрь отмечено достоверное увеличение уровня содержания общего углерода гумуса на каждом из изученных участков. Такой характер динамики может быть связан с особенностями климатических условий сезона. Наибольшее содержание углерода отмечено в условиях оптимальной температуры воздуха и достаточного увлажнения. В июле 2023 года отмечалось похолодание и увеличение количества осадков, такие погодные условия негативно сказываются на процессах минерализации поступающего органического вещества. При изменении погодных условий на более благоприятные происходит увеличение содержания общего углерода гумуса.

Содержание $C_{орг}$ в окультуренной почве во все сроки наблюдения было на 35...92 % выше, чем в слабоокультуренном варианте. Наибольшая разница значений отмечена в начале периода наблюдения.

Наиболее подверженным изменению в течение вегетационного периода является лабильная часть органического вещества гумуса (ЛОВ) (табл. 2).

Таблица 2

Динамика содержания лабильного органического вещества гумуса на участках с разной степенью окультуренности в 2023 году (%)

Вариант почвы	Дата отбора				
	11.05.	21.06.	19.07.	22.08.	20.09.
Окультуренная	0,139±0,005	0,199±0,022	0,187±0,005	0,140±0,008	0,139±0,017
Слабоокультуренная (кислый фон)	0,127±0,011	0,159±0,007	0,167±0,007	0,098±0,007	0,113±0,007
ЛОВ %*	+9,61	+25,55	+12,02	+42,59	+22,70

*ЛОВ % — содержание ЛОВ в окультуренной почве по сравнению со слабоокультуренной

Лабильное органическое вещество представляет собой наиболее изменчивую и динамичную часть органического вещества почвы. ЛОВ принимают непосредственное участие в питании растений, формируют водопрочную структуру, служат энергетическим материалом для микроорганизмов и выполняют защитную функцию в отношении консервативного органического вещества.

В течение периода наблюдения отмечена достоверная динамика содержания ЛОВ в окультуренной и слабоокультуренной почве. Характер динамики имеет схожий характер. Наибольшее значение отмечено в середине периода вегетации, затем наблюдается снижение уровня содержания лабильного углерода, и в последние два срока отборов значения практически не изменяются. В течение всего периода наблюдений уровень содержания ЛОВ в окультуренной почве был на 10...43 % выше, чем в слабоокультуренной почве.

Доля лабильного углерода в общем углероде гумуса была достоверно выше в почве слабоокультуренного участка во все сроки наблюдения (рис.).

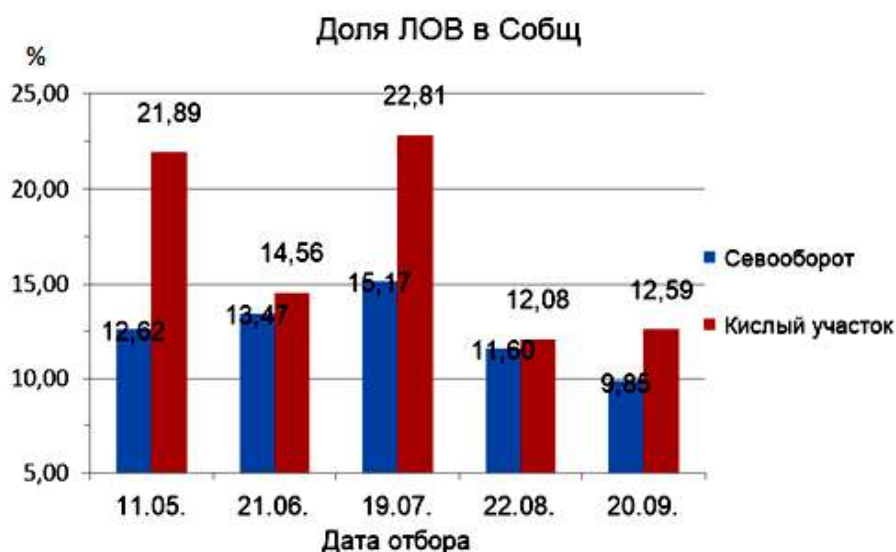


Рис. Динамика отношения лабильного углерода к общему углероду гумуса, %

Характер динамики одинаков для каждого из вариантов: увеличение в первой половине периода наблюдения и постепенное снижение во второй половине. Увеличение содержания как общего углерода, так и его лабильной части может быть связано с процессами минерализации и гумификации органического вещества. В течение сезона прошлогодние пожнивные остатки, а также корневые выделения и свежий растительный материал активно трансформируются почвенной биотой. В сезоне 2023 года почва содержится в состоянии чистого пара, соответственно количество поступающих в почву растительных остатков минимально. Вероятно, низкое количество поступающей органики и неблагоприятные погодные условия послужили причиной снижения уровня содержания изучаемых форм углерода во второй половине периода наблюдений.

Заключение. Во все сроки наблюдения уровень содержания общего и лабильного углерода гумуса в окультуренной почве был выше, чем в слабоокультуренной. Уровень содержания ЛОВ и $C_{орг}$ значительно менялся в течение вегетационного периода. Низкий уровень содержания углерода гумуса указывает на низкий уровень плодородия почвы слабоокультуренного участка. Напротив, при соблюдении всех необходимых норм ведения сельского хозяйства (окультуривание, внесение удобрений, севооборот) отмечено сохранение плодородия почв и поддержание высокого уровня содержания органического вещества.

Список литературы

1. Федорец Н. Г., Бахмет О. Н. Экологические особенности трансформации соединений углерода и азота в лесных почвах. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2003. 240 с.
2. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство / Под ред. В.С. Никляева. М.: «Былина», 2000. 555 с.
3. Вербицкая Н.В., Кондратенко Е.П., Соболева О.М. Использование препарата гуминовой природы для предпосевной обработки семян пшеницы // Вестник КузГТУ. 2014. № 3 (103).
4. Пищик В.Н., Бойцова Л.В., Воробьев Н.И. Влияние гуминовых веществ на растения и ризосферные микроорганизмы в растительно-микробных системах // Агрохимия. 2019. № 3. С. 85-95. DOI 10.1134/S0002188119030116. EDN YWYDQT.
5. Симонов Ю.В. Влияние влажности и температуры на гумификацию растительного опада при участии микроартропод // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. № 4-1.
6. ГОСТ 26213-2021 Почвы. Методы определения органического вещества.
7. Оценка почв по содержанию и качеству гумуса для производственных моделей почвенного плодородия (Рекомендации) // Сост.: К.В. Дьяконова и др. М.: Агропромиздат, 1990. 28 с.

Влияние засухи на структурно-функциональные характеристики фотосинтетического аппарата голозерного овса

С. А. Чуракова

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

Аннотация. *Оценивались основные параметры флуоресценции хлорофилла а фотосистемы II под воздействием стресса засухи при помощи ОЖП-теста с использованием флуорометра Fluor Pen FP 110/S (Photon Systems Instruments, Czech Republic) у шести генотипов голозерного овса: Багет, Першерон, Вятский, 1h18, 3h18 и 5h18. Выявлены генотипы, показавшие лучшие результаты в количественном отношении – Багет, Вятский и 5h18. Наиболее чувствительными к стрессу показали себя параметры ET_0/RC , DI_0/RC и ABS/RC .*

Ключевые слова: *Avena nudisativa*, флуоресценция, ОЖП-тест, фотосистема

Effect of drought on structural and functional characteristics of the photosynthetic apparatus of naked oats

S. A. Churakova

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

Abstract. *The main parameters of chlorophyll a fluorescence of photosystem II under the influence of stressful conditions in the form of drought were evaluated using an OJIP test using a fluorometer Fluor Pen FP 110/S (Photon Systems Instruments, Czech Republic) in six genotypes of naked oats: Baget, Percheron, Vyatskiy, 1h18, 3h18 and 5h18. The genotypes that showed the best results in quantitative terms were identified – Baget, Vyatskiy and 5h18. The parameters ET_0/RC , DI_0/RC and ABS/RC proved to be the most sensitive to stress.*

Keywords: *Avena nudisativa*, fluorescence, OJIP test, photosystem

По данным Федеральной службы государственной статистики [1], валовой сбор овса в Кировской области в 2022 году вырос на 49,2 % по отношению к 2021 году. По результатам сортоиспытания, голозерный овес уступает пленчатому в урожайности на 20...30 % [2], однако известно, что по вкусовым и качественным характеристикам голозерный овес показывает лучшие результаты (содержание белка, крахмала и амилозы, зольность, содержание масла, жирных кислот и β -глюканов) [3]. В большей степени на урожайность и биохимические характеристики овса влияют погодные условия, в том числе засуха, к которой овес особенно чувствителен на ранних стадиях развития [4].

Материалы и методы. Для оценки параметров кинетики индукции флуоресценции хлорофилла а использовали двухнедельные проростки голозерного овса 3 сортов и 3 селекционных линий: Багет, Першерон, Вятский, 1h18, 3h18 и 5h18, выращенные на полном питательном растворе и в условиях засухи (раствор ПЭГ, 7 атм) при комнатной температуре и фотопериоде 16/8 ч (день/ночь). Измерения проводились 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 ОЛР-теста. Подробная методика и оцениваемые параметры описаны ранее [5].

Результаты и обсуждение. ОЛР-тест – это флуоресцентный метод, который используется для оценки стрессового состояния растений. Он определяется на адаптированных к темноте листьях растений при включении возбуждающего света, где наблюдается несколько фазовых переходов от F_0 (начальная флуоресценция) до F_m (максимальная флуоресценция). Полученные данные представлены в таблице.

Таблица

Значения параметров работы фотосистемы II листьев овса

Параметр	Багет		Першерон		Вятский		1h18		5h18		3h18	
	1*	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
F_v/F_m	0,74	0,76	0,74	0,76	0,80	0,79	0,79	0,77	0,76	0,75	0,79	0,78
F_v/F_0	2,83	3,13	2,91	3,20	3,88	3,76	3,68	3,40	3,24	3,01	3,67	3,50
Ψ_0	0,57	0,57	0,64	0,52	0,60	0,64	0,54	0,49	0,48	0,56	0,63	0,61
δ_{RE}	0,37	0,37	0,40	0,42	0,28	0,30	0,32	0,43	0,41	0,38	0,36	0,37
Ψ_{RE}	0,21	0,21	0,26	0,22	0,17	0,20	0,18	0,21	0,19	0,21	0,22	0,23
ABS/RC	2,55	2,29	2,36	2,24	2,12	2,08	2,09	1,95	2,25	2,32	2,13	2,06
TR ₀ /RC	1,88	1,74	1,44	1,70	1,69	1,65	1,64	1,50	1,72	1,74	1,68	1,60
ET ₀ /RC	1,06	1,00	1,12	0,87	1,01	1,06	0,90	0,73	0,83	0,98	1,05	0,98
DI ₀ /RC	0,67	0,55	0,61	0,54	0,43	0,44	0,45	0,45	0,53	0,58	0,46	0,46
PI _{ABS}	1,48	1,88	2,19	1,51	2,75	3,24	2,25	1,82	1,39	1,69	2,91	2,68
PI _{ABS_total}	0,85	1,12	1,47	1,10	1,04	1,42	1,08	1,35	0,95	1,02	1,62	1,58
F_0	7661	6653	8073	7921	7174	6318	7456	7737	7965	8225	6155	6567
F_m	29325	27503	31395	33335	35079	30073	34851	33389	33779	32966	28772	29390

* 1 – контроль; 2 – опыт

Чтобы оценить степень влияния стресса на измеряемые параметры каждого генотипа, полученные данные были нормализованы. Отношение опытных данных к контролю в процентном соотношении показано на рисунке. Таким образом, можно наглядно проследить амплитуду изменений, их направление и сравнить каждый генотип с общей тенденцией изменений в группе.

Сорт Вятский находился на нижних границах значений F_0 и F_m , потеряв в опытных условиях от 6,21 % до 14,27 % от контроля. Лучше всего показала себя линия 3h18, превысив уровень начальной и максимальной флуоресценции на 6,69 % и 2,15 % соответственно.

Максимальный квантовый выход ФСII (F_v/F_m) варьировал в незначительной степени, сохраняя свой уровень в стрессовых условиях. Способность антенных комплексов улавливать кванты света (F_v/F_0) снижалась у всех генотипов, кроме Багет и Першерон, со значениями 110,61 и 109,97 %.

Эффективность электронного транспорта от первичного акцептора электронов, пластохинона Q_A , ко вторичному акцептору, пластохинону Q_B , (Ψ_0) обладала большим разбросом значений, где Першерон потерял почти 20 %, а

линия 5h18, наоборот, под воздействием стресса усилила эффективность электронного транспорта на 17,54 %. Параметр δ_{RE} (эффективность электронного транспорта от Q_B до первичного акцептора ФСII) снизился лишь у линии 5h18 на 7 %, остальные представители группы имели положительную тенденцию, где 1h18 почти на треть отличался от контрольных значений. Последний параметр из показателей работы антенных комплексов и реакционных центров по захвату фотонов и эффективности передачи электронов в ФСII – ψ_{RE} , характеризующий суммарную эффективность электронного транспорта от ФСII до ФСI, показал положительные результаты в опытных условиях, за исключением сорта Першерон с результатом 84,59 %.

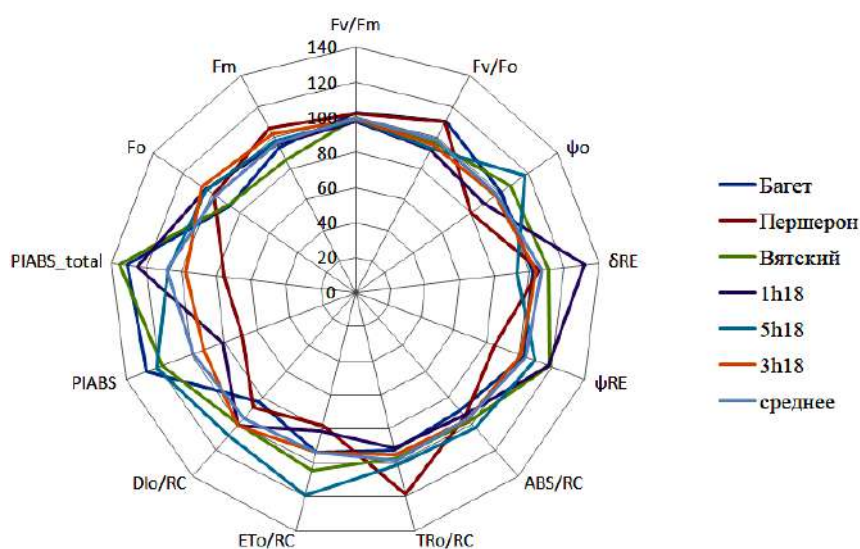


Рис. Нормализованные данные параметров ОЖР-теста

Следующей категорией параметров являются специфические потоки энергии в пересчете на один активный реакционный центр ФСII. Поток адсорбированной световой энергии (ABS/RC) снижал значения у 5 генотипов овса от 1,82 % до 10,08 %, за исключением линии 5h18, сохранившей контрольный уровень потока световой энергии. Максимальный поток захваченных экситонов (TR_o/RC) возрос только у сорта Першерон на 18,29 %, у линии 5h18 сохранился на прежнем уровне. По величине значений потока электронного транспорта от Q_A до Q_B (ET_o/RC) можно выделить Першерон, снизивший значение относительно контроля на 22,28 %, и 5h18, увеличивший уровень потока на 19 %. Поток энергии, рассеянной в виде тепла (DI_o/RC), характеризовался снижением только у сортов Багет и Першерон до 17,13 %, линия 5h18 потеряла больше энергии за счет диссипации на 8,71 % в сравнении с контролем.

Перфоманс-индексы сохранения энергии от адсорбированного фотона до редукции Q_B (PI_{ABS}) или до акцептора ФСI (PI_{ABS_total}) дают общую характеристику производительности ФСII. Менее устойчивым к условиям засухи показал себя сорт Першерон, потеряв способность сохранять энергию в обоих направлениях на 31,15 и 24,75 % соответственно. Сорт Багет наилучшим образом показал себя в опыте, повысив значения перфоманс-индексов до 31,32 %.

Заключение. По усредненным данным для группы генотипов голозерного овса все параметры снижались по величине показателей на 0,14...5,12 % за

исключением параметров δ_{RE} , ψ_{RE} и PI_{ABS_total} , чьи значения возросли на 3,81...8,29 %. Самыми чувствительными к стрессу показали себя параметры ET_0/RC , DI_0/RC и ABS/RC . Среди сортов можно выделить Багет и Вятский, сохранившие эффективность работы антенных комплексов и реакционных центров, а также уровень специфических потоков энергии, что привело к максимальной в группе общей продуктивности ФСП. Среди селекционных линий у 5h18 только 4 параметра отрицательно отреагировали на стресс, обеспечив устойчивость к засухе и сохранение производительности ФСП в целом.

Список литературы

1. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/29_cx_predv_2022.xlsx (дата обращения 24.05.2023)
2. Hackett R. A comparison of husked and naked oats under Irish conditions // Irish Journal of Agricultural and Food Research. 2018. № 57(1). P. 1-8.
3. Баталова Г.А., Шевченко С.Н., Тулякова М.В., Русакова И.И., Железникова В.А., Лисицын Е.М. Селекция голозерного овса, ценного по качеству зерна // Российская сельскохозяйственная наука. 2016. №5. С. 6-9.
4. 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: Агрономия и животноводство. 2012. № 4. С. 41-48.
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.

УДК 633.16: 581.131

Влияние материнской формы гибридов пшеницы на работу фотосистемы II

С. А. Чуракова

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

Аннотация. *Оценивались основные параметры флуоресценции хлорофилла а фотосистемы II гибридных линий по пяти материнским формам яровой пшеницы Линия 2, Баженка, Маргарита, Карабалыкская 98 и Саратовская 29 с использованием ЛПР-теста с помощью флуорометра Fluor Pen FP 110/S (Photon Systems Instruments, Czech Republic). Выявлены наиболее продуктивные материнские формы пшеницы Маргарита и Линия 2, образовавшие группу со схожим типом наследственности работы ФСП. Большими потерями продуктивности и производительности системы характеризовались гибриды линии Баженка, потерявшими почти 50 % значений перфоманс-индексов.*

Ключевые слова: *Triticum aestivum L., флуоресценция, хлорофилл а*

Influence of the maternal form of wheat hybrids on the operation of photosystem II

S. A. Churakova

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

Abstract. *The main parameters of chlorophyll *a* fluorescence of photosystem II were evaluated using a JIP test of hybrid lines for five maternal forms of spring wheat Liniya 2, Bazhenka, Margarita, Karabalykskaya 98 and Saratovskaya 29 using a fluorometer Fluor Pen FP 110/S (Photon Systems Instruments, Czech Republic). The most productive maternal forms of wheat Margarita and Liniya 2 were identified, forming a group with a similar type of inheritance work of PSII. The hybrids of the Bazhenka line were characterized by large losses of system productivity and efficiency, which lost almost 50 % of the performance-index values.*

Keywords: *Triticum aestivum L., fluorescence, chlorophyll *a**

Пшеница яровая является основной продовольственной культурой, поэтому проблема селекции с целью выведения более продуктивных и устойчивых к внешнему негативному воздействию сортов является одной из самых актуальных на сегодняшний день. Одним из быстрых и результативных способов определения продуктивности растений является метод оценки флуоресценции хлорофилла *a* [1]. Флуоресценция является мерой квантов света, неиспользуемых в процессе фотосинтеза или выделенных в процессе диссипации. Изучая характер флуоресценции, ее изменения при активации фотосистемы, можно судить о количестве ассимилированного углерода в процессе фотосинтеза. Тем самым, ее можно использовать как показатель преобразования энергии света в энергию химических связей [2]. Для подобных расчетов все чаще используется JIP-тест, способный дать представление о процессах преобразования энергии в листьях, оценить влияние стресса на фотосинтетический аппарат и общую продуктивность растений. За счет рекомбинации доминантных генов родительских форм, унаследованных первым поколением, показатели ценных хозяйственных признаков гибридов повышаются в новом исходном материале [3]. При скрещивании материнской и отцовской формы растений ядерный материал одинаковый, но цитоплазматический материал наследуется от матери [4]. Таким образом, влияние материнской формы представляется интересным фактором для изучения.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись гибридные линии яровой пшеницы с материнскими формами Баженка, Маргарита, Линия 2, Саратовская 29 и Карабалыкская 98. 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 Кнопа. Флуоресценцию хлорофилла *a* регистрировали на адаптированных к темноте в течение 20 минут листьях с использованием флуорометра Fluor Pen FP 110/S (Photon Systems Instruments, Czech Republic) согласно руководству производителя. Более подробно с методикой можно ознакомиться в работе [5]. Статистическая обработка данных проводилась в программах Microsoft Excel 2013 с использованием методов вариационной статистики.

Результаты и обсуждение. Исследование проводилось на гибридах 2, 3 и 4 поколения в 2020...2022 гг. Гибридные линии были объединены в группы по четыре гибрида с целью определения влияния сорта в роли материнской формы на работу фотосинтетического аппарата. Далее проводилось сравнение групп по поколениям. В 2021 году гибриды 3 поколения (рис. 1) показали тенденцию к сохранению значений по сравнению со 2 поколением, но с выраженной амплитудой в одинаковых группах измеряемых параметров. Так, начальная и максимальная флуоресценции (F_0 и F_m) материнской линии Линия 2 снизили значения на 12,47 и 9,46 %, а Карабалыкская 98 увеличили на 4,28 и 10,61 % соответственно.

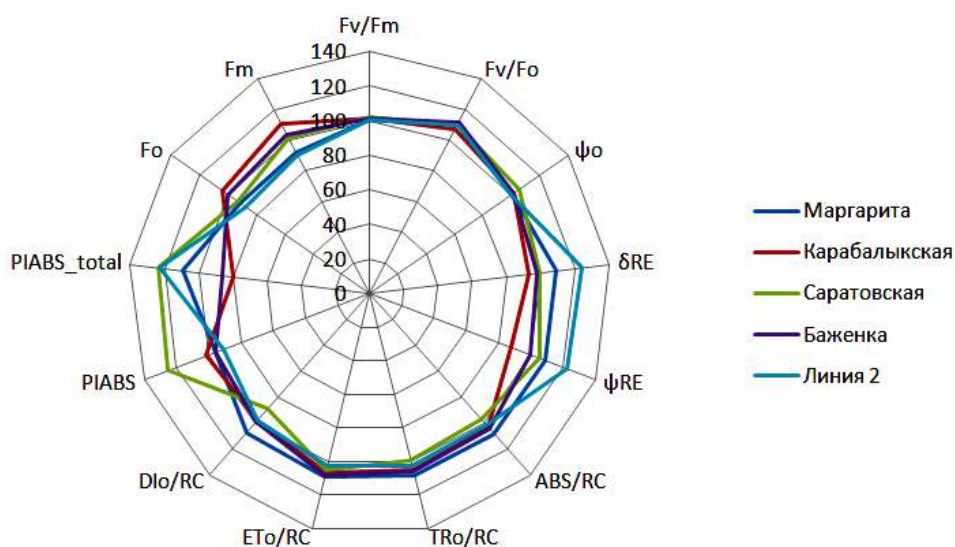


Рис.1. Нормализованные (третье поколение относительно второго) параметры работы ФСII гибридов яровой пшеницы

Среди показателей работы антенных комплексов и реакционных центров два параметра обладали наибольшей амплитудой значений. Это, во-первых, эффективность, с которой электроны передаются от вторичного акцептора ФСII и в целом от ФСII к первичным акцепторам ФСI (δ_{RE}), где разница между минимальным значением линии Карабалыкской 98 и максимальным Линии 2 составила 31,23 %. Во-вторых, эффективность, с которой электроны передаются от ФСII к первичным акцепторам ФСI (ψ_{RE}), которая показала схожую ситуацию в этих же материнских линиях с разницей в 34,75 %.

Перфоманс-индексы PI_{ABS} и PI_{ABS_total} используются как интегральные показатели функциональной активности ФСII и производительности ФСII в целом соответственно. Группа сортов, где материнской формой выступил сорт Саратовская 29, показала наибольший прирост значений обоих перфоманс-индексов, на 23,88...25,22 %. Больше снижение функциональной активности ФСII показала группа Линия 2 на 9,46 %, а общей производительности ФСII – Карабалыкская 98 на 19,88 %.

Остальные параметры находились в небольшом диапазоне варибельности и в большинстве случаев увеличивали свои значения на 1,42...11,66 %, либо сохранялись на том же уровне.

В четвертом поколении гибридов (рис. 2) по отношению к третьему поколению прослеживалась тенденция к снижению значений большинства параметров в диапазоне 0,98...52,86 %. Выросли потери энергии (DI_o/RC) у всех групп на 5,05...37,09 %. Потоки энергии, поглощенной одним реакционным центром (ABS/RC) и характеризующей способность РЦ к активации после темновой адаптации (TR_o/RC) сохраняли уровень прошлого поколения. Выросло количество поглощенной энергии у линии Маргарита (на 10,84 и 5,74 %) и Саратовская (9,52 и 8,39 % соответственно). Начальная флуоресценция росла у всех вариантов, кроме Баженка, которая также потеряла в значениях максимальной флуоресценции.

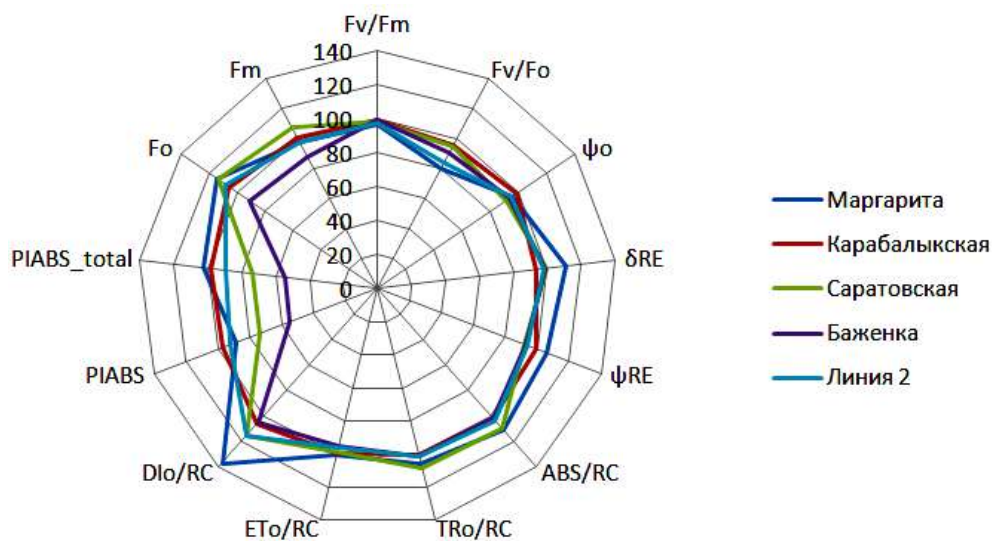


Рис.2. Нормализованные (четвертое поколение относительно третьего) параметры работы ФСII гибридов яровой пшеницы

Данные перфоманс-индексов свидетельствуют о статистически значимой потере эффективности работы ФСII, в наибольшем проявлении, до 45,24 %, у материнской линии Баженка.

Сравнивая результаты 2020 и 2022 гг., можно проследить путь, который гибриды прошли через несколько поколений. На рисунке 3 видно, что параметры работы ФСII гибридов материнской линии Маргарита занимают несколько пиков точек во всех группах измеряемых параметров. Похожая структура на графике наблюдалась у гибридов Линия 2. Другую похожую пару составили Карабалыкская 98 и Саратовская 29 с разницей до 12,53 % для параметров δ_{RE} , ψ_{RE} и PI_{ABS_total} .

Линия Баженка снизила значения большего количества параметров ЛР-теста, к тому же снижая продуктивность и эффективность работы ФСII почти на 50 %. Стоит отметить, что потери энергии линии Маргарита выросли на 48,19 %, значительно превышая значения параметра у других линий. Но это никак не повлияло на индекс производительности ФСII. Можно предположить, что это явление произошло за счет способности к поглощению энергии, связанной с количеством активных реакционных центров.

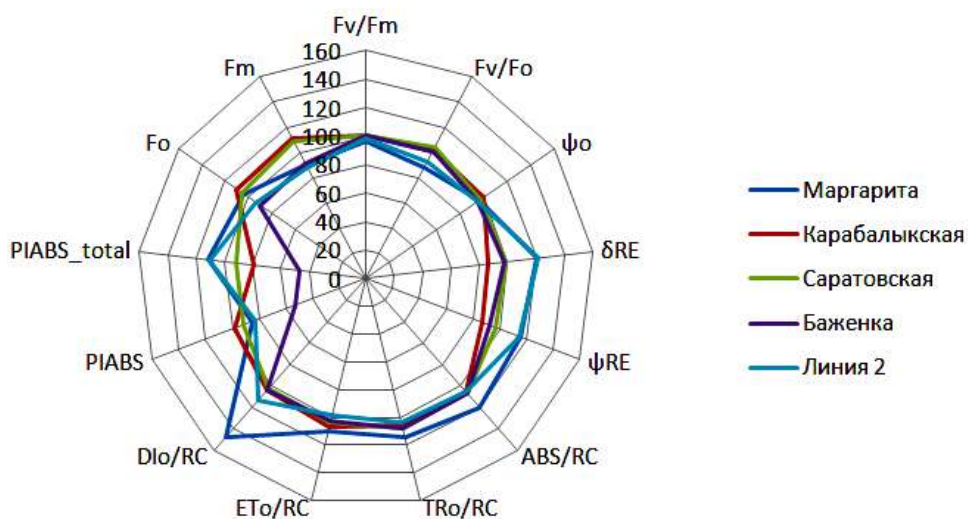


Рис.3. Нормализованные (четвертое поколение относительно второго) параметры работы ФСII гибридов яровой пшеницы

Заключение. Гибриды яровой пшеницы в динамике 2020...2022 гг. разделились на несколько групп со схожим характером изменений работы ФСII. Первую пару составили группы гибридов с материнскими формами Маргарита и Линия 2, которые с поколениями увеличивали способность к захвату энергии и эффективности ее передачи внутри фотосистемы. Это привело к максимальным среди группы показателям PI_{ABS_total} . Группы гибридов с материнскими формами Карабалыкская 98 и Саратовская 29 повторяли рисунок на графике с отклонениями в трех параметрах до 12,53 %.

Гибриды сорта Баженка во многих точках графика совпадали с гибридами сорта Карабалыкская 98, но отличалась значительным снижением функциональной активности и индекса производительности ФСII в каждом поколении. С каждым новым поколением гибридов увеличивалась амплитуда значений параметров флуоресценции, отличия среди материнских линий становились более явными. Таким образом, для продуктивной селекции следует продолжить изучение новых поколений гибридов, проследив дальнейшую динамику параметров работы ФСII, с возможностью определения влияния отцовских форм на наследственность.

Список литературы

1. 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.
2. Bettini P.P., Marvasi M., Fani F., Lazzara L., Cosi E., Melani L., Mauro M. L. Agrobacterium rhizogenes *rolB* gene affects photosynthesis and chlorophyll content in transgenic tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants // *Journal of Plant Physiology*. 2016. V. 204. P. 27-35.
3. Дробыш А.В., Тарануха Г.И. Результаты использования межсортовой гибридизации в селекции яровой пшеницы // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 3. P. 82-85.
4. Общая селекция растений / Коновалов Ю.Б., Пыльнев В.В., Хупацария Т.И. [и др.]. СПб.; М.; Краснодар, 2013. 480 с.
5. Лисицын Е.М., Чуракова С.А., Баталова Г.А. Генотипическая вариабельность функционирования фотосистемы II листьев пленчатого и голозерного овса // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. Т. 183(3). С. 17-26. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-3-17-26>.

**Комплекс технологических приемов
для повышения урожайности зерна озимой ржи**

М. Г. Шамова

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

Аннотация. В статье изложены результаты изучения влияния технологических приемов на урожайность зерна озимой ржи в условиях Кировской области. Выявлено, что в связи с удлинением фазы осенней вегетации, оптимальным сроком посева является период с 25 по 30 августа, т.е. на 5...10 дней позднее ранее установленной даты. Рекомендуемой нормой высева для получения высокой урожайности зерна сорта Фаленская 4 является 6 млн, сорта Кировская 89 – 5...6 млн всхожих семян на гектар. Для сохранения величины и качества зерна озимой ржи уборку следует проводить прямым комбайнированием в фазу полной спелости или двухфазным способом при условии хорошей погоды.

Ключевые слова: сорт, сроки посева, нормы высева, сроки и способы уборки, зимостойкость, поражение снежной плесенью

A set of technological techniques to increase productivity winter rye grains

M. G. Shamova

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

Annotation. The article presents the results of studying the influence of technological methods on the grain yield of winter rye in the conditions of the Kirov region. It was revealed that due to the lengthening of the autumn growing season, the optimal sowing time is the period from August 25 to 30, i.e. 5...10 days later than the previously set date. The recommended seeding rate for obtaining high grain yields for the Falenskaya 4 variety is 6 million, for the Kirovskaya 89 variety – 5...6 million viable seeds per hectare. To preserve the size and quality of winter rye grain, harvesting should be carried out by direct combining in the phase of full ripeness or by a two-phase method, subject to good weather.

Keywords: variety, sowing dates, seeding rates, harvesting times and methods, winter hardiness, snow mold damage

Озимая рожь является важнейшей продовольственной культурой России. Она выделяется высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью, сравнительно низкими требованиями к плодородию почвы, внесению удобрений, применению гербицидов и фунгицидов, что позволяет получать относительно дешевую экологически чистую продукцию. Для стабилизации производства зерна и рационального использования природных ресурсов региона возделывания необходимо использовать сорта, соответствующие требованиям почвенно-климатических условий. Реализация продуктивного и качественного потенциала сортов невозможна без комплекса технологических мероприятий (сроков посева культуры, норм высева, сроков и способов уборки), соблюдение

которых гарантирует получение стабильного урожая зерна озимой ржи высокого качества. В Волго-Вятском регионе почвенно-климатические условия предъявляют высокие требования к возделываемым сортам озимой ржи. Правильно спланированные агротехнологические мероприятия способны в полной мере раскрыть генетически обусловленные возможности сорта. Особой напряженностью неблагоприятных условий характеризуется зимний период. Нивелировать стрессовые факторы при перезимовке или ослабить их действие возможно за счет создания оптимальных условий для роста и развития растений в период осенней вегетации. От осенних условий зависит степень кустистости и накопление запасных веществ, играющих важную роль в период перезимовки [1]. При излишне раннем сроке посева происходит перерастание растений. Интенсивное кущение способствует образованию мощного плотного стеблестоя, который при повышенной температуре на глубине залегания узла кущения и при высоком снеговом покрове начинает активно расходовать запасные вещества, подвержен выпреванию, сильному поражению снежной плесенью (*M. nivale*), что приводит к снижению зимостойкости и продуктивности озимой ржи [2; 3]. Переросшие растения сильнее повреждаются шведской мухой (*Oscinella frit* L.), а также отмечается увеличение засоренности посевов зимующими сорняками [4]. Запоздывание с посевом приводит к слабому кущению, отсутствию вторичной корневой системы и недостаточному накоплению сахаров в узле кущения [4, 5].

В условиях Волго-Вятского региона зимостойкость озимых культур в большей степени обусловлена устойчивостью к снежной плесени, ежегодное поражение посевов которой составляет 80...100 %. Необходимость изучения сроков посева озимой ржи возникла в связи с тем, что дата прекращения осенней вегетации, которая ранее приходилась на конец первой или на вторую декаду октября, сдвинулась на более поздний период. Удлинение периода осенней вегетации создает угрозу перерастания растений и снижения зимостойкости.

Цель исследований – усовершенствовать технологические приемы возделывания озимой ржи для получения стабильного урожая зерна высокого качества.

Материалы и методы. Изучение проводилось в 2012...2016 гг. на опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Опыты закладывались по схеме рендомизированного блока в 4-кратной повторности с учетной площадью делянки 10 м². Изучались районированные по Волго-Вятскому региону сорта озимой ржи Фаленская 4 и Кировская 89.

В технологических опытах изучено 4 срока посева: 20 (контроль), 25, 30 августа и 5 сентября; коэффициенты высева: 3, 4, 5, 6 и 7 млн всхожих семян на гектар; сроки уборки: раздельная (двухфазная) уборка, прямое комбайнирование в оптимальные сроки, прямое комбайнирование через 5 дней после оптимальных сроков, прямое комбайнирование через 10 дней после оптимальных сроков. Учеты и оценки проведены в соответствии с "Методикой государственного сортоиспытания ..." (1983); анализы по определению «числа падения» проведены в аналитической лаборатории на приборе Хагберга-Пертена (Falling Number 1500), ГОСТ 30498-97; 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.), 1998, Microsoft Office Excel.

Результаты и обсуждение. Анализируя урожайные данные сорта Фаленская 4 (табл.), необходимо отметить, что в среднем за весь период проведения эксперимента достоверная прибавка урожайности к контролю получена при втором и третьем сроках посева – 0,81 и 0,75 т/га соответственно. Наименьшая урожайность ржи отмечена при позднем сроке посева.

Таблица

Урожайность сорта Фаленская 4 разных сроков посева, т/га

Срок посева	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее	± к контролю
20 августа (контр.)	3,96	4,44	2,80	5,11	3,45	3,95	-
25 августа	4,94	4,87	4,66	5,44	3,90	4,76	+0,81
30 августа	5,43	4,41	4,40	5,58	3,69	4,70	+0,75
5 сентября	4,67	4,30	2,33	3,65	2,79	3,55	-0,40
НСР ₀₅	0,19	0,18	0,22	0,20	0,19	0,70	-

Повышение урожайности при посеве во второй и третий календарный срок объясняется более высокой зимостойкостью и активным отрастанием весной после поражения снежной плесенью. Исходя из полученных результатов, рекомендуем сдвинуть сроки посева озимой ржи на более поздний период (на 5...10 дней) относительно ранее установленного оптимального срока.

Выявлено, что урожайность в большей степени зависит от сроков посева (вклад данного фактора составляет 62,9 %), чем от условий года (14,0 %).

Для формирования оптимальной плотности агрофитоценоза и обеспечения максимально благоприятных условий возделывания культуры, кроме сроков посева, большое значение имеет норма высева семян на единицу площади. Необходимо учитывать, что озимая рожь обладает высокой способностью к кущению. Повышение коэффициента высева приводит к снижению продуктивной кустистости растений. Это связано с недостаточной освещенностью, приводящей к углеводному голоданию растений [6]. Отмечено, что при увеличении густоты стояния растений до определенного предела урожайность повышается с одновременным снижением средней продуктивности растения. Дальнейшее повышение густоты стояния ведет к снижению и продуктивности растений и общей урожайности.

На рисунке представлена средняя урожайность сортов озимой ржи Фаленская 4 и Кировская 89 при различных коэффициентах высева (2014...2016 гг.).

В результате исследований установлено, что для получения наибольшего урожая зерна оптимальной нормой высева для сорта Фаленская 4 является 6 млн, а для сорта Кировская 89 – 5...6 млн всхожих семян на гектар. Коэффициент 7 млн не оправдывает дополнительного расхода семян, способствует загущению посева и снижению урожая. Понижение нормы высева до 3 млн всхожих семян на гектар привело к значительному снижению урожайности на

обоих сортах. Для одной и той же культуры норма высева может отличаться в зависимости от целевого назначения посева. Так при выращивании на зеленый корм, норма высева может быть выше, чем при выращивании на зерно.

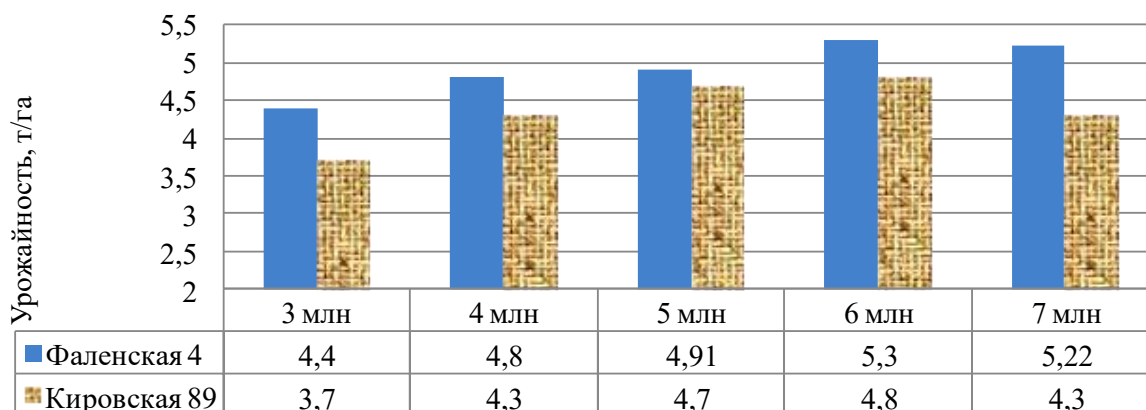


Рис. Урожайность сортов озимой ржи при разных коэффициентах высева

Большое значение для сохранения урожая и качества зерна имеют не только сроки, но и способы уборки. Средние (за 2014...2016 гг.) показатели урожая зерна в контроле при уборке в оптимальные сроки составили по сортам Кировская 89 и Фаленская 4 – 5,16 и 5,34 т/га соответственно. Раздельная уборка в наиболее благоприятный период обеспечила урожай 5,30 и 5,83 т/га, что практически на уровне контроля. При этом по хлебопекарным качествам при обоих способах уборки зерно соответствовало 1 и 2 классам качества. Преимуществом двухфазной уборки является более раннее ее начало, снижение затрат при сушке и подработке зерна. Однако рекомендовать такой способ уборки в производственных условиях можно только при надежно сухой погоде. Потери урожая при уборке через 5 дней от оптимальных сроков составили на сортах Фаленская 4 – 0,14; Кировская 89 – 0,10 т/га; при уборке через 10 дней на 0,22; 0,43 т/га соответственно. Снижение урожая произошло за счет осыпавшимся зерна. При позднем сроке уборки по числу падения зерно относилось к 3 классу качества, т.е. стало непригодным для использования в хлебопекарной промышленности.

Заключение. В результате изучения отдельных элементов технологии возделывания озимой ржи в условиях Кировской области установлено, что оптимальным сроком посева озимой ржи является период с 25 по 30 августа, когда получена прибавка урожайности 0,75...0,81 т/га к контрольному варианту. Рекомендуемая норма высева для сорта Фаленская 4 - 6 млн, для сорта Кировская 89 – 5...6 млн всхожих семян на гектар. Снижение нормы высева до 4 млн можно рекомендовать на семенных посевах перспективных сортов с дальнейшим отслеживанием ситуации по засорению сорной растительностью.

Уборку озимой ржи рекомендуется проводить прямым комбайнированием в фазу полной спелости зерна, при этом получена урожайность сортов 5,16...5,34 т/га. Раздельная уборка обеспечила урожайность 5,30...5,83 т/га, что практически на уровне контроля. Однако рекомендовать такой способ уборки в производственных условиях можно только при надежно сухой погоде,

чтобы избежать не только снижения урожая, но и ухудшения качества зерна. Запаздывание с уборочными работами приводит к потере урожая зерна и ухудшению его качества.

Список литературы

1. Зиганшин А.А., Шарифуллин Л.Р. Озимая рожь. М.: Россельхозиздат, 1981. 216.
2. Проценко А.Ф., Власюк П.А., Колоша О.А. Зимостойкость зерновых культур. М: Колос, 1969. 383.
3. Потапова Г.Н., Иванова М.С. Влияние сроков посева и норм высева семян на осеннюю вегетацию, зимостойкость и урожайность озимых зерновых культур // Интерактивная наука. 2017. № 11(21). С. 69-75. DOI:10.21661/г-464994.
4. Зерновые культуры / Д. Шпаар, С. Гриб, Д. Дрегер и др. Минск, Изд-во «ФУАинформ», 2000. 422 с.
5. Тиунов А.Н. Озимая рожь. М.: Колос, 1969. 392.
6. Тихонова О.С. Фотосинтетическая деятельность посевов озимых культур при разных нормах высева в Среднем Предуралье // Молодые ученые в XXI веке. Ижевск: ИГСХА, 2005. Т. 2. С. 65-67.

УДК: 633.1:576.8.06

Изучение патогенности новых изолятов фитопатогенных грибов

Т. К. Шешегова¹, Л. М. Щеклеина¹, М. И. Мулина^{1,2}

¹Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н.В. Рудницкого

²Вятский государственный университет
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. Новые природные изоляты фитопатогенных грибов *F. culmorum* (штамм P-з/22) и *B. sorokiniana* (штамм Я-22) обладающие достаточно высокими патогенными свойствами, включены в рабочую коллекцию микроорганизмов лаборатории иммунитета и защиты растений. Они обеспечивают объективную оценку зерновых культур на устойчивость к возбудителям корневых гнилей и выявление иммунологически ценных генотипов для селекции.

Ключевые слова: зерновые культуры, сорт, штамм, корневые гнили

Studying the pathogenicity of new isolats of phytopathogenic fungi

T. K. Sheshegova¹, L. M. Schekleina¹, M. I. Mulina^{1,2}

¹Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky,

²Vyatka State University Kirov, Russian Federation

Abstract. New natural isolates of phytopathogenic fungi *F. culmorum* (strain P-z/22) and *B. sorokiniana* (strain Y-22), which have fairly high pathogenic properties, are included in the working collection of microorganisms of the laboratory of immunity and plant protection. They provide an objective assessment of grain crops for resistance to root rot pathogens and the identification of immunologically valuable genotypes for breeding.

Keywords: grain crops, variety, strain, root rot

Почву заселяют различные микроорганизмы, в том числе микромицеты, являющиеся важными компонентами почвенного биоценоза. Они играют существенную роль в процессах почвообразования, вызывая заболевания многих растений. В почвах агроэкосистем, в отличие от естественных экосистем, патогенные популяции превышает по численности пороги вредности и обладают высокой изменчивостью [1]. По частоте встречаемости и биологической опасности приоритет принадлежит грибам родов *Fusarium* spp. и *Bipolaris sorokiana* (Sacc.) Shoem. [2]. Факторами, усиливающими развитие корневых гнилей, являются нарушение агротехники, несоблюдение севооборотов, насыщенность зерновыми культурами. Наблюдения показали, что соотношение возбудителей в популяциях корневой гнили и пораженном зерне зависят не только от растения-хозяина, но в большей степени от погодных условий вегетационного периода [3...5]. Для селекции на фитоиммунитет необходим постоянный поиск эффективных источников признака. Главным условием выявления таких генотипов является их контакт с патогенами. В связи с тем, что в природе такие условия не всегда присутствуют, возникает необходимость искусственной инокуляции растений возбудителями болезней. Для этого нужно иметь и поддерживать рабочую коллекцию фитопатогенных микроорганизмов. Среди них грибы рода *Fusarium* и *Helminthosporium* – основные возбудители корневых и прикорневых гнилей, фузариоза колоса, листьев и зерна, черни колоса и черного зародыша. Они характеризуются высокой видовой и внутривидовой изменчивостью патогенных, культуральных и физиологических свойств [6...8]. В селекционно-иммунологических исследованиях, как правило, используются наиболее патогенные виды (штаммы) микроорганизмов. Поэтому оценка их патогенных свойств – важная задача в селекции на устойчивость.

Цель исследований – анализ патогенности новых штаммов *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc. и *B. sorokiniana* по отношению к разным зерновым культурам и сортам для обоснования их использования при инокуляции. При этом были поставлены следующие задачи: изучить влияние грибов на распространение и развитие корневых гнилей; оценить ингибирующее действие грибов на рост и развитие растений; установить уровень и характер зависимости между фузариозным поражением корневой системы и биометрическими показателями растений.

Материалы и методы. Материалом исследований были чистые культуры новых штаммов *F. culmorum* (Р-з/22) и *B. sorokiniana* (Я-22), включенные в рабочую коллекцию фитопатогенных микроорганизмов лаборатории иммунитета и защиты растений ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2022 г. Объектами изучения были 14-дневные проростки 5...6 перспективных сортов озимой ржи, яровой пшеницы и ячменя селекции института.

Исследования проводили в лабораторных условиях по методу ВИЗР [9]. Инокулированные и контрольные (без заражения) семена закладывали в рулонную культуру и культивировали при температуре 20...23 °С в течение 14 дней. Повторность в опыте 2-кратная. Затем оценивали поражение, развитие корневых гнилей и биометрию растений: длину и массу зеленой массы и корневой системы, лабораторную всхожесть семян. Изучаемые штаммы относили к высокопатогенным при развитии болезни более 60,0 %, к среднепато-

генным – от 30,0 до 60,0 %; к слабопатогенным – менее 30,0 %. По уровню развития болезни сорта характеризовали как иммунные (нет симптомов поражения), высокоустойчивые (до 10,0 %), умеренно устойчивые (до 15,0 %), среднеустойчивые (до 25,0 %), слабоустойчивые (более 25,0 %).

Статистическая обработка проведена методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.07.) и программы Microsoft Office Excel 2013.

Результаты и обсуждение. Среди изучаемых зерновых культур наиболее восприимчив к корневым гнилям был яровой ячмень, о чем свидетельствуют средние по сортименту значения «поражение» – 60,8 % и «развитие болезни» – 30,8 %; у яровой пшеницы и озимой ржи, соответственно, 21,9 и 25,4 %; 8,2 и 8,4 % (табл. 1).

Таблица 1

Влияние фузариозной и гелиминтоспориозной инфекции на развитие корневых гнилей у разных зерновых культур (2023 г.)

Сорт	Поражение, %			Развитие болезни, %		
	контроль	инокуляция		контроль	инокуляция	
		<i>F. culmorum</i>	<i>B. sorokiniana</i>		<i>F. culmorum</i>	<i>B. sorokiniana</i>
<i>Яровая пшеница</i>						
Каменка	25,1	74,3	71,0	7,8	33,0	22,5
Баженка	14,5	86,4	60,9	6,2	51,8	22,1
Традиция	19,6	75,0	79,2	8,2	44,3	26,2
Темп	23,4	75,0	62,9	8,8	32,0	25,6
У-259	25,9	91,7	55,0	9,2	51,0	14,6
У-260	23,4	74,1	65,4	9,1	29,4	23,0
Среднее	21,9	76,6	65,7	8,2	40,2	22,3
НСР ₀₅	2,6	6,0	5,8	1,0	2,5	2,8
Р, %	3,8	2,4	2,8	4,1	2,0	3,9
<i>Яровой ячмень</i>						
Боярин	76,9	92,6	92,9	34,0	51,9	49,8
Памяти Родиной	95,7	86,2	92,8	39,6	39,9	56,3
Форвард	50,0	92,1	91,2	25,0	57,9	66,5
Родник Прикамья	94,8	86,5	100	55,3	47,7	47,8
Дина	27,8	100	100	8,3	50,0	87,5
Новичок	20,0	74,4	100	11,0	33,7	50,0
Среднее	60,8	88,6	96,1	30,8	46,8	59,6
НСР ₀₅	7,2	5,7	5,1	5,9	2,2	4,9
Р, %	3,0	2,0	1,6	6,0	1,5	2,6
<i>Озимая рожь</i>						
Фаленская 4	23,2	92,9	36,8	7,6	54,8	12,8
Дымка	19,9	68,2	30,8	5,0	34,7	8,4
Кипрез	52,3	75,7	62,4	18,4	46,5	29,3
Флора	12,9	73,2	48,4	5,2	44,1	13,4
Рушник	18,8	59,5	39,3	6,0	25,0	13,9
Среднее	25,4	73,8	43,5	8,4	41,0	15,6
НСР ₀₅	6,2	8,5	10,7	2,8	9,1	3,0
Р, %	7,5	3,5	7,5	10,3	6,8	6,0

При этом лишь Дина и Новичок характеризовались как высоко- и умеренно устойчивые; у пшеницы и ржи все тест-сорты, за исключением Кипрез, на естественном фоне были высокоустойчивы в начале онтогенеза растений. Однако при инокуляции семян *F. culmorum* и *B. sorokiniana* большинство сортов перешло в группу слабоустойчивых. Можно выделить лишь сорт Рушник, характеризующийся как умеренно устойчивый к *B. sorokiniana* и среднеустойчивый – к *F. culmorum*. В целом озимая рожь была в меньшей степени восприимчива к гельминтоспориозной инфекции (развитие болезни в среднем 15,6 %); у пшеницы преимущественно средний уровень устойчивости к этой инфекции (22,3 %).

Оценивая патогенные свойства новых грибов (табл. 2), можно отметить средний уровень патогенности штамма Р-3/22 *F. culmorum* по отношению к трем зерновым культурам и высокий – штамма Я-22 *B. sorokiniana* по отношению к сортам ячменя. Изменчивость биометрических показателей носила избирательный характер. В целом, следует отметить наибольшее ингибирующее действие *F. culmorum* на рост и развитие проростков озимой ржи.

Таблица 2

Биометрия растений в связи с обработкой семян штаммами фитопатогенных микроорганизмов

Сорт	Длина, см						Масса, г					
	корня			листа			корня			листа		
	К	<i>Fus.</i>	<i>B.sor</i>	К	<i>Fus.</i>	<i>B.sor</i>	К	<i>Fus</i>	<i>B.sor</i>	К	<i>Fus.</i>	<i>B.sor</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Яровая пшеница</i>												
Каменка	18,7	18,0	18,8	17,5	18,0	19,3	3,2	2,4	3,2	2,5	2,4	2,8
У-260	13,9	13,9	13,8	15,1	14,8	15,2	1,6	1,6	1,4	1,8	1,7	1,3
Темп	19,0	15,6	17,1	19,4	14,2	19,6	2,4	1,6	2,5	2,5	1,9	2,4
У-259	15,4	13,2	13,4	14,7	13,1	11,9	1,7	1,4	1,8	1,7	1,3	1,8
Баженка	20,4	16,9	21,4	23,3	18,8	23,3	3,3	2,9	3,3	3,2	2,5	3,2
Традиция	17,7	16,7	16,6	16,2	15,8	16,9	2,5	2,3	2,4	1,9	1,7	1,7
Среднее	17,5	15,8	16,8	16,7	15,8	17,7	2,5	1,6	2,4	2,2	1,9	2,2
НСР ₀₅	1,3	2,6	3,5	0,9	2,5	3,2	0,2	0,3	0,6	0,2	0,2	0,5
Р, %	2,4	5,2	6,7	1,8	4,9	5,7	2,7	5,7	8,3	3,4	4,0	7,1
<i>Яровой ячмень</i>												
Новичок	13,3	12,6	13,3	14,3	13,1	14,3	2,7	2,3	1,6	2,6	1,7	2,1
Дина	9,5	6,8	6,6	9,6	9,2	11,8	0,5	0,3	0,2	0,6	0,2	0,2
Родник Прикамья	12,7	11,1	11,4	12,8	11,8	12,8	2,1	1,5	2,2	1,9	1,4	1,7
Форвард	13,2	9,9	11,2	13,9	11,5	9,2	1,2	1,3	0,6	1,5	1,1	0,5
Памяти Родины	10,6	11,2	9,5	13,6	12,7	9,4	2,3	2,4	1,2	2,6	2,3	2,1
Боярин	11,9	8,9	9,8	12,8	11,3	9,1	2,5	1,6	1,3	2,8	1,5	1,2
Среднее	11,8	10,0	10,3	12,8	11,6	11,1	1,9	1,5	1,2	1,9	1,3	1,3
НСР ₀₅	2,5	0,9	1,8	2,6	2,5	3,1	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6
Р, %	6,7	3,0	5,7	6,4	7,4	8,9	16,5	16,4	18,0	11,8	15,7	14,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Озимая рожь</i>												
Фаленская 4	15,4	12,0	14,7	15,2	10,1	15,4	2,0	1,5	2,3	2,1	1,2	2,1
Флора	14,5	14,0	15,7	12,9	10,8	13,6	1,1	1,4	1,6	1,3	1,2	1,5
Дымка	17,7	13,7	15,5	13,9	13,5	13,4	2,1	1,4	1,2	2,1	1,9	1,2
Кипрез	12,3	6,6	11,7	11,2	8,7	11,8	1,1	0,6	1,2	1,1	0,8	1,3
Рушник	16,3	13,8	15,8	13,0	10,7	14,	1,6	1,3	0,9	1,5	1,5	0,9
Среднее	15,2	11,9	14,7	13,2	10,7	13,8	1,6	1,2	1,4	1,6	1,3	1,4
НСР ₀₅	3,2	2,5	1,6	2,3	2,5	2,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,2
P, %	6,4	6,5	3,4	5,3	11,6	5,4	7,4	9,0	9,3	7,4	11,8	5,4

Примечание: К – контроль, *Fus.* – *F. culmorum*, *B. sor.* – *B. Sorokiniana*

Длина корневой системы и листовой пластинки уменьшалась в среднем по сортименту на 3,3 и 2,5 см по отношению к контрольным растениям; у пшеницы и ячменя, соответственно, на 1,7 и 0,9 см, 1,8 и 1,2 см. Ингибирующее влияние *B. sorokiniana* проявилось только по отношению к растениям ячменя: длина листьев и корней снизилась в среднем по сортименту на 1,7 и 1,5 см.

В ходе корреляционного анализа установлена отрицательная связь между биометрическими показателями проростков и иммунологическими признаками. Однако для каждой культуры уровень зависимости существенно отличался. Так, наиболее тесная и в основном достоверная (при $P \geq 0,95$) связь обнаружена у озимой ржи: коэффициенты корреляции между поражением и длиной листа и корня составили -0,49 и -0,38; развитием болезни - $r = -0,54$ и -0,48 что указывает на более высокую вредоносность корневых гнилей на озимой ржи в начале онтогенеза растений. Уровень связи между этими признаками у пшеницы составил: $r = -0,14$ и -0,20; $r = -0,27$ и -0,33; у ячменя - $r = -0,39$ и -0,17; $r = -0,27$ и -0,10.

Заключение. Таким образом, выделенные природные изоляты фитопатогенных грибов *F. culmorum* (Р-з/22) и *B. sorokiniana* (Я-22), обладающие достаточно высокими патогенными свойствами, могут быть включены в рабочую коллекцию микроорганизмов лаборатории иммунитета и защиты растений. Они обеспечивают объективную оценку генофондов зерновых культур на устойчивость к корневым гнилям и выявление иммунологически ценных генотипов для селекции.

Список литературы

1. Торопова Е.Ю., Воробьева И.Г., Казакова О.А., Трунов Р.И. Биологическое разнообразие фитопатогенных почвенных микромицетов на сортах яровой пшеницы в Западной Сибири // Агрохимия. 2022. № 12. С. 47-54. DOI: 10.31857/S000218812210012X
2. Монастырский О.А., Алябьева Н.Н., Шубина Л.Н., Деренкова И.А. Способность сортов пшеницы, тритикале и ячменя накапливать в зерне фузариотоксины // Защита растений. 2007. № 10. С. 19-21.
3. Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М., Щенникова И.Н., Мартьянова А.Н. Зависимость развития грибной инфекции зерновых культур от сезонной динамики климатических факторов // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 4. С. 58-61.

4. Sheshegova T.K., Shchekleina L.M. Composition of Microorganisms Found in Winter Rye Grain in Kirov Oblast // Russian Agricultural Sciences. 2021. V. 47. No. 4. P. 370-376. DOI: 10.3103/S1068367421040170

5. Харина А.В., Щеклеина Л.М. Прогноз развития корневых гнилей и перспективный материал яровой мягкой пшеницы селекции ФАНЦ Северо-Востока // Аграрный вестник Урала. 2021. № 7 (210). С. 25–34. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-210-07-25-34

6. Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П., Орина А.С., Казарцев И.А., Ганнибал Ф.Б. Сравнение методов выявления в зерне токсинопродуцирующих грибов рода *Fusarium* // Микология и фитопатология. 2017. Т. 51. № 5. С. 292-298. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.5.986eng>

7. Жемчужина Н.С., Киселева М.И., Лапина В.В., Елизарова С.А. Патогенные и фитотоксические свойства возбудителей корневой гнили и черного зародыша зерновых культур в некоторых районах России // Аграрная наука. 2019. № 1. С. 142-147. DOI: 10.32634/0869-8155-2019-326-1-142-147

8. Phan C.-S., Li Hang, Kessler S., Solomon P.S., Piggott A.M., Chooi Y.-H. Bipolenins K-N: New sesquiterpenoids from the plant fungal pathogen *Bipolaris sorokiniana* // Beilstein J. Org. Chem. 2019. V. 15. P. 2020-2028. doi:10.3762/bjoc.15.198

9. Бенкен А.А., Хрустовская В.Н. Лабораторная оценка болезнеустойчивости растений и паразитических свойств возбудителей обыкновенной корневой гнили // Труды ВИЗР. 1977. С. 9-13.

УДК 631.41

Содержание и запасы 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, Россия*

Аннотация. *В течение вегетационных периодов трёх лет изучали содержание углерода гумуса и его запасы в пахотном горизонте дерново-подзолистой суглинистой почвы разной степени окультуренности. Содержание и запасы углерода гумуса в хорошо окультуренной почве на 17...76 % выше, чем на слабоокультуренном варианте. В слабоокультуренной почве нет различий в содержании $C_{гум}$ по годам, в отличие от окультуренной почвы, где эти различия достоверны. В течение вегетационного периода наблюдались достоверные колебания содержания углерода гумуса с максимумами в первой половине сезона и минимумами в июле – августе.*

Humus carbon content and reserves in sod-podzolic soil depending on the level of cultivation

L. N. Shikhova

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

Abstract. *During the growing periods of three years, the content of humus carbon and its reserves in the arable horizon of sod-podzolic loamy soil of varying degrees of cultivation were studied. The content and reserves of humus carbon in well-cultivated soil are 17...76 % higher than in the slightly cultivated version. In weakly cultivated soil, there is no difference in*

the content of Sgum by year, unlike in cultivated soil, where these differences are reliable. During the growing season, there were significant fluctuations in humus carbon content with highs in the first half of the season and lows in July - August.

Хорошо известно, что органическое вещество – это важнейший фактор плодородия пахотных почв. Его содержание и качественный состав влияют на физические и физико-химические свойства почв, содержание элементов питания, буферные свойства почв [1]. Дерново-подзолистые пахотные почвы Нечернозёмной зоны европейской части России характеризуются низким содержанием гумуса и невысокими его запасами в пахотном слое. Содержание гумуса ограничивается обычно одним-двумя процентами, что существенно ниже оптимальных величин [2]. Почвы с более тяжёлым гранулометрическим составом накапливают больше углерода, чем песчаные и супесчаные почвы. Содержание и запасы гумуса также значительно колеблются в зависимости от интенсивности и качества использования земли. Окультуривание дерново-подзолистых почв, введение их в сельскохозяйственное производство, может, как уменьшить, так и увеличить содержание в них гумуса. Многочисленные исследования влияния различных приемов окультуривания дерново-подзолистых почв не дают однозначного понятия об изменении содержания и балансе гумуса в них. В одних случаях сельскохозяйственное освоение и использование дерново-подзолистых почв ведёт к увеличению или стабилизации содержания гумуса в пахотных горизонтах, в других – приводит к уменьшению его содержания, а в лучшем случае – к стабилизации. Очевидно, всё зависит от характера использования почв, дозы и видов вносимых удобрений, способов обработки, видов севооборотов и других факторов [3]. Например, введение в севообороты многолетних трав и сидератов ведёт к стабилизации системы почвенного органического вещества или даже увеличению его содержания. Значительное влияние на содержание гумуса оказывает система удобрения. Доказано, что наиболее высокое содержание гумуса наблюдается в почвах при органоминеральной системе. Применение отдельно одних органических или одних минеральных удобрений не всегда способствует увеличению содержания органики [4, 5]. Значение имеет и доза внесения удобрений. Увеличение дозы удобрений способствует поступлению в почву большего количества органического вещества, активизации микробиологических процессов и процессов гумификации, что в конечном итоге увеличивает содержание органического вещества [6]. Тем не менее, полной ясности в вопросе восполнения и поддержания высокого уровня содержания органического вещества в пахотных почвах до сих пор нет.

Цель работы – оценить содержание и запасы углерода гумуса в пахотном горизонте дерново-подзолистой почвы разной степени 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. В 2017 году были отобраны пробы почвы для контроля содержания органического вещества.

Исследовали почву двух вариантов использования:

вариант А – слабоокультуренная 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 соблюдались все агрохимические и агротехнические мероприятия. На слабоокультуренной 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; запасы углерода гумуса в слое 20 см.

Результаты и обсуждение. Почвы двух вариантов исследования значительно и достоверно отличались по содержанию углерода гумуса в пахотных горизонтах. В варианте слабоокультуренной почвы содержание углерода во все сроки наблюдения было значительно ниже содержания в окультуренной почве. Среднегодовые значения содержания варьировали от 0,900 до 1,048 % в разные годы (табл. 1).

Таблица 1

Содержание и запасы углерода гумуса в пахотном горизонте почвы разной степени окультуренности

Год	Слабоокультуренная почва		Окультуренная почва		%*
	$C_{гум}, \%$	запасы $C_{гум},$ т/га	$C_{гум}, \%$	запасы $C_{гум},$ т/га	
1999	$1,048 \pm 0,036$	29,35	$1,225 \pm 0,089$	34,30	116,9
2000	$0,900 \pm 0,041$	25,21	$1,585 \pm 0,136$	44,39	176,1
2001	$0,918 \pm 0,101$	25,70	$1,198 \pm 0,108$	33,54	130,5
2017	$1,030 \pm 0,026$	28,84	$1,240 \pm 0,020$	34,72	120,2

* Содержание $C_{гум}$ в окультуренной почве в % к содержанию в слабоокультуренной почве

В пробах почвы из пахотного горизонта слабоокультуренной почвы, взятых в 2017 г, содержание $C_{гум}$ составило $1,03 \pm 0,026$ %. То есть количество углерода гумуса практически не изменилось по сравнению с 1999...2001 годами. Это свидетельствует о минимально возможном его содержании в почве при данных условиях. Выращивание растений без необходимого количества удобрений приводит к снижению поступления органического материала в почву и постепенной минерализации гумуса до минимально возможных значений содержания [7].

В окультуренной почве содержание углерода гумуса было выше и колебалось в среднем за сезоны разных лет наблюдения от 1,198 до 1,585 %, что на 17...76 % выше, чем на слабоокультуренном варианте. В почве окультуренного варианта удаётся поддерживать более высокий уровень содержания углерода гумуса. Соответственно содержанию меняются и запасы органи-

ческого вещества в почве разных вариантов (см. табл. 1). В целом запасы углерода гумуса в почве опытных участков можно оценить как низкие. В окультуренной почве содержание органического вещества гумуса в 2000 году значительно превышало остальные годы, особенно во второй половине сезона. Это обусловлено внесением органических удобрений в пахотную почву перед посевом озимой ржи. Однако на следующий год (2001) уровень содержания $C_{гум}$ снова снизился.

Содержание органического вещества непостоянно в течение года. В почве обоих вариантов наблюдались резкие колебания содержания углерода в течение вегетационного сезона (табл. 2).

Таблица 2

Изменение содержания $C_{гум}$ (%) в течение вегетационных сезонов разных лет исследования

Год	Вариант	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
1999	А*	1,076±0,025	1,123±0,057	1,04±0,071	-	-	0,954±0,039
	Б	-	1,385±0,040	1,213±0,055	-	-	1,077±0,047
2000	А	0,823±0,021	0,946±0,009	0,995±0,037	0,952±0,028	-	0,785±0,027
	Б	1,153±0,021	1,683±0,025	1,396±0,013	1,822±0,070	-	1,872±0,047
2001	А	1,068±0,036	1,078±0,057	0,587±0,125	0,776±0,050	1,080±0,212	-
	Б	1,461±0,011	1,297±0,019	1,051±0,021	1,323±0,057	0,857±0,094	-
2017	А	-	-	1,030±0,026	-	-	-
	Б	-	-	1,240±0,020	-	-	-

* А – слабоокультуренная почва; Б – хорошо окультуренная почва

Из-за ежегодных сдвигов в фазах вегетационных периодов, обусловленных погодными факторами, минимальные и максимальные значения содержания углерода гумуса по годам не совпадают. Однако анализ данных за три года показывает наличие небольшого максимума содержания углерода в почве в начале сезона, что вероятно связано с наступлением благоприятных гидротермических условия для трансформации и гумификации прошлогодних органических остатков [8, 9]. В середине сезона содержание углерода снижается, поскольку ещё нет поступления новой органики и её гумификации. В конце сезона начало гумификации пожнивных остатков приводит к повышению содержания углерода гумуса. В осенние месяцы размах колебания содержания углерода более значителен, что обусловлено, вероятно, неустойчивой погодой с резкими колебаниями температуры и влажности.

Заключение. Таким образом, длительное сельскохозяйственное использование почвы без применения мероприятий, направленных на восстановление и поддержание почвенного плодородия, ведёт к значительному сокращению содержания и запасов органического вещества. В слабоокультуренной почве нет различий в содержании $C_{гум}$ по годам, в отличие от окультуренной почвы, где эти различия достоверны. В течение вегетационного периода наблюдались достоверные колебания содержания углерода гумуса с максимумами в первой половине сезона и минимумами в июле – августе.

Список литературы

1. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И. Органическое вещество почв Российской Федерации. М.: Наука, 1996. 256 с.
2. Сычёв В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. М.: РАН, 2019. С. 19-34.
3. Лыков А.М., Еськов А.Л., Новиков М.П. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. М.: РАСХН–ВНИИТИОУ, 2004. 630 с.
4. 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.
5. Сычев В.Г., Налиухина А.Н., Шевцова Л.К., Рухович О.В., Беличенко М.В. Влияние систем удобрения на содержание почвенного органического углерода и урожайность сельскохозяйственных культур: результаты длительных полевых опытов географической сети России // Почвоведение. 2020. № 12. С. 1521-1536.
6. 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.
7. Завьялова Н.Е., Ковалевская Н.П., Шаравин Д.Ю. Влияние длительного применение минеральных удобрений на экофизиологические показатели микробоценозов дерново-подзолистой почвы Предуралья // Агрохимия. 2020. № 1. С. 3-8.
8. 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., 2002. С. 202.
9. 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.

УДК 633.14:632.488

Характер растительно-микробных взаимоотношений в патосистеме *Secale cereale* L. – *Blumeria graminis*

Л. М. Щеклеина

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

Аннотация. В условиях естественного инфекционного фона фитопатогенного гриба *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *secalis* Marchal. изучена динамика развития мучнистой росы у 26 новых перспективных сортов селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Выявлено 4 устойчивых генотипов (Кировская 89, Рушник, Флора, Гармония), характеризующихся длительным инкубационным периодом в патосистеме *Secale cereale* L. – *Blumeria graminis* и медленным нарастанием мучнистой росы «slow rusting» в онтогенезе.

Ключевые слова: озимая рожь, мучнистая роса, степень поражения, показатель ПКРБ, показатель ИУ, устойчивые образцы

The pattern of plant-microbial relationships in the pathosystem *Secale cereale* L. – *Blumeria graminis*

L. M. Schekleina

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

Abstract. Under conditions of a natural infectious background of the phytopathogenic fungus *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *secalis* Marchal. The dynamics of the development of powdery mildew in 26 new promising varieties bred by the Federal State Budgetary Scientific Institution FANC of the North-East was studied. Four resistant genotypes were identified (Kirovskaya 89, Rushnik, Flora, Harmony), characterized by a long incubation period in the *Secale cereale* L. – *Blumeria graminis* pathosystem and a slow increase in powdery mildew “slow rusting” in ontogenesis.

Keywords: winter rye, powdery mildew, degree of damage, PCR index, PI index, resistant samples.

Озимая рожь – важная зерновая культура в мировом земледелии. Уникальность ее заключается в высокой зимо- и морозостойкости, выносливости к выпреванию, почвенной засухе, алюмо- и кислотоустойчивости, способности произрастать на низкоплодородных почвах, сдерживать развитие сорных растений, защищать почву от эрозии, улучшать структуру почвы и созревать раньше других зерновых культур [1]. В связи с потеплением климата и специфическими региональными природными факторами (пониженная температура в летний и зимний период, продолжительная многоснежная зима, относительно низкое плодородие почв и повышенная их кислотность) создаются благоприятные условия для усиления развития и вредоносности возбудителей грибных болезней. Поэтому одной из основных задач селекционного улучшения данной культуры является повышение устойчивости к болезням. На территории Кировской области в посевах озимой ржи практически ежегодно диагностируются снежная плесень (*Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I. C. Hallett), корневые гнили (*Fusarium* Link.: *F. culmorum* (W.G.Sm.) Sacc, *F. sporotrichioides* Sherb. и др.), мучнистая роса (*Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *secalis* Marchal.), септориоз (*Septoria nodorum* (Berk.) Berk), бурая (*Puccinia recondita* Roberge ex Desm.) и стеблевая ржавчины (*Puccinia graminis* Pers. f.sp. *secalis* (Erikss.et Henn.)), спорынья (*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.). Периодически та или иная болезнь достигает эпифитотийного уровня развития [2]. За последние 20 лет проявление мучнистой росы на посевах ржи диагностировали с частотой от 1,4 % (2016 г.) до 86,0 % (2005 г.) при среднем показателе 29,9 %. Развитие мучнистой росы выше экономического порога вредоносности (ЭВП) было 6 раз за 15 лет; развитие болезни было на уровне 13,0...53,0 % [2]. Мучнистая роса не приводит к гибели посевов, однако при сильном ее развитии уменьшается ассимиляционная поверхность листьев, разрушаются хлорофилл и другие пигменты, вследствие чего продуктивность растений снижается. Как правило, в связи с межвидовой конкуренцией облигатных паразитов за питательный субстрат мучнистая роса первой колонизирует нижний ярус растений ржи [3].

В России и мире остаются актуальными исследования по поиску генотипов с длительной устойчивостью и/или медленным нарастанием (slow rusting) инфекции в биоценозе. Мониторинг болезни в динамике развития растений позволяет прогнозировать ее вредоносность и возможные эпифитотии, а также выявлять сорта, восприимчивые в начале онтогенеза [4]. Для этого можно использовать два значимых параметра количественной устойчивости (площадь под кривой развития болезни – ПКРБ и индекс устойчивости – ИУ), которые в полевых условиях определяются в ходе анализа растительно-микробных взаимодействий.

Цель исследований – изучить уровень и типы устойчивости сортов озимой ржи селекции ФАНЦ Северо-Востока и выявить иммунологически ценные образцы для селекции на фитоиммунитет.

Материалы и методы. Работа выполнена в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2022...2023 гг. Материал исследований был представлен 26 перспективными сортами селекции ФАНЦ Северо-Востока. Площадь делянок 1 м². Повторность в иммунологических исследованиях 3-кратная. Объем выборки для анализа по 10...15 растений в каждой повторности. Начиная с первых визуальных симптомов поражения и через каждые 10...12 дней, проводили учет болезни в динамике онтогенеза растений и нарастания грибной инфекции. За период вегетации провели 4 учета мучнистой росы по шкале ВИР. При изучении характера растительно-микробных взаимодействий в патокмлексе *Secale cereale* L. – *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. secalis Marchal. оценена скорость нарастания грибной инфекции у изучаемых образцов с использованием показателя ПКРБ, впервые разработанного D.F. Johnson и R.D. Wilcoxson [5]:

$$S = \frac{1}{2} (X_1 + X_2) \times (t_2 - t_1) + \dots + (X_{n-1} + X_n) \times (t_n + t_{n-1}),$$

где S – площадь под кривой развития болезни; n – количество учетов; X₁ – степень развития болезни на момент первого учета, %; X₂ – степень развития болезни на момент второго учета, %; X_n – степень развития болезни на момент последнего учета, %; X_{n-1} – интенсивность развития болезни между последним и предпоследним учётом, %; (t₂ - t₁) – количество дней между вторым и первым учетом; (t_n + t_{n-1}) – количество дней между последним и предпоследним учетом.

Чем выше значение ПКРБ, тем интенсивнее идет нарастание болезни в биоценозе, и тем более восприимчив сорт. В связи с тем, что абсолютные значения ПКРБ варьируют по годам в зависимости от внешних условий и инфекционной нагрузки, дополнительным критерием являлся индекс устойчивости (ИУ). Показатель ИУ позволяет проводить не только сравнение данных полевых оценок, но и классифицировать сорта по уровню частичной устойчивости или «slow rusting». Расчет показателя:

ИУ = ПКРБ изучаемого сорта / ПКРБ индикаторного (восприимчивого) сорта.

По показателю ИУ сорта можно условно дифференцировать на 4 группы: 0,10...0,35 – высокий уровень устойчивости; 0,36...0,65 – средний; 0,66...0,80 – низкий; более 0,81 – восприимчивость.

Результаты и обсуждение. На основании многократных учетов развития мучнистой росы было проанализировано растительно-микробное взаимодействие изучаемых генотипов с патогеном *Blumeria graminis* (рис.).



Рис. Поражение озимой ржи мучнистой росой

Первые симптомы мучнистой росы на листьях озимой ржи проявились в период колошения (фаза 51...59 по шкале Zadoks), а у 12 сортов (Вятка 2, Кировская 89, Фаленская 4, Фаленская 4 КЗ, Рушник, Флора, Лика, Триумф, Графит ФП, Графит, Перепел, Гармония) они отсутствовали, что косвенным образом свидетельствует о более длительном латентном периоде патогенеза.

При втором учете в фазу цветения (фаза 61...69) происходило незначительное нарастание степени поражения до 15,0 % у индикаторного сорта НВАК 285/15. У большинства других генотипов фенотипическое проявление болезни было на уровне 3,0...11,0 %, что говорит о высокой устойчивости генотипов селекции ФАНЦ Северо-Востока.

При третьем учете в фазу молочной спелости (фаза 75) развитие мучнистой росы достигало 28,0 % (НВАК 285/15). Высокую устойчивость (степень поражения до 15,0 %) проявили 15 генотипов.

Интенсивное нарастание налета *Blumeria graminis* происходило в период полной спелости (фаза 85). Наибольшее развитие болезни при четверном учете составило 36,3 % (НВАК 285/15), что указывает на достаточно жесткий естественный фон инфекции *Blumeria graminis*. В этих условиях 7 сортов (Вятка 2, Кировская 89, Флора, Лика, Румба КЗ, Гармония, Батист) сохранили высокую устойчивость. Симптомы болезни были на уровне 15,0...18,3 %. Следует отметить, что в случае малой инфекционной нагрузки образцы с низким пока-

зателем ПКРБ и высокой устойчивостью следует дополнительно тестировать в условиях жесткого инфекционного фона в полевых или лабораторных условиях, чтобы выявить объективную норму реакции генотипа на патоген. Высокоустойчивых генотипов на этом природном инфекционном фоне уже не обнаружено. Четыре сорта (Кировская 89, Рушник, Флора, Гармония) в этих условиях по ИУ проявили высокую устойчивость к мучнисторосяной инфекции (табл.). Среди них сорт Кировская 89 имел степень поражения 15,0 %, показатель ИУ – 0,33. Он относится к числу первых в стране генотипов с неспецифической устойчивостью у мучнистой росе и бурой ржавчине [7], и признак сохраняется с периода районирования (1993 г.) до настоящего времени. Можно выделить также новую популяцию Гармония с относительно меньшим развитием болезни (до 15,0 %), показатель ИУ – 0,30, характеризующуюся относительно медленным нарастанием инфекции.

Таблица

Устойчивые сорта озимой ржи селекции ФАНЦ Северо-Востока с длительным латентным периодом мучнистой росы и медленным нарастанием болезни в онтогенезе

Сорт	1 учет (фаза 51...59)	2 учет (фаза 61...69)	3 учет (фаза 75)	4 учет (фаза 85)	Показатель	
					ПКРБ	ИУ
Кировская 89	0	3,0	11,0	15,0	247	0,33
Рушник	0	3,0	17,0	21,7	252	0,34
Флора	0	3,0	11,0	17,0	258	0,34
Гармония	0	3,0	9,0	15,0	224	0,30
Фаленская 4 – стандарт	0	3,0	11,0	22,0	285	0,38
НВАК 285/15 – индикаторный сорт	6,0	15,0	28,0	36,3	748	-

Таким образом, оценивая сорта озимой ржи селекции ФАНЦ Северо-Востока на заключительном этапе патологического процесса мучнистой росы, можно выделить 4 устойчивых генотипа по двум параметрам неспецифической устойчивости (низким поражением и свойством «slow rusting»), а также 15 – умеренно устойчивых и 7 – восприимчивых.

Суммарной оценкой интенсивности нарастания грибной инфекции и ее вредоносности является показатель ПКРБ, представляющий собой графическое отображение площади под кривой развития болезни. Чем больше значение, тем интенсивнее идет нарастание инфекции на конкретном сорте. В наших исследованиях состояние ПКРБ у изучаемого генофонда озимой ржи варьировало в значительных пределах – от 224 до 748 единиц. Практический и научный интерес представляют сорта Кировская 89, Рушник, Флора, Гармония, характеризующиеся длительным латентным периодом грибной инфекции и медленным нарастанием мучнистой росы в онтогенезе растений. Они не имели симптомов болезни при первом учете, слабо поражались – при втором и были высокоустойчивыми к поражению листьев при третьем и четвертых учетах. Показатель ПКРБ был на уровне 224...258 единиц.

Заключение. Таким образом, выявленные четыре устойчивых генотипа озимой ржи (Кировская 89, Рушник, Флора, Гармония), характеризующиеся медленным нарастанием мучнистой росы в онтогенезе в условиях жесткого естественного инфекционного фона, могут представлять интерес в практической селекции в качестве источников признака для селекции на фитоиммунитет. Они отличаются длительным инкубационным периодом патогенеза *Secale cereale* – *Blumeria graminis* и медленным нарастанием грибной инфекции в биоценозе посевов ржи. Это уменьшает количество генераций фитопатогенного гриба *Blumeria graminis* за вегетационный период и уровень инфекционной нагрузки, предотвращает развитие эпифитотий и позволяет использовать для обработки семян и посевов не химические, а биологические средства защиты растений.

Список литературы

1. 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). С 780-786.
DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ19.552>
2. 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. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.2.124-132>;
3. Пономарева М.Л., Пономарев С.Н., Маннапова Г.С., Илалова Л.В. Фитосанитарный мониторинг наиболее вредоносных болезней озимой ржи в республике Татарстан // Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 2019. № 9. С. 27-34.
4. Шешегова Т.К., Щенникова И.Н. Источники устойчивости ячменя к гельминтоспориозным болезням и их использование в ФАНЦ Северо-Востока // Вестник Новосибирского ГАУ. 2020. № 2. С. 76-83. DOI: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2020-55-2-76-83>
5. Johnson D.F., Wilcoxson R.D. A table of areas under disease progress curves // Technical Bulletin, Texas Agriculture Experiment Station. Texas. 1981. No. 1377. P. 2-10.
6. Кедрова Л.И. Озимая рожь в Северо-Восточном регионе России. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. 158 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Баталова Г. А. Перспективы развития селекции растений на северо-востоке европейской территории России. К 300-летию РАН (обзор)	3
Агеев А. А., Анисимов Ю. Б. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии Челябинской области	10
Агеев А. А., Прядун Ю. П. Достижения уральской селекции зерновых культур на современном этапе	13
Артемьев А. А., Гурьянов А. М. Изменение семенных качеств овса при возрастающих дозах азотных удобрений ...	189
Байкалова Л. П., Карвель А. А., Аветисян А. Т. Пораженность пшеницы и ячменя болезнями при применении биологической защиты растений	22
Байкалова Л. П., Серебренников Ю. И. Влияние метеоусловий на устойчивость ярового ячменя к фузариозному увяданию.....	26
Бессолицына Е. А. Анализ зараженности картофеля в Кировской области вирусом картофеля М	32
Войцуцкая Н. П., Кибкало И. А., Лоскутов И. Г. Технологическая оценка образцов овса в условиях степной зоны Краснодарского края	36
Вологжанина Е. Н., Баталова Г. А. Адаптивные свойства плёнчатого овса укосного и универсального назначения в условиях Кировской области	41
Дементьев Д. А. Отдельные элементы сортовой агротехники хмеля обыкновенного (<i>Humulus lupulus</i>) сорта Салампи	47
Демиденко Е. В., Игнатова С. И. Оптимизация процесса опыления в гибридном семеноводстве томата	51
Елисеева Л. Г., Сими́на Д. В., Зеленков В. Н., Карпачев В. В. Формирование потребительских свойств нуга абиссинского при выращивании в фитотроне городского типа	57
Емелев С. А. Урожайность зеленой массы сортов люпина узколистного селекции Ленинградского НИИСХ в условиях Кировской области	62
Емелев С. А. Урожайность сортов яровой пшеницы селекции Ульяновского НИИСХ в экологическом сортоиспытании Вятского ГАТУ	67
Емелева Н. В., Баталова Г. А. Влияние погодных условий на формирование урожайности яровой тритикале в Кировской области	72
Жуйкова О. А., Баталова Г. А. Устойчивость перспективных линий овса к биотическим стрессорам	77

Зайцева И. Ю., Кокина Л. П., Щенникова И. Н. Кластерный анализ коллекционных образцов ярового ячменя	81
Замятин С. А., Максуткин С. А. Оценка гибридных популяций картофеля в условиях Республики Марий Эл	84
Зеленков В. Н., Карпачев В. В., Косолапов В. М. Воздействие потока монохроматических фотонов светодиодной генерации при проращивании семян сельскохозяйственных растений	88
Иванова И. Ю., Ильина С. В. Основные принципы селекции	93
Иванова К. Ю., Атаманова И. А., Надымова А. Е. Растительный биопрепарат «Trit»	98
Кислицына А. П., Софронова А. Ю., Светлакова Е. В., Носкова Е. Н., Попов Ф. А. Оценка влияния ростостимулирующего препарата Милефунг™ на развитие и продуктивность люпина однолетнего	101
Ковалева О. Н., Лукина К. А. Разнообразие по продолжительности вегетационного периода образцов ярового ячменя из коллекции ВИР в условиях Северо-Западного региона РФ	105
Кононова О. Е., Злобина Ю. А., Попыванов Д. В. Оценка ростостимулирующей активности базидиальных грибов	111
Корнилов А. С., Сакара Н. А., Ванюшкина И. А. Адаптивная селекция фасоли овощной в условиях муссонного климата Дальнего Востока России	115
Кротова Н. В., Баталова Г. А. Адаптивность образцов овса в коллекционном питомнике по признаку «масса 1000 зерен»	117
Лапшин Ю. А. Перспективы ярового тритикале в Республике Марий Эл	124
Лисицын Е. М. Вариабельность относительного содержания пигментов в листьях овса и ячменя ..	129
Лисицын Е. М. Динамика содержания фотосинтетических пигментов сортов овса с разной фотопериодической чувствительностью	133
Лоскутов И. Г. Н.И. Вавилов как основатель академической науки и создатель коллекции генетических ресурсов России	139
Лыскова И. В., Лыскова Т. В. Качество зерна яровых зерновых при возделывании в севообороте и длительном применении (последействии) минеральных удобрений	145
Макарова Е. Л. Оценка исходного материала лука шалота северной группы	149
Мотова М. В., Скопин П. М., Мотов В. М. Технология получения семян лука-шалота при адаптивной селекции в Волго-Вятском регионе РФ	153

Набатова Н. А. Влияние посевных качеств семян на формирование урожайности озимой ржи	159
Новоселова Н. В. Разработка ДНК-маркера для генотипирования сортов озимой ржи с разным содержанием пентозанов	163
Онучина О. Л., Корнева И. А. Оценка потенциальной продуктивности и адаптивности гибридов F ₁ клевера лугового в условиях Кировской области	168
Осипова Ю. С. Экологические аспекты выращивания <i>Humulus lupulus</i> L. в Чувашской республике..	172
Панихина Л. В., Щенникова И. Н., Зайцева И. Ю. Оценка генотипов ячменя в вегетационных опытах	176
Пислегина С. С., Четвертных С. А. Оценка селекционных линий гороха в условиях Кировской области	180
Софронов А. П., Фирсова С. В., Русинов А. А. Товарно-потребительские качества плодов сливы в условиях Кировской области ..	184
Товстик Е. В., Шуплецова О. Н., Злобина Ю. А. Влияние почвенных стрессоров на накопление пигментов в листьях овса регенерантных и исходных генотипов	188
Трифунтова И. Б., Асеева Т. А. Использование в селекции ярового овса зимующих форм на примере гибрида F ₁ Маршал × Верный	192
Филимонова А. В., Шихова Л. Н. Динамика содержания углерода гумуса в дерново-подзолистых почвах с разной степенью окультуренности	197
Чуракова С. А. Влияние засухи на структурно-функциональные характеристики фотосинтетического аппарата голозерного овса	202
Чуракова С. А. Влияние материнской формы гибридов пшеницы на работу фотосистемы II	205
Шамова М. Г. Комплекс технологических приемов для повышения урожайности зерна озимой ржи	210
Шешегова Т. К., Щеклеина Л. М., Мулина М. И. Изучение патогенности новых изолятов фитопатогенных грибов	214
Шихова Л. Н. Содержание и запасы углерода гумуса в дерново-подзолистой почве в зависимости от уровня окультуренности	219
Щеклеина Л. М. Характер растительно-микробных взаимоотношений в патосистеме <i>Secale cereale</i> L. – <i>Blumeria graminis</i>	223

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

**X Международная
научно-практическая конференция,
посвященная 300-летию Российской академии наук**

8-9 ноября 2023 г.