

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СЕВЕРО-ВОСТОКА имени Н. В. РУДНИЦКОГО**

**VI Международная
научно-практическая конференция**

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

в рамках Международной научно-практической конференции

**НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
АПК ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА:
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**посвященной 125-летию Федерального аграрного научного центра
Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого**

Киров
2020

УДК 631.527.8
ББК 41.3
М 54

Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: Материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого / Под общей редакцией И. А. Устюжанина. Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2020. 388 с.

ISBN 978-5-7352-0159-5

Редакционная коллегия:

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

Е. М. Лисицын, доктор биол. наук;

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

В сборник материалов VI Международной научно-практической конференции «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве», посвященной 125-летию ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, представлены материалы исследований по вопросам использования традиционных и современных методов и технологий в селекции растений и скрининге генетических ресурсов растений, семеноводству и питомниководству, разработке технологий возделывания сельскохозяйственных культур; результаты исследований по животноводству, ветеринарной медицине, разработке технических средств для АПК, 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 978-5-7352-0159-5

© ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 2020
© Авторы статей, 2020

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ФАНЦ СЕВЕРО-ВОСТОКА

Г. А. Баталова

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

Аннотация. *Вятской селекции 125 лет. Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого является правопреемником Научно-исследовательского института сельского хозяйства Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, а исторически – Вятской земской сельскохозяйственной опытной станции, организованной 30 марта 1985 г. ФАНЦ Северо-Востока – одно из ведущих научных учреждений страны в области селекции культурных растений, осуществляет исследования по изучению физиолого-генетических аспектов эдафической устойчивости растений (алюмо-, кислото-, засухоустойчивость, устойчивость к токсичности тяжелых металлов); по земледелию и агрохимии – оценка влияния кислотности почвы на сезонную и профильную динамику содержания и доступность растениям ионов тяжелых металлов, влияние динамики физико-химических свойств почвы на реализацию растениями их потенциального уровня эдафической устойчивости; разработка севооборотов, ресурсосберегающих способов и систем обработки почв, совершенствование технологий выращивания сельскохозяйственных культур и разработка адаптивно-ландшафтных технологий возделывания зерновых и пропашных культур в системе координатного земледелия с учетом плодородия почв и состояния посевов, средства механизации для растениеводства и животноводства, исследования в области животноводства и ветеринарной медицины. Разработки ФАНЦ Северо-Востока востребованы в 38 административных территориях России - от самых северных до самых южных, расположенных в европейской части страны, на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке. Одним из факторов эффективности исследований является широкое сотрудничество с научными центрами России, Китая, Польши, других стран. Сотрудничество с учеными из Китая позволило создать новые продуктивные с высоким качеством зерна генотипы овса голозерного, сорт озимой ржи ВК 1 актуальные для выращивания в Китае и России.*

Ключевые слова: *селекция, сорт, ветеринарная медицина, животноводство, машинные технологии*

SOME RESULTS AND PROSPECTS OF SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FARC OF THE NORTH-EAST

G. A. Batalova

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

Annotation: *Vyatka breeding is 125 years old. The Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky is the successor of the N.V. Rudnitsky North-East Agricultural Research Institute, and historically - Vyatka Zemstvo agricultural experimental station, organized on March 30, 1985. FARC of the North-East - one of the leading scientific institutions of the country in the field of crop breeding, carries out research on the study of the physiological and genetic aspects of edaphic resistance of plants (aluminum-, acid-, drought resistance, resistance to toxicity of heavy metals); on agriculture and agrochemistry - assessment of the influence of soil acidity on seasonal and profile dynamics of*

content and availability of heavy metal ions to plants, influence of dynamics of physical and chemical properties of soil on realization by plants of their potential level of edaphic resistance; development of crop rotations, resource-saving methods and soil treatment systems, improvement of crop growing technologies and development of adaptive and landscape technologies for cultivation of cereals and grains in the system of coordinate agriculture taking into account soil fertility and state of crops, mechanization tools for crop production and animal husbandry, research in the field of animal husbandry and veterinary medicine. The researches of the FARC of the North-East is in demand in 38 administrative territories of Russia - from the northernmost to the southernmost, located in the European part of the country, in the Urals, Siberia and the Far East. One of the factors of research effectiveness is wide cooperation with scientific centers in Russia, China, Poland, and other countries. Cooperation with scientists from China made it possible to create new productive genotypes with high grain quality of naked oats and winter rye cv. BK 1 relevant for cultivation in China and Russia.

Keywords: *breeding, cultivar, veterinary medicine, animal husbandry, machine technology*

Наука в современном обществе играет важную роль во многих отраслях и сферах жизни человека. Уровень развитости науки служит одним из основных показателей состояния общества, показателем экономического, культурного, цивилизованного и образовательного уровня государства. Научные исследования, направленные на решение вопросов продовольственной безопасности страны, выполняемые в рамках сельскохозяйственных и других наук как никогда актуальны в современном мире.

Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого является правопреемником Научно-исследовательского института сельского хозяйства Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, а исторически – Вятской земской сельскохозяйственной опытной станции, организованной 30 марта 1985 г. (17 по старому стилю). Предпосылками проведения научных исследований для села явилось бедственное положение крестьянских хозяйств, в т. ч. из-за низкой урожайности зерновых культур. За 1883-1892 гг. урожайность озимой ржи и овса в среднем составила 4,6 ц/га, ячменя – 5,0 ц/га, яровой пшеницы – 4,5 ц/га или несравненно ниже, чем в других странах и южных территориях России. Основные причины низкой урожайности были в некачественной обработке почвы и засоренности полей, отсутствии сортов и сортовых семян, пригодных для выращивания на «бедных гумусом» дерново-подзолистых почвах, имеющих избыточную кислотность и повышенную потребность в фосфорном питании, коротком вегетационном периоде и недостатке тепла, поля были сплошь распаханы, но кормов не хватало и скота было очень мало (Зональный научно-исследовательский институт..., 2005).

Изначально деятельность станции была направлена на сбор образцов растений на территории Вятской губернии с последующим изучением и отбором по крупности зерна и колоса, подбор наиболее адаптивных к условиям губернии сортов зерновых культур. По озимой ржи выделяли формы устойчивые к вымоканию и выпреванию, по ячменю – с хорошими пивоваренными свойствами, среди образцов овса отбирали наиболее урожайные и низко-плечатые генотипы. Озимая рожь Вятка, ячмень Винер и овес Мираж вошли в первый список 1929 г. районированных в России сортов. Наряду с этим

проводили исследования с горохом, как менее истощающей почву и востребованной на рынке культурой, картофелем для винокурения и получения крахмала. Актуальны были опыты с травами, удобрениями, торфом, местными верхнекамскими фосфоритами и костной мукой, проводили метеонаблюдения и коллективные опыты в крестьянских хозяйствах для определения влияния фосфоритов на озимые и яровые зерновые культуры, изучали почвообрабатывающие орудия. В последующем спектр направлений исследований и изучаемых культур расширился.

По прошествии 125 лет актуальность и значимость разработок центра для условий северного земледелия и в целом России не уменьшилась. Как и ранее, ФАНЦ Северо-Востока является одним из ведущих научных учреждений страны в области селекции культурных растений, осуществляет исследования по изучению физиолого-генетических аспектов эдафической устойчивости растений (алюмо-, кислото-, засухоустойчивость, устойчивость к токсичности тяжелых металлов); по земледелию и агрохимии – оценка влияния кислотности почвы на сезонную и профильную динамику содержания и доступность растениям ионов тяжелых металлов, влияние динамики физико-химических свойств почвы на реализацию растениями их потенциального уровня эдафической устойчивости; разработка севооборотов, ресурсосберегающих способов и систем обработки почв, совершенствование технологий выращивания сельскохозяйственных культур и разработка адаптивно-ландшафтных технологий возделывания зерновых и пропашных культур в системе координатного земледелия с учетом плодородия почв и состояния посевов, другие исследования, позволяющие реализовать потенциал культур и сортов в урожае и качестве продукции.

С момента организации опытной станции допущено в производство более 230 сортов различных культур, в настоящее время в Госреестре 96 сортов озимой ржи, яровая мягкая пшеница, ячменя, овса и картофеля, определяющих продовольственную безопасность страны, а также сорта гороха, сои северного экотипа, льна-долгунца, клевера, других культур (табл.).

Зона деятельности селекционного центра - северо-восток европейской территории страны в значительной части совпадает с экологическим вектором селекции. С другой стороны, разработки ФАНЦ Северо-Востока востребованы в 38 административных территорий России – от самых северных до самых южных, расположенных в европейской части страны, на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке. В Кировской области, Республиках Удмуртской, Марий Эл, Пермском крае сорта озимой ржи, ячменя, овса, клевера селекции ФАНЦ Северо-Востока занимают до 92-76% посевных площадей. В десятку лидеров по распространению в посевах России входят озимая рожь сорта Фаленская 4, овес пленчатый Кречет, клевер луговой Трио и Дымковский. В силу высокой зимостойкости озимой ржи, адаптивности сортов ячменя и овса к почвенным условиям, повысился интерес к использованию сортов центра в Свердловской области, в северных районах республик Башкортостан и Татарстан, других регионах.

Сорта ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в Госреестре России, 2020 г.

Культура	Сорт
Озимая рожь	Вятка 2, Кировская 89, Снежана, Дымка, Фаленская 4, Рушник, Флора, Графиня
Яровая пшеница	Свеча, Баженка
Ячмень яровой	Дина, Лель, Новичок, Памяти Родиной, Родник Прикамья, Тандем, Эколог
Овес пленчатый	Аватар, Аргамак, Бербер, Гунтер, Дэнс, Кречет, Медведь, Сапсан, Факир, Фауст, Эклипс
Овес голозерный	Вятский, Першерон, Бекас, Багет
Гречихи	Стрелка
Горох полевой	Красивый, Рябчик, Светоч
Горох посевной	Альбумен, Вита, Лучезарный, Северянин, Фаленский усатый, Фаленский юбилейный
Соя	Чера 1, Памяти Фадеева, Люмария
Клевер гибридный	Фалей, Фламинго, Фрегат
Клевер луговой	Витязь, Грин, Дымковский, Кировский 159, Кретуновский, кудесник, Мартум, Орфей, Трио, Трифон, Фаленский 1, Фаленский 86
Клевер паннонский	Снежок
Лядвенец рогатый	Солнышко
Козлятник восточный	Ялгинский
Овсяница тростниковая	Лосинка
Ежа сборная	Хлыновская
Хмель	Дружный, Крылатый, Михайловский, Подвязный, Сумерь, Фаворит, Факир, Фараон, Феодал, Флагман, Форвард
Лен долгунец	Синель
Конопля	Антонио, Гентус, Диана, Диман, Димра, Игоркин, Игрета, Ригс, Юлиана
Картофель	Алиса, Вираз, Виза, Глория, Голубка, Огниво, Чайка
Яблоня	Пионер севера, Северная зорька
Смородина черная	Аркадия

Важным конкурентным преимуществом сортов вятской селекции является скороспелость, позволяющая в условиях северного земледелия ограниченного по продолжительности и обеспеченности эффективными температурами периода вегетации и в засушливых условиях южных регионов страны формировать высокий урожай семян и качественной продукции.

Требования сельскохозяйственного производства к сортам постоянно растут и на ближайшую перспективу включают не только высокую и стабильную продуктивность, но и отличные товарные характеристики, питательную ценность, устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам, наиболее вредоносным болезням и вредителям, адаптацию к почвенно-климатическим условиям возделывания, пригодность к длительному хранению и промышленной переработке.

Исследования, проводимые совместно с Федеральным исследовательским центром ВИР, Самарским НЦ РАН, Удмуртским и Пермским научными

центрами УрО РАН, ВНИИ фитопатологии, ВНИИ СХБ и другими НИУ России обеспечивают развитие и повышение эффективности селекции. По результатам совместных исследований с Самарским НИИСХ созданы сорта овса голозерного Бекас и Багет для выращивания в засушливых условиях среднего Поволжья. Исследования комплексного характера с ВНИИ крахмалопродуктов и Высшей школой биотехнологии и пищевых технологий СПбПУ направлены на расширение возможности использования зерна для производства продуктов питания широкого потребления, функциональных, специфических, для получения крахмала, белкового концентрата и др.

С учетом все большего использования овса в качестве продовольственной культуры, а также для расширения включения его в рационы животных и птицы необходимо расширение селекции овса голозерного. Его пищевая ценность связана с особенностями биохимического состава зерна, что позволяет производить не только продукты диетического, детского и функционального питания, но и аглютеновые (Чекина, Меледина, Баталова, 2016).

Для озимой ржи необходимо расширение исследований по получению стабильно низкопентозановых селекционных форм, наряду с этим следует работать над созданием зимостойких урожайных гибридов ржи отечественной селекции. Необходимо проводить селекционные исследования, скрининг доноров и источников устойчивости к патогенному комплексу, актуально изучение фитосанитарное состояние агроландшафтов.

Изучение в различных почвенно-климатических условиях позволяет оценить адаптивный потенциал перспективных сортов на этапе подготовки к передаче на государственное сортоиспытание, определить ареал распространения, обеспечивает их скорейшее внедрение в производство. Сотрудничество с учеными Байченской СХА (Китай, провинция Цзилинь) позволило создать новые генотипы овса голозерного адаптивные к условиям европейского Северо-Востока России и провинции Цзилинь (Китай), адаптировать озимую рожь в Китая, где ранее ее не выращивали и создать совместный сорт озимой ржи ВК 1.

ФАНЦ Северо-Востока является пионером и практически единственным НИУ решающим в России проблему создания сортов зерновых культур устойчивых к почвенной кислотности и алюмотоксичности кислых почв селекционным путем для выращивания в зоне распространения дерново-подзолистых кислых почв, других регионах. В ФАНЦ Северо-Востока создан первый в России устойчивый к почвенной кислотности сорт ячменя Новичок, продолжается селекция зерновых культур на устойчивость к эдафическому стрессу с использованием селекции *in vitro*. Совместно с ВНИИ сельхозбиотехнологии проводят исследования по повышению устойчивости растений к эдафическому стрессу путем генно-инженерного усиления их антиоксидантной защиты, исследования, направленные на повышение продуктивности и устойчивости зерновых культур за счет положительных эффектов взаимодействия с микроорганизмами, по созданию генотипов способных эффективно утилизировать солнечную радиацию.

В повышении качества жизни населения и экологической безопасности окружающей среды важны многолетние травы, особенно бобовые – клевера. Они не только способствуют повышению почвенного плодородия и эстетического восприятия ландшафта, но являются местом обитания значительного количества насекомых, ряда мелких животных, способны утилизировать антропогенные загрязнения. За создание и широкое внедрение в производство системы взаимодополняющих одно- и двуукосных клеверов селекционеры Е. В. Никифорова и М. И. Тумасова, руководитель НПС «Клевер» Н. П. Киселев были удостоены Государственной премии РФ в области науки и техники.

Чувашский НИИСХ – филиал ФАНЦ Северо-Востока – единственное в России научное учреждение осуществляет исследования в области селекции хмеля. На базе филиала поддерживается в генофонд культуры, осуществляется изучение и пополнение коллекции хмеля. Наряду с этим проводится селекция сои – одной и наиболее востребованных в современном обществе культуры. Созданы пригодные для возделывания в условиях Волго-Вятского региона скороспелые сорта сои северного экотипа Чера 1, Памяти Фадеева, Люмария, сочетающие урожайность 3,5 т/га с высоким прикреплением нижнего боба.

Результатом сотрудничества Нижегородского НИИСХ – филиала ФАНЦ Северо-Востока и ФИЦ «Немчиновка» стало создание сорта озимой мягкой пшеницы Московская 82, сочетающего урожайность 10 т/га и с более высокими хлебопекарными качествами зерна, устойчивостью к полеганию и повышенной зимостойкостью.

Наряду с этим научные подразделения центра успешно проводят исследования по ветеринарной медицине и животноводству, разработке машинных технологий для растениеводства и животноводства. Созданы эффективные и экономичные пневмосепарирующие устройства и диаметрально-радиальные вентиляторы для серийно выпускаемых ОАО "Воронежсельмаш" зерноочистительных машин МПО-50, МС-4,5 и семейства универсальных сепараторов УСВ-60 и СВТ-40. Разработан ряд новых высокоэффективных зерно и семяочистительных машин: машины предварительной очистки МПО-25Ф, МЗП-50; машина предварительно-первичной очистки МЗУ-25/15; пункт послеуборочной обработки зерна для фермерских хозяйств ПОЗ-200 и др. Новые машины по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами имеют меньше на 15...30% удельную металлоёмкость, в 1,2...2,0 раза удельную энергоёмкость, выше на 10...30% производительность при высоком качестве выполнения технологического процесса. Разработаны машины для сухой очистки и измельчения корнеклубнеплодов МСОК-10, МСОК-18; семейство дробилок фуражного зерна производительностью от 1 до 5 т/ч, семейство двухступенчатых плющилок зерна производительностью от 1 до 10 т/ч, технологические линии приготовления концентрированных, грубых, сочных кормов и корнеклубнеплодов. В отделе механизации разработана навесная сеялка СДК-2,8 для прямого ленточного посева семян трав в дернину, полунавесная сеялка СДКП-2,8 и полуприцепная сеялка СДКП-2,8М для прямого ленточного посева семян трав в дернину с одновременным локальным внесением

стартовой дозы минеральных удобрений; комбинированный агрегат РБВК-3,6 для предпосевной обработки почвы; орудие для основной безотвальной обработки почвы культиватор-плоскорез-глубокорыхлитель КПГ-3; комбинированные орудия для основной обработки почвы со сменными рабочими органами ППН-3-35/2-70, ППН-435/3-70; многофункциональный почвообрабатывающий агрегат КПА-2,2 и др.

Исследования в области ветеринарной медицины направлены на изучение изменения иммунологических, биохимических, гормональных факторов и их взаимосвязей при применении иммунокорректирующих и иммуносупрессирующих препаратов для лечения больных сельскохозяйственных животных заболеваниями инфекционной и онкологической этиологии. Определение основных клеточных маркеров и биохимических показателей, характеризующих эффективность лекарственных средств профилактики и лечения некоторых заболеваний дыхательной, опорно-двигательной и воспроизводительной систем у сельскохозяйственных животных. Изучение плеiotропного действия некоторых цитокинов на нейрогуморальные функции организма при лечении бактериальных заболеваний у животных. Клонирование новых бактериальных штаммов продуктов лекарственных метаболитов. Исследование биологических свойств полученных метаболитов.

Заключение. Вятской селекции 125 лет. За истекший период было районировано более 230 сортов различных культур, в Госреестре России текущего года 96 сортов. Разработаны и используются в производстве экономичные пневмосепарирующие устройства и диаметральные вентиляторы для зерноочистительных машин и универсальных сепараторов; машины предварительной очистки и пункты послеуборочной обработки зерна для фермерских хозяйств, средства механизации для животноводства и обработки почвы; адаптивно-ландшафтные системы земледелия, обеспечивающие производство зерна и кормовой массы в условиях северного земледелия; исследования в области животноводства и ветеринарной медицины направлены на повышение продуктивности скота и иммунного статуса животных. Наряду с этим для повышения качества, востребованности и своевременности научных разработок требуется совершенствование исследовательской базы, переход на новый более высокий уровень исследований. Так, создание лаборатории полногеномных ассоциативных исследований (секвенирование – GWAS) позволит оперативно и практически в массовом количестве проводить идентификацию генов и отдельных нуклеотидных последовательностей (SNP), определяющих хозяйственно ценные признаки у селектируемых культур; осуществлять идентификацию доноров и источников с ценными признаками для привлечения в селекцию (маркер опосредованная и геномная селекция), массовое фенотипирование перспективных гибридов, сортов и селекционных линий; требуется обновление научной базы для проведения оперативных массовых исследований в полевых условиях в целях создания энергетически эффективных сортов.

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО, БИОТЕХНОЛОГИЯ И ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 633.11:581.132

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ ВО ФЛАГОВЫХ ЛИСТЬЯХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ

О. С. Амунова

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

Аннотация. Из-за относительно короткого периода вегетации актуальным направлением селекции яровой пшеницы в Волго-Вятском регионе является создание раннеспелых сортов. Практический интерес представляет сравнение пигментного комплекса их флаговых листьев со средне- и позднеспелыми генотипами. Растения 10 различных по спелости сортов пшеницы из коллекции ВИР выращивали на опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, в фазы колошения и молочной спелости производили отбор проб флаговых листьев. Согласно исследованию, в фазу колошения раннеспелые сорта в среднем на 10 % уступали средне- и позднеспелым по содержанию хлорофиллов а и b, при этом имели равное с ними количество каротиноидов. Выявлено, что в одинаковых условиях освещенности раннеспелые сорта способны более интенсивно синтезировать хлорофилл а. В фазу молочной спелости у средне- и позднеспелых генотипов отмечено накопление хлорофиллов а, b и снижение количества каротиноидов. У раннеспелых сортов подобной динамики не наблюдалось, однако, к началу фазы у них значимо снизился показатель соотношения хлорофиллов а и b. У позднеспелых сортов значимых различий в показателях соотношения хлорофиллов в исследуемые фазы вегетации не выявлено. Отмечен значимый рост показателей соотношения суммы хлорофиллов и каротиноидов: у раннеспелых сортов на 27,4 %, у средне- и позднеспелых – на 25,0 и 16,2 % соответственно. Наибольший рост показателя у раннеспелых сортов свидетельствует о скором процессе разрушения в их хлоропластах хлорофилла, следовательно, более коротком периоде их фотосинтетической активности.

Ключевые слова: яровая пшеница, раннеспелые сорта, среднеспелые сорта, позднеспелые сорта, пигменты, флаговый лист, фаза колошения, фаза молочной спелости

DYNAMICS OF THE CONTENT OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN THE FLAG LEAVES OF SPRING WHEAT VARIETIES OF DIFFERENT MATURITY GROUPS

O. S. Amunova

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

Annotation: Due to the relatively short growing season, the current direction of spring wheat breeding in the Volga-Vyatka region is the creation of the early cultivars. The practical interest is the comparison of the pigment complex of their flag leaves with middle- and late-ripening cultivars. Plants of 10 varieties of wheat with different ripeness from the VIR collection were grown in the experimental field of FARC of North-East, and samples of flag leaves were taken during the earing and milk ripeness phases. According to the study, during the

phase of earing, early cultivars were on average 10 % lower than middle- and late-ripening cultivars in the content of chlorophyll a and b, while having an equal number of carotenoids with them. It was found that under the same light conditions, early cultivars are able to synthesize chlorophyll a more intensively. In the phase of milk ripeness, the accumulation of chlorophylls a, b and a decrease in the number of carotenoids was observed in the middle- and late-ripening genotypes. Early cultivars did not show such dynamics; however, by the beginning of the phase they significantly decreased the ratio of chlorophyll a and b. In late-ripening cultivars, significant differences in the ratio of chlorophyll in the studied vegetation phases were not detected. There was a significant increase in the ratio of chlorophyll and carotenoids: in early cultivars by 27.4 %, in middle- and late-ripening cultivars – by 25.0 and 16.2 %, respectively. The highest growth rate in early cultivars indicates a rapid process of destruction of chlorophyll in their chloroplasts, therefore, a shorter period of their photosynthetic activity.

Keywords: spring wheat, early cultivars, middle-ripening cultivars, late-ripening cultivars, pigments, flag leaf, phase of earing, milky ripeness phase

Введение. Одним из основных направлений селекции зерновых культур в Волго-Вятском регионе является создание раннеспелых сортов. Они характеризуются коротким сроком созревания, высокой урожайностью и хорошим качеством зерна. Большая часть урожая культивируемых растений является результатом работы фотосинтетического аппарата, растительные пигменты (хлорофиллы, каротиноиды, ксантофиллы и др.) своим участием в процессе фотосинтеза играют важную роль в поддержании жизни на планете [1]. Преобладающей формой хлорофилла у наземных растений является хлорофилл *a*, который представлен как в реакционных центрах (РЦ) фотосистем, так и в светособирающих комплексах (ССК) хлоропластов [2]. Хлорофилл *b* находится только в ССК. Молекулы хлорофиллов ССК, поглощая энергию света, передают ее в РЦ, где и происходит процесс превращения световой энергии в энергию химических связей. Поддержание высокого уровня содержания хлорофиллов у пшеницы – желательный признак в селекции на устойчивость к абиотическим факторам, поскольку указывает на меньшую степень фотоингибирования при действии стрессоров [3, 4, 5, 6]. Вклад в сбор световой энергии вносят также каротиноиды, улавливая ее в тех частях спектра, которые слабо используются хлорофиллами. Если интенсивность света превосходит нужды фотосинтеза, то именно каротиноиды помогают рассеивать избыток энергии, предохраняя тем самым фотосистему от повреждения [2, 7].

В селекционных работах используются такие показатели пигментного комплекса растений, как содержание хлорофиллов *a* и *b*, их сумма и соотношение, содержание каротиноидов, соотношение суммы хлорофиллов и каротиноидов [8, 9]. Физиологические данные свидетельствуют о том, что снижение содержания хлорофилла в листьях тесно связано со снижением урожайности полевых культур [10, 11]. Отмечается также, что снижение показателя «соотношение масс хлорофиллов *a* и *b*» может свидетельствовать о повышении адаптивного потенциала растений в стрессовых условиях и указывать на устойчивость растений [12]. Увеличение количества каротиноидов и значимое снижение соотношения суммы хлорофиллов и каротиноидов в листьях может указывать на активизацию защитных механизмов в условиях стресса,

поскольку одной из функций каротиноидов является защита фотосинтетического аппарата [13, 14].

По данным о содержании пигментов в листьях, можно оценить эффективность использования растениями активной радиации, прогнозировать продуктивность посевов, обеспеченность посевов азотными удобрениями, сроки уборки урожая. В селекции на улучшение физиолого-генетических признаков растений сравнение структуры пигментного комплекса флаговых листьев сортов пшеницы различных групп спелости имеет практический интерес, поскольку является информативным критерием отбора.

Цель исследования – изучить динамику содержания фотосинтетических пигментов во флаговых листьях раннеспелых, среднеспелых и позднеспелых сортов мягкой яровой пшеницы в период «колошение – молочная спелость», выявить особенности структурной организации их пигментного комплекса.

Объекты и методы. Объектом исследования послужили 10 генотипов мягкой яровой пшеницы отечественной и зарубежной селекции, поступившие из ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.В. Вавилова». Изучением были охвачены раннеспелые сорта Баженка (Кировская обл.), Эгисар 29 (Саратовская обл.), Дарья (Беларусь) и Степная 1 (Казахстан), среднеспелые – Уйская (Казахстан), Eros (Германия) и Ul Alta Blanka (США) и позднеспелые – Нива 2, Росинка 2 и Терция (Омская обл.). Растения выращивали на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров). Почвы участка дерново-подзолистые среднесуглинистые, сформированы на элювии пермских глин, pH 4,3. Содержание подвижного фосфора – 166 мг/кг почвы, обменного калия – 175 мг/кг, гумуса – 2,02 %. Агротехника – общепринятая для зоны. Предшественник – чистый пар. Посевная проходила в оптимальные сроки. Семена сеяли в физиологически спелую почву с нормой высева 3 млн всхожих семян/га.

Состояния пигментного комплекса флаговых листьев оценивали в фазы колошения и молочной спелости. С каждого сорта отбирали по 15 здоровых листьев, в лабораторных условиях из их средней части брали высежки, после чего проводили экстракцию пигментов чистым ацетоном. Определение оптической плотности растворов осуществляли на спектрофотометре UVmini-1240 производства SHIMADZU Corporation (Japan) при длинах волн 470, 644,8 и 661,6 нм. Выделение пигментов (хлорофилл *a*, хлорофилл *b*, каротиноиды) и расчет их содержания проводили по методике Н.К. Lichtenthaler, С. Bushmann [15]. Аналитическая повторяемость опыта трехкратная.

Полученные данные обрабатывали статистически с использованием пакетов программ Microsoft Office Excel 2007. В таблицах представлены значения с указанием ошибки среднего, сравнение образцов проведено при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение. В таблице 1 представлены средние значения содержания фотосинтетических пигментов в 1 г сухого вещества флаговых листьев мягкой яровой пшеницы в фазу колошения.

Таблица 1

**Содержание пигментов во флаговых листьях пшеницы
в фазу колошения, мг/г сухой массы**

Генотип	Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Каротиноиды
Раннеспелые	10,83±0,46	4,81±0,30	3,43±0,14
Среднеспелые	11,91±0,17	5,39±0,05	3,54±0,07
Позднеспелые	12,04±0,11	5,54±0,14	3,57±0,02

Согласно данным (табл. 1), в фазу колошения средне- и позднеспелые сорта пшеницы содержали в листьях равное количество фотосинтетических пигментов. Межсортовая вариабельность их содержания у сортов данных групп была незначительной (0,9...4,4 %). Раннеспелые генотипы синтезировали такое же количество каротиноидов, но по содержанию хлорофиллов *a* и *b* значительно уступали сортам других групп: со среднеспелыми сортами разница составила 9,1 и 10,8 % соответственно, с позднеспелыми – 10,1 и 13,2 %. Межсортовая вариабельность содержания пигментов у раннеспелых сортов была несколько выше (7,9...12,6 %). Доля хлорофилла *a* в ССК хлоропластов у сортов трех групп спелости статистически значимо не отличалась и составила в среднем 68 %, остальные 32 % пигмента находились в РЦ фотосистем.

В экологических исследованиях широко используется такой параметр оценки, как соотношение масс хлорофиллов *a* и *b* [16]. Обычно для растений, произрастающих в открытой местности, соотношение хлорофиллов находится в диапазоне 2,5...4,0. В нашем исследовании значения данного соотношения были ниже границы диапазона (2,2...2,3), что, возможно, связано с преобладанием облачной погоды в течение недели до снятия проб. Сорта пшеницы произрастали в одинаковых условиях освещенности, однако показатель соотношения хлорофиллов *a* и *b* у средне- и позднеспелых генотипов был значимо ниже, чем у раннеспелых (на 2,9 и 4,4 % соответственно). Это указывает на то, что в равных условиях освещенности раннеспелые генотипы способны интенсивнее синтезировать хлорофилл *a*.

Количество пигментов в листьях зерновых культур является признаком сорта, но имеет возрастную и структурную динамику. Изучение структуры пигментного комплекса флаговых листьев яровой пшеницы в фазу молочной спелости позволило выделить характерные групповые особенности (табл. 2).

Таблица 2

**Содержание пигментов во флаговых листьях пшеницы
в фазу молочной спелости, мг/г сухой массы**

Генотип	Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Каротиноиды
Раннеспелые	10,65±0,79	5,25±0,48	2,89±0,22
Среднеспелые	12,64±0,26	6,66±0,24	3,16±0,09
Позднеспелые	12,39±1,29	6,23±0,95	3,24±0,21

Отмечено, что в фазу молочной спелости в 1 г сухой массы флаговых листьев статистически значительно снизилось количество каротиноидов (на 10,7...19,2 %). У сортов среднеспелой группы отмечался значимый рост хлорофиллов *a* (на 6,1 %) и *b* (на 23,6 %), при этом на 13,1 % снизился показатель их соотношения в листьях по сравнению с фазой колошения. Значимое снижение соотношения хлорофиллов отмечалось также в группе раннеспелых сортов (на 9,2 %). У позднеспелых сортов показатели соотношения данных пигментов в исследуемые фазы вегетации находились в пределах ошибки.

В исследовании пигментного комплекса листьев растений часто используют параметр «отношение весовых показателей суммы хлорофиллов к каротиноидам» [15]. Значение данного соотношения позволяет оценить степень разрушения молекул хлорофилла, поскольку в результате старения листа, либо в стрессовых условиях хлорофиллы разрушаются быстрее, чем каротиноиды [17]. Отношение суммы хлорофиллов к каротиноидам у раннеспелых сортов в фазу колошения имели значения $4,31 \pm 0,33$, у средне- и позднеспелых сортов показатели были выше – $4,88 \pm 0,03$ и $4,92 \pm 0,05$ соответственно. Динамика накопления пигментов в листьях в период «колошение – молочная спелость» способствовала значимому росту показателей: у раннеспелых сортов соотношение суммы хлорофиллов и каротиноидов достигло $5,49 \pm 0,15$, у среднеспелых – $6,10 \pm 0,14$, у позднеспелых – $5,72 \pm 0,39$. Наименьший рост соотношения отмечен у позднеспелых сортов (16,2 %), что свидетельствует о более затянутом процессе разрушения в их хлоропластах хлорофилла, следовательно, более длительном его использовании в процессе фотосинтеза.

Заключение. Исследование показало, что в фазу колошения раннеспелые сорта содержат меньше хлорофиллов, чем средне- и позднеспелые, при этом по содержанию каротиноидов группы сортов между собой не различаются. Повышенное значение соотношения хлорофиллов *a* и *b* у раннеспелых сортов указывает на то, что в равных условиях освещенности они способны интенсивнее синтезировать хлорофилл *a*. В период «колошение – молочная спелость» у средне- и позднеспелых генотипов яровой пшеницы происходит накопление хлорофиллов, при этом снижается количество каротиноидов. У раннеспелых сортов подобной динамики не наблюдалось, однако у них, как и у сортов среднеспелой группы, в фазу молочной спелости отмечали значимое снижение показателя соотношения хлорофиллов *a* и *b*. У позднеспелых генотипов соотношение хлорофиллов в исследуемые фазы развития значимо не отличалось. В течение вегетации статистически значимо возросли показатели соотношения суммы хлорофиллов и каротиноидов: у раннеспелых сортов с 4,31 в фазу колошения до 5,49 в фазу молочной спелости, у среднеспелых – с 4,88 до 6,10, у позднеспелых – с 4,92 до 5,72. Наименьший рост показателя отмечен у позднеспелых сортов, это означает, что хлорофилл в их клетках разрушается медленнее и листья способны дольше фотосинтезировать.

Список литературы

1. Croft H., Chen J.M. Leaf pigment content // Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Oxford: Elsevier Inc. 2017. P. 1-22.
2. Croce R., van Amerongen H. Natural strategies for photosynthetic light harvesting // Nature Chemical Biology. 2014. V. 10. P. 492-501.
3. Ristic Z., Bukovnik U., Prasad P.V.V. Correlation between Heat Stability of Thylacoid Membranes and Loss of Chlorophyll in Winter Wheat under Heat Stress // Crop Science. 2007. V. 47(5). P. 2067-2075.
4. Talebi R. Evaluation of chlorophyll content and canope temperature as indicators for drought tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) // Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2011. V. 5(11). P. 1457-1462.
5. Sharifi P., Mohammadkhari N. Effects of drought stress on photosynthesis factors in wheat genotypes during anthesis // Cereal Research Communication. 2015. V. 44(2). P. 1-11.
6. Cao Z., Mondal S. Cheng D., Wang S., Lui A., Song J., Li H., Zhao Z., Lui J. Evaluation of agronomic and physiological traits associated with high temperature stress tolerance in the winter wheat cultivars // Acta Plant Physiol. 2015. V. 37. P. 80-90.
7. Demming-Adams B., Adams III, W.W. The role of xanthophylls cycle carotenoids in the protection of photosynthesis // Trends and Plant Science. 1996. No. 1. P. 21-27.
8. Щенникова И.Н., Назарова Н.Н., Лисицын Е.М. Приемы возделывания много-рядного ячменя в Волго-Вятском регионе // Земледелие, 2011, № 6: 20-22.
9. Амунова О.А., Лисицын Е.М. Пигментный комплекс листьев сортов мягкой яровой пшеницы разных групп спелости в различных условиях увлажнения // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8. № 3 (28). С. 19-25.
10. Reynolds M.P., Balota M., Delgado M.I.B., Amani I., Fischer R.A. Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions // Australian Journal of Plant Physiology. 1994. V. 21. P. 717-730.
11. Mohammadi M., Karimizadeh R.A., Naghavi M.R. Selection of bread wheat genotypes against heat and drought tolerance based on chlorophyll content and stem reserves // Journal of Agriculture & Social Sciences. 2009. No. 5. P. 119-122.
12. Nahakram S. Chlorophyll Stability: A Better Trait of Grain Yield in Rice under Drought // Indian Journal of Ecology. 2017. V. 44(4). P. 77-82.
13. Strzalka K., Kostechka-Gugala A., Latowski D. Carotenoids and Environmental Stress in Plants: Significance of Carotenoid-Mediated Modulation of Membrane Physical Properties // Russian Journal of Plant Physiology. 2003. V. 50(2). P. 168-172.
14. Joshi P.N., Ramaswamy N.K., Iyer R.K., Nair J.S., Pradhan M.K. Gartia S., Biswal B., Biswal U.S. Partial protection of photosynthetic apparatus from UV-B-induced damage by UV-A radiation // Environmental and Experimental Botany. 2007. V. 59. P. 166-172.
15. Lichtenthaler H.K., Bushmann C. Chlorophylls and carotenoids: Measurement and Characterization by UV-VIS Spectroscopy // eds. R.E. Wrolstad et al. New York: John Wiley and Sons, 2001. F4.3.1-F4.3.8.
16. Li Y., Liu C., Zhang J., Yang H., Xu L., Wang Q., Sack L., Wu X., Hou J., He N. Variation in leaf chlorophyll concentration from tropical to cold-temperate forests: Association with gross primary productivity // Ecological Indicators. 2018. V. 85. P. 383-389.
17. Junker L.V., Ensminger I. Relationship between leaf optical properties, chlorophyll fluorescence and pigment changes in senescing *Aser saccharum* leaves // Tree Physiology. 2016. V. 36. P. 694-711.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ
СОРТОВ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ,
ВЫВЕДЕННЫХ В АМЕРИКЕ, ЕВРОПЕ И АЗИИ**

О. С. Амунова, Л. Н. Тиунова

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

Аннотация. *Исходный материал является основой всех проводимых селекционных программ. Правильный подбор сортов определяет параметры вновь создаваемых генотипов и успех селекционной работы. Для создания устойчивых к засухе сортов необходимо получить информацию о донорах и источниках засухоустойчивости. В лабораторных условиях дана оценка уровня потенциальной засухоустойчивости 42 сортообразцов мягкой яровой пшеницы, выведенных различными селекционными учреждениями Европы, Азии и Америки. Показано, что влияние искусственно созданной засухи на морфометрические показатели проростков, независимо от региона происхождения сортов, было весьма существенным: снижение массы зародышевых корней составило 66,0...73,9 %, массы ростков – 53,5...87,1 %. У всех сортов, за исключением южноамериканских, отмечено снижение числа зародышевых корней (29,1...39,6 %). Наименьшее воздействие стрессор оказал на параметр «процент прорастания семян», снижение в стрессовых условиях составило 6,2...19,4 %. Среди исследованного набора не выявлено неустойчивых к засухе генотипов. Показано, что сорта селекционных учреждений южной части Америки и Центральной Азии, в целом, имели более высокий уровень засухоустойчивости, однако, значительная часть европейских сортов проявила устойчивость к стрессору и могла бы быть использована в направленной селекции.*

Ключевые слова: *мягкая яровая пшеница, коллекция, сорт, проросток, засухоустойчивость*

**COMPARATIVE DROUGHT RESISTANCE OF SOFT SPRING WHEAT
VARIETIES BRED IN AMERICA, EUROPE AND ASIA**

O. S. Amunova, L. N. Tiunova

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

Annotation: *The source material is the basis of all ongoing breeding programs. The correct selection of varieties determines the parameters of newly created genotypes and the success of breeding work. To create drought-resistant varieties, it is necessary to obtain information about donors and sources of drought resistance. In laboratory conditions, the level of potential drought resistance of 42 varieties of soft spring wheat bred by various breeding institutions in Europe, Asia and America was assessed. It is shown that the effect of artificially created drought on the morphometric indicators of seedlings, regardless of the region of origin of varieties, was very significant: the decrease in the mass of seminal roots was 66.0...73.9 %, the mass of shoots – 53.5...87.1 %. All varieties, with the exception of south part of American varieties, showed a decrease in the number of seminal roots (29.1...39.6 %). The lowest impact of the stressor was on the parameter "percentage of seed germination", the decrease in stressful conditions was 6.2...19.4 %. Among the studied set, no genotypes were found to be unstable to drought. It is shown that varieties of breeding institutions in south part of America and Central Asia had a higher level of drought resistance, however, a significant part of European varieties showed resistance to stressors and could be used in directed breeding.*

Keywords: *soft spring wheat, collection, variety, seedling, drought resistance*

Введение. В настоящее время засухоустойчивость растений рассматривают как сложную фито-экологическую проблему, от решения которой зависит получение гарантированных урожаев. Именно засухи были и остаются пока основной причиной больших колебаний валовых сборов зерна в нашей стране. В последние годы отмечается тенденция к увеличению частоты и продолжительности засух как ранневесенних, раннелетних, так и устойчивых. Наибольший вред засуха причиняет в весеннее и летнее время, когда происходит формирование генеративных органов. В Кировской области, находящейся в зоне с достаточным увлажнением, за последние 15 лет засуха ($ГТК \leq 0,7$) была зафиксирована в мае 2012, 2014, 2015, 2016, 2019 гг., в июне 2007, 2016 гг., недостаточное увлажнение ($ГТК 0,7...1,0$) отмечалось в мае 2009, 2010, 2018 гг., июне 2013 г. Существует несколько механизмов приспособления к дефициту влаги в зависимости от генотипа и экотипа сорта: усиление процесса поглощения воды из почвы за счет увеличения длины и сосущей силы корней, снижение транспирационных потерь, приобретение «ксероморфности» и т.д., которые проявляются в онтогенезе в процессе дифференциальной активности генов. Эффективным направлением защиты посевов сельскохозяйственных растений от засухи является усиление их естественной засухоустойчивости [1].

Мягкая яровая пшеница характеризуется слабым (по сравнению с другими яровыми злаками) развитием первичной корневой системы, поэтому в начальный период своего развития она чувствительна к недостатку влаги [2, 3]. Чтобы благополучно перенести ранневесеннюю засуху, растениям пшеницы необходимо сформировать мощную, глубоко залегающую систему зародышевых корней и как можно раньше приступить к образованию узловых, которые будут снабжать их водой дальше [4].

Выявление ценных сортов и вовлечение их в процесс селекции на сегодняшний день является перспективным направлением. Оценка устойчивости к стрессору в поле, при всей ее объективности, требует многолетних наблюдений. Засухи случаются не каждый год, меняется их характер. Для ускорения селекционного процесса в современной практике используют лабораторные методы диагностики сортов на семенах и проростках. Один из методов оценки уровня засухоустойчивости основан на проращивании семян в растворе сахарозы [5, 6]. В ювенильный период растения очень чувствительны к стрессору, а различия между сортами, проявившиеся у проростков, сохраняются у взрослых растений [7], поэтому подбор исходного материала на ранних этапах в условиях жесткого стресса позволил бы с высокой долей вероятности получить засухоустойчивые генотипы [8].

Между сортами пшеницы, в зависимости от их экологического происхождения, имеются наследственно обусловленные различия в осмотическом давлении и сосущей силе клеток. В результате одни сорта способны извлечь из почвы больше воды, чем другие. В литературных источниках нет достаточно информации о связи уровня засухоустойчивости с местом происхож-

дения сорта, поэтому в данном исследовании была сделана попытка нахождения этой связи.

Цель работы – сравнительное изучение сортов мягкой яровой пшеницы, созданных селекционными учреждениями Европы, Центральной Азии и Америки, по уровню засухоустойчивости в фазу проростков.

Материалы и методы. Объектом исследования стали сорта мягкой яровой пшеницы различного эколого-географического происхождения из коллекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (табл. 1).

Таблица 1

Сорта мягкой яровой пшеницы, взятые в исследование

Регион	Страна	Сорт	Регион	Страна	Сорт		
Северная Европа	Финляндия	Ta 3332, к-42928	Северная Америка	Канада	CB 163-1, к-45410		
		Taava, к-57197		США	Waverly, к-59066		
		Hja 22141, к-58172			Peak 72, к-54834		
	Швеция	WW 17310, к-52330			Lee, к-43096		
		WW 17272, к-52328			Adams, к-51284		
		Pompe, к-46563			Crim, к-46960		
		Varvete 11691, к-52798			Kitt, 54849		
	Эстония	Мутант Л-3-24, к-58811			И-485788		
	Западная Европа	Англия		Musket, к-58957	Центральная Америка	Мексика	Noroeste 66, к-45954
		Германия		Schenk, к-60559			Hybrid, к-47841
Nos Norko, к-44967			Hybrid, к-47719				
Франция		Aurore, к-57075	Hybrid, к-45966				
		Josselin, к-65256	И-469103				
Восточная Европа	Болгария	Димитровка 5-14 ИЗР, к-45198		Jaral F 66, к-45948			
		Димитровка 5-2 ИЗР, к-45200		Jahuara F-77, к-62068			
	Украина	Харьковская 10, к-57359	Южная Америка	Колумбия	к-58019		
		Вишиванка, к-65257		Аргентина	Klein Vencedor, к-29766		
		Кворум, к-65258	Центральная Азия	Перу	Cahuide, к-57085		
				Казахстан	Ишимская 92, к-65267		
					Карабалыкская 91 к-65266		
	Польша	Bombona, к-65254	Китай	Pin Chun 11, к-65269			

Засухоустойчивость генотипов определяли по методике [9]. Здоровые, нормально выполненные семена каждого образца проращивали в чашках Петри (выборка из 30 семян, повторность трехкратная) в термостате при температуре 20...21 °С в течение 7 суток. В контроле использовали дистиллированную воду, в опыте создавали имитацию почвенной засухи раствором сахарозы концентрацией 74,45 г/л (соответствует осмотическому давлению 9 атм.).

У изучаемых генотипов в обоих вариантах исследования определяли процент проросших семян, число зародышевых корней, сухую массу проростков. Группу устойчивости к ранней засухе определяли по относительному показателю параметра (опыт/контроль) в соответствии со шкалой: 81...100 % – высокоустойчивые; 61...80 % – устойчивые; 41...60 % – среднеустойчивые; 21...40 % – слабоустойчивые; 0...20 % – неустойчивые. Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программ Microsoft Excel 2007.

Результаты и обсуждение. Используя вышеописанную методику, изучили 42 сорта мягкой яровой пшеницы, 21 из которых были созданы европейскими селекционерами, 3 – селекционерами из Азии и 18 – селекционерами из учреждений Америки. Усредненные данные по параметрам развития проростков каждой группы представлены в таблице 2.

Таблица 2

Средние ростовые параметры сортов пшеницы в перерасчете на одно растение

Регион происхождения	Процент проросших семян	Число зародышевых корней, шт.	Масса зародышевых корней, мг	Масса ростка, мг
Северная Европа	92,92±3,12 85,28±3,24	4,64±0,11 3,10±0,24	5,77±0,34 1,93±0,22	6,96±0,40 1,77±0,24
Западная Европа	90,89±3,74 80,44±4,06	4,74±0,22 3,36±0,21	5,99±0,37 1,80±0,07	7,50±0,28 1,80±0,76
Восточная Европа	97,78±0,39 82,22±4,32	4,96±0,25 3,02±0,16	5,75±0,28 1,79±0,07	5,64±0,59 0,73±0,13
Северная Америка	93,61±2,67 74,17±6,46	4,48±0,10 2,78±0,18	6,00±0,33 1,59±0,15	6,46±0,41 1,83±0,45
Центральная Америка	92,78±4,16 86,60±4,65	4,97±0,16 3,13±0,13	6,62±0,29 1,99±0,14	6,19±0,26 1,62±0,25
Южная Америка	86,67±13,3 71,67±15,0	3,69±0,52 3,33±0,14	4,70±0,84 1,60±0,28	7,20±0,43 3,35±1,82
Центральная Азия	96,67±1,92 88,89±2,80	4,79±0,11 3,42±0,23	5,56±0,75 1,62±0,19	7,25±0,27 1,34±0,08

Примечание: верхняя строка – контроль; нижняя строка – 9 атм.

Анализ результатов показал, что осмотический стресс повлиял на ростовые параметры проростков пшеницы всех сортов, независимо от региона происхождения. Особенно сильно воздействие стрессора проявилось на весо-

вых показателях частей проростка: снижение массы зародышевых корней составило 66,0...73,9 %, массы ростков – 53,5...87,1 %. Наименьшее воздействие стрессор (6,2...19,4 %) оказал на всхожесть семян, а у сортов из Центральной Америки всхожесть в опыте и контроле отличалась незначимо. Развитие проростков в условиях, имитирующих почвенную засуху, ограничило полноценное формирование корневой системы. Это проявилось не только в снижении массы корня, но и в уменьшении числа зародышевых корней. Значимых отличий между вариантами исследования не выявлено только у южноамериканских сортов, в других группах снижение числа зародышевых корней составило 29,1...39,6 %.

Методика оценки уровня засухоустойчивости основана на анализе двух различных реакций растений: способности корней поглощать влагу из раствора осмотиков (определяют по отношению проросших семян в опыте к контролю), способности растений к осуществлению метаболических реакций в условиях действия стрессора (определяют по отношению биомассы проростка в опыте к контролю). По первому критерию все исследованные генотипы показали устойчивость к ранней засухе, по второму – подавляющее большинство сортов проявили слабую устойчивость к стрессору. Выделились среднеустойчивые сорта – Klein Vencendor, Jahuara F-77, Kitt и NOS Norko, все они были выведены в географически отдаленных регионах (табл. 1).

В работах ряда авторов [10, 11] отмечается, что сорта, прорастающие в растворе осмотиков большим числом корней, имеют преимущество по показателям продуктивности и урожайности в засушливые годы. Из этого следует, что уровень засухоустойчивости можно определить по степени снижения числа зародышевых корней в стрессовых условиях по сравнению с нормальными. В нашем исследовании по данному критерию выявлена наилучшая дифференциация: все сорта были условно распределены на четыре группы (неустойчивых генотипов не выявили). Согласно полученным данным, южноамериканские сорта, взятые в исследование, имели высокий уровень устойчивости к ранней засухе, азиатские сорта характеризовались устойчивостью к данному эдафическому стрессору. Однако засухоустойчивые генотипы были выявлены не только в этих географических областях, но и среди европейских сортов, созданных в значительно отличающихся по климатическим условиям регионах (табл. 3).

С другой стороны отмечено, что как устойчивые, так и чувствительные к засухе сорта могут происходить из одной местности. Например, среди сортов из Украины выделены высокоустойчивый сорт Вишиванка, устойчивые сорта Тайна, Харьковская 10 и Кворум и слабоустойчивый сорт Мажор, среди сортов из США устойчивостью к засухе обладали сорта Lee, Crim и Kitt, средней устойчивостью Adams и Waverly, слабой устойчивостью – Peak 72. Таким образом, прямой связи между почвенно-климатическими условиями места создания сорта и уровнем его потенциальной засухоустойчивости в данном исследовании выявить не удалось.

Потенциальная засухоустойчивость сортов мягкой яровой пшеницы

Регион происхождения	Сорт	Группа устойчивости (по числу зародышевых корней)
Южная Америка	Klein Vencedor	Высокоустойчивый
	Cahuide,	
Центральная Азия	Ишимская 92,	Устойчивый
	Карабалыкская 91	
	Pin Chun 11	
Северная Европа	Ta 3332	Высокоустойчивый
	Taava	Устойчивый
	Hja 22141	
	WW 17310	
	WW 17272	Среднеустойчивый
	Pompe	
	Varvete 11691	
	Мутант Л-3-24	Высокоустойчивый

Заключение. В результате проведенного исследования показано, что мягкая яровая пшеница имеет широкий спектр генотипического разнообразия по реакции на воздействие искусственно созданной засухи. Анализ набора из 42 зарубежных сортов не показал наличия связи между местом создания сорта и уровнем его засухоустойчивости. Хотя, в целом, сорта селекционных учреждений южной части Америки и Центральной Азии показали более высокий уровень засухоустойчивости, значительная часть европейских проявила устойчивость к стрессору и могла бы использоваться в направленной селекции. Группировка сортов по территориям со сходными почвенно-климатическими условиями позволила прийти к заключению, что в группах сортов любого происхождения можно обнаружить как устойчивые, так и чувствительные к ранней засухе генотипы. Возможно, повышение засухоустойчивости сортов пшеницы происходит косвенным путем, параллельно с целенаправленной селекцией на повышение устойчивости к абиотическим факторам среды выращивания.

Список литературы

1. Злотников А.К., Злотников К.М. Применение биопрепарата для повышения устойчивости к засухе и другим стрессорам // Агро XXI. 2007. № 10-12. С. 37-38.
2. Прокина Я.Н. Отзывчивость яровой пшеницы на внесение макро- и микроудобрений в условиях юга Нечерноземной зоны // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 7. С. 31-34.
3. Nadew B.B. Effects of Climatic and Agronomic Factors on Yield and Quality of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seed: A Review on Selected Factors // Advances in Crop Science and Technology. 2018. V. 6(2). P. 356.
4. Нефедов А.В. Роль корневой системы в повышении засухоустойчивости яровой пшеницы // Повышение засухоустойчивости зерновых культур. М: Колос, 1970. С. 104-108.

5. Олейникова Т.В., Осипов Ю.Ф. Определение засухоустойчивости сортов пшеницы и ячменя, линий и гибридов кукурузы по прорастанию семян на растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. Л.: Колос, 1976. С. 23-32.
6. Nulsen R.A., Thurllell G.W. Effects of osmotic around the roots on water uptake by maize plant // Australian J. Plant Physiol. 1980. No. 7. P. 27-34.
7. Марченкова Л.А., Давыдова Н.В., Чавдарь Р.Ф., Орлова Т.Г., Казаченко А.О., Грачева А.В., Широколава А.В. Оценка адаптивности сортов и линий яровой пшеницы на фоне искусственно моделируемых стрессов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 5(151). С. 9-15.
8. Лепехов С.Б. Некоторые принципы селекции яровой мягкой пшеницы на засухоустойчивость и урожайность в Алтайском крае. Барнаул, 2015. 149 с.
9. Кожушко Н.Н. Оценка засухоустойчивости полевых культур // Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. Методическое руководство. Л.: ВИР, 1988. С. 10-24.
10. Тихонов В.Е. Роль числа зародышевых корней яровой мягкой пшеницы в условиях полупустыни Северного Приаралья // Бюллетень ВИР. 1973. Т. 33. С. 3-7.
11. Гаврильченко О.Л. Сортовые различия по признакам первичной корневой системы твердой пшеницы в процессе селекции в условиях Западной Сибири // Молодые ученые – аграрной науке. Сб. науч. тр. Омск, 2006. 220 с.

УДК 633.16

ПЕРСПЕКТИВЫ ДВУУКОСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Л. П. Байкалова, А. Б. Карвель

*Красноярский государственный аграрный университет,
г. Красноярск, Российская Федерация*

Аннотация. В ходе полевых исследований выявлены сорта пленчатого ячменя, способные формировать два урожая в год: урожай зеленой массы при скашивании в фазу выхода в трубку и урожай зерна в восковой спелости. Лучшими для двуукосного использования в Красноярском крае являются сорта Емеля и Жихарь, прибавка их сбора кормовых единиц к одному укосу составила 132,5 и 90 %.

Ключевые слова: урожайность зеленой массы, урожайность зерна, два укоса, сорта ячменя.

PROSPECTS FOR BICOUPLE USE OF EGG BARLEY IN KRASNOYARSK KRAI

L. P. Baykalova, A. B. Karvel

*Krasnoyarsk State Agrarian University,
Krasnoyarsk, Russian Federation*

Annotation: Field studies have revealed varieties of captive barley capable of forming two crops per year: green mass harvest when skewed into the tube exit phase and grain harvest in wax ripeness. The best for bicouple use in Krasnoyarsk Krai are Emel and Zhihar varieties; the increase of their collection of feed units to one bite is 132.5 and 90 %.

Keywords: productivity of green material, productivity of grain, two hay crops, barley grades.

Введение. В интенсификации растениеводства и кормопроизводства главной задачей является достижение наивысших сборов продукции с единицы площади в конкретных условиях за счет более полного использования всех имеющихся ресурсов, в том числе самой земли. Ячмень является главной зерновой культурой, используемой для нужд животноводства [1, 2]. Доля валового сбора зерна ячменя в России среди пшеницы, овса, ржи и тритикале составляет 25 % [3]. Весьма интересным представляется вариант повторного использования посева стрawnенного или скошенного в фазе трубкования для получения второго урожая в виде зерна [4].

Цель работы – анализ сбора кормовых единиц сортов ячменя при двукосном использовании в условиях Красноярской лесостепи.

Материалы и методы. Опыт заложен на опытном поле кафедры растениеводства, селекции и семеноводства Красноярского ГАУ, расположенном в лесостепи Красноярского края, в 2018, 2019 гг. Площадь каждого варианта опыта 112 м², способ посева – рядовой, сеялкой ССНП-1,6. Предшественник – пшеница, коэффициент высева ячменя – 5,0 млн всх. зерен/га. Уборку и учет урожая зеленой массы проводили вручную, с последующим взвешиванием на электронных весах, учет урожая зерна – прямым комбайнированием на площади 10 м². Повторность – четырехкратная. Скашивание на зеленую массу осуществляли в фазу выхода в трубку, на зерно – в фазу восковой – полной спелости. Учеты, наблюдения, расчет сбора кормовых единиц проводили согласно методике ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. Статистическая обработка результатов проведена по методикам Б. А. Доспехова, а также с использованием пакета статистических программ SNEDECOR с помощью программ «Однофакторный дисперсионный анализ», «Многофакторный дисперсионный анализ».

Для исследования были выбраны районированные в Красноярском крае сорта ячменя: Биом, Уватский, Жихарь, Емеля, Красноярский 91, Ача, Такмак и Оленек. В качестве контроля брали одноукосное использование и сорт Биом.

Погодные условия. Анализируя показатели за 2018, 2019 гг., можно отметить, что погодные условия существенно отличались друг от друга и среднемноголетних данных. В 2018 г. за весь май выпало 11 мм осадков, в 2019 г. еще меньше – 8,3 мм, что соответствует 31,7 и 23,9 % соответственно от среднемноголетней суммы осадков. Из-за малого количества осадков верхний слой почвы иссушился, и посев ячменя был произведен в сухую почву. Среднесуточная температура июня на 5,1 и 3,2 °С превышала среднее многолетнее значение, а количество осадков, напротив, было меньше на 17,8 мм в 2018 г. и большим на 59,2 мм в 2019 г. В июле 2018 г. Среднесуточная температура воздуха соответствовала норме, а в июле 2019 г., в августе и сентябре была жаркая погода. Летние месяцы 2018 г. были засушливыми, особенно август: в июле выпало осадков 51,2 %, в августе – 35,8 % от среднемноголетнего значения, в июле 2019 г. выпало 69,8 %, в августе – 117,7 % от среднемноголетнего значения. Сентябрь отличался сильными дождями, в этом месяце выпало 55 и 54 мм осадков, что на 29,4 и 27,1 % в 2018 и 2019 гг. превыша-

ло норму. Для оценки условий увлажнения территории используется отношение количества осадков к испаряемости – гидротермический коэффициент (ГТК). Величина ГТК больше 1,6 характеризует избыточное увлажнение, 1,4-1,6 – достаточное, 1,2-1,4 – умеренное, 1,0-1,2 – недостаточное и менее 1,0 – характеризует засушливые условия. Гидротермический коэффициент за период вегетации 2018 г. составлял 0,59, за период вегетации 2019 г. 1,2 при норме 1,23. Вегетационный период 2018 г. можно охарактеризовать как неблагоприятный для выращивания ячменя, вегетационный период 2019 г. был более благоприятным.

Результаты и обсуждение. Сбор кормовых единиц зеленой массы и зерна зависел от сорта. В среднем за годы исследований максимальный сбор кормовых единиц обеспечили сорта Жихарь, Емеля и Красноярский 91 – 1087,0, 767,6 и 754,8 корм. ед./га. Эти сорта достоверно превысили контроль Биом на 368,9, 49,5 и 36,7 корм. ед./га соответственно. Максимальный сбор кормовых единиц зерна при двуукосном использовании обеспечивал сорт Жихарь – 3804,1 корм. ед./га, Красноярский 1 – 3766,4 корм. ед./га, и Емеля – 3483,1 корм. ед./га (табл. 1).

Таблица 1

Сбор кормовых единиц ячменя при двуукосном использовании, корм. ед./га

Сорт	2018 г.		2019 г.		Среднее	
	зерно	зеленая масса	зерно	зеленая масса	зерно	зеленая масса
Биом - контроль	3852	684,8	2867,6	751,4	3359,8	718,1
Уватский	4869	606,9	1626,4	304,3	3247,7	455,6
Жихарь	3692	578,0	3916,2	1596,0	3804,1	1087,0
Емеля	3371	554,2	3595,2	980,9	3483,1	767,6
Красноярский 91	3424	567,8	4108,8	941,8	3766,4	754,8
Ача	2943	591,6	1433,8	567,8	2188,4	579,7
Такмак	3531	615,8	1112,8	470,9	2321,9	543,4
Оленек	2675	574,6	995,1	297,5	1835,1	436,1
НСР ₀₅ А (год)	132,8	10,5	97,1	32,5	40,1	8,4
НСР ₀₅ Б (год)	-	-	-	-	80,1	16,8

При одноукосном использовании сбор кормовых единиц зерна составлял от 1827,9 корм. ед./га у сорта Емеля до 3628,5 корм. ед./га у Биома. При одноукосном использовании по сбору кормовых единиц ни один сорт не превысил контроль (табл. 2).

По сумме двух укосов превосходят контроль по сбору кормовых единиц сорта Жихарь, Красноярский 91 и Емеля, обеспечивающие прибавки сбора 863,5 корм. ед./га, 481 и 222,5 корм. ед./га соответственно (табл. 3).

Оценка сортов ярового ячменя в зависимости от способа использования показала прибавки сбора кормовых единиц у всех исследуемых сортов, за исключением сорта Оленек. Прибавки составили от 68,9 корм. ед./га у сорта Такмак до 2422,6 корм. ед./га у Жихаря (табл. 2).

Таблица 2

Сбор кормовых единиц зерна ячменя при одноукосном использовании, корм. ед./га

Сорт	2018 г.	2019 г.	Среднее
Биом - контроль	3338	3918,9	3628,5
Уватский	2279	2334,0	2306,5
Жихарь	1391	3758,4	2574,7
Емеля	1295	2360,7	1827,9
Красноярский 91	1873	5089,2	3481,1
Ача	1858	3149,8	2503,9
Такмак	4376	1217,1	2796,6
Оленек	3242	1016,5	2129,3
НСР ₀₅ А (сорт)	126,5	142,3	53,4
НСР ₀₅ Б (год)	-	-	106,8

Таблица 3

Вклад двуукосного использования в сбор кормовых единиц сортов ячменя (2018-2019 гг.)

Сорт	Сбор кормовых единиц, корм. ед./га		± к первому укос	
	за первый укос	за два укоса	корм. ед./га	%
Биом - контроль	3628,5	4028,0	399,5	11,0
Уватский	2306,5	3703,0	1396,5	60,5
Жихарь	2574,7	4891,5	2316,8	90,0
Емеля	1827,9	4250,5	2422,6	132,5
Красноярский 91	3481,1	4509,0	1027,9	29,5
Ача	2503,9	2788,0	284,1	11,3
Такмак	2796,6	2865,5	68,9	2,5
Оленек	2129,3	2121,3	-8,0	-0,4
НСР ₀₅ А (год)	53,4	41,3	-	-

Выводы. Таким образом, в условиях лесостепи Красноярского края, лучшими при одноукосном использовании являются сорта Биом и Красноярский 91, обеспечивающие сбор кормовых единиц 3628,5 и 3481,1 с га; при двуукосном – сорта Жихарь и Красноярский 91, прибавки к контролю Биом которых составили 863,5 и 481,0 корм. ед./га. Лучшими сортами для двуукосного использования являются Емеля и Жихарь, обеспечивающие прибавку сбора кормовых единиц к первому укос 132,5 и 90,0 %.

Список литературы

1. Байкалова Л.П., Кузьмин Д.Н. Технология производства зеленой массы из однолетних злаково-бобовых смесей при двуукосном использовании // Вестник КрасГАУ. 2013. № 6. С. 93-98.
2. Байкалова Л.П. Серые хлеба в восточной Сибири. Красноярск: изд-во КрасГАУ, 2012. 300 с.
3. Бугаев П.Д., Альбельхамид С.Э. Агротехнические приемы повышения урожайности и качества зерна ярового ячменя // Кормопроизводство. 2019. № 7. С. 28-33.
4. Грязнов А.А. Ячмень Карабалыкский (корма, крупа, пиво). Кустанай: Кустанайский печатный двор, 1996. 448 с.

АДАПТИВНОСТЬ СОРТОВ ГОРОХА ПОСЕВНОГО В КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Л. П. Байкалова¹, Ю. И. Серебренников²

¹Красноярский государственный аграрный университет
г. Красноярск, Российская Федерация,

²Уярский государственный сортоиспытательный участок
филиала Госсорткомиссии по Красноярскому краю,
Республике Хакасия и Республике Тыва,
п. Емельяново, Российская Федерация

Аннотация. *Повышение адаптивности гороха посевного, в связи с изменениями климата в последние годы, становится актуальной задачей. В процессе полевых исследований были выявлены сорта гороха с наибольшей адаптивной способностью, по показателю «урожайность», в условиях интенсивного земледелия. Получены данные о способности отдельных сортов гороха формировать высокую урожайность в различных метеоусловиях. Из 12 сортов гороха посевного по шести показателям адаптивности (b_i , S^2d , КМ, $Y_2 - Y_1$, H_{om} , КА) были выбраны 6 наиболее адаптивных. По b_i лучшими стали сорта Радомир, Варяг, Нордман и Ямальский 305. S^2d ближе к нулю у сортов Аннушка, Яхонт, Нордман, Светозар, Ямальский 305. Коэффициент мультипликативности (КМ) наивысший у сортов Радомир, Варяг, Нордман, Ямальский 305. $Y_2 - Y_1$ у сортов Кемчуг, Аннушка, Руслан, Светозар имеет меньший разрыв между максимальной и минимальной урожайностями. Меньше снижают урожайность в худших условиях выращивания сорта Кемчуг, Аннушка, Руслан, Шрек, Ямальский. КА наивысший у сортов Яхонт, Нордман, Томас, Шрек, Ямальский. В целом по комплексу показателей наиболее адаптивными в условиях интенсивного земледелия выделились сорта Аннушка, Нордман, Светозар, Томас, Ямальский 305 и Яхонт.*

Ключевые слова: горох, адаптивность, урожайность, коэффициент адаптивности, гомеостатичность, адаптивная способность.

ADAPTABILITY OF PEA VARIETIES IN THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

L. P. Baykalova¹, Yu. I. Serebrennikov²

¹Krasnoyarsk State Agrarian University,
Krasnoyarsk, Russian Federation,

²The Uyar state variety testing plot branch Gossortkomissiya
on Krasnoyarsk region, Republic Khakassia and Republic Tyva,
s. Emelyanovo, Russian Federation

Annotation: *rise adaptability pea, by reason changes of climate in last years, become urgent problem. In field experiments revealed the pea varieties with the greatest elasticity to index "yield" on the high farming. Taked data of ability separates pea varieties form high yield on the different weather conditions. From the 12 pea varieties by six index of adaptability (b_i , S^2d , КМ, $Y_2 - Y_1$, H_{om} , КА) chosen 6 most adaptive varieties. On b_i the best varieties Radomir, Varyag, Nordman and Yamalsky 305. CM highest at varieties Radomir, Varyag, Nordman, Yamalsky 305. $Y_2 - Y_1$ at varieties Kemchug, Annushka, Ruslan, Svetozar have lesser rupture between maximum and minimum yield. Smaller reduce the yield in the worst conditions growing varieties Kemchug, Annushka, Ruslan, Shrek, Yamalsky. CA highest at*

the varieties Yakhont, Nordman, Tomas, Shrek, Yamalsky. As a whole about the complex indexes most adaptive to prove oneself in the intensive agriculture varieties Annushka, Nordman, Svetozar, Tomas, Yamalsky 305 and Yakhont.

Keywords: pea, adaptability, yield, coefficient adaptability, homeostatic character, elasticity

Введение. Адаптивный сорт – сорт, приспособленный как к оптимуму, так и к минимуму и максимуму условий выращивания. Общепринятой мерой адаптивного потенциала сорта служит уровень его средней величины признака в различных по времени и месту условиях его возделывания. Если высокое среднее значение – результат высокой отзывчивости исключительно в благоприятных условиях, то такой сорт будет хуже сорта с лучшей адаптацией к неблагоприятным условиям [1; 2]. G. Wricke называет лучшими наиболее адаптивные сорта, имеющие минимальное взаимодействие со средой и высокую стабильность признака [3].

Материалы и методы. В процессе оценки сортов гороха использовались методики В.В. Хангильдина (Ном) [4], А.А. Животкова (КА) [5], В.А. Драгавцева (КМ) [6], S.A. Eberhart et W.A. Russell (b_i , S^2d , I_j) [7], Rossielle et Hamblin ($Y2 - Y1$, $(Y1 + Y2)/2$) [8], Г.Т. Селянинова (ГТК) [9] с применением компьютерной программы “Excel”. Объектами исследований выступили 12 сортов гороха посевного, преимущественно красноярской и алтайской селекций. Из 12 исследуемых сортов гороха Аннушка, Варяг, Кемчуг, Радомир, Руслан, Светозар, Томас, Шрек, Ямальский, Яхонт районированы в Красноярском крае. Нордман и Ямальский 305 на данный момент проходят государственное сортоиспытание. Полевые исследования проводили в 2017-2019 гг. на полях конкурсного сортоиспытания Уярского государственного сортоиспытательного участка (ГСУ), расположенного в Красноярской лесостепи Красноярского края. Почва представлена чернозёмом выщелоченным. Предшественник – яровая пшеница. Обработка почвы осуществлялась в соответствии с общепринятыми рекомендациями для данной зоны. Опыты закладывали в четырёхкратной повторности. Учётная площадь делянки – 25,0 м², размещение – методом рандомизации в пределах каждого повторения. Закладку опытов и наблюдения проводили в соответствии с методикой государственного сортоиспытания [10, 11]. Способ посева – рядовой. Норма высева – 1,2 млн всх. зёрен/га. Вносили удобрения: куриный помёт (60 т/га), N (44 кг/га), P₂O₅ (52 кг/га).

Результаты и обсуждение. Метеоусловия лет испытания отличались друг от друга. Самой прохладной декадой, в среднем за 3 года, была 2 декада мая (+7,5 °C), а самой тёплой – 3 декада июня (+21,4 °C) (рис. 1). Средняя температура за период «2 декада мая – 1 декада сентября» составила по годам: в 2017 г. – +16,9 °C, 2018 г. – +16,2 °C, в 2019 г. – +15,1 °C. Среднее за 3 года количество осадков было меньше всего в 1 декаде июня (4,4 мм), а больше всего – во 2 декаде августа (40,1 мм) (рис. 2). Средняя сумма за период «2 декада мая – 1 декада сентября» по годам составила: 2017 г. – 286,8 мм,

2018 г. – 130,5 мм, 2019 г. – 215,0 мм. Средний за 3 года гидротермический коэффициент (ГТК) наименьший – в 1 декаде июня (0,3), а наибольший – во 2 декаде августа (2,5) (рис. 3). ГТК в среднем за период «2 декада мая – 1 декада сентября» по годам составил: 2017 г. – 1,43, 2018 г. – 0,76, 2019 г. – 1,21. В 2018 г. период «3 декада июня – 3 декада июля» был засушливым.

Засушливые условия сложились в 2018 г., когда осадков не было на протяжении 33 дней – с 17 июня по 19 июля (если судить по внешнему виду растений). Хотя, на самом деле, было 2 сухих периода – 17 и 13 дней. Осадки 4 и 6 июля (4,0 и 6,0 мм соответственно) фактически не принесли улучшения ситуации, то есть растения их просто не заметили. Кроме июня-июля 2017 г., засушливые условия отмечались в августе 2018 г. и августе 2019 г.

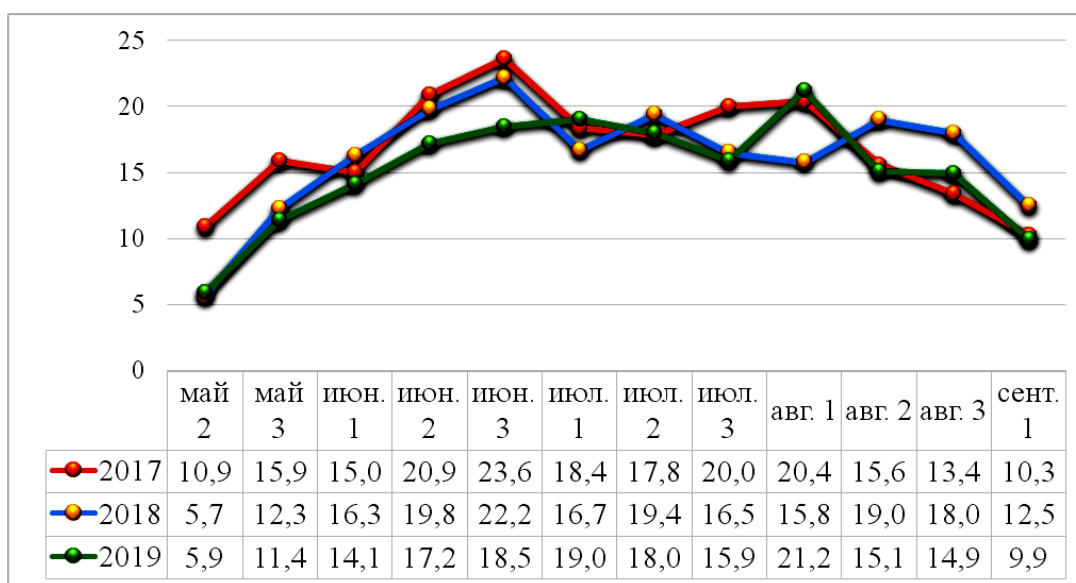


Рис. 1. Подекадный ход температур вегетационного периода на Уярском ГСУ в 2017-2019 гг., °С

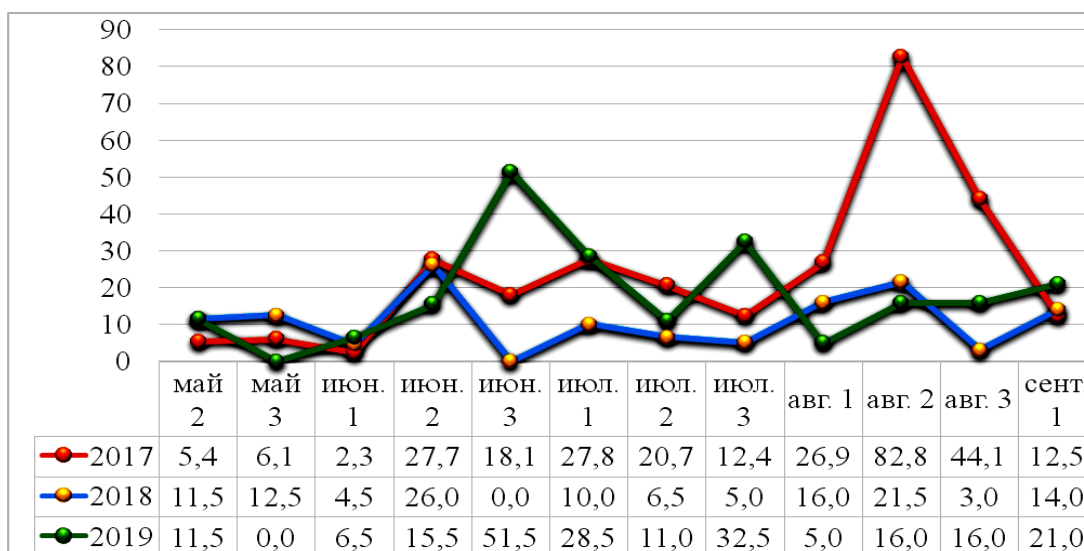


Рис. 2. Осадки по декадам вегетационного периода на Уярском ГСУ в 2017-2019 гг., мм

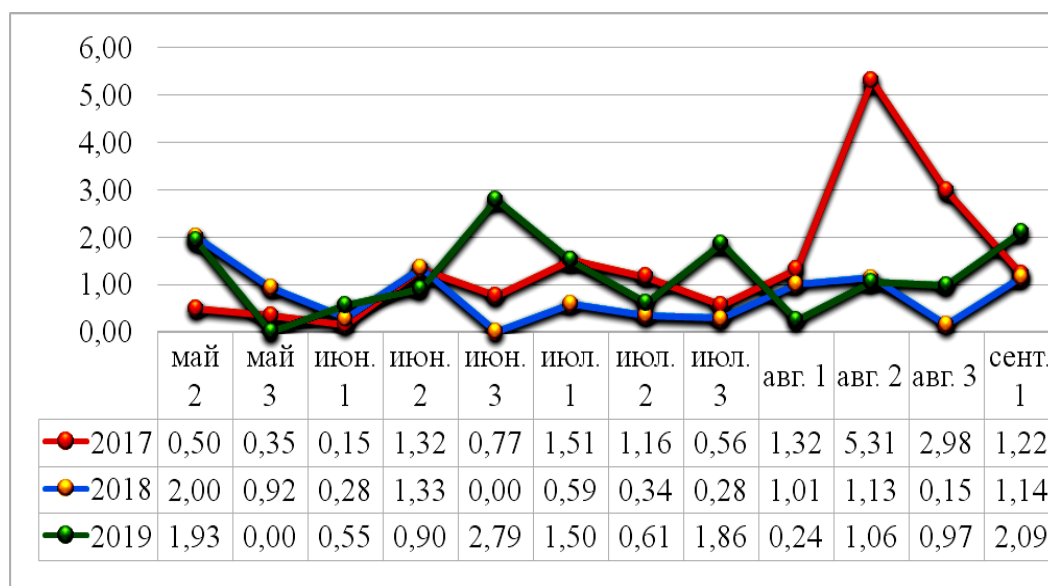


Рис. 3. Гидротермический коэффициент вегетационного периода на Уярском ГСУ в 2017-2019 гг.

Индекс условий среды по годам был различным: У1 соответствовал 2019 г. (0,731), а У2 – 2018 г. (-1,094) (рис. 4). При этом погодные условия лет исследований в целом соответствовали требованиям биологии исследуемой культуры.

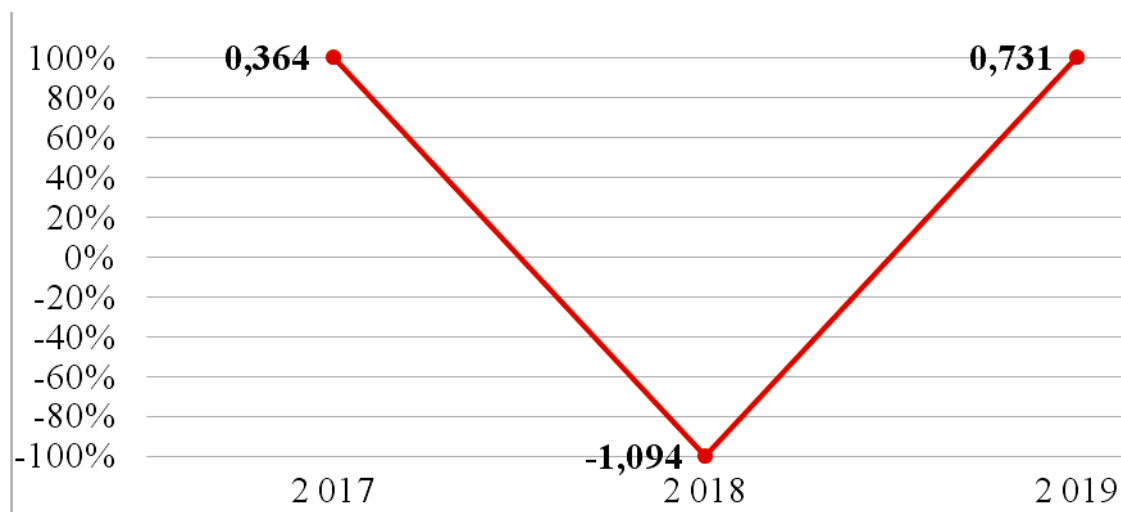


Рис. 4. Индекс условий среды

Из данных таблицы 1 видно, что самая высокая урожайность у сортов Томас (2,97 т/га), Шрек (2,64) и Ямальский (2,60 т/га). Средняя по опыту урожайность составила 2,26 т/га. В контрастные годы наибольшая урожайность получена у тех же сортов: Томас (2,99 т/га), Ямальский (2,72) и Шрек (2,54 т/га).

Согласно модели расчёта [7], наиболее ценными являются сорта, у которых $b_i > 1$, а S^2d стремится к нулю. Такие сорта относятся к высокоинтенсивным. Эти сорта отзывчивы на улучшение условий и характеризуются стабильными показателями. Сорта с высокими b_i и S^2d менее ценные, так как

у них высокая отзывчивость сочетается с низкой стабильностью показателей. Что касается сортов с низкими b_i (<1) и S^2d , стремящимся к 0, то они слабо реагируют на улучшение условий выращивания, но, в то же время, обладают высокой стабильностью показателя. В нашем списке к интенсивным относятся сорта Нордман, Светозар, Ямальский 305, Томас, Яхонт. К числу стабильных, имеющих лучшие результаты в неблагоприятные годы возделывания, относится только сорт Аннушка. У него $b_i < 1$, S^2d близок к 0. К числу отзывчивых на улучшение условий и нестабильных относятся сорта Кемчуг, Варяг, Радомир. У них $b_i < 1$, $S^2d > 0$. Руслан, Шрек, Ямальский слабо реагировали на улучшение внешних условий, но имели не стабильную урожайность в любых условиях ($b_i < 1$, $S^2d > 0$) (табл. 2).

Таблица 1

Урожайность сортов гороха, т/га

Сорт	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	(Y1 + Y2) / 2
Кемчуг (станд.)	2,34	1,66	1,81	1,94	1,74
Аннушка	2,30	2,20	2,27	2,26	2,24
Варяг	1,69	1,00	2,34	1,68	1,67
Нордман	2,89	1,52	3,16	2,52	2,34
Радомир	1,34	2,76	1,93	2,01	2,35
Руслан	2,05	1,69	1,70	1,81	1,70
Светозар	2,10	2,31	2,09	2,17	2,20
Томас	2,95	3,27	2,70	2,97	2,99
Шрек	2,84	2,68	2,40	2,64	2,54
Ямальский	2,36	2,58	2,85	2,60	2,72
Ямальский 305	2,42	1,40	2,75	2,19	2,08
Яхонт	2,33	2,79	2,05	2,39	2,42
Среднее по годам	2,30	2,16	2,34	2,26	-

Таблица 2

Показатели адаптивной способности сортов гороха

Сорт	b_i	S^2d	КМ	Y2 - Y1	H_{om}	КА
Кемчуг (станд.)	1,92	18,69	3,240	-1,50	250,05	0,855
Аннушка	0,47	0,12	1,471	-0,70	727,51	0,997
Варяг	6,60	8,64	9,912	-13,40	20,98	0,740
Нордман	9,10	0,21	9,169	-16,40	38,82	1,114
Радомир	-6,03	34,11	7,788	-8,30	-48,68	0,888
Руслан	0,74	7,38	1,927	-0,10	3288,18	0,801
Светозар	-1,27	0,07	2,329	-2,20	-213,38	0,957
Томас	-2,86	1,09	3,177	-5,70	-155,10	1,313
Шрек	-0,79	8,77	1,673	-2,80	-248,91	1,166
Ямальский	0,63	11,31	1,548	-2,70	249,73	1,147
Ямальский 305	7,28	0,21	8,530	-13,50	35,53	0,967
Яхонт	-3,80	1,03	4,598	-7,40	-77,19	1,055

КМ (коэффициент мультипликативности) – причастность увеличения среднего признака сорта к среднему уровню признака в экологическом векторе. Он позволяет сравнивать изменчивость признаков [12]. Чем выше его величина, тем сильнее растёт урожайность в любых условиях выращивания. По КМ к интенсивным сортам можно отнести Кемчуг, Варяг, Нордман, Радомир, Томас, Ямальский 305 и Яхонт. Они обладают высокой отзывчивостью на улучшение условий выращивания. Остальные сорта лучше переносят ухудшение метеоусловий.

У2-У1 (стрессоустойчивость) имеет отрицательный знак. Чем меньше разрыв между максимальной и минимальной урожайностями, тем выше стрессоустойчивость сорта и шире диапазон его приспособительных возможностей [13]. Наибольшей стрессоустойчивостью обладали сорта Кемчуг, Аннушка, Руслан, Светозар, Шрек, Ямальский.

По мнению [4], мерой гомеостаза служит способность меньше снижать урожайность в результате ухудшения условий выращивания. Но в нашем случае наивысший у сортов Кемчуг, Аннушка, Руслан, Ямальский. Гомеостатичность у них составила 249,73-3288,18. Особенно, на общем фоне, выделился сорт Руслан. Только у него H_{om} превысил 1000.

КА рассчитывается как отношение урожайности каждого сорта к среднесортовой урожайности сорта в опыте. Наиболее адаптивны в наших исследованиях сорта Нордман, Томас, Шрек, Ямальский, Яхонт.

Для обобщения полученных результатов был использован принцип ранжирования сортов по показателям, и проведена оценка по сумме рангов, полученной каждым сортом. 1 ранг наиболее высокий в данной ситуации, а 12 – наиболее низкий. В наших исследованиях наибольшей устойчивостью к изменениям условий выращивания обладали сорта Аннушка, Нордман, Светозар, Томас, Ямальский 305, Яхонт (табл. 3). Суммарный ранг у них составляет 32-37.

Таблица 3

Ранжирование сортов гороха по показателям адаптивности

Сорт	b_i	S^2d	КМ	У2 - У1	H_{om}	КА	Сумма
Кемчуг (станд.)	7	10	6	3	3	10	39
Аннушка	12	2	12	2	2	6	36
Варяг	3	7	1	10	12	12	45
Нордман	1	3	2	12	10	4	32
Радомир	4	11	4	9	9	9	46
Руслан	10	6	9	1	1	11	38
Светозар	8	1	8	4	6	8	35
Томас	6	5	7	7	7	1	33
Шрек	9	8	10	6	5	2	40
Ямальский	11	9	11	5	4	3	43
Ямальский 305	2	3	3	11	11	7	37
Яхонт	5	4	5	8	8	5	35

Заключение. Таким образом, можно сделать вывод о том, что сорта Аннушка, Нордман, Светозар, Томас, Ямальский 305 и Яхонт обладают наибольшей адаптивной способностью.

Список литературы

1. Пономарёва М.Л., Пономарёв С.Н., Маннапова Г.С., Гильмуллина Л.Ф. Особенности селекции озимой ржи на адаптивность в Республике Татарстан // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 5. С. 11-14.
2. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В. Селекция зернофуражной озимой ржи // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 6. С. 31-34.
3. Wricke G. Über eine Methode zur Erfassung der Ökologischen Streubreite in Feldversuchen // Z. Pflanzenzuchtung, 1962. V. 47. P. 92-93.
4. Хангильдин В.В. Гомеостаз компонентов урожая зерна и предпосылки к созданию модели сорта яровой пшеницы // Генетический анализ количественных признаков растений. Уфа: БФ АН СССР, 1979. С. 5-39.
5. Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайности» // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3-6.
6. Драгавцев В.А., Цильке Р.А., Рейтер Б.Г. Генетика признаков продуктивности яровой пшеницы в Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1984. 230 с.
7. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Science. 1966. V. 6. No. 1. P. 36-40.
8. Rossielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects selection for yield in stress and non-stress environments // Crop Science. 1981. No. 6. P. 21.
9. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 169-178.
10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. Выпуск первый. М.: Колос, 1985. 269 с.
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. Выпуск второй. М.: Колос, 1989. 195 с.
12. Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Сравнительная оценка адаптивного потенциала сортов озимой ржи по признаку «содержание белка в зерне» в условиях Ленинградской области // Евразийский союз учёных. 2020. № 1-3 (70). С. 37-43.
13. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2005. № 6. С. 49-53.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ КАРТОФЕЛЯ

О. Н. Башлакова¹, Н. Ф. Синцова²

¹Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого, г. Киров, Российская Федерация,

²Фаленская селекционная станция – филиал ФАНЦ
Северо-Востока, п. Фаленки, Кировская область,
Российская Федерация

Аннотация. В 2017-2019 гг. на базе ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока была проведена оценка и агроэкологическое испытание перспективных селекционных номеров картофеля. Целью исследования стало выделение образцов с высокой ранней продуктивностью и конечной урожайностью, привлекательным видом клубней и высокой степенью устойчивости к основным заболеваниям картофеля. В качестве объекта исследования были использованы 8 селекционных номеров, созданных на Фаленской селекционной станции – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока: 27-07 (165-00 x 282-97), 62-08 (9326-2 x Жуковский ранний), 90-09 (194-00 x 45-7-17), 109-11 (183-05 x Дина), 170-08 (Сьерра x 93.14-99), 172-11 (59-6-33 x Лазарь), 179-10 (Дина x 45-7-17), 455-08 (591m-62 x Дубрава). В качестве стандарта использовали районированный на территории Кировской области сорт картофеля Невский. Оценка номеров картофеля была проведена согласно методическим указаниям по технологии селекционного процесса: фенологические наблюдения, продуктивность растений в динамике, конечная урожайность. По комплексу признаков выделились номера 90-09, 170-08 и 179-10 с ранней урожайностью 16,4-17,2 т/га, коэффициентом адаптивности выше 1 и высокой степенью устойчивости к фитофторозу.

Ключевые слова: *solanum tuberosum*, селекционный образец, продуктивность, урожайность, агроэкологическое испытание, коэффициент адаптивности.

AGRI-ENVIRONMENT TESTING OF BREEDING SPECIMENS OF POTATOES

O. N. Bashlakova¹, N. F. Sintsova²

¹Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

²Falenkian Selection Station - branch of FARC of the North-East,
Falenki, Russian Federation

Annotation: In 2017-2019, an assessment and agroecological testing of promising potato breeding numbers was carried out on the basis of the FGBNU of the North-East Federal center. The aim of the study was to identify samples with high early productivity and final yield, an attractive type of tubers and a high degree of resistance to the main diseases of potatoes. As the object of research, 8 selection numbers were used, created at the Falenki breeding station — FGBNU FANC of the North-East: 27-07 (165-00 x 282-97), 62-08 (9326-2 x Zhukovsky early), 90-09 (194-00 x 45-7-17), 109-11 (183-05 x Dina), 170-08 (Sierra x 93.14-99), 172-11 (59-6-33 x Lazarus), 179-10 (Dina x 45-7-17), 455-08 (591m-62 x Dubrava). As a standard, the Nevsky potato variety zoned in the Kirov region was used. The evaluation of potato numbers was carried out according to the methodological guidelines for the technology of potato selection process: phenological observations, plant productivity in dynamics, and final

yield. The numbers 90-09, 170-08, and 179-10 with early yields of 16.4-17.2 t/ha, an adaptability coefficient above one, and a high degree of resistance to late blight were distinguished by the set of characteristics.

Keywords: *solanum tuberosum, selection sample, productivity, yield, agroecological test, adaptability coefficient.*

Введение. В отечественном картофелеводстве сорт выступает как самостоятельный фактор повышения урожайности и качества клубней и имеет определяющее значение для получения высоких урожаев культуры. Выбранный сорт, по мнению ученых, должен сочетать в себе большое количество ценных признаков и «при выведении сортов селекционеру приходится считаться с требованиями рынка, включительно до предрассудков, рутины и капризов потребителя». Сорта должны быть пластичны, давать высокие урожаи даже при воздействии неблагоприятных факторов, а также быть пригодными для современного интенсивного уровня их возделывания [1, 2]

Большое значение для получения высоких и стабильных урожаев картофеля в условиях Волго-Вятского региона имеет применение в производстве сортов преимущественно раннего и среднераннего сроков созревания. Создание новых сортов картофеля, адаптированных к местным климатическим и почвенным условиям, является стратегически важной задачей для развития картофелеводства в регионе.

Материалы и методы. Объектом исследований являлся гибридный материал картофеля, созданный в филиале ФАНЦ Северо-Востока — Фаленской селекционной станции, который был использован для закладки питомников экологического испытания в 2017-2019 гг. на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока. За стандарт взят районированный сорт Невский. Наблюдения и учеты проводили согласно "Методике исследований по культуре картофеля" [3]. Испытание селекционных номеров осуществляли согласно методическим указаниям по технологии селекционного процесса картофеля в четырехкратной повторности на двухрядковой делянке по 60 клубней при схеме посадки 70х30 см. Общая площадь делянки – 12,6 м² [3, 4]. Оценку фитофтороустойчивости на естественном агрофоне проводится по 9-балльной шкале Международного классификатора СЭВ, где 9 баллов – очень высокая устойчивость, 1 балл – отсутствие устойчивости [5]. Соответствие качества семенных клубней согласно ГОСТ 33996-2016 [6]. Учет урожая – сплошной поделяночный. Урожайность и фракционный состав оценивали на 65-й и 85-й дни после посадки. Статистическая обработка полученных данных методом дисперсионного анализа с использованием пакета программы “Agros” [7].

Результаты и обсуждение. По результатам фенологических наблюдений в питомнике экологического испытания в 2017 году всходы картофеля появились на 23-28 день в зависимости от генотипа, в 2018 – на 27-35 день, в 2019 г. – на 16-21 день. Продолжительность периода «посадка-бутонизация» составила 42-49 дней в 2017 году, в 2018 г. – 38-50 дней, в 2019 г. – 33-38 дней. Период «посадка-цветение» в 2018 году составил 49-63 дня,

в 2018 г. – 50-64 дня, в 2019 г. – 51-61 день. Общий период вегетации (от посадки до уборки) в 2017-2018 гг. составил 91 день, в 2019 г. – 102 дня.

Метеорологические условия в годы испытаний в целом соответствовали климатическим условиям Кировской области (табл. 1).

Таблица 1

Метеорологические данные за 2017-2019 гг.

Месяц	Температура воздуха, °С			Осадки					
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.		2018 г.		2019 г.	
				мм	% от нормы	мм	% от нормы	мм	% от нормы
Май	7,6	11,6	13,6	56	102	36	64	38	68
Июнь	13,7	14,4	15,8	88	126	85	122	93,7	134
Июль	17,6	20,6	16,1	159	189	114	135	57,1	68
Август	17,1	16,6	13,4	39	55	62	87	63	88

Посадку клубней ежегодно проводили в хорошо прогретую почву с дефицитом влаги, за исключением 2017 года. Высокая влагообеспеченность июня во все годы испытаний положительно сказывалась на формировании клубней — их завязалось много. Избыток осадков июля в 2017 и 2018 гг. наоборот отрицательно повлиял на товарность — на клубнях образовались ростовые трещины в результате переуплотнения почвы.

Оценивая новые селекционные образцы по комплексу признаков, следует выделить один из важных — оценка стартового развития растений и способность их формировать раннюю продуктивную урожайность. Для этого на 65-ый день от посадки в питомнике проводили пробные копки (по 5 кустов в каждом рядке). При этом учитывается количество клубней с одного куста, их вес. Расчетным путем определяется урожайность в тоннах с гектара на 65-ый день от посадки. Эта величина позволяет сделать выводы о том, насколько пригоден сорт для использования на раннюю продукцию (табл. 2).

Оценка исследуемых селекционных образцов показала, что номера 90-09, 170-08 и 179-10 достоверно превышают сорт Невский по ранней продуктивной урожайности и могут быть рекомендованы как сорта с возможностью возделывания на раннюю продукцию с урожайностью 16,4-17,2 т/га. Степень устойчивости растений к фитофторозу оценивали визуально. В результате в среднем за 2017-2019 гг. все исследуемые образцы проявили среднюю (5 баллов) и относительно высокую (7 баллов) степень устойчивости — от 25 до 50 % поражения поверхности листьев.

Данные по общей урожайности (табл. 3) позволяют сделать вывод о том, что наибольшая величина урожая получена в 2019 году (в среднем по сортообразцам 25,4 т/га). Анализ данных показал, что общая урожайность была на уровне или выше стандарта Невский, однако, ни один исследуемый образец не превысил его достоверно. Максимальная урожайность (в среднем за 2017-2019 гг.) отмечена у номера 179-10 — 23,6 т/га

Таблица 2

Продуктивность селекционных образцов (2017-2019 гг.)

Селекционный номер	Количество клубней, шт./куст	Масса клубней, г/куст	Урожайность, т/га	Устойчивость к фитофторозу по ботве, балл
	на 65-ый день			
Невский st	9,0	386,7	11,6	7
27-07	9,3	454,0	13,6	5-7
62-08	7,3	304,7	9,1	7
90-09	10,7	478,8	17,0*	5-7
109-11	9,7	339,2	14,6	7
170-08	11,0	547,8*	16,4*	7
172-11	8,3	364,2	10,9	7
179-10	10,7	423,2	17,2*	5-7
455-08	13,3*	440,2	13,2	7
НСР ₀₅	4,05	122,0	3,6	-

* уровень вероятности $P > 0,95$

Таблица 3

Урожайность селекционных образцов, т/га (2017-2019 гг.)

Селекционный номер	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	Товарность, %	Коэффициент адаптивности, Ка
Невский st	16,4	15,3	21,7	17,8	97,7	0,89
27-07	20,7	14,9	22,2	19,3	97,4	0,98
62-08	11,6	18,8	22,9	17,8	97,2	0,87
90-09	19,4	20,4	28,1	22,6	98,2	1,13
109-11	17,1	19,2	26,2	20,8	97,6	1,03
170-08	21,3	17,1	30,9	23,1	97,4	1,14
172-11	11,2	21,3	17,1	16,5	98,2	0,83
179-10	16,2	23,9	30,7	23,6	97,9	1,16
455-08	13,7	14,1	28,9	18,9	97,9	0,91
НСР ₀₅	-	-	-	6,0	-	-
Среднее, т/га	16,3	18,3	25,4	20,0	-	-

При оценке экологической пластичности выделились номера 90-09, 109-11, 170-08 и 179-10 с коэффициентом адаптивности выше единицы, что может указывать на их способность формировать высокий урожай в относительно нестабильных условиях. Оценивали образцы также по товарности – наличие в уборочной пробе клубней диаметром не менее 30 мм и весом не менее 40 г. В результате все номера обладают высокой товарностью 97,2-98,2 %.

Заключение. Таким образом, по комплексу признаков можно выделить селекционные номера картофеля 90-09, 170-08 и 179-10 как перспективные для создания сортов для возделывания на раннюю продукцию, с высокой продуктивностью и товарностью клубней и способностью формировать высокий урожай в различные по метеорологическим условиям годы.

Список литературы

1. Макаров В.И., Хлопюк М.С. Оценка сортов картофеля // Картофель и овощи. 2017. №8. С. 31-33.
2. Чамышев А.В. Академик Н.И. Вавилов и развитие отечественного картофелеводства // Картофель и овощи. 2018. №2. С. 32-33.
3. Симаков Е.А., Складорова Н.П., Яшина И.М. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. 70 с.
4. Методика оценки сортов на отличимость, однородность и стабильность на основе методик UPOV/23/5. Официальный бюллетень Госкомиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений, РФ, №6, 2002.
5. Воловик А.С., Трофимец Л.Н., Долягин А.Б., Глез В.М. Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету. Издательство ВНИИКС РАСХН.: М., 1995. 105 с.
6. ГОСТ 33996-2016. Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества. М.: Стандартинформ, 2017. 31 с.

УДК 631.527:633.11«321»:581.192

ПРОБЛЕМА СОВМЕЩЕНИЯ ВЫСОКОГО СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА И МАССЫ 1000 ЗЕРЕН В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Л. В. Волкова

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

Аннотация. Проведено изучение исходных форм и гибридных комбинаций F_2 - F_4 яровой мягкой пшеницы по содержанию белка и массе 1000 зерен в контрастные по погодным условиям годы. Масса 1000 зерен у гибридов обладала высокой генотипической обусловленностью, о чем свидетельствует значительный вклад генотипа в признак (58,8 %), слабое влияние условий года (19,5 %) и низкий коэффициент фенотипического варьирования по годам ($V = 1,5...6,1$ %). Наследование признака происходило по типу лучшего родителя, вклад исходных компонентов составил 77 %. Получены гибриды Новосибирская 44 х Актюбе 92 и Hoffman х Лубинка с достоверно высокой массой 1000 зерен по отношению к стандарту Баженка. На содержание белка в зерне значительное влияние оказывали условия внешней среды (84,9 %), влияние генотипа было низким (4,6 %). Сильное сезонное варьирование ($V = 19,4...28,2$ %) осложняло адекватную оценку и отбор перспективных по содержанию белка гибридных комбинаций. Преобладало промежуточное наследование или наследование по типу одного из родителей, вклад родительских форм в проявление признака у гибридов составил 45 %. Содержание белка на уровне ценной пшеницы Баженка формировали гибриды с участием сортов Актюбе 92 и Актюбе 3 (Казахстан). С помощью парного корреляционно-регрессионного анализа выявлена обратная зависимость содержания белка от

массы 1000 зерен, которая усиливалась в неблагоприятный год с избытком осадков, когда крупнозерные генотипы характеризовались более низким содержанием белка. У гибридов с повышением массы 1000 зерен на 1,0 г, содержание белка снижалось в среднем на 0,12 %; у сортов – соответственно на 0,10 %. Для включения в селекционный процесс рекомендованы гибриды Новосибирская 44 х Актыубе 92 и Башкирская 28 х Актыубе 92 с сочетанием обоих признаков на высоком уровне.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, гибрид, наследование, масса 1000 зерен, содержание белка

THE PROBLEM OF COMBINING THE HIGH CONTENT OF PROTEIN AND OF 1000-GRAIN MASS IN SPRING WHEAT BREEDING

L. V. Volkova

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

Annotation. The initial forms and hybrid combinations of F_2 - F_4 spring soft wheat were studied in terms of protein content and weight of 1000 grains in contrasting weather conditions. The mass of 1000 grains in hybrids had a high genotypic condition, as evidenced by the significant contribution of the genotype to the trait (58.8 %), the weak influence of the conditions of the year (19.5 %) and the low coefficient of phenotypic variation over the years ($V = 1.5...6,1$ %). Inheritance of the trait occurred according to the type of the best parent, the contribution of the initial components was 77 %. Hybrids *Novosibirskaya 44* x *Aktyube 92* and *Hoffman* x *Lubninka* with a reliably high mass of 1000 grains with respect to the *Bazhenka* standard were obtained. The protein content in the grain was significantly affected by environmental conditions (84.9 %), the influence of the genotype was low (4.6 %). Strong seasonal variation ($V = 19.4...28.2$ %) made it difficult to adequately assess and select hybrid combinations promising for protein content. Prevailing intermediate inheritance or inheritance by type of one of the parents, the contribution of parental forms to the manifestation of the trait in hybrids was 45 %. The protein content at the level of valuable *Bazhenka* wheat was formed by hybrids with the participation of *Aktyube 92* and *Aktyube 3* varieties (Kazakhstan). Using pair correlation and regression analysis, an inverse dependence of the protein content on the mass of 1000 grains was revealed, which intensified in an unfavorable year with an excess of precipitation, when coarse-grained genotypes were characterized by lower protein content. In hybrids with an increase in the mass of 1000 grains per 1.0 g, the protein content decreased on average by 0.12 %; in varieties, respectively, by 0.10 %. For inclusion in the breeding process, the recommended hybrids *Novosibirskaya 44* x *Aktyube 92* and *Bashkirskaya 28* x *Aktyube 92* with a combination of both characters at a high level.

Keywords: spring soft wheat, hybrid, heritability, mass of 1000 grains, protein content

Введение. Создание и внедрение в производство новых сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) с высокими показателями урожайности и качества зерна – важное условие интенсификации земледелия. Одним из резервов повышения продуктивности является селекция на увеличение массы 1000 зерен. Формирование крупного зерна служит компенсаторным механизмом, обеспечивающим стабилизацию урожайности. Особую актуальность этот признак приобретает при воздействии биотических и абиотических стрессов в первой половине вегетации, приводящих к снижению числа продуктивных побегов или количества зерен в колосе. Крупность зерна –

один из наиболее доступных структурных признаков для проведения индивидуального отбора в ранних поколениях расщепляющихся гибридов, поскольку мало подвержен влиянию условий среды и характеризуется высокими значениями коэффициента наследуемости [1, 2, 3].

Содержание белка в зерне пшеницы – один из важнейших критериев оценки качества пшеницы на мировом рынке. В России производство пшеницы растет, но ее качество снижается [4]. Причины снижения – почти повсеместное падение уровня интенсивности возделывания пшеницы, уменьшение доз вносимых удобрений и средств защиты растений, снижение качества высеваемых семян, медленное внедрение новых сортов, затягивание сроков уборки урожая [5]. В Волго-Вятском регионе низкое накопление белка в зерне пшеницы, наряду с вышеперечисленными факторами, обусловлено специфическими почвенно-климатическими условиями [6]. Несмотря на сильную модификационную изменчивость данного признака, наследуемость его в отдельных популяциях довольно высокая, что говорит об эффективности отборов, которые можно начинать в ранних гибридных поколениях [7].

Селекция на одновременное повышение белковости и крупности зерна осложняется наличием отрицательных корреляций, связанных с генетическими (сцепление генов) и физиологическими факторами. Темпы накопления клейковинных белков у растений замедлены по сравнению со скоростью накопления крахмала, поэтому содержание белка зависит от крупности зерна – чем оно мельче, тем выше содержание белка [8, 9]. Обратная зависимость более четко проявляется, когда различия в белковости зерна обусловлены генотипом растения [10]. Эти связи можно преодолеть с помощью удачного подбора родительских пар, изучения наследования данных признаков, тщательных селекционных проработок полученного гибридного материала в конкретных почвенно-климатических условиях [11].

Цель исследования – определить особенности наследования массы 1000 зерен и содержания белка у гибридов яровой пшеницы второго-четвертого поколений в разные по метеорологическим условиям годы, оценить возможность совмещения признаков на высоком уровне.

Материалы и методы. Исследования проведены в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) в 2016-2018 гг. Методом внутривидовых скрещиваний получено семь гибридных комбинаций с участием сортов Новосибирская 44, Баганская 95, Лубнинка (Россия, Новосибирская обл.), Линия 3672h (Россия, Иркутская обл.), Башкирская 28 (Россия, Башкортостан), Актюбе 3, Актюбе 92 (Казахстан), Hoffman (Канада), Nandu (Германия). Гибридные популяции F₂, F₃, F₄ и родительские сорта изучали соответственно в 2016, 2017, 2018 гг. в двух повторениях на делянках площадью 0,45 м² при норме высева 5 млн всхожих зерен на 1 га. В качестве стандарта использовали ценный по качеству сорт Баженка, районированный по Волго-Вятскому региону. Содержание белка определяли на приборе «Inframatic 8620», массу 1000 зерен – по ГОСТ 10842-89. Дисперсионный и регрессионный анализы выполняли по [12], влияние факторов на степень развития признаков рассчитывали

по [13]. Коэффициенты корреляции (r) рассчитывали при численности выборки $n = 7$ (гибриды), $n = 10$ (сорта) соответственно значимыми считали значения $\geq 0,75$ и $\geq 0,63$ при 5 % уровне значимости.

Результаты и обсуждение. Метеорологические условия в годы проведения полевых опытов существенно различались по температурному и водному режимам в период формирования изучаемых признаков (X-XII этапы органогенеза). Высокую среднесуточную температуру воздуха и существенный дефицит осадков наблюдали в 2016 году, пониженную температуру воздуха в сочетании с избытком осадков – в 2017 году, теплую и умеренно влажную погоду – в 2018 году.

Среднее за 2016-2018 гг. значение массы 1000 зерен у стандарта составило 36,3 г, в гибридных популяциях этот показатель варьировал в пределах от 34,4 до 40,4 г, у родительских сортов – от 31,2 до 43,2 г (табл. 1).

Таблица 1

Масса 1000 зерен у гибридов F₂-F₄ и исходных форм (среднее за 2016-2018 гг.)

Комбинация скрещивания	Масса 1000 зерен, г			V, %
	материн- ская форма	отцовская форма	гибрид	
Баженка – стандарт	-	36,3	-	5,0
Новосибирская 44 х Актюбе 92	40,8*	35,7	39,6*	6,1
Башкирская 28 х Актюбе 92	38,4	35,7	38,1	4,5
Баганская 95 х Новосибирская 44	36,7	40,8*	40,4*	5,1
Баганская 95 х Актюбе 3	36,7	35,8	37,5	5,9
Актюбе 3 х Линия 3672h	35,8	31,2	37,0	2,9
Nandu х Линия 3672h	35,4	31,2	34,4	3,0
Hoffman х Лубнинка	43,2*	38,6	39,7*	1,5
Среднее в опыте	38,2	35,6	38,1	4,3

* - значимое превышение над стандартом

Достоверно превышали стандарт сорта: Новосибирская 44, Hoffman; гибриды Новосибирская 44 х Актюбе 92, Баганская 95 х Новосибирская 44, Hoffman х Лубнинка ($НСР = 2,5$; $F_{05} = 18,1$). В большинстве комбинаций скрещивания родительские компоненты достоверно различались по массе 1000 зерен, наследование признака происходило, как правило, промежуточно, с отклонением в сторону лучшего родителя. Исключение составляли комбинации Баганская 95 х Актюбе 3 и Актюбе 3 х Линия 3672h, превышающие исходные сорта на 2,2...18,6 %. Коэффициент корреляции между средними значениями исходных сортов и образованных от них гибридов был достоверно высоким ($r = 0,88$). Таким образом, масса 1000 зерен полученных потомств на 77 % была детерминирована родительскими компонентами, и для получения нужного результата рекомендуется использовать в скрещиваниях крупнозерные источники. Низкий коэффициент варьирования признака по годам ($V = 1,5...6,1$ %) и незначительное влияние условий года (19,5 %) по

сравнению с вкладом генотипа (58,8 %) свидетельствуют о возможности прогнозирования уровня признака у гибридов, начиная со второго поколения. Хотя межсортовые различия по содержанию белка достоверны ($НСР = 1,4 \%$; $F_{05} = 18,5$), обращает на себя внимание значительное влияние внешней среды на этот признак (84,9 %) и слабое влияние генотипа (4,6 %). Коэффициент варьирования по годам в зависимости от гибридной комбинации составлял 19,4...28,2 % (табл. 2). Причиной сильного сезонного варьирования признака являлись контрастные погодные условия в 2016 и 2017 годах. Ни у одного из изучаемых генотипов не отмечено достоверного превышения над сортом Баженка, являющегося ценной по качеству пшеницей. Содержание белка существенно ниже стандарта формировали материнские формы Nandu и Hoffman.

Таблица 2

**Содержание белка в зерне у гибридов F_2 - F_4 и исходных форм
(среднее за 2016-2018 гг.)**

Комбинация скрещивания	Содержание белка, %			V, %
	материнская форма	отцовская форма	гибрид	
Баженка – стандарт	-	9,8	-	24,6
Новосибирская 44 х Актюбе 92	8,5	9,5	9,5	25,7
Башкирская 28 х Актюбе 92	9,6	9,5	9,5	19,4
Баганская 95 х Новосибирская 44	9,3	8,5	8,5	26,9
Баганская 95 х Актюбе 3	9,3	9,6	9,7	26,1
Актюбе 3 х Линия 3672h	9,6	9,0	9,3	28,2
Nandu х Линия 3672h	8,4*	9,0	9,3	25,8
Hoffman х Лубнинка	8,0*	9,0	8,6	24,3
Среднее в опыте	9,0	9,2	9,2	25,1

* - значимо ниже стандарта

Вклад родительских компонентов в содержание белка у гибридов был ниже по сравнению с массой 1000 зерен и составлял 45 %. Характер наследования зависел от комбинации скрещивания и поколения гибридов, в основном преобладало промежуточное наследование или наследование по типу одного из родителей. Лишь одна комбинация – Nandu х Линия 3672h ежегодно превышала лучшего родителя на 1...7 %. Высокое содержание белка, кроме стандарта, было также характерно для казахстанских сортов Актюбе 92 и Актюбе 3, а также гибридов с их участием.

В период созревания зерна, при формировании белкового и углеводного комплексов, условия внешней среды влияют на клеточные процессы у всех генотипов, но при этом проявляются генетические различия, определяющие реализацию потенциала сорта [4]. В селекции на совмещение высокого содержания белка и крупности зерна необходимо учитывать влияние факторов среды в нескольких поколениях гибридов, поскольку изменение условий приводит к смене рангов изучаемых генотипов [14] и усложняет их адекватную оценку.

Генотипические различия гибридных комбинаций по двум изучаемым признакам в большей степени проявились в жаркий и засушливый 2016 год. Средние по опыту значения массы 1000 зерен составили 39,4 г, лимиты 35,2...42,8 г, содержание белка – 11,3 %, лимиты 9,6...12,1 %. К лучшим в 2016 году можно отнести комбинацию Новосибирская 44 х Актюбе 92, сочетающую оба признака на высоком уровне (соответственно 41,6 г и 11,9 %). В 2017 году основными лимитирующими факторами, действующими на растения пшеницы во вторую половину вегетации, были избыток осадков и пониженная температура воздуха, что негативно повлияло на накопление белка в зерне, которое в среднем составило 6,8 % (5,9...7,7 %). Масса 1000 зерен снизилась в среднем до 37,3 г (34,7...40,3 %). Преимущество сохранила комбинация Новосибирская 44 х Актюбе 92 (40,3 г и 7,0 %), также выделялась комбинация Башкирская 28 х Актюбе 92 (38,0 г и 7,7 %). В 2018 году период налива и созревания зерна проходил в типичных для Волго-Вятского региона условиях. Содержание белка у гибридов составило 9,8 % (9,5...10,5 %), масса 1000 зерен – 36,9 г (33,2...39,6 г). По сочетанию крупности и белковости зерна отличались Баганская 95 х Актюбе 3 (37,6 г и 10,5 %) и Hoffman х Лубнинка (39,0 г и 10,0 %). Ранее выделенные комбинации имели показатели, близкие к среднему в опыте. О реакции гибридов на условия выращивания можно судить по коэффициенту вариации в средах: наибольшей стабильностью по белку характеризовалась комбинация Башкирская 28 х Актюбе 92, по массе 1000 зерен – Hoffman х Лубнинка.

Наследуемость признака в узком смысле слова оценивается по коэффициенту корреляции между одноименными оценками разных поколений. Если изучаемые гибридные популяции выращены в контрастные по погодным условиям сезоны вегетации, наследуемость по признакам качества зерна оказывается низкой [11, 15]. В наших исследованиях корреляция между поколениями F_2 , F_3 , F_4 по массе 1000 зерен была высокая во всех случаях ($r = 0,64...0,86$), тогда как по содержанию белка – лишь между поколениями F_2 и F_3 ($r = 0,66$).

Поскольку в комбинационной селекции наиболее трудной задачей является сочетание хозяйственно ценных признаков на высоком уровне, большое значение в теоретических исследованиях и селекционной практике отводится прогнозированию результатов с помощью парного корреляционно-регрессионного анализа (табл. 3).

Значения коэффициентов корреляций между массой 1000 зерен и содержанием белка в отдельные годы изменялись в пределах от 0,23 до -0,75 и зависели как от погодных условий вегетации, так и от исследуемого материала. Известно, что стрессовые условия лимитируют развитие какого-либо признака, тем самым усиливая его корреляционные взаимосвязи с другими признаками. Как было отмечено ранее, более выраженную реакцию на условия среды наблюдали по содержанию белка, следовательно, в неблагоприятных по накоплению белка условиях (2017 г.) отрицательная связь усиливалась до достоверных значений, но это было характерно лишь для исходных

сортов. У гибридов корреляция была недостоверной во все годы исследования. В оптимальном 2018 году значения парных корреляций и, соответственно, коэффициентов детерминации были низкими у сортов и гибридов.

Таблица 3

Зависимость содержания белка (Y, %) от массы 1000 зерен (X, г)

Год опыта	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции		Коэффициент детерминации	
		r	t _b	R ² , %	SE
Исходные формы (n = 10)					
2016	Y = -0,07X + 13,98	-0,47	1,61	22,1	0,58
2017	Y = -0,13X + 11,38	-0,75	3,38**	56,2	0,42
2018	Y = -0,05X + 11,29	-0,27	0,86	7,3	0,71
2016-2018	Y = -0,10X + 12,79	-0,63	2,27*	39,7	0,51
Гибридные популяции (n = 7)					
2016	Y = -0,14X + 16,89	-0,39	0,93	15,2	0,93
2017	Y = -0,05X + 8,76	-0,21	0,48	4,4	0,63
2018	Y = 0,04X + 8,37	0,23	0,54	5,3	0,37
2016-2018	Y = -0,12X + 13,74	-0,56	1,52	31,4	0,43

* t_b значим на 5 % уровне

Анализ корреляций средних трехлетних значений показал, что между содержанием белка и массой 1000 зерен существует генетически обусловленная обратная зависимость. Данный показатель позволяет прогнозировать при отборе по одному признаку возможный уровень другого. Исходя из уравнений регрессии, у гибридов с повышением массы 1000 зерен на 1,0 г, содержание белка снижалось в среднем на 0,12 %, у сортов – соответственно на 0,10 %. Предполагается, что отбор генотипов с сочетанием признаков на высоком уровне (в данном исследовании это гибриды Новосибирская 44 х Актюбе 92 и Башкирская 28 х Актюбе 92) позволит минимизировать нежелательные отрицательные взаимосвязи.

Выводы. Масса 1000 зерен обладала высокой генотипической обусловленностью, что позволило выделить нужные генотипы, начиная со второго гибридного поколения. Наследование признака по типу лучшего родителя и значительный вклад исходных компонентов делают возможным получение потомств с высокой массой 1000 зерен при включении в скрещивания сортов Новосибирская 44 и Hoffman. Сильная вариабельность содержания белка в контрастные по погодным условиям годы затрудняла адекватную оценку изучаемых генотипов. Отрицательная зависимость между изучаемыми показателями усиливалась в неблагоприятный год с избытком осадков, когда крупнозерные генотипы характеризовались более низким содержанием белка. Высокое содержание белка характерно для гибридов с участием сортов Актюбе 92 и Актюбе 3.

Список литературы

1. Валекжанин В.С., Коробейников Н.И. Изменчивость и характер наследования массы 1000 зерен у сортов и гибридов мягкой яровой пшеницы в диаллельных скрещиваниях // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 7(141). С. 5-9.
2. Шиндин И.М. Наследование количественных признаков гибридами мягкой яровой пшеницы в условиях Дальнего Востока // Вестник КрасГАУ. 2008. №4. С. 66-70.
3. Пискарев В.В., Бойко Н.И., Капко Т.Н., Тимофеев А.А. Изучение закономерностей наследования массы 1000 зерен мягкой яровой пшеницы у сортов с контрастным проявлением признака // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 8. С. 6-9.
4. Хлесткина Е.К., Журавлева Е.В., Пшеничникова Т.А., Усенко Н.И., Морозова Е.В., Осипова С.В., Пермьякова М.Д., Афонников Д.А., Отмахова Ю.С. Реализация генетического потенциала сортов мягкой пшеницы под влиянием условий внешней среды: современные возможности улучшения качества зерна и хлебопекарной продукции // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52(3). С. 501-514.
5. Федоренко В.Ф., Завалин А.А., Милащенко Н.З. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 396 с.
6. Бебякин В.М., Волкова Л.В., Лыскова И.В. Технологическая ценность зерна сортов яровой пшеницы, сформированного в условиях Северо-Востока Нечерноземной зоны // АГРО XXI. 2008. № 7-8. С. 17-18.
7. Казарцева А.Т., Шеуджен А.Х., Нещадин Н.Н. Эколого-генетические и агрохимические основы повышения качества зерна. Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. 160 с.
8. Крупнова О.В. О сопоставлении качества зерна яровой и озимой пшеницы в связи с делением на рыночные классы // Сельскохозяйственная биология. 2013. № 1. С. 15-25.
9. Iqbal M., Navabi A., Salmon D.F., Yang R.-C., Spaner D. Simultaneous selection for early maturity, increased grain yield and elevated grain protein content in spring wheat // Plant breeding. 2007. No. 3. P. 244-250.
10. Завалин А.А., Пасынков А.В., Пасынкова Е.Н. Влияние условий азотного питания на урожайность и качество зерна различных сортов яровой пшеницы // Агрохимия. 2000. № 7. С. 27-34.
11. Бебякин В.М., Осыка И.А. Реакция гибридных популяций яровой мягкой пшеницы на отбор по показателям продуктивности и качества зерна на контрастном по количеству осадков фоне // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 3. С. 59-62.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 416 с.
13. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 256 с.
14. Драгавцев В.А. Эколого-генетическая модель организации количественных признаков растений // Сельскохозяйственная биология. 1995. № 5. С. 20-30.
15. Бебякин В.М. Эффективность отбора по показателю SDS-седиментации в гибридных популяциях яровой мягкой пшеницы // Аграрный вестник Юго-Востока. 2009. № 3. С. 13-14.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА КАС 28 НА ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ

Е. Н. Вологжанина, Г. А. Баталова

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

Аннотация. В условиях Кировской области рассмотрена эффективность применения жидкого минерального удобрения КАС 28 на яровой тритикале сорта Э-3082 белорусской селекции. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая на элювии пермских глин (рН 4,4...5,0; гумус 2,43...2,91 %). Погодные условия 2019 г. способствовали формированию продуктивного озерненного колоса и стеблестоя. Отмечено положительное влияние препарата на урожайность яровой тритикале. Анализ элементов структуры продуктивности показал, что на формирование урожайности при обработке препаратом значительное влияние оказали длина колоса, количество зёрен в колосе и масса зерна с колоса. Максимальные значения урожайности 9,21...10,0 т/га и наиболее продуктивный колос 40,7...50,9 шт. наблюдали в вариантах обработки КАС 28 в рекомендуемой дозе (35 л/га в баковой смеси 200 л) в фазах кущения и начала выхода в трубку, а также обработка КАС 28 - 60 % от рекомендованной дозы в фазу кущения. Применение препарата в рекомендуемой дозе в фазах кущения и начала выхода в трубку способствовало увеличению массы зерна с колоса на 0,98 и 0,38 г относительно контроля без обработки соответственно. Установлено, что наиболее благоприятные условия для формирования развитого листового аппарата в посевах яровой тритикале сложились при использовании препарата КАС 28 в рекомендуемой дозе в фазу кущения. Так, наибольшая площадь флагового и подфлагового листьев в этом варианте обработки составила 16,96 и 22,22 см² соответственно, общая площадь листьев главного стебля превысила контроль на 16,72 см².

Ключевые слова: яровая тритикале, КАС 28, урожайность, площадь листьев, флаговый лист, высота растения

THE USE OF CAS 28 ON SPRING TRITICALE

E. N. Vologzhanina, G. A. Batalova

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

Annotation: Under the conditions of the Kirov region, the efficiency of using liquid mineral fertilizer CAS 28 on spring triticale of variety Э-3082 of the Belarusian selection is considered. Soil of the test area is sod-podzolic middle-clay on the eluvia of Permian clays (pH 4.4...5.0; humus 2.43...2.91 %). Weather conditions in 2019 contributed to the formation of a productive eared spike and stalk. A positive effect of the drug on the yield of spring triticale was noted. Analysis of the elements of the productivity structure showed that the formation of yield during the processing of the drug was significantly affected by the length of the ear, the number of grains in the ear and the weight of grain from the ear. The maximum yield is 9.21...10.00 t/ha and the most productive spike is 40.7...50.9 pcs. observed in the treatment options for CAS 28 at the recommended dose (35 l/ha in the tank mixture 200 l) in the tillering phase and the phase of the beginning of the exit to the tube, as well as the processing of CAS 28-60 % of the recommended dose in the tillering phase. The use of the drug in the recommended dose in the phase of tillering and the phase of the beginning of the exit to the tube contributed to an increase in the mass of grain from the ear by 0.98 and 0.38 g relative to the control without treatment, respectively. It has been established that the most

favorable conditions for the formation of a developed leaf apparatus in crops of spring triticale have developed when using the drug CAS 28 at the recommended dose in the tillering phase. Thus, the largest area of the flag and pre-flag leaf's in this treatment option was 16.96 and 22.22 cm², respectively, the total leaf area of the main stem exceeded the control by 16.72 cm².

Keywords: spring triticale, KAS 28, yield, leaf area, flag leaf, plant height.

Введение. Яровая тритикале, благодаря своей адаптивности, представляет несомненный интерес для выращивания во многих регионах РФ как культура, стабилизирующая валовые сборы продовольственного и фуражного зерна. Яровая тритикале представляет собой высокоурожайную альтернативу фуражным культурам – ячменю и овсу [1, 2].

В основном тритикале – это кормовая культура, которую выращивают для приготовления зерносенажа, гранул, сочных и концентрированных кормов [3, 4]. Тритикале – молодая, синтезированная человеком культура, имеющая достаточно много преимуществ по отношению к исходным формам, это стабильный, не расщепляющийся на исходные виды гибрид. Тритикале сочетает урожайность до 10 т/га и качество зерна пшеницы с устойчивостью к ржавчинным, головнёвым и другим болезням, высокими адаптивными к неблагоприятным агроэкологическим условиям свойствами ржи, хорошо растёт как на богатых плодородных почвах, так и на бедных песчаных и кислых [5, 6]. Благодаря этому, за счёт исключения или снижения пестицидной нагрузки улучшается экологическое состояние окружающей среды. Недостатком яровой тритикале является относительно длительный период вегетации за счет растянутого цветения и налива зерна. Позднеспелость культуры часто приводит к явному или латентному прорастанию зерна на корню, что ведет к его инфицированию и последующему снижению лабораторной и полевой всхожести семян [7].

Контрастность почвенно-климатических условий регионов выращивания зерновых культур предполагает использование технологий возделывания, обеспечивающих адаптацию сорта и культуры к конкретным условиям, в т. ч. современных препаратов – жидких удобрений, микроудобрений, регуляторов роста, применение которых позволяет в максимальной степени реализовать потенциальную продуктивность перспективных сортов.

Высокий потенциал урожайности зерна и зеленой массы, экологическая чистота и почвозащитные свойства свидетельствуют о перспективности использования тритикале и необходимости более глубокого изучения его агробиологических особенностей применительно к почвенно-климатическим условиям Кировской области.

Материалы и методы. Исследования проведены в 2019 г. на опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) на дерново-подзолистых среднесуглинистых окультуренных почвах (рН 4,6; P₂O₅ – 295 мг/кг, K₂O – 256 мг/кг, Н_г – 5,0, гумус – 2,91 %). Объект исследований – удобрение жидкое минеральное карбомидно-аммиачная смесь с серой (КАС 28) для обра-

ботки по листу и заделки в почву, производитель компания «Спецхимагро» (г. Кирово-Чепецк, Кировская обл.). КАС 28 содержит N – 28 %. Массовая доля питательных веществ при натуральной влажности: аммонийного азота – $4,8 \pm 0,2$ %; азота в нитратной форме – $12,8 \pm 0,4$ %; азота в амидной форме – $10,6 \pm 0,3$ %; рН: $8,0 \pm 1,0$ % (<http://spetshimagro.ru/products/dlya-selskogo-hozyajstva/zhku-chudozem/kas/>). Рекомендуемая доза препарата 35 л/га в баковой смеси 200 л. Препарат изучали на перспективном к передаче на ГСИ сорте яровой тритикале – Э-3082. Схема исследований: 1. Контроль – без обработки препаратом. 2. Обработка посевов КАС 28 в рекомендуемой дозе (35 л/га в баковой смеси 200 л) в фазу кущения. 3. Обработка посевов КАС 28 – 60 % от рекомендованной дозы в фазу кущения. 4. Обработка посевов КАС 28 в рекомендуемой дозе в начале фазы выхода в трубку. 5. Обработка посевов КАС 28 – 60 % от рекомендованной дозы в начале фазы выхода в трубку. Для борьбы с сорной растительностью проведена фоновая обработка посевов гербицидами – Балет, КЭ (0,2 л/га) + Магнум, ВДГ (0,005 кг/га). Исследования проведены в соответствии с методиками ГСИ и полевого опыта. Повторность опыта 4-х кратная, учетная площадь делянки 15 м^2 . Посев проведен 30 апреля порционной сеялкой ССК-6-10, всходы отмечены 11 мая. Уборка проведена комбайном Wintersteiger. Отбор проб для учета площади листьев проводили в фазы: начало выхода в трубку – 10 июня, конец выхода в трубку – 17 июня, колошения – 21 июня, начала формирования зерна – 15 июля. Для обработки данных применяли пакет селекционно-ориентированных и биометрико-генетических программ AGROS, версия 2.07 и пакет прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Условия вегетации 2019 г. в период от посева до всходов характеризовались недостаточным увлажнением, что привело к неравномерности всходов. В мае погода была неустойчивая, от жаркой до прохладной с заморозками. Со второй пятиневки мая и до середины месяца отмечали теплую и даже жаркую погоду, что способствовало ускорению прохождения периода «всходы – кущение». С 15 мая температура понизилась, сумма эффективных температур на конец месяца составила $291,5^\circ\text{C}$. В июне наблюдали неустойчивую, преимущественно сухую погоду, однако сумма осадков составила за месяц 93,7 мм, или 134 % нормы.

В июле количество осадков было значительно меньше, чем в июне. В конце августа отмечали пониженный температурный фон, отклонение от средней многолетней составило $2,2^\circ\text{C}$, а также снижение количества осадков (88 % нормы). По накоплению суммы эффективных температур вегетационный период был типичным для области – имел средние показатели относительно 2017 и 2018 гг.

Несмотря на вышеизложенное, погодные условия 2019 г. (ГТК = 1,51) способствовали формированию продуктивного озерненного колоса и в целом продуктивного стеблестоя. Наиболее высокая, статистически значимая

урожайность отмечена во 2...4 вариантах, прибавка относительно контроля составила 3,43...2,64 т/га (табл. 1). В этих вариантах отмечена положительная динамика продуктивной кустистости, коэффициент корреляции показателя с урожайностью был достоверно высокий ($r = 0,87$ значимо при $p \leq 0,05$).

Таблица 1

Влияние препарата КАС 28 на урожайность и элементы структуры продуктивности яровой тритикале (2019 г.)

Вариант*	Урожайность		Длина метёлки, см		Количество зёрен		Масса зерна с колоса		Продуктивная кустистость	
	т/га	± к контролю	см	± к контролю	шт.	± к контролю	г	± к контролю		± к контролю
1 (К)	6,57	-	7,4	-	36,0	-	1,70	-	1,2	-
2	10,00	+3,43	9,0	+1,6	50,9	+14,9	2,68	+0,98	1,5	+0,3
3	9,38	+2,81	7,3	-0,1	45,6	+9,6	1,78	+0,08	1,4	+0,2
4	9,21	+2,64	7,6	+0,2	40,7	+4,7	2,08	+0,38	1,3	+0,1
5	7,98	+1,41	7,6	+0,2	35,6	-0,4	1,79	+0,09	1,2	0
Среднее	8,63	-	-	-	41,8	-	2,00	-	1,3	-
НСР ₀₅	-	1,56	-	0,7	-	3,2	-	0,23	-	0,2

*1(К) – контроль – без обработки препаратом, 2 – обработка КАС 28 в рекомендуемой дозе в фазу кушения (35 л/га в баковой смеси 200 л), 3 – обработка КАС 28 – 60 % от рекомендованной дозы в фазу кушения, 4 – обработка КАС 28 в рекомендуемой дозе в начале фазы выхода в трубку, 5 – обработка КАС 28 – 60 % от рекомендованной дозы в начале фазы выхода в трубку.

На высоту растений использование препарата не оказало значимого влияния. Наиболее высокие растения (+1,7 см к контролю) сформировались в варианте с обработкой КАС 28 в рекомендуемой дозе в фазу кушения, при этом отмечено достоверное увеличение длины колоса на 1,6 см относительно контроля. В остальных вариантах наблюдали незначительное снижение высоты стебля. В вариантах 2...4 с достоверно высокой прибавкой урожайности наблюдали существенное увеличение числа зёрен в колосе (40,7...50,9 шт.), коэффициент корреляции для показателей высокий положительный ($r = 0,86$ значимо при $p \leq 0,05$). Наиболее выраженное влияние КАС 28 на массу зерна в колосе отмечено при использовании препарата в рекомендуемой дозе в фазы кушения и начало выхода в трубку (2,68 и 2,08 г соответственно). Выявлена значимая положительная зависимость урожайности от массы зерна с колоса ($r = 0,74$) и продуктивной кустистости ($r = 0,95$). На массу 1000 зёрен и натуральный вес применение препарата не оказало значимого влияния.

Основным фотосинтезирующим органом растений является лист, любые изменения в функционировании листьев в ходе онтогенеза растений влияют на весь организм. Листья разных ярусов имеют различный вклад в продуктивность растений. Фотоассимиляты флагового и подфлагового листьев идут на формирование зерна, остальных листьев – в основном, на поддержание собственного метаболизма [8, 9]. Наиболее высокую фотосинтетическую активность имеет флаговый лист, у которого в несколько раз больше хлоропластов

на единицу ассимилирующей поверхности листа, чем у других органов. Этот показатель весьма лабильный, поэтому его можно успешно регулировать агротехническими приемами возделывания растений и подбором соответствующих сортов.

Наиболее значимое влияние препарат оказал на развитие флагового ($16,96 \text{ см}^2$) и подфлагового ($22,22 \text{ см}^2$) листьев во 2 варианте опыта, что выше контроля на $7,54$ и $9,13 \text{ см}^2$ соответственно (табл. 2). В остальных вариантах прибавка была незначительной или на уровне контроля.

Таблица 2

Изменение площади листьев овса под воздействием препарата КАС 28, см^2 (2019 г.)

Вариант*	Флаговый лист	Подфлаговый лист	Площадь листьев главного стебля
1 (К)	9,42	13,09	40,60
2	16,96	22,22	57,32
3	12,68	11,26	34,26
4	10,49	14,14	39,39
5	8,44	13,67	35,05

*- см. табл. 1.

Общая площадь листьев также более активно формировалась при обработке КАС 28 в рекомендуемой дозе в фазу кушения (вариант 2) и составила $57,32 \text{ см}^2$ при $40,60 \text{ см}^2$ в контроле. Отмечена положительная зависимость урожайности от площади флагового листа ($r = 0,77$) и общей площади листьев ($r = 0,74$), что согласуется с данными [10, 11].

Заклучение. Таким образом, по предварительным данным первого года исследований, применение жидкого минерального удобрения КАС 28 на яровой тритикале наиболее эффективно в рекомендуемой дозе (35 л/га в баковой смеси 200 л) в фазу кушения и в начале фазы выхода в трубку, а также 60 % от рекомендованной дозы в фазу кушения, урожайность в этих вариантах превысила контроль на $2,64...3,43 \text{ т/га}$. Установлено, что наиболее благоприятные условия для развития мощного листового аппарата сложились при использовании препарата КАС 28 в рекомендуемой дозе в фазу кушения (2 вариант). Положительные результаты исследований указывают на необходимость их продолжения в последующие годы.

Список литературы

1. Bepalova L.A., Vasilyev A.V., Ablova I.B. et al. The Use of Molecular Markers in Wheat Breeding at the Lukyanenko Agricultural Research Institute (Применение молекулярных маркеров в селекции пшеницы в Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко) // Russian Journal of Genetics: Applied Research. 2012. V. 2. No. 4. P. 286-290.
2. Тысленко А. М., Скатова С.Е. Использование экологического принципа в организации селекционного процесса при создании яровой тритикале // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2015. Том 176. №1. С. 98-109.
3. Peña R.J. Food uses of triticale // Triticale improvement and production. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2004. P. 37-48.

4. Bird S.H., Rowe J.B., Choct M., Stachiw S., Tyler P., Thompson R.D. *In vitro* fermentation of grain and enzymatic digestion of cereal starch // Recent Advances in Animal Nutrition. 1999. V. 12. P. 53-61.

5. Касынкина О.М. Продуктивность яровой тритикале в смешанных посевах с однолетними бобовыми культурами // Нива Поволжья. 2013. № 1(26). С. 20-24.

7. Шешегова Т.К., Баталова Г.А., Беспалова Л.А., Ковтуненко В.Я., Панченко В.В., Калмыш А.П. Иммунологическая и селекционная ценность новых линий яровой тритикале // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 1. С. 104-109.

8. Чумикина Л.В., Арабова Л.И., Топтунов А.Ф. Биохимические особенности изменения белкового и ферментативного комплексов и клейковины зерна тритикале при прорастании // Известия вузов. Пищевая технология. 2009. №2-3. С. 9-12.

9. Беденко В.П., Коломейченко В.В. Основы продуктивного процесса растений. Орел: Изд. дом «Орлик», 2003. 260 с.

10. Ляпшина Э.Ф. Зависимость продуктивности различных органов мягких и твердых пшениц от размера листовой поверхности и накопления веществ в онтогенезе // Сб. науч. трудов ВНИИЗХ. 1969. Т. 3. С. 107-111.

11. Вологжанина Е.Н., Баталова Г.А., Лисицын Е.М. Влияние обработки семян и посевов препаратами на кормовую продуктивность и фотосинтетический аппарат голозерного овса сорта Вятский // Аграрный вестник Верхневолжья. 2016. № 1(13). С. 5-10.

УДК 633.14:575.222.6.78

СЕЛЕКЦИЯ ГЕТЕРОЗИСНЫХ ГИБРИДОВ F1 ОЗИМОЙ РЖИ НА ОСНОВЕ ЦМС

*А. А. Гончаренко, А. В. Макаров, С. А. Ермаков, Т. В. Семенова,
В. Н. Точилин, Н. В. Цыганкова, О. А. Крахмалева*
Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»
п. Новоивановское, Московская обл., Российская Федерация

Аннотация. *Излагаются результаты селекции гетерозисных гибридов F1 озимой ржи на основе ЦМС Пампа типа. Методом многократного инцукта самофертильных растений получено более 2000 гомозиготных линий, из которых выделено 350 относительно высокопродуктивных и короткостебельных инбредных форм. На базе 40 лучших линий методом насыщающих скрещиваний получены стерильные аналоги со стерильной цитоплазмой Пампа типа. Проведены топкроссные межлинейные скрещивания и выделены линии с высокой общей и специфической комбинационной способностью, а также формы с полным восстановлением фертильности и закреплением стерильности. На базе инбредных линий, происходящих из трех генопулов (немчиновского, саратовского и вятского) создан перспективный гибрид озимой ржи Немчиновский 1. Новый гибрид происходит от скрещивания трех линий: ms H-1185, mf H-1247 и mf H-1432 (Rf). За годы конкурсного испытания (2017-2019) средняя урожайность гибрида составила 6,54 т/га, превысив стандарт Валдай на 0,70 т/га или 12,0 %. Преимущество гибрида по урожайности достигается за счет более высокой густоты колосьев на 1 м² (86 стеблей на 1 м²). Средняя высота растений составляет 138 см, что на уровне стандарта. Благодаря более прочному стеблю гибрид имеет лучшую устойчивость к полеганию, а по зимостойкости и массе 1000 зерен находится на уровне стандарта. По признакам качества зерна (высота амилограммы, число падения, температура клейстеризации крахмала, вязкость водного экстракта зернового шрота, формоустойчивость подового хлеба) гибридный сорт имеет лучшие показатели, чем стандарт. Благодаря этому*

мука нового сорта имеет лучшие хлебопекарные качества. Гибрид Немчиновский 1 передан на государственное испытание. Обсуждаются проблемные вопросы организации семеноводства гибридных сортов ржи.

Ключевые слова: озимая рожь, инбредные линии, межлинейные гибриды, цитоплазматическая мужская стерильность, урожайность, качество зерна.

BREEDING OF HETEROSIS HYBRIDS OF F1 OF WINTER RYE ON THE BASIS OF CMS

**A. A. Goncharenko, A. V. Makarov, S. A. Ermakov, T. V. Semenova,
V. N. Tochilin, N. V. Tsygankova, O. A. Krahmaleva**
*Federal research center "Nemchinovka"
s. Novoivanovskoye, Moscow region, Russian federation*

Annotation. Results of breeding the heterosis of hybrids of F1 of winter rye on the basis of type CMS Pampas are presented. The method of a repeated inbreeding of self-fertile plants received more than 2000 homozygous lines from which it is allocated 350 rather highly productive and the short-stem the inbred of forms. On the basis of 40 best lines the method of the backcrossings received sterile analogs with sterile cytoplasm of Pampas type. Topcross interlinear crossings are carried out and lines with high general and specific combinational ability, and also forms with a complete recovery of fertility and fixing of sterility are allocated. On the basis of the inbred lines coming from three genopul (Nemchinovka, Saratov and Vyatka) the perspective trilinear hybrid Nemchinovsky 1 is created. For years of competitive test (2017-2019) average productivity made it 6.54 t/hectare, having exceeded the Valdai standard on 0.70 t/hectare or 12.0 %. Advantage of a hybrid on productivity is reached due to bigger quantity of stalks (on 86 by 1 m²). Average height of plants makes 138 cm that up to the standard. Thanks to stronger stalk the hybrid has the best resistance to lodging, and on winter hardiness and mass of 1000 grains is up to the standard. On traits of quality of grain (amilogramma height, falling number, starch pasting temperature, viscosity of water extract of grain meal, a fluidity of toppling bread), the hybrid variety has the best indicators, than the standard. The new hybrid is transferred to the state test. Problematic questions of the organization of seed farming of hybrid varieties of rye are discussed.

Keywords: winter rye, inbred lines, interlinear hybrids, cytoplasmatic male sterility, productivity, quality of grain.

Введение. В истории земледелия России озимая рожь культивировалась как ценная хлебная и кормовая культура. В начале XX века озимая рожь в мире возделывалась на площади 45 млн га, из которых на долю России приходилось 25 млн га, или 55 %. Но в последние три десятилетия ее посевы многократно сократились. В 2018 г Россия высевала рожь на площади 1 млн га и произвела рекордно низкое количество зерна ржи – около 2 млн. т. И это несмотря на более низкую себестоимость производства и на более высокую питательную ценность зерна ржи. Хотя в последнее время появился спрос на рожь, но российские производители не спешат расширять посевы ржи, так как отечественная хлебопекарная промышленность предпочитает закупать более дешевую ржаную муку из Республики Беларусь.

Основная причина неуклонного сокращения посевов ржи – низкие закупочные цены, отсутствие рыночных интервенций и низкая конкурентоспособность культуры в сравнении с озимой пшеницей на фоне наметивше-

гося потепления климата. Свое первенство в структуре посевов рожь стала уступать в конце 1960-х годов, когда появились высокоурожайные сорта озимой пшеницы Безостая 1 и Мироновская 808. Внедрение этих сортов привело к тому, что годовой прирост урожайности пшеницы более чем в 1,5 раза стал превосходить прирост по ржи. На фоне низких закупочных цен производство отреагировало на это резким увеличением посевов пшеницы и снижением посевов ржи.

Одна из важных причин такой трансформации – селекционное несовершенство возделываемых сортов ржи. Рожь, как перекрестно опыляемая культура, является весьма перспективной для гетерозисной селекции [1]. Однако создание гетерозисных гибридов F1 взамен сортов-популяций пока еще не стало доминирующим направлением в российской селекции.

Работы по селекции гетерозисных гибридов F1 озимой ржи на основе ЦМС были начаты сравнительно недавно – около 50 лет назад. Пионерами гибридной селекции озимой ржи явились Н.Н. Geiger and и F.W. Schnell [2] в Германии, которые первыми обнаружили ЦМС у аргентинского сорта ржи Пампа. Изучив генетическую природу этого феномена, они получили гомозиготные инбредные линии с мужски стерильной цитоплазмой, разработали схему гибридной селекции и создали первые коммерческие гибриды F1 (Аккорд, Актин, Форте), которые были переданы на официальные испытания в 1981 г. Результаты этих испытаний подтвердили превосходство гибридов над популяционными сортами по многим признакам. Широкое экологическое испытание показало, что в среднем гибриды F1 озимой ржи дают урожай зерна на 15-20 % больше, чем популяционные сорта [3].

В настоящее время немецкими селекционными компаниями создана целая серия гибридов ржи, сочетающих в себе высокую урожайность с другими ценными признаками. Их сравнительное изучение показало [4], что за период с 1982 по 2005 гг. средний годовой прирост урожайности у сортов-популяций составил 30 кг/га, а у гибридных сортов ржи – 51 кг/га, что на 70 % выше. Кроме того, темпы селекционного улучшения на гибридном уровне значительно выше, чем на популяционном. Об этом свидетельствуют данные по Германии, где за последние 26 лет (1991-2016) урожайность гибридов ржи в опытах государственного испытания увеличилась на 23,3 %, а популяционных сортов популяций – на 18,1 % [5].

В Федеральном исследовательском центре «Немчиновка» исследования по созданию гомозиготных инбредных линий ржи ведутся на базе материалов их трех генопулов: немчиновского, саратовского и вятского. Их выбрали потому, что они имеют относительно далекое генетическое родство. Первоначально предполагалось, что созданные на их основе межпуловые гибриды будут показывать максимальную гибридную мощность. Гетерозис, как известно [6], сильнее всего проявляется в случае, если разные аллели одного гена зафиксированы в разных родительских линиях. Однако на практике более объективную оценку родительских линий получают по данным полевого испытания гибридов F1 от тестовых скрещиваний.

Получение гомозиготных линий ржи с высокой собственной продуктивностью и перевод их на стерильную цитоплазму – первый этап в гетерозисной селекции. Но особенно сложным и затратным является второй этап, когда требуется оценка их генетических свойств в межлинейных скрещиваниях. **Цель исследований** – получение высокогетерозисных межлинейных гибридов F1 озимой ржи на основе ЦМС, отличающихся высокой урожайностью и качеством зерна.

Материал и методы. Всего за годы исследований нами получено и изучено более 2000 гомозиготных линий ржи. По результатам многолетних данных было выделено около 350 относительно высокопродуктивных, короткостебельных и хорошо зимующих линий. На базе 40 лучших линий методом возвратных скрещиваний получены стерильные аналоги на базе ЦМС Пампа типа. Оценка восстановительной способности этих линий проводили путем визуального осмотра пыльников у гибридов от парных скрещиваний типа cms x mf и вычисления индекса RI по методике [7]. Лучшим восстановителем фертильности считался тот генотип, тесткроссы которого не содержали в себе стерильных и полустерильных растений ($RI \geq 67\%$).

Оценку инбредных линий на общую и специфическую способность проводили по методу полных топкроссов. Тестовые скрещивания по этой схеме проводили на изолированных участках, где материнской формой послужили 5 стерильных линий с цитоплазмой типа Пампа (Н-649, Н-577, Н-842, Н-1058, Н-1185), а отцовской – 4 мужски фертильные линии (Н-451, Н-1011, Н-1247, Н-Н-1071). На базе этих линий по схеме топкросса было получено 20 простых межлинейных гибридов F₁ типа A_{cms} x B_{mf}, которые прошли полевое испытание на делянках 10 м² в 2-кратной повторности. Семена тройных межлинейных гибридов получали путем тестовых скрещиваний 20 простых гибридов F₁ с мужски фертильной линией mf Н-1432, показавшей высокое восстановление фертильности в тестовых скрещиваниях ($RI = 86,1\%$). Всего в результате скрещивания было получено 20 трехлинейных гибридов F1, имеющих структурную формулу (A_{cms} x B_{mf}) x C_{Rf}. Материнский и отцовский компоненты этих гибридов высевали полосами в соотношении 3:1 на пространственно изолированном участке. Полевые испытания тройных гибридов проводили на делянках 15,0 м² в 4-кратной повторности.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований показали, что по способности к восстановлению фертильности изучаемые линии можно разделить на три группы: слабые, средние и сильные. Среди испытываемых линий почти полными восстановителями мужской фертильности оказались 3 линии: mfH-1432Rf, mfH-1423Rf и mfH-663Rf. Почти полными закрепителями мужской стерильности оказались линии Н-451, Н-577, Н-700, Н-732, Н-842, Н-1058, Н-1185, Н-1247.

Основной причиной варьирования урожайности простых межлинейных гибридов F1 явились различия их родительских форм по комбинационной способности. В дисперсию признака урожайности существенный вклад вно-

сили как общая (ОКС), так и специфическая (СКС) комбинационная способность (табл. 1).

Однако на долю эффектов ОКС приходилось 91,1 % всей изменчивости урожайности, а на долю СКС – только 7,7 %. Из этого следует, что основным компонент генотипической вариации признака урожайности – аддитивное взаимодействие генов, а не внутрилокусное доминирование. В то же время высокое соотношение вариантов ОКС/СКС указывает на значительную генетическую дивергенцию инбредных линий, взятых для скрещивания.

Таблица 1

Дисперсионный анализ комбинационной способности инбредных линий

Источники дисперсии	SS	df	ms ²	F _{факт.}	F ₀₅
ОКС стерильные линии	6,49	4	1,62	54,0	2,6
ОКС линии-тестеры	1,92	3	0,64	21,3	2,9
СКС	2,27	12	0,19	6,3	2,0
Ошибка	0,97	38	0,03		

Среди испытуемых трехлинейных гибридов F1 наиболее урожайным оказался гибрид Немчиновский 1, полученный от скрещивания трех инбредных линий: (cmsH-1185 x mfH-1247Fs) x mfH-1432Rf. За годы сравнительных испытаний (2017-2019) средняя урожайность его составила 6,54 т/га, превысив сорт-стандарт Валдай на 0,70 т/га, или 12,0 %. В относительно засушливом 2019 г. урожайность гибрида составила 6,70 т/га, что на 0,45 т/га выше стандарта (табл. 2).

Таблица 2

**Урожайность трехлинейного гибрида ржи Немчиновский 1
в конкурсном испытании, т/га**

Сорт	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	
				т/га	%
Валдай, ст.	5,24	6,07	6,25	5,84	100
Московская 12	5,63	6,10	6,45	6,06	103,8
Немчиновский 1	6,35	6,58	6,70	6,54	112,0

Характеристика нового гибрида по основным морфо-биологическим признакам представлена в таблице 3. Перезимовка растений за годы испытания гибрида составила 77,0 %, что на уровне стандарта Валдай (78,8 %) и несколько выше, чем у сорта Московская 12 (71,0 %). По степени поражения растений снежной плесенью существенных различий не выявлено (соответственно 80,8 и 79,6 %). Однако пораженные растения характеризуются относительно высокой регенерирующей способностью к отрастанию весной. По высоте растений гибрид приближается к модели сорта интенсивного типа.

Средняя высота растений у гибрида составляет 138 см, что есть на уровне сорта Валдай. Однако стебель у него более прочный, благодаря чему по устойчивости растений к полеганию он не уступает стандарту (соответст-

венно 7,2 и 6,8 балла). Преимущество гибрида по урожайности достигается за счет более плотного стеблестоя. По количеству колосьев на 1 м² новый сорт устойчиво превышает стандарт (в среднем на 86 колосьев).

Таблица 3

Селекционная оценка гибрида Немчиновский 1 по морфо-биологическим признакам (среднее за 2017-2019 гг.)

Сорт	Зимостойкость, %	Высота растений, см	Число колосьев на 1 м ²	Устойч. к полеганию, балл	Масса 1000 зерен, г	Поражение болезнями, %	
						снеж. плесень	бурая ржавчина
Валдай, ст.	78,8	138	309	6,8	34,0	79,6	21,5
Московская 12	71,0	138	327	7,2	33,8	80,0	14,4
Немчиновский 1	77,0	138	395	7,2	33,4	80,8	20,5

Масса 1000 зерен у гибридного сорта составила 33,4 г, что на уровне сортов Валдай (34,0 г) и Московская 12 (33,8 г). Зерно хорошо выполненное, что положительно влияет на натуру зерна, которая за годы испытания составила 723 г/л. По ряду других признаков качества зерна (высота амилограммы, число падения, температура клейстеризации крахмала, вязкость водного экстракта зернового шрота, формоустойчивость подового хлеба) гибрид Немчиновский 1 имеет лучшие показатели, чем стандарт Валдай (табл.4).

Таблица 4

Основные показатели качества зерна у гибрида ржи Немчиновский 1 (среднее за 2017-2019 гг.)

Сорт	Натура зерна, г/л	Амилограмма, е.а.	Температура клейстеризации, °С	Число падения, с	Вязкость экстракта, сП	Протеин, %	Подовый хлеб, Н/Д	Объем форм. хлеба, см ³
Валдай	720	220	58,5	152	4,0	11,9	0,20	325
Московская 12	727	237	57,2	186	4,2	11,4	0,21	320
Немчиновский 1	723	288	60,0	180	4,8	11,9	0,27	294

Учитывая вышеизложенные преимущества, гибрид Немчиновский 1 передан на государственное испытание.

Следует отметить некоторые особенности семеноводства гибридных сортов ржи. В отличие от популяционных сортов в производственных посевах используется только первое поколение гибрида (F₁). Использование поколения F₂ не допускается, так как в популяции исчезает эффект гетерозиса и происходит снижение ее урожайности, которое в зависимости от погодных условий и технологии возделывания варьирует от 12 до 32 %, а в среднем составляет 18-20 % [3]. Причиной этого феномена является снижение уровня гетерозиготности популяции, приводящее к появлению разноярусного стеблестоя с большой череззерницей в колосе, низкой продуктивностью, с боль-

шим числом колосьев, пораженных спорыньей и др. Проводить апробацию таких посевов и использовать их семена на посев не допускается.

Важной проблемой является повышение рентабельности семеноводства. Сам факт создания высокоурожайных гибридов нельзя считать достаточным для внедрения их в производство. Существенную роль здесь играет стоимость гибридных семян. Практика возделывания ржи в Германии показала, что стоимость гибридных семян вдвое выше по сравнению со стоимостью сертифицированных семян популяционных сортов. Стоимость гибридных семян здесь составляет 50-60 евро за посевную единицу, которая равна 1 миллиону всхожих зерен, а по весу это 35-38 кг. Производственная норма высева составляет 2 посевные единицы (70-80 кг/га). Чтобы покрыть эти издержки, необходимо получить прибавку урожая не менее 7 ц/га.

Важной проблемой является оптимизация технологии возделывания гибридов, с тем, чтобы предельно низкая норма высева семян не приводила к снижению урожайности и рентабельности. В условиях России оптимальная норма высева гибридов составит примерно 3,0-3,5 посевные единицы или 120-130 кг/га. С учетом невысокого уровня агротехники и поздних сроков сева ее следует увеличить до 4,0-4,5 посевных единиц или до 140-150 килограммов. Расчеты показывают, что рентабельное возделывание гибридной ржи при такой норме высева возможно только на высокоплодородных почвах, в экологически благоприятных зонах и в отдельных высокотехнологичных хозяйствах, где можно получить урожайность на уровне 45-50 ц/га и выше. В этом случае дополнительная прибавка урожая может перекрыть затраты на покупку гибридных семян.

Существенно важной является организация семеноводства. Практика показывает, что вести семеноводство межлинейных гибридов ржи на территории одного сельхозпредприятия практически невозможно. Оно требует строгого выполнения многих технологических регламентов и наличия современной материально-технической базы семеноводства. В этих целях необходима кооперация усилий и возможностей учреждения-оригинатора и заинтересованных производителей зерна ржи.

Список литературы

1. Geiger H. H. Strategies of Hybrid Rye Breeding // Vortr. Pflanzenzuchtung, 2007. V. 41. P. 1-5.
2. Geiger H. H., Schnell F.W. Cytoplasmatic male sterility in rye (*Secale cereal* L.) // Crop Sci. 1970. V. 10. P. 590-593.
3. Geiger H. H., Miedaner T. Hybrid rye and Heterosis // Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. Crop Soc. America, Madison. USA. 1999. P. 439-450.
4. Geiger H. H., Miedaner T. Rye Breeding // Handbook: Cereals. Ed. M.J. Carena. Springer Science + Business Media. LLC. 2009. P. 157-182.
5. Laidig F., Piepho H.-P., Rentel D., Drobek T., Meyer U., Huesken A. Breeding progress, variation and correlation of grain and quality traits in winter rye hybrid and population varieties and national on-farm progress in Germany over 26 years // Theor. Appl. Genetics. 2017. V. 130(5). P. 981-998.
6. Фолконер Д. С. Введение в генетику количественных признаков. М., 1985. 485 с.
7. Geiger H., Morgenstern K. Angewandt – genetische Studien zur cytoplasmatischen Pollensterilitat bei Winterroggen // Theor. Appl. Genet. 1975. V. 46, P.269-276.

ОЦЕНКА СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ ПО КРУПООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

*А. А. Гончаренко, А. В. Макаров, М. А. Кузьмич, С. А. Ермаков,
Т. В. Семенова, В. Н. Точилин, Н. В. Цыганкова, Л. С. Кузьмич,
М. С. Гончаренко, О. А. Крахмалева, Н. А. Яшина*
Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»
п. Новоивановское, Московская обл., Российская Федерация

Аннотация. Цель исследований – изучение крупобразующей способности различных сортов озимой ржи. Объектом изучения послужили 14 сортов озимой ржи, различающихся по ряду морфо-биологических и технологических свойств зерна. Крупобразующую способность изучали в 2015-2018 гг. путем шелушения и шлифования целого зерна на лабораторном голлендере без процедуры дробления. Учитывали выход цельноядерной крупы трех фракций (№1, №2 и №3), а также выход дробленого ядра и мучки. Определяли общий выход цельной крупы (%), который служил показателем крупобразующей способности сорта. Средний выход цельноядерной крупы составил 69,0 %, а оценки по сортам – 64,6-73,5 %. Сорт-стандарт Валдай существенно (на 4,6-7,1 %) превзошел сорта: Альфа, Белозерная 785, Московская 15, ГК-494 и Желтозерная 760. Особого внимания заслуживает сорт Альфа, который выделялся на фоне других высоким числом падения. Показано, что именно это свойство стало причиной высокого выхода цельноядерной крупы у данного сорта (73,5 %). Высокий выход крупы отмечен также у сортов Белозерная 785 и Желтозерная 760, имеющих белую и желтую окраски зерна. Крупа из этих сортов по цвету сходна с пшеничной, что повышает ее потребительские свойства. Сорта с высоким общим выходом крупы имели самый низкий процент дробленого ядра (5,6-6,9), а сорта с очень низкой крупобразующей способностью – самый высокий (11,2-13,9). Процедура шелушения зерна существенно влияла на число падения, содержание белка и крахмала у выходных продуктов. В цельноядерной крупе число падения достоверно повышалось, а содержание белка и крахмала снижалось. Установлено, что общий выход цельноядерной крупы в значительной степени зависит от генотипа сорта ($H^2 = 0,94$) и относительно слабо модифицируется погодными условиями.

Ключевые слова: озимая рожь, сорт, крупобразующая способность, шелушение, выход крупы, число падения, белок, крахмал.

ASSESSMENT OF VARIETIES OF WINTER RYE ON GROATS FORMING ABILITY

*A. A. Goncharenko, A. V. Makarov, M. A. Kuzmich, S. A. Ermakov,
T. V. Semenova, V. N. Tochilin, N. V. Tsygankova, M. S. Goncharenko,
L. S. Kuzmich, N. A. Yashina, O. A. Krahmaleva*
Federal research center "Nemchinovka"
s. Novoivanovskoye, Moscow region, Russian federation

Annotation. The purpose of researches - studying of groats forming ability of various varieties of winter rye. 14 varieties of winter rye differing on a number of morpho-biological and technological properties of grain served as object of studying. The groats forming ability was studied in 2015-2018 by a peeling and grinding of the whole grain on a laboratory gollender without procedure of crushing. Considered an output of whole kernel groats of three fractions (No. 1, No. 2 and No. 3), and also an output of a shredded kernel and a muchka. Defined the general output of whole grain (%) which served as an indicator of ability of a variety.

An average output of whole kernel grain made 69.0 %, and estimates on varieties – 64.6-73.5 %. The standard Valdai significantly (for 4.6-7.1 %) was surpassed by 5 varieties: Alpha, Belozernaya 785, Moscow 15, GK-494 and Zheltozernaya 760. The special attention is deserved by a variety the Alpha that was allocated against the background of others with high number of falling. It is shown that this property became the reason of a high exit of whole kernel groats at this variety (73.5 %). A high output of grain is noted also at varieties of Belozernaya 785 and Zheltozernaya 760 having white and yellow coloring of grain. Grain from these varieties on color is similar with wheat that increases its consumer properties. Varieties with a high general output of groats had the lowest percent of a shredded kernel (5.6-6.9) and varieties with very low groats forming ability - the highest percent (11.2-13.9). The procedure of a peeling of grain significantly influenced falling number, protein content and starch at output products. In whole groats the falling number authentically raised, and protein content and starch decreased. It is established that the general output of whole kernel groats substantially depends on a genotype of a variety ($H^2 = 0.94$) and is rather poorly modified by weather conditions.

Keywords: winter rye, variety, groats forming ability, peeling, groats output, number of falling, protein, starch.

Введение. Озимая рожь является единственной зерновой культурой, из которой не вырабатывают крупу. За ней прочно укрепились репутация непригодной для крупяного производства культуры и специальных круп из нее, как, например, манную крупу из пшеницы, не делают. Это обстоятельство существенно сужает сферу ее пищевого потребления. Между тем имеется много доводов в пользу того, что освоение промышленного производства ржаной крупы может быть экономически целесообразным и выгодным [1]. Зерно ржи достаточно дешёвое, поэтому розничная цена ржаной крупы будет относительно низкой [2]. Немаловажно и то, что ржаная крупа в сравнении с ржаной мукой обладает большей пищевой и биологической ценностью, содержит больше пищевой клетчатки, макро- и микроэлементов [3]. Все это вместе позволит существенно расширить сферу его потребления и улучшить рацион здорового питания людей.

Цель исследований – изучение крупобразующей способности различных сортов озимой ржи и выявление специфических сортовых признаков, положительно влияющих на крупяные свойства.

Материалы и методы. Объектом изучения послужили 14 сортов озимой ржи, различающихся по ряду морфо-биологических и технологических свойств зерна. Сорта выращивали на полях исследовательского центра «Немчиновка» в 2015-2018 гг. Погодные условия в период налива и созревания зерна сильно варьировали, что позволило оценить их влияние на выход ржаной крупы и ее качество. Крупобразующую способность изучали путём шелушения и шлифования целого зерна на лабораторном голлендере фирмы SATAKE (Япония) без процедуры дробления. Для этого от каждого сорта брали две пробы предварительно очищенного от примесей зерна массой по 50 г. Частота вращения шлифовального диска составила 1200 об./мин., время шелушения – 5 мин. Этот режим был подобран эмпирически на образце зерна из сорта Валдай, взятого в качестве стандарта. Учитывали выход цельнозерной крупы трех фракций (№1, №2 и №3), а также выход дробленого ядра

и мучки. Суммируя фракции №1, №2 и №3, находили общий выход цельно-ядерной крупы (в %), который служил показателем общей крупобразующей способности сорта. Оценка сортов по этому признаку проводили в сравнении с сортом Валдай.

Результаты и обсуждение. Средний выход цельноядерной крупы составил 69,0 %, а оценки по сортам варьировали от 64,6 до 73,5 % (табл. 1).

Таблица 1

**Количественная оценка продуктов шелушения зерна
у различных сортов озимой ржи, % (среднее за 2015-2018 гг.)**

Сорт	Фракции цельноядерной крупы			Дробленое ядро	Мучка	Общий выход цельноядерной крупы	± от стандарта
	№1	№2	№3				
Валдай - ст.	18,5	39,6	8,4	10,8	22,7	66,4±1,50	-
Альфа	21,7	45,8	6,0	5,6	20,9	73,5±0,80	7,1*
Белозерная 785	24,3	41	6,8	6,2	21,7	72,1±0,46	5,7*
Московская 15	25,6	39,1	7,2	6,9	21,2	71,9±1,12	5,5*
ГК-494	13,4	50,7	7,0	6,2	22,7	71,1±0,88	4,7*
Желтозерная 760	26,1	37,7	7,2	7,0	22,0	71,0±1,12	4,6*
Грань	23,5	38,3	8,5	8,0	21,7	70,3±1,23	3,9
Крона	21,3	39,2	8,6	7,9	23,0	69,1±0,86	2,7
Парча	19,4	39,8	9,3	9,3	22,2	68,5±1,20	2,1
Татьяна	20,7	37,8	9,3	9,6	22,6	67,8±1,54	1,4
Московская 12	15,7	43,6	7,8	11,2	21,7	67,1±1,48	0,7
ГК- 614	14,1	44,4	8,1	8,4	25,0	66,6±0,95	0,2
Московская 18	16,8	40,2	8,9	12,4	21,7	65,9±1,12	-0,5
ГК-985	20,1	34,4	10,1	13,9	21,5	64,6±0,31	-1,8
Среднее	20,1±1,1	40,8±1,3	8,1±0,3	8,8±0,8	22,2±0,3	69,0±0,62	-

* отклонение от стандарта существенно на 5 % уровне значимости.

Стандарт Валдай существенно (на 4,6...7,1 %) превосходили 5 сортов: Альфа, Белозерная 785, Московская 15, ГК-494 и Желтозерная 760. Особого внимания заслуживает сорт Альфа, который выделялся на фоне других высоким числом падения. Показано, что именно это свойство явилось причиной высокого выхода цельноядерной крупы у этого сорта (73,5 %). Высокий выход крупы показали также сорта Белозерная 785 и Желтозерная 760, имеющие белую и желтую окраску зерна. Крупа из этих сортов по цвету сходна с пшеничной, что повышает ее потребительские свойства. Наиболее низкий общий выход крупы имел сорт ГК-985 (64,6 %), что объясняется высоким выходом у него дробленого ядра (13,9 %). Сорта с высоким общим выходом крупы имели самый низкий процент дробленого (битого) ядра (5,6...6,9 %), а сорта с очень низкой крупобразующей способностью – самый высокий процент (11,2...13,9 %).

Особый интерес представляет влияние погодных условий в период налива зерна на крупобразующую способность сорта. Наши данные показы-

вают, что признак крупнообразующей способности в большей степени зависит от генотипа сорта и относительно слабо модифицируется погодными условиями. В среднем по всем сортам самый низкий общий выход крупы (68,6 %) получен нами в 2017 г., и причиной тому было раннее и сильное полегание посевов в период колошения. Наиболее высокий общий выход крупы получен из зерна урожая 2015 г. (70,2 %), когда сильного полегания не было. В целом размах варьирования выхода крупы по годам составил 2,8 %, тогда как размах варьирования по сортам был в 3 раза выше (8,9 %). Дисперсионный анализ подтвердил высокую долю генотипической дисперсии в фенотипическом варьировании этого признака ($H^2 = 0,94$ при достоверности $F = 71,3 \geq F_{05} = 2,4$). Из этого следует, что выявленные сортовые различия по крупнообразующей способности наследственно обусловлены, и их можно улучшить методами селекции.

Сравнительная оценка сортов по фракционному выходу крупы показала, что у всех сортов основным компонентом цельнозерной крупы явилась фракция №2, доля которой составила в среднем 40,8 %. Доля крупы №1 была в два раза меньше (20,1 %), а доля крупы №3 составила всего лишь 8,1 %. Однако не все сорта с высоким общим выходом крупы отличались высоким выходом именно этой фракции. Таковыми оказались сорта Желтозерная 760, Московская 15 и Белозерная 785, у которых выход самой массовой фракции №2 был на уровне средней по опыту и составил соответственно 37,7 %, 39,1 и 41,0 %. В то же время среди сортов с низкой крупнообразующей способностью имелись генотипы с довольно высоким выходом крупы №2 – это сорта Московская 12 (43,6 %), ГК-614 (44,4 %) и Московская 18 (40,2 %). Следовательно, высокий выход крупы №2 не может служить показателем высокой крупнообразующей способности сорта. Проведенный корреляционный анализ подтвердил это заключение. Наши данные показывают, что лучшим показателем крупнообразующей способности может быть выход дробленого ядра ($r = -0,93$). Почти прямая и отрицательная зависимость этих признаков позволяет заключить, что высокая дробимость зерна ржи в процессе шелушения является самым нежелательным свойством. Низкий выход мелкозерной крупы №3 также может служить индикатором высокого крупнообразующего потенциала сорта ($r = -0,82$). В какой-то мере в селекции на крупяную пригодность можно ориентироваться по процентному выходу наиболее крупнозерной фракции №1 ($r = 0,53$), однако полностью положиться на него нельзя, так как высокая крупнозерность при шелушении может стать причиной повышенной дробимости зерна [4].

Коррелятивный анализ не выявил достоверной связи основных крупнообразующих признаков с массой 1000 зерен у изучаемых сортов. Однако с числом падения, содержанием белка и крахмала в зерне такая связь была констатирована. Это побудило нас провести сравнительную оценку исходного (не шелушенного) зерна с крупами №1 и №2 по вышеперечисленным признакам. Результаты показали, что процедура шелушения зерна оказывает существенное влияние на число падения, содержание белка и крахмала у выходных продуктов (табл. 2). В цельнозерной крупе число падения достоверно повышается, а содержание белка и крахмала – снижается.

Таблица 2

Оценка не шелушенного зерна и цельноядерной крупы №1 и №2 по числу падения, содержанию белка и крахмала (среднее за 2015-2018 гг.)

Сорт	Число падения, с			Белок, %			Крахмал, %		
	исход- ное зерно	крупa №1	крупa №2	исход- ное зерно	крупa №1	крупa №2	исход- ное зерно	крупa №1	крупa №2
Альфа	250	383	386	12,2	10,2	9,9	54,0	52,0	52,5
ГК-494	223	289	245	12,6	10,8	9,9	53,6	51,5	52,6
Московская 15	176	284	299	11,8	10,5	9,9	54,7	52,5	52,4
Белозерная 785	206	283	315	11,5	10,3	9,7	55,5	52,2	51,8
Московская 12	238	266	326	12,1	11,7	10,8	54,0	51,2	52,5
Желтозерная 760	195	252	294	11,2	9,8	8,8	53,2	51,6	52,6
Грань	177	244	274	10,7	9,6	8,7	54,1	52,2	53,3
Крона	172	240	284	11,5	9,5	9,1	53,8	52	53,2
ГК-614	158	237	214	13,2	12,0	11,2	53,3	50	51,2
Московская 18	204	224	222	12,0	10,1	9,7	55,1	52,6	53,8
Валдай	188	222	219	11,8	10,3	10,0	54,5	50,9	52,8
Татьяна	172	219	226	11,2	10,9	10,4	54,2	51,3	51,1
Парча	174	210	217	11,2	9,9	9,2	53,4	51,9	52,7
ГК-985	172	144	144	11,1	9,5	9,2	54,2	52,7	53,5
Среднее	192±7	250±14	262±16*	11,7±0,2	10,4±0,2	9,8±0,2*	54,1±0,2	51,7±0,2	52,6±0,2*

* разность крупa №1 - крупa №2 достоверна на 5 % уровне значимости.

Таким образом, признак крупнообразующей способности у ржи тесно связан с прочностными характеристиками зерновки, а также с устойчивостью сорта к полеганию и прорастанию зерна в колосе. Следует учитывать ряд особенностей зерновки ржи, которыми она отличается от пшеницы и на которые следует обращать внимание в селекции. Прежде всего, это касается формы, длины, толщины и глубины бороздки. Зерновка ржи более пластична, что объясняется менее плотной структурой эндосперма. В сравнении с другими крупяными пленчатыми культурами (овес, ячмень, рис) плодовая и семенная оболочки, а также алейроновый слой и зародыш у ржи менее прочно связаны с эндоспермом зерновки и для их отделения требуются менее значительные физические усилия. Вследствие высокого содержания некрахмальных полисахаридов (пентозанов), отличающихся высокой водопоглотительной способностью, эндосперм и покрывающие его оболочки являются более мягкими, что усложняет технологию переработки зерна ржи в муку и крупу. По этой причине рожь отличается сравнительно низкой твердозерностью, высоким коэффициентом шелушения и относительно низким коэффициентом целостности ядра. Отсюда вытекает основное требование к сорту ржи для крупяного использования – иметь сравнительно твердый эндосперм и давать высокий выход неповрежденных ядер при шелушении. Обрисована селекционная модель сорта ржи с высокими крупнообразующими свойствами, обсуждаются перспективы селекции в этом направлении.

Список литературы

1. Чиркова Л. В. Рожь – добрый резерв питания // Иновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. М., 2015. С. 243-252.
2. Панкратьева И. А., Политуха О. В., Сокол Е. Н., Чиркова Л. В. Рожь – благодатное крупяное сырье // Хлебопродукты. 2015. № 2. С. 54-55.
3. Козлова Т. С., Марзаева М. Х. Разработка технологии новых продуктов переработки ржи // Хранение и переработка сельхозсырья. 2009. № 1. С. 31-33.
4. Крикунова Л. Н. Сравнительная характеристика методов оценки прочностных свойств зерна // Хранение и переработка сельхозсырья. 2007. № 4. С. 48-52.

УДК 633.2/.3:631.531

ИСТОРИЯ СЕЛЕКЦИИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В ВЯТСКОМ КРАЕ

М. Н. Грипас¹, Е. Г. Арзамасова¹, Е. В. Попова¹, О. Л. Онучина²

¹Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока,
г. Киров, Российская Федерация,

²Фалёнская селекционная станция –
филиал Федерального аграрного научного центра Северо-Востока,
Кировская область, п. Фалёнки, Российская Федерация

Аннотация. В статье отражены исторические этапы развития селекции многолетних трав на Вятской земле, начиная с 1882 г. до настоящего времени. В 1895 г. с образованием Вятской земской сельскохозяйственной опытной станции начались первые испытания староместных клеверов (кряжей) и сделаны выводы об их преимуществе перед инорайонными образцами по морозо- и зимостойкости, урожайности. Первыми районированными сортами клевера лугового стали Кировский 159 (1961 г.) и Фалёнский 1 (1962 г.), созданные методами отбора из лучших местных популяций. Новые возможности появились в начале 70-х годов XX века с организацией Северо-Восточного селекционного центра и созданием лаборатории селекции и первичного семеноводства многолетних трав, когда в селекционный процесс были внедрены прогрессивные методы: искусственная гибридизация, биотипический отбор, мутагенез, полиплоидия, поликросс, биотехнология, экспресс-методы оценки и отбора устойчивых/толерантных к стрессовым биотическим и абиотическим факторам генотипов, полевые искусственные инфекционные и провокационные фоны. В этот период был создан комплекс разнопоспевающих, взаимодополняющих сортов различных видов многолетних трав (клевер луговой, клевер гибридный, люцерна рогатый, ежа сборная, овсяница тростниковая) для полевого и лугового травосеяния и организовано их широкое внедрение в хозяйствах Нечернозёмной зоны России. Значительный вклад в развитие селекционно-семеноводческой работы внесли выдающиеся селекционеры З. И. Пилатович, М. И. Тумасова, Е. В. Никифорова. В последнее десятилетие селекция многолетних трав направлена на создание сортов, которые за счет адаптивного потенциала могут формировать стабильно высокие урожаи кормовой массы и семян в сочетании с устойчивостью к различным стрессорам среды при невысоких производственных затратах. Итогом длительной селекционной работы (1955-2019 гг.) учёных отдела многолетних трав ФАНЦ Северо-Востока стала система высокопродуктивных сортов, обладающих экологической пластичностью, стабильностью и имеющих широкое распространение на территории Российской Федерации.

Ключевые слова: многолетние травы, староместные клевера, селекция, методы, научные достижения, сорта, интродукция

HISTORY OF PERENNIAL GRASSES BREEDING IN THE VYATKA REGION

M. N. Gripas¹, E. G. Arzamasova¹, E. V. Popova¹, O. L. Onuchina²

¹Federal Agricultural Research Center of the North-East
Kirov, Russian Federation

²Falensky Crop Breeding Station, Branch,
Federal Agricultural Research Center of the North-East
Kirov Region, Russian Federation

Annotation: *The article reflects the historical stages of the development of perennial grasses breeding on Vyatka land, starting from 1882 to the present time. With the organization of the Vyatka Zemsky Agricultural Experimental Station in 1895, tests of old-local clovers (ridges) began and conclusions were drawn about their advantage over non-district samples in frost and winter hardiness, productivity. The first zoned varieties of clover meadow were Kirovsky 159 (1961) and Falensky 1 (1962), created by selection methods (continuous mass, family, individual) from the best local populations. New opportunities appeared with the organization of the North-East breeding center and the creation of the laboratory for breeding and primary seed production of perennial grasses in the early 70's of the XX century, when progressive methods were introduced into the breeding process: artificial hybridization, biotypic selection, mutagenesis, polyploidy, polycross, biotechnology, express methods for evaluating and selecting stress-tolerant biotic and abiotic factors genotypes, field artificial infectious and provocative backgrounds. During this period, a complex of different-ripening, stress-resistant, mutually complementary varieties of various types of perennial grasses (meadow clover, hybrid clover, horned lamb, cocksfoot, reed fescue) for field and meadow grass planting was created, and their widespread introduction in farms of the Non-Chernozem zone of Russia was organized. Outstanding breeders Z. I. Pilatovich and M. I. Tumasova made a significant contribution to the development of breeding and seed production. In the last decade, the breeding of perennial grasses has been aimed at creating a system of varieties that, due to their adaptive potential, can form stably high yields of fodder mass and seeds at low production costs. The result of long time breeding work (1955-2019) by scientists from the Department of Perennial Grasses of the North-East Federal Research Center was a system of highly productive varieties that have adaptive potential, ecological plasticity, stability and are widely distributed in the Russian Federation.*

Keywords: *perennial grasses, old local clover, breeding, methods, scientific achievements, varieties, introduction*

Изучением различных видов многолетних трав на сельскохозяйственных опытных фермах Вятской губернии стали заниматься в 1882-1884 гг. Официальной датой начала селекции клевера лугового на Вятской земской сельскохозяйственной опытной станции считается 1924 г., когда впервые были заложены питомники испытания и в 1924-1936 гг. проведено изучение лучших местных кряжей и образцов из других губерний, позволившее установить преимущество местных одноукосных клеверов по зимостойкости и продуктивности сена. Была установлена целесообразность их использования в качестве исходного материала для выведения новых сортов [1].

В первый период работы с многолетними травами проводились экспедиционные обследования местных клеверов в единоличных хозяйствах с целью выявления наиболее ценных в хозяйственном отношении популяций.

В результате были установлены очаги длительного возделывания клевера для создания рассадников производства семян и их селекционного использования.

Основными методами селекции длительное время оставались непрерывный массовый, семейственный, а также индивидуальный отборы с оценкой по потомствам при строгой пространственной изоляции каждого селектируемого образца. С 1936 г. стал применяться групповой отбор с учётом морфологических признаков. Ежегодно изучалось от 26 до 62 популяций.

Первые сорта клевера красного, созданные на основе местных одноукосных популяций и переданные на государственное сортоиспытание (ГСИ) – Рассвет (1936 г.) и Стрела (1937 г.) – не были районированы, т.к. не дали достоверной прибавки по сравнению с местными стародавними популяциями. Не были районированы и передаваемые на ГСИ сорта тимopheевки луговой Фалёнская 319, Фалёнская 9 и Аджимка.

С 1947 г. по инициативе Н.В. Рудницкого на Вятской областной сельскохозяйственной опытной станции по растениеводству (г. Киров) начато изучение староместных клеверов. Первым исполнителем и автором отчёта была К.П. Тиунова.

В 1955 г. из местного образца колхоза "Стрела" Малмыжского района методом массового отбора создан сорт клевера красного Фалёнский 1. В 1962 г. сорт районирован для Кировской, а впоследствии для Тюменской областей, Марийской и Удмуртской АССР. Авторы сорта – С. А. Варварский, А. Ф. Шитулина, М. И. Вишнякова, Т. Г. Шумихина – селекционеры, работавшие в 1935-1962 гг.

С 1949 по 1984 гг. селекционной работой с многолетними травами в НИИСХ Северо-Востока занималась Зинаида Ивановна Пилатович – талантливый селекционер, активный защитник и пропагандист клеверосеяния, учитель многих селекционеров и семеноводов области. В 1950 г. она защитила кандидатскую диссертацию "Изучение и улучшение староместных популяций клевера красного Молотовской области" [2].

На основании испытания стародавних клеверов Вятского края при индивидуальном стоянии и в сплошных посевах методом отбора раннеспелых экотипов из популяций Белохолуницкого района и свободном их переопылении с лучшими образцами местного происхождения ею был создан и передан в 1957 г. на ГСИ сорт Кировский 159 (авторы З.И. Пилатович, Н.В. Рудницкий), районированный в 1961 г. и по сей день присутствующий в реестре селекционных достижений Российской Федерации. Позднее на ГСИ были переданы сорта клевера лугового Кировский 64, Зиновский, Кировский 112, люцерны Кировская 08, но складывавшаяся в те годы политика вытеснения многолетних трав с полей не благоприятствовала объективному их изучению и они не были районированы. Отрицательно сказалось на результатах селекции и резкое сокращение объёмов проводимых исследований (1956-1959 гг.), а затем и полное их прекращение (1960-1964 гг.). Следует отметить гражданский и научный подвиг З. И. Пилатович, которая в период закрытия лаборатории продолжала испытания на общественных началах, чтобы не потерять изучаемые сортообразцы.

Лишь в 1971 г. была создана лаборатория селекции и первичного семеноводства многолетних трав, территориально расположенная в г. Кирове (НИИСХ Северо-Востока) и п. Фалёнки (Фалёнская селекционная станция). С её организацией увеличился штат лаборатории и набор селективируемых культур, объёмы проработки селекционного материала, расширено изучение сортовой технологии возделывания клевера на семена. Первыми руководителями вновь организованной лаборатории были А.М. Пятин и Е.К. Кондратьев. Благодаря З.И. Пилатович была восстановлена селекция люцерны. Начата селекция многолетних верховых злаковых трав: созданы сорта ежи сборной Хлыновская, овсяницы тростниковой Кировская 50 и Лосинка, занесённые в Госреестр в 1976, 1982 и 1989 гг. Сорта характеризуются зимостойкостью, конкурентоспособностью и являются ценными компонентами для формирования сенокосных и пастбищных угодий.

В 1969 г. под руководством З.И. Пилатович в лаборатории начала работать Маргарита Ивановна Тумасова. В 1971 г. она защитила кандидатскую диссертацию; с 1975 по 2003 гг. возглавляла лабораторию, а затем отдел селекции и первичного семеноводства многолетних трав. Её творческий ум, глубокие знания в сочетании с большой работоспособностью, умением наладить деловые контакты, находить оригинальные решения и добиваться их осуществления позволили создать целую плеяду сортов клевера лугового (14) и организовать их широкое внедрение в хозяйствах Нечернозёмной зоны России. За большой вклад в развитие отечественной науки, сельского хозяйства России М.И. Тумасова удостоена звания "Заслуженный агроном РФ", награждена двумя серебряными медалями ВДНХ, многими грамотами и благодарностями Россельхозакадемии и Правительства Кировской области.

На Фалёнской селекционной станции работой по селекции и первичному семеноводству многолетних трав с 1963 по 2000 гг. занималась Екатерина Васильевна Никифорова, первоначально заведующая группой, а с 1991 г. – заведующая лабораторией. В 1983 г. она защитила кандидатскую диссертацию "Изучение, отбор и создание перспективного исходного материала для селекции клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) в условиях Северо-Востока Нечернозёмной зоны". За создание сорта клевера лугового Фалёнский 86, районированного в 1986 г. в Чувашии и Челябинской области, Е. В. Никифорова награждена Золотой медалью ВДНХ. Она автор 9 сортов клевера, заслуженный агроном РСФСР.

Если в первые годы работы с клеверами в селекционном процессе использовали только местные популяции Кировской и соседних областей, то, начиная с 1957 г., набор сортов, привлекаемых в селекционный процесс, значительно расширился за счет коллекций ВИРа, ВИКа и образцов селекционных станций (Нарымская, Приморская, Тулунская). Изучение более 1000 диплоидных и тетраплоидных коллекционных образцов клевера в двух экологических пунктах по комплексу хозяйственно-ценных признаков позволило выделить источники скороспелости, зимостойкости, устойчивости к болезням, высокой продуктивности кормовой массы и семян, толерантности к кислотности почвы.

В селекционный процесс внедрены новые методы: создание сложно-гибридных и синтетических популяций, биотипический, массовый и негативный отборы, мутагенез, полиплоидия, искусственная гибридизация, биотехнологии, экспресс-методы оценки и отбора толерантных к стрессовым биотическим и абиотическим факторам генотипов, полевые искусственные инфекционные (фузариоз и склеротиниоз) и провокационные (эдафический стресс) фоны. Организованы обмен и формирование селекционного материала через творческое объединение селекционеров (ТОС) "Клевер" (головное учреждение – ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса).

Эффективность использования перечисленных методов в селекционном процессе доказана созданием новых зимостойких, более раннеспелых сортов клевера лугового с комплексом хозяйственно-ценных признаков – Трио, Мартум, Дымковский, Орфей, Кретуновский, у которых преодолена отрицательная коррелятивная зависимость между зимостойкостью и раннеспелостью (занесены в Госреестр в 1991-1999 гг.) [3].

Новые возможности в селекции на повышение продуктивности кормовой массы, устойчивости к болезням и продуктивного долголетия открыл метод полиплоидии [4]. Методом колхицинирования проростков одноукосного сорта клевера лугового Кировский 159 с последующим выделением тетраплоидных растений и их селекционной проработкой в питомниках поликросса и отбора с индивидуальным стоянием растений создан и занесён в Госреестр в 1995 г. сорт Витязь – высокозимостойкий, позднеспелый, продуктивный по сухому веществу, толерантный к раку и эдафическому стрессу. Методом поликросса тетраплоидных родительских форм различного эколого-географического происхождения с последующим биотипическим отбором были созданы ультрараннеспелый двуукосный высокопродуктивный сорт клевера лугового Кудесник (занесён в Госреестр с 2002 г.) и зимостойкий, раннеспелый, двуукосный, устойчивый к корневым гнилям сорт клевера гибридного Фламинго (2017 г.) [5].

Созданные сорта лядвенца рогатого Солнышко (1999 г.), клевера гибридного Фалей (1998 г.) и Фрегат (2005 г.) характеризуются ценнейшими для региона энергосберегающими, интенсификационными свойствами – меньшей требовательностью к плодородию почвы, долговечностью (лядвенец), скороспелостью, технологичностью при заготовке сена [6, 7].

Результаты деятельности селекционеров М. И. Тумасовой и Е. В. Никифоровой, совместно с коллективом учёных ВНИИ кормов и руководителем ассоциации НПС "Аэлита" Н. П. Киселевым отмечены в 1999 г. Государственной премией РФ в области науки и техники за научную работу "Сорта клевера нового поколения – основа устойчивого кормопроизводства и биологизации земледелия Нечернозёмной зоны России".

Основные результаты селекционно-семеноводческой работы по многолетним травам в ФАНЦ Северо-Востока отражены в диссертациях М. Н. Грипась (2003 г.), И. А. Устюжанина (2003 г.), Н. А. Дёмшиной (2005 г.), О. Л. Онучиной (2007 г.), Е. В. Поповой (2009 г.), Е. Г. Арзамасовой (2011 г.), защищённых под руководством М. И. Тумасовой.

В последнее десятилетие селекция многолетних трав направлена на создание системы дифференцированных сортов, которые за счет адаптивного потенциала и устойчивости к экстремальным факторам среды могут формировать стабильно высокие урожаи кормовой массы и семян при невысоких энергозатратах. Были созданы специализированные стрессоустойчивые к биотическим и абиотическим факторам сорта клевера лугового: алюмотолерантный раннеспелый Грин (2010 г.), толерантный к болезням (фузариоз и склеротиниоз) среднепоздний Трифон (коллектив авторов отмечен дипломом РАСХН "За лучшую завершённую научную разработку 2010 года", районирован в 2014 г.), устойчивый к экстремальным условиям перезимовки (особенно к ледяной корке) раннеспелый Шанс (2017 г.) [8, 9, 10].

В результате длительной селекционной работы (1955-2019 гг.) учёными отдела многолетних трав ФАНЦ Северо-Востока создана система высокопродуктивных, взаимодополняющих сортов бобовых и злаковых трав с разными сроками созревания для организации сырьевого конвейера, производства объёмистых и зелёных кормов, сохранения почвенного плодородия (табл.).

Наши сорта обладают высоким адаптивным потенциалом, экологической пластичностью и стабильностью. Асинхронность биологических ритмов, различная реакция на непредсказуемые изменения климатических условий, повышенная средообразующая функция, высокие кормовые качества обусловили их широкое распространение [11, 12, 13].

В 2013 г. коллектив отдела многолетних трав ФАНЦ Северо-Востока награждён Диплом и нагрудным знаком Премии Кировской области за работу "Создание и внедрение высокоурожайных разнопоспевающих сортов многолетних бобовых трав – основа устойчивой кормовой базы и повышения почвенного плодородия Кировской области".

В настоящее время наряду с селекцией традиционной кормовой культуры клевера лугового проводится интродукция новых для Северо-Восточного региона Нечернозёмной зоны России видов клевера – паннонского (*Trifolium pannonicum* Jacg.), волосистоголового (*Trifolium trichocephalum* Bieb.), красноватого (*Trifolium rubens* L.), являющихся перспективными для введения в культуру. Они отличаются долговечностью в посевах, стабильной кормовой и семенной продуктивностью, более устойчивы к неблагоприятным факторам среды (морозам, засухе), являются хорошими медоносами. В результате успешной интродукции клевера паннонского и последующей селекционной проработки сортообразцов был создан, передан на ГСИ и районирован в 2019 г. новый сорт Снежок – зимостойкий, долголетний (до 10-12 лет), засухоустойчивый, обладающий возрастной устойчивостью к болезням, декоративностью, особенно в период цветения, продуктивностью и качеством кормовой массы, стабильной урожайностью семян [14].

В последние годы значительно повысился интерес к низовым злаковым травам как компонентам сенокосно-пастбищных и ландшафтных агроэкосистем. Они, участвуя в формировании различных типов газонов (приусадебного, спортивного, придорожного и т.д.), играют важную роль в оздоровлении

окружающей среды – почвозащитную, декоративную, фотосинтетическую и т. д. Селекционная работа по данному направлению имеет перспективу

Таблица

**Сорта многолетних трав селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
(по данным Госреестра, 2019 г.)**

Культура, сорт	Год районирования	Регионы допуска*	Характеристика
Клевер луговой			
Кировский 159	1961	4	Позднеспелые, Одноукосные
Фалёнский 1	1962	4, 10	
Фалёнский 86	1987	4, 9	Среднепоздний
Дымковский	1993	2, 3, 4	Среднеспелый
Трио	1995	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11	Ультрараннеспелый
Витязь, 4п	1995	1, 2, 3, 4	Позднеспелый
Мартум	1999	3, 4, 7, 12	Среднеранний
Орфей	2000	1, 2, 4	Среднепоздний
Кудесник, 4п	2002	2, 4	Ультрараннеспелые
Кретуновский	2003	1, 2, 3, 4	
Грин	2010	1, 2, 3, 4	Раннеспелый, алюмотолерантный
Трифон	2014	4	Среднепоздний
Шанс	2017	4	Раннеспелый
Клевер гибридный			
Фалей	1999	РФ	Раннеспелый
Фрегат, 4п	2006	РФ	Раннеспелый, алюмотолерантный
Фламинго, 4п	2017	РФ	Раннеспелый
Лядвенец рогатый			
Солнышко	1999	РФ	Раннеспелый
Клевер паннонский			
Снежок	2019	РФ	Среднеспелый
Ежа сборная			
Хлыновская	1984	РФ	Раннеспелый, сенокосно-пастбищ.
Овсяница тростниковая			
Лосинка	1994	РФ	Среднепоздний, засухоустойчивый

*1 – Северный, 2 – Северо-Западный, 3 – Центральный, 4 – Волго-Вятский, 5 – Центрально-Чернозёмный, 7 – Средневолжский, 9 – Уральский, 10 – Западно-Сибирский, 11 – Восточно-Сибирский, 12 – Дальневосточный

К юбилейному 2020 г. в состав отдела многолетних трав ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока входят лаборатория селекции и первичного семеноводства многолетних трав (г. Киров), которую возглавляет кандидат сельско-

хозяйственных наук, автор 12 сортов многолетних трав Мария Николаевна Грипась, и лаборатория селекции и первичного семеноводства клевера (п. Фалёнки). Руководитель отдела – кандидат сельскохозяйственных наук, автор 10 сортов многолетних трав Ольга Леонидовна Онучина.

Список литературы

1. Вятские клевера / Киселёв Н. П., Кормициков А. Д., Никифорова Е. В. и др. Киров: ГИПП "Вятка", 1995. 278 с.
2. Пилатович З.И. Староместные популяции пермского красного клевера и пути их улучшения // Селекция и семеноводство. 1950. № 11. С. 7-11.
3. Грипась М.Н., Тумасова М.И., Дёмшина Н.А., Устюжанин И.А., Онучина О.Л. Основные результаты и перспективы селекции многолетних трав на Северо-Востоке Европейской части России // Состояние и перспективы развития научного обеспечения сельскохозяйственного производства на Севере. Сыктывкар, 2007. 32-39.
4. Онучина О.Л., Корнева И.А., Грипась М.Н., Арзамасова Е.Г., Попова Е.В. Результаты и перспективы селекции клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) в Северо-Восточном регионе Европейской части России. // Modern Vymoženosti vědy. Praha: Publishing House "Education and Science" s.r.o., 2014. V. 32. P. 103-108.
5. Тумасова М.И., Грипась М.Н., Дёмшина Н.А. Использование полиплоидии в селекции клевера лугового // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2002. № 3. С. 64-67.
6. Грипась М.Н., Арзамасова Е.Г., Попова Е.В., Онучина О.Л. Новый сорт клевера гибридного Фламинго // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 3(52). С. 10-14.
7. Тумасова М.И., Грипась М.Н. Новый сорт лядвенца рогатого Солнышко // Интродукция сельскохозяйственных растений и её значение для сельского хозяйства Северо-Востока РФ. Киров, 1999. С. 69-74.
8. Тумасова М.И., Онучина О.Л., Дёмшина Н.А., Грипась М.Н. Новые сорта клевера гибридного // Сборник материалов науч.-прак. конф., г. Кострома, 20-21 июня 2006 г. Кострома, 2006. С. 143-145.
9. Онучина О.Л., Грипась М.Н., Корнева И.А., Арзамасова Е.Г., Попова Е.В. Результаты селекции клевера лугового на алюмотолерантность в условиях Северо-Востока европейской части России // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 6(55). С. 20-25.
10. Грипась М.Н., Арзамасова Е.Г., Попова Е.В., Онучина О.Л. Новый высокопродуктивный, толерантный к болезням сорт клевера лугового Трифон // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. № 2. С. 19-23.
11. Онучина О.Л., Грипась М.Н., Арзамасова Е.Г., Попова Е.В., Корнева И.А. Новый сорт клевера лугового Шанс // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 6(61). С. 20-24.
12. Акманаев Э.Д., Елисеев С.Л. Адаптивность позднеспелого и раннеспелых сортов клевера лугового на семена в Среднем Предуралье // АгроЭкоИнфо. 2017. № 2.
13. Кочнева М.Б., Дахно О.А. Адаптивный потенциал интродуцированных сортов клевера лугового в Камчатском крае // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 3(51). С. 45-50.
14. Онучина О.Л., Корнева И.А., Кошечева Н.С. Урожайность и параметры экологической пластичности и стабильности сортов клевера лугового в условиях Кировской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 11(181). С. 36-44.

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОСАДОК ХМЕЛЯ НА ЕГО УРОЖАЙНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ АЛЬФА-КИСЛОТ

Д. А. Дементьев

*Чувашский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
Цивильский район, п. Опытный, Российская Федерация.*

Аннотация. Объектом исследований являются новые селекционные сорта хмеля Северянка и Салампи горького и ароматического типов. Целью исследований является изучение влияния площади питания растений хмеля на урожайность, качество шишек данных сортов, а также на экономическую эффективность возделывания хмеля. Исследования проводили на серой лесной почве в питомнике Чувашского НИИСХ. В статье приводятся результаты исследований по второму году жизни двух сортов хмеля. Изменение плотности посадок растений хмеля может значительно сказаться на количественно-качественных характеристиках шишек хмеля за счёт изменения прихода ФАР, микроклимата между растениями и численности вредителей. Саженцы хмеля были высажены с междурядьями 3,0 м, а между растениями по 1,1; 1,3 и 1,5 м. Среднеранний сорт Салампи отличался более ранними и равномерными всходами. Всходы Северянки отличались разрозненностью и невыравненностью. Растения хмеля второго года жизни не сформировавшиеся и малоурожайные. На шпалат стебли заводились V-образным способом по 3-4 стебля с куста. Урожайность сорта Салампи с увеличением расстояния между растениями возрастала с 4,0 ц/га сырых шишек хмеля, до 4,4-4,5 ц/га. У сорта Северянка наблюдалась та же тенденция – с 1,5 до 1,8 ц/га соответственно. При этом содержание альфа-кислоты обоих сортов имело обратно пропорциональное направление. Растения хмеля дают полноценный урожай не раньше 3-4 года жизни, требуя при этом существенных затрат на уход в первые годы, в связи с чем рентабельность хмельников второго года жизни была отрицательная.

Ключевые слова: урожайность хмеля, альфа-кислота, густота посадок, площадь питания, второй год жизни.

INFLUENCE OF HOP PLANTING DENSITY ON ITS YIELD AND ALPHA-ACID CONTENT.

D. A. Dementyev

*Chuvash agricultural research Institute
branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East
Tsivilsky district, v. Opitny, Russian Federation.*

Annotation. The object of research is new selection varieties of hops Severyanka and Salampi of bitter and aromatic types. The purpose of the research is to study the influence of the area of hop plants nutrition on the yield, quality of cones of these varieties, as well as on the economic efficiency of hop cultivation. The research was conducted on gray forest soil in the nursery of the Chuvash research Institute. The article presents the results of research on the second year of life of two hop varieties. Changes in the density of hop plantings can significantly affect the quantitative and qualitative characteristics of hop cones due to changes in the arrival of HEADLIGHTS, the microclimate between plants and the number of pests. Hop seedlings were planted with row spacing of 3.0 m, and between the plants 1.1; 1.3 and 1.5 m. the Average early variety of Salampi was distinguished by earlier and more uniform shoots. The Northern Woman's shoots were disjointed and uneven. Hop plants of the second year of life are not formed and low-yielding. On the twine, the stems were wound up in a V-shaped

way by 3-4 stems from the Bush. The yield of the Salampí variety increased with increasing distance between plants from 4.0 C / ha of raw hop cones to 4.4-4.5 C/ha. the Severyanka variety showed the same trend – from 1.5 to 1.8 C / ha, respectively. At the same time, the alpha-acid content of both varieties had an inverse proportional direction. Hop plants give a full harvest not earlier than 3-4 years of life, while requiring significant care costs in the first years of life, which is why the profitability of hops in the second year of life was negative.

Key words: hop yield, alpha-acid, density of plantings, area of nutrition, second year of life

Введение. Востребованность хмеля мировым сообществом огромна. Его шишки используются не только в пивоварении, но и в парфюмерии, медицине, консервной, хлебопекарной и лакокрасочной промышленности. При этом площади под этой ценной сельскохозяйственной культурой в России упали в десятки раз [1]. Развитие селекции и выведения новых сортов хмеля в мировом сообществе приводит к изменению требований растений к условиям роста и развития. Технологии, принятые для хмелеводства 100 лет назад, на данный момент перестали быть актуальными, так как увеличивается мощность растений, толщина стеблей, величина листовой поверхности. Это приводит к необходимости разработки новых технологий возделывания хмеля. Один из важнейших элементов – это расстояние между растениями и площадь питания корневой системы. Принятое в Советском Союзе междурядье в 2,5 метра на данный момент не соответствует требованиям растений и технологической цепочке выращивания.

Цель исследования – разработать сортовую агротехнику хмеля новых сортов Салампи и Северянка, адаптированную к природно-климатическим условиям районов хмелеводства РФ.

Материалы и методы. Для разработки стартовой агротехники хмеля для новых сортов горького и ароматического типа Салампи и горько-ароматического типа Северянка в 2018 году на хмельнике посёлка Опытный Цивильского района Чувашской Республики была проведена закладка хмеля на площади 0,15 га. Исследуемые селекционные номера были высажены стеблевыми черенками с питомника конкурсного сортоиспытания после ручной обрезки. Черенки высаживали в нарезанные борозды на глубину 30 см. Почва участка серая лесная тяжелосуглинистая. Повторность – трехкратная. Размещение вариантов рандомизированное. Площадь делянки 40,5 м². Общая площадь опыта – 0,15 га. Исследования проводили по параметру площади питания, для чего растения высаживались с интервалами 1,1, 1,3 и 1,5 метра. Между рядами расстояние составляло 3 метра. Площадь 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.

Проводились следующие наблюдения: фенологические: отмечались даты наступления фенологических фаз хмеля по методике регионального фенологического мониторинга; урожайность шишек учитывалась по делянкам в 3-х повторностях; определение альфа-кислот кондуктометрическим методом по ГОСТу 21948-76.

Статистическую обработку полученных данных проводили по методике полевого опыта Б. А. Доспехова

Агротехника в опыте традиционная, разработанная для возделывания районированных сортов хмеля. В 2019 году погодные условия для первоначального развития хмеля сложились не оптимальные. В апреле – мае продуктивные осадки отсутствовали, из-за повышенных температур почва быстро пересохла. Дальнейшие осадки восполнили недостаток влаги в почве, позволив растениям полноценно развиваться.

Результаты и обсуждение. Так как все испытываемые растения хмеля произрастали лишь второй год, они не успели развить полноценную корневую массу, которая обеспечила бы быстрый рост и развитие куста растения. Всходы хмеля происходили неодновременно. Ароматический среднеранний сорт Салампи начал всходить почти на 2 недели раньше среднеспелого Северянка, всходы которого отличались разрозненностью. Лозы растений сорта Северянка были тонкие, отличались малым количеством ветвей, всходили в очень растянутый временной интервал. В то время как отдельные растения достигали в высоту 1 метр и более, всходы других растений того же сорта имели только зачаточное развитие. Среднеранний Салампи отличался более равномерными всходами и развитием, хотя так же имел неравномерность всходов.

Все исследуемые растения второго года жизни развивали малое количество ветвей, в связи с чем на заводки заводилось не 4 ветви, а 3-4.

Учёт урожая на опытных растениях проводили за день до уборки – 16 сентября. Урожайность сортов представлена в таблице 1.

Таблица 1

Урожайность сырых шишек хмеля, т/га

Расстояние между растениями	Салампи	Северянка
1,1 м	4,0	1,5
1,3 м	4,5	1,7
1,5 м	4,4	1,8
НСР ₀₅	2,9	0,83
Коэффициент корреляции, r	0,76	0,98
Коэффициент вариации, V	23,2	18,39

Как видно из сравнительных показателей, разница между вариантами по сортам не существенная. Вероятно, это может быть связано с тем, что растения ещё не вступили в плодоносящий возраст, и имеют слабое развитие. Тем не менее, согласно показателям коэффициентов вариации на исследуемых сортах наблюдается прямая зависимость между увеличением расстояния в рядах и повышением урожайности шишек хмеля с гектара. Более строгая корреляционная зависимость наблюдается у среднеспелого сорта Северянка. На сорте Салампи эта связь несколько ниже, но корреляция также сильная. Согласно показателям коэффициента вариации, совокупность исследуемых данных однородна.

Кроме урожайности исследовалось и содержание основного показателя качества шишек хмеля – альфа-кислот. Данные приведены в таблице 2.

Содержание альфа-кислот в шишках хмеля, %

Расстояние между растениями	Салампи	Северянка
1,1 м	10,0	12,2
1,3 м	9,7	10,3
1,5 м	9,4	11,2
НСР ₀₅	3,6	3,3
Коэффициент корреляции, r	-0,999	-0,53
Коэффициент вариации, V	12,7	12,4

Предварительно предполагалось, что увеличение расстояния между растениями приведёт к росту показателя содержания альфа-кислот в шишках хмеля. Фактически очевидна обратная связь между этими двумя показателями, о чём свидетельствует и коэффициент корреляции на обоих сортах: сильная обратная на сорте Салампи и сильная средняя на сорте Северянка. То есть исследования второго года жизни показали, что при увеличении площади питания растений содержание альфа-кислот снижалось, хотя и не существенно, о чём сообщает наименьшая существенная разность – изменения содержания исследуемого показателя в пределах ошибки опыта.

Также в учёт брался и показатель массы 100 сухих шишек хмеля. В среднем по сорту Салампи он равнялся 24,8 г, а по сорту Северянка – 10,3 г. Сорта отличаются внешним строением. Одно из важнейших отличий – это то, что сорт Салампи основную массу веток с шишками хмеля имеет ближе к центральной части стебля, шишки крупные, вытянутые. У сорта Северянка основная часть шишек находится ближе к верхушке растения. Их количество в несколько раз превышает количество более раннего сорта, но при этом они и в несколько раз мельче. Шишки имеют округлую форму [2].

Оба изучаемых сорта, в связи с очень низкой урожайностью молодых растений, показали отрицательную рентабельность – 80-92 %.

Выводы. Исследования растений хмеля сортов Салампи и Северянка показали зависимость урожайности от расстояния между растениями. С увеличением площади, выделяемой под развитие одного растения, урожайность возрастает, но падает содержание ценных альфа-кислот. Однако по данным второго года жизни многолетнего растения нельзя делать однозначные выводы и требуется дальнейшее наблюдение и изучение означенных факторов, а также влияние на них агроклиматических показателей последующих годов исследований.

Список литературы

1. Иванова А. О., Дементьев Д. А. Состояние хмелеводства в Чувашской Республике // Международный научный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 2. С. 20-25.
2. Фадеев А. А., Никонова З.А. Оценка сортообразцов коллекции хмеля обыкновенного по фенологическим и морфологическим признакам // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 2. С. 40-42.

ОЦЕНКА МУТАНТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В КОНКУРСНОМ СОРТОИСПЫТАНИИ ВЯТСКОЙ ГСХА

С. А. Емелев

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *Индукцированный мутагенез является одним из основных методов создания исходного материала для селекции растений. Получены скороспелые, пластичные мутантные сортообразцы ярового ячменя. В ходе конкурсного испытания проведена оценка хозяйственно полезных качеств.*

Ключевые слова: *конкурсное испытание, ячмень, мутагенез, мутанты, урожайность, белок, экстрактивность.*

ASSESSMENT OF SPRING BARLEY MUTANTS IN COMPETITIVE VARIETY TESTING OF THE VYATKA STATE AGRICULTURAL ACADEMY

S.A. Emelev

*Vyatka State Agricultural Academy,
Kirov, Russian Federation*

Annotation: *Induced mutagenesis is one of the main methods for creating source material for plant breeding. Early ripening, plastic mutant varieties of spring barley were obtained. During the competitive test, an assessment of economic and useful qualities was carried out.*

Keywords: *competitive test, barley, mutagenesis, mutants, productivity, protein, extractiveness.*

Введение. Повышение конкурентоспособности при выведении новых сортов растений, сокращение сроков создания сортов растений требует использования новейших био- и нанотехнологий. Наряду с созданием трансгенных растений методом биотехнологии в мире активно применяется экспериментальный мутагенез при создании исходного материала для селекции растений. У более 220 видов растений сельскохозяйственных культур, декоративных растений и деревьев используется в производстве более 3300 мутантных сортов (в т. ч. 315 ячменя) (Совместная база данных ФАО/МАГАТЭ по мутантным сортам на 2020 год).

Материалы и методы. На кафедре биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии Вятской ГСХА проведены опыты по изучению мутагенного действия лазерного (ЛКС) и дальнего красного (ДКС), синего (СС) спектров света, γ и СВЧ-излучений, пестицидов и агрохимикатов (в т. ч. фитогормонов, регуляторов роста, биопрепаратов и т.д.) на яровой ячмень [1-6].

В результате метода фото- и хемомутагенеза были получены разнообразные мутантные формы как селекционно-ценные (скороспелые, продуктивные, устойчивые к полеганию, с разным содержанием белка), так и инте-

ресные с генетической точки зрения (с различной длиной стебля, колоса и остей, разной интенсивностью воскового налета на отдельных частях растений, разнообразными хлорофильными мутациями) [2-6].

Мутантные формы с хозяйственно полезными признаками, представляющие интерес для селекции, оценивали в контрольном питомнике (КП) и конкурсном сортоиспытании (КСИ), где осуществляется их всесторонняя оценка на урожайность, качество продукции, устойчивость к вредителям и болезням и т.д. Часть полученных форм регистрируются, проходят оценку на государственном сортоиспытании (ГСИ), внедряются в производство [1, 3, 5].

Полевые исследования проводили в 2015...2018 гг. на Учебно-опытном поле Вятской ГСХА. Почва участка дерново-среднеподзолистая, по гранулометрическому составу среднесуглинистая. Агротехника в КСИ традиционная при возделывании ярового ячменя, доза минеральных удобрений (NPK) по 60 кг д.в./га каждого элемента, предшественник – озимая рожь. Метеорологические условия в годы проведения исследований были контрастными. Наиболее благоприятным для роста и развития ячменя был 2016 год.

Учетная площадь делянок – 25 м². Размещение систематическое, повторность 4-кратная. Норма высева – 5 млн всхожих семян на 1 га. Посев проводили сеялкой ССФК-6. Для закладки КСИ использовались семена мутантов ярового ячменя с лабораторной всхожестью 94-98 %.

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

В период с 2015 по 2018 год в КСИ испытывалось 10 мутантов, полученных при обработке водными растворами карбонатов калия (K₂CO₃), натрия (Na₂CO₃), лазерного (ЛКС) и дальнего (ДКС) красного света:

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

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

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

Результаты и обсуждения. Средняя урожайность мутантных номеров за 4 года изучения изменялась от 2,09 (М 11-13 Ха) до 4,23 т/га (8-3-013) (рис. 1).

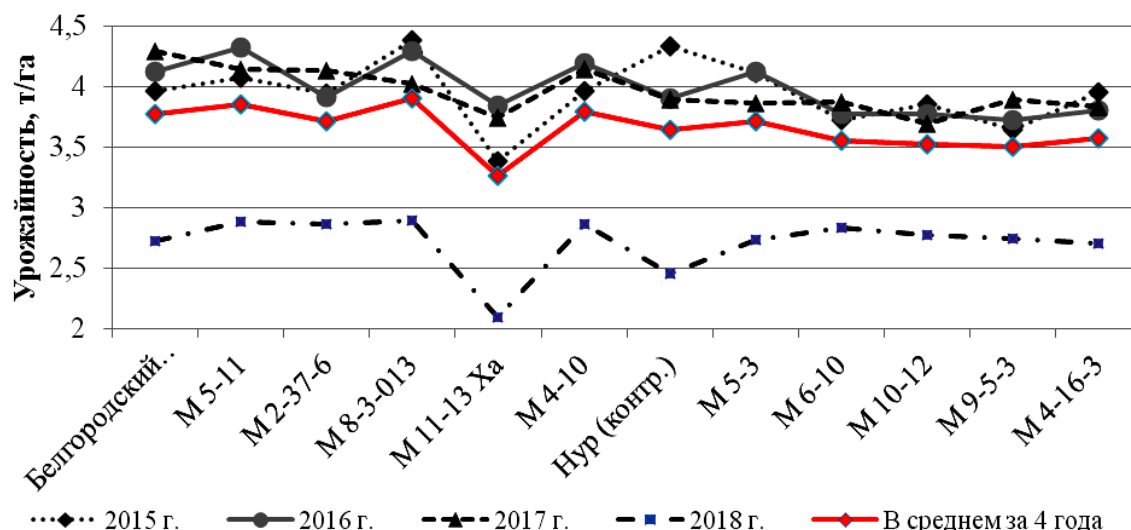


Рис. 1. Изменение урожайности мутантов ярового ячменя в КСИ

Урожайность зерна ячменя в 2015 году по вариантам колебалась от 3,38 (мутант 11-13 Ха) до 4,38 т/га (мутант 8-3-013). Наибольшая урожайность по сравнению со стандартным сортом Белгородский 100 отмечена только у скороспелого мутантного образца М 8-3-013. У стандартного сорта Белгородский 100 и контрольного сорта Нур урожайность в 2015 году составила соответственно 3,96 и 4,33 т/га. В 2016 году все мутантные формы (кроме 9-5-3) показали урожайность на уровне стандартного сорта Белгородский 100 и контрольного сорта Нур соответственно 4,12 и 3,96 т/га. Наибольшая урожайность ячменя в 2016 году была отмечена у двух скороспелых мутантов М 8-3-013 и М 5-11 соответственно 4,29 и 4,32 т/га. Средняя урожайность мутантов ячменя в 2017 году находилась в интервале от 3,69 (мутант 10-12) до 4,14 т/га (мутанты 4-10 и 5-11). Почти все среднеспелые мутанты ячменя имели урожайность на уровне контрольного сорта Нур, кроме образца М 4-10, который показал достоверную прибавку 0,25 т/га к контролю. По результатам дисперсионного анализа средняя урожайность в 2018 году по вариантам колебалась от 2,09 до 2,89 т/га. Средняя урожайность ярового ячменя в данном году составила 2,71 т/га. Наибольшая урожайность образцов ячменя в 2018 году отмечена у мутантов М 5-11 и М 8-3-013 – 2,88..2,89 т/га.

Таким образом, за годы испытания (2015-2018 гг.) максимальную прибавку урожайности среди изучаемых мутантов (+0,12...0,25 т/га) показал раннеспелый мутант М 8-3-013, в сравнении с сортами Белгородский 100 и Нур.

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию по РФ на 2020 год, включены: 269 сортов ячменя, в том числе яровой (*Hordeum vulgare* L.) – 228, из них 84 сорта отнесены к пивоваренным. Для производства пива показатели, характеризующие необходимое качество ячменя, отражены в ГОСТ 5060-86 «Ячмень для пивоварения. Требования при заготовках и поставках».

Масса 1000 зерен ячменя имеет большее значение, чем натура, так как она коррелирует с показателем крупности зерна. Масса 1000 зерен лучших пивоваренных сортов 40-47 г, но этот показатель может колебаться, не вызывая существенных изменений других показателей пивоваренных качеств [7, 8].

Масса 1000 семян в 2015 году в среднем по опыту составила 55,2 г, у стандартного сорта Белгородский 100 – 54,5 г. Наибольшая масса 1000 зерен наблюдалась у образцов М 10-12 и М 9-5-3 (соответственно 61,0 и 61,2 г). В 2016 году показатель масса 1000 семян в среднем по опыту составил 52,2 г, у стандартного сорта Белгородский 100 – 52,6 г. Наибольшая масса 1000 зерен наблюдалась у образцов М 9-5-3 и М 10-12 (56,6 и 58,0 г). В 2017 году этот показатель в среднем по опыту остался на уровне 2016 года и составил 52,2 г, у стандартного сорта Белгородский 100 также без изменений – 52,6 г. В целом в данном году наблюдалась аналогичная картина как в 2016 году. В виду погодных условий 2018 года масса 1000 семян в среднем снизилась на 8,8 г и составила 43,4 г, у стандарта Белгородский 100 – 46,6 г. Наибольшая масса 1000 зерен наблюдалась у образцов М 10-12 и М 6-10 (50,4 и 50,7 г).

В среднем за годы испытаний масса 1000 семян колебалась от 46,8 до 55,5 г, стандарт – 51,6 г. Многие мутанты имели меньшую массу 1000 зерен по сравнению с сортами Белгородский 100 и Нур. Существенное превышение массы зерен наблюдали у мутантных форм М 9-5-3, М 10-12 и М 6-10. Наименьшую массу по сравнению со стандартом имели образцы М 2-37-6 и М 5-11 (46,9 и 47,1 г).

Наиболее важным показателем, определяющим качество зерна ячменя, является содержание в нем белка. Согласно ГОСТ 5060-86 содержание белка в зерне пивоваренного ячменя не должно превышать 12,0 % (ограничительная норма). Зерно пивоваренных сортов должно иметь пониженное содержание белка. Оптимальным является содержание белка 9-12,5 % на сухое вещество [7, 8]. Содержание белка у изучаемых форм в 2015 году в среднем составило 10,4 %, в 2016 г. – 12,2 %, в 2017 г. – 10,4 %, в 2018 г. – 10,2 % (рис. 2).

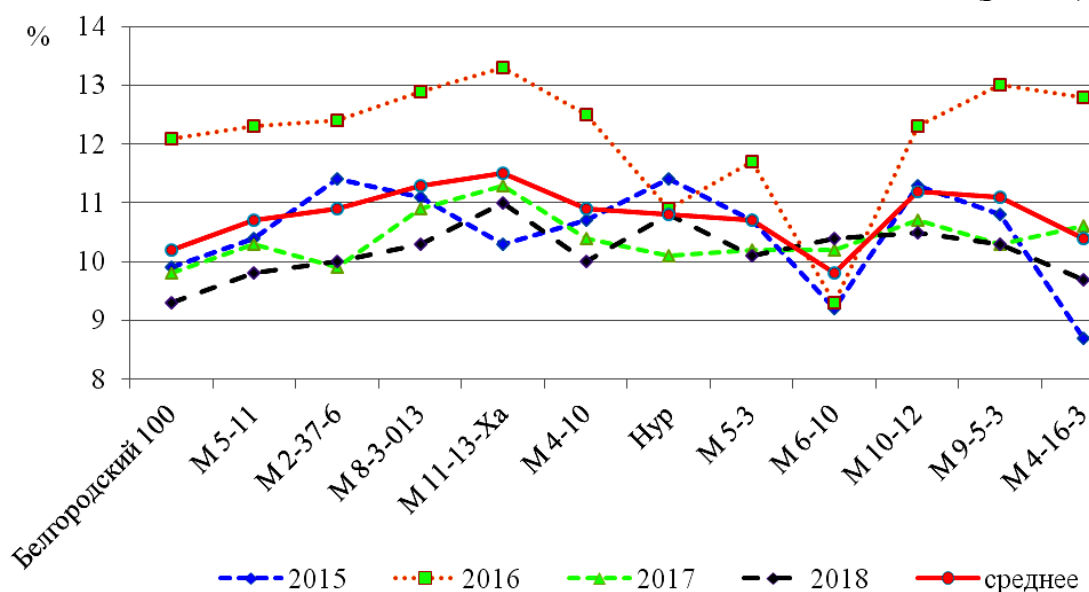


Рис. 2. Содержание белка у ярового ячменя в КСИ

Повышение содержания белка в 2016 году связано с внесением NPK по 80 кг д.в./га, в то время как в другие годы доза внесения составляла не более 60 кг. Наибольшее содержание за годы испытаний отмечено у мутанта М 11-13-Ха (11,5 %), а наименьшее у М 6-10 (9,8 %) по сравнению со стандартом (10,2 %) и контролем (10,8 %). Особенностью образца М 6-10 является практически постоянное содержание 9-10 % белка независимо от внешних факторов среды, как и для контрольного сорта Нур (10-11 %).

Экстрактивность зависит главным образом от содержания в зерне крахмала, переходящего после гидролиза в водный раствор. Пивоваренные сорта российской селекции содержат 60-64 % крахмала, что соответствует экстрактивности зерна ячменя 78-82 % [8]. Существует тесная отрицательная прямая корреляция между количеством белка в зерне и экстрактивностью ячменя с одной стороны, что подтверждается нашими опытами: содержание белка в 2016 году выросло на 2-3 %, а экстрактивность ячменя уменьшилась на это же значение (рис. 3).

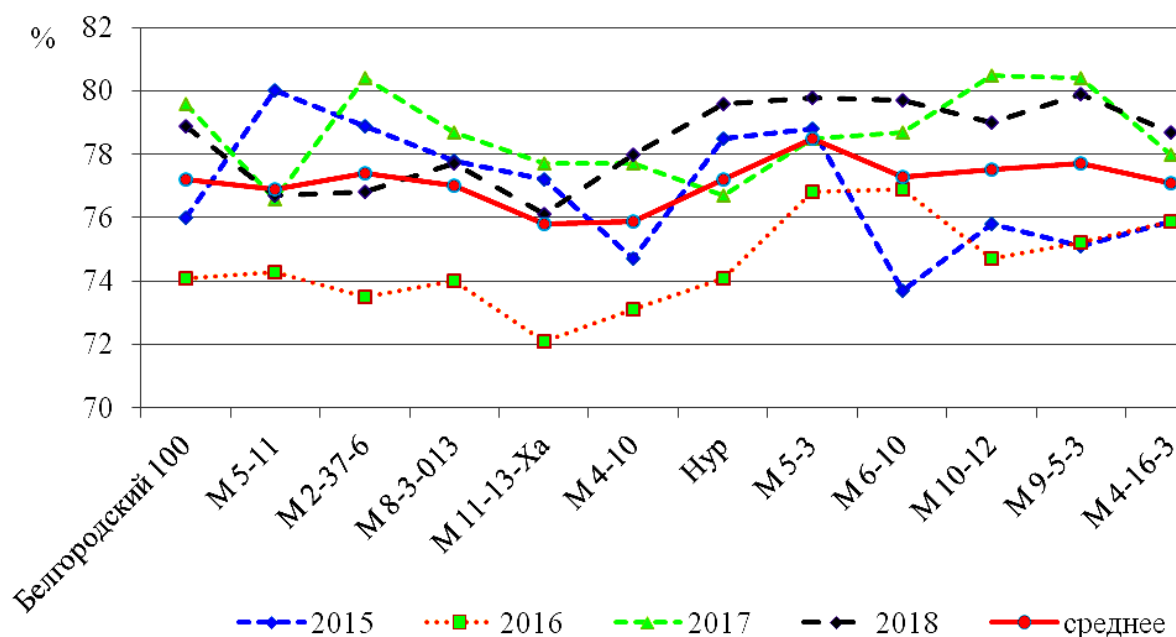


Рис. 3. Экстрактивность у ярового ячменя в КСИ

Следует выделить образцы М 8-3-013, М 4-16-3 и М 5-3, обладающие хорошей экстрактивностью (в среднем 77,0...78,5 %) и меньшей вариацией признака по годам. Мутант М 11-13-Ха меньше других подходит для производства солода: наименьшая экстрактивность, повышенное содержание белка, высокая чувствительность к влиянию внешних факторов.

Выводы. Перед производителем пивоваренного ячменя стоит задача: сформировать условия производства, близкие к 2017 года – сочетание довольно высокого уровня урожайности, экстрактивности и низкого белка. Максимальную урожайность (3,90 т/га) показал раннеспелый мутант М 8-3-013, в сравнении с сортами Белгородский 100 и Нур. «Очень высокой»

массой 1000 зерен (более 50 г) характеризуются мутантные формы М 9-5-3, М 10-12 и М 6-10. Наибольшее содержание белка за годы испытаний отмечено у мутанта М 11-13-Ха (11,5 %), а наименьшее у М 6-10 (9,8 %) и узкой нормой реакции по содержанию белка. Образец М 5-3 обладает хорошей экстрактивностью и узкой нормой реакции по данному показателю.

Таким образом, благодаря методу экспериментального мутагенеза получены урожайные, скороспелые формы, пластичные и интенсивного типа, с узкой нормой реакции на среду пивоваренного и кормового назначения.

Список литературы

1. Дудин Г.П., Лысиков В.Н. Индуцированный мутагенез и использование его в селекции растений. Киров: Вятская ГСХА, 2009. 208 с.
2. Дудин Г.П., Черемисинов М.В., Помелов А.В., Емелев С.А. Получение исходного материала для селекции ярового ячменя с помощью фунгицидов // Актуальные проблемы селекции и технологии возделывания полевых культур. Киров: Вятская ГСХА, 2017. С. 45-48.
3. Дудин Г.П., Помелов А.В., Емелев С.А. Оценка ярового ячменя сорта Изумруд в конкурсном и государственном сортоиспытаниях // Актуальные проблемы селекции и технологии возделывания полевых культур. Киров: Вятская ГСХА, 2013. С. 31-35.
4. Емелев С.А., Дудин Г.П. Мочевина как мутагенный фактор // Материалы научной сессии Кировский филиал Академии Естествознания РФ, Вятское региональное отделение Российской Академии естественных наук. 2001. С. 262-263.
5. Емелев С.А. Оценка мутантных форм ячменя сорта Биос-1 // Вестник Алтайского ГАУ. 2007. № 8(34). С. 13-16.
6. Емелев С.А. Изменчивость ярового ячменя сорта Дина в M_2 под действием калийных удобрений // Экспериментальный мутагенез в биологии и селекции растений. Киров: Вятская ГСХА, 2008. С. 12-15.
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. Ториков В.Е., Мельникова О.В., Клименков Ф.И. Оценка пригодности сортов ярового ячменя на пивоваренные цели // Вестник Брянской ГСХА. 2007. № 6. С. 36-45.

ПРОЯВЛЕНИЕ ВРЕДНОСТИ КРАСНО-БУРОЙ ПЯТНИСТОСТИ ОВСА

О. А. Жуйкова, Г. А. Баталова

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

Аннотация. *Использование овса связано с его высокой пластичностью, пищевыми и кормовыми достоинствами. В связи с развитием селекции овса укосного и зерно-укосного направлений, необходимо учитывать устойчивость культуры к болезням. Целью работы являлось изучение устойчивости селекционного материала овса к возбудителю красно-бурой пятнистости листьев и определение уровня ее вредности. Материалом исследований были селекционные линии и сорта овса питомника конкурсного сортоиспытания ФАНЦ Северо-Востока. Лучшие условия для развития заболевания складывались в 2017 г. и 2019 г. Индексы условий среды составили соответственно $I_j = +2,19$ и $I_j = +1,43$. Среди сортов конкурсного испытания большей отзывчивостью на изменение условий заражения гельминтоспориозом характеризовались сорта: Сапсан, Медведь, Бербер, Кречет, Аргамак, Вятский и линии: И-4592, 325h12, 4h14, 31h12. Наибольшую стабильность по изученному показателю проявили сорта: Медведь, Фаленец, Кречет, Першерон, Вировец, Вятский и линии: 46h14, 4h14, 11h12o, 42h12o, 72h11, 4h12. Для кормовых целей наиболее важна повышенная облиственность растений. Влияние площади флагового листа на проявление красно-бурой пятнистости было оказано в фазу выметывания. Снижение содержания пигментов в листьях является индикатором стресса при воздействии стрессовых факторов. Содержание в листьях хлорофилла а и b, каротиноидов значимо коррелировало со степенью поражения гельминтоспориозом в фазу выметывания. Среди показателей, влияющих на продуктивность растений, отмечают фотосинтетическую деятельность. Выявлено снижение чистой продуктивности фотосинтеза в фазу начала выхода в трубку. Отмечено снижение урожая зеленой массы при усилении заболевания ($r = -0,21 \dots -0,42$). Развитие пятнистости отразилось на массе 1000 зерен ($r = -0,36 \dots -0,71$), показателе выхода зерна из снопового образца ($r = -0,46 \dots -0,47$), урожайности зерна ($r = -0,27 \dots -0,64$).*

Ключевые слова: *овес, селекционные линии, устойчивость, красно-бурая пятнистость листьев, вредность, урожайность зеленой массы, урожайность зерна.*

MANIFESTATION OF HARMFULNESS OF RED-BROWN SPOTTING OF OATS

O. A. Zhuikova, G. A. Batalova

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

Annotation: *The use of oats is associated with its high plasticity, food and feed advantages. In connection with the development of selection of oats from the mowing and grain-mowing directions, it is necessary to take into account the resistance of the culture to diseases. The purpose of the work was to study the resistance of oat breeding material to the pathogen of red-brown leaf spot and determine the level of its harmfulness. The research material was selection lines and varieties of oats of the nursery of the competitive variety testing of the North-East FANTS. The best conditions for the development of the disease were formed in 2017 and 2019. The indices of environmental conditions were as follows $I_j = +2.19$ and $I_j = +1.43$. Among the varieties of the competitive test, the following varieties were charac-*

terized by greater responsiveness to changing conditions of helminthosporiosis infection: Sapsan, Medved', Berber, Krechet, Argamak, Vyatsky and lines: H-4592, 325h12, 4h14, 31h12. Varieties showed the greatest stability according to the studied indicator: Medved', Falenec, Krechet, Persheron, Virovec, Vyatsky and lines: 46h14, 4h14, 11h12o, 42h12o, 72h11, 4h12. For forage purposes, the most important is the increased leafiness of plants. The effect of flag leaf area on red-brown spotting was denied in the sweep phase. Reducing the content of pigments in leaves is an indicator of stress when exposed to stressful factors. The content of chlorophyll a and b, and carotenoids in the leaves significantly correlated with the degree of helminthosporiosis damage in the sweeping phase. Among the indicators that affect plant productivity and photosynthetic activity, a decrease in the net productivity of photosynthesis at the beginning of the tube release was revealed. The decrease in the yield of green mass with the increase in the disease was noted ($r = -0.21...-0.42$). The development of spotting was reflected in the mass of 1000 grains ($r = -0.36...-0.71$), indicators of grain yield from the sheaf sample ($r = -0.46...-0.47$), and grain yield ($r = -0.27-0.64$).

Keywords: oats, breeding lines, stability, red-brown leaf spot, harmfulness, green mass yield, grain yield

Овес – культура широкого распространения и использования, что связано с его высокой пластичностью, пищевыми и кормовыми достоинствами [1]. Зерно используется для приготовления крупы, хлопьев как в питании детей, так и взрослых. Широко применяется овес в кормлении лошадей, входит в состав комбикормов для КРС, свиней и птиц. Возделывание на зеленую массу овса позволяет формировать качественную кормовую базу животноводства.

В связи с развитием селекции овса укосного и зерно-укосного направлений, необходимо учитывать устойчивость культуры к болезням. Ежегодно в посевах отмечают поражение овса пятнистостями листьев грибной этиологии (*Puccinia coronata* Cda. f.sp. *avenae* Fraser et Led, *Puccinia graminis* Pers., *Drechslera avenae* Ito.) [2]. В исследованиях ФАНЦ Северо-Востока наблюдается ежегодное проявление красно-бурой пятнистости листьев, практически весь период вегетации растений, начиная с фазы кущения.

Цель исследований – изучить устойчивость селекционного материала овса к возбудителю красно-бурой пятнистости листьев овса и уровень ее вредоносности, определить перспективные селекционные линии для создания иммунных сортов с высокими показателями урожайности и качества зерна.

Материал и методы. Материалом исследований в 2017-2019 годах являлись 50 селекционных линий и сортов овса пленчатого и голозерного питомника конкурсного сортоиспытания ФАНЦ Северо-Востока. Исследования проведены в соответствии с Методикой [3]. Стандарты – сорт Кречет для пленчатых форм, сорт Вятский – для голозерных. Метеорологические условия описаны по данным Кировского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Влияние погодных условий на развитие грибных болезней оценивали по показателю гидротермического коэффициента (ГТК) по [4]. Оценку поражения на устойчивость к красно-бурой пятнистости листьев использовали методические рекомендации [5]. Пластичность и отзывчивость сортов на изменение условий определяли по методике

S.A. Eberhart, W.A. Russell (1966) в изложении [6], вклад генотипов и условий среды в формирование урожайности по [7]. Для оценки интенсивности нарастания площади линейных листьев использовали формулу, предложенную [8]. Определение содержания хлорофиллов *a* и *b* и каротиноидов проводили спектрометрическим методом. Пигменты экстрагировали из листьев 100 %-ым ацетоном по методике [9].

Результаты и обсуждение. Для кормовых целей наиболее важна повышенная облиственность растений, которая обусловлена размером самих листьев. Вклад листьев в хозяйственную продуктивность может достигать 80 % и более [10]. Определена корреляционная зависимость между показателями степени поражения листовыми болезнями и площадью листьев. Большее влияние площадь флагового листа оказывала на проявление красно-бурой пятнистости в фазу выметывания ($r = 0,41 \dots 0,53$). Достоверно высокая площадь флагового и подфлагового листьев была отмечена у пленчатого сорта 245h14 и голозерных – Фаленец, 74h12 и 63h11, которые проявили высокую устойчивость к патогену.

Большая часть урожая культивируемых растений является результатом работы фотосинтетического аппарата [11]. Варьирование содержания пигментов может дать информацию о физиологическом состоянии листового аппарата. Снижение их содержания является хорошо видимым индикатором стресса при воздействии стрессовых факторов [12]. В исследованиях содержание в листьях хлорофилла *a* и *b*, каротиноидов значимо коррелировало со степенью поражения гельминтоспориозом в фазу выметывания овса ($r = -0,52 \dots -0,57$). В фазу выметывания содержание в листьях хлорофилла *a* в исследуемых линиях было в пределах 4,37-12,92 мг/г сухой массы, хлорофилла *b* – 2,5-8,4 мг/г сухой массы, каротина – 1,77-3,46 мг/г сухой массы. К наиболее ценным отнесены устойчивые к пятнистости генотипы с наибольшим количеством пигментов линий: 2h12o, И-4346, 378h08. Среди показателей, влияющих на продуктивность растений, отмечают фотосинтетическую деятельность. В свою очередь на работу фотосинтетического аппарата оказывают влияние многие факторы, среди которых болезни [13]. Выявлено снижение чистой продуктивности фотосинтеза в фазу начала выхода в трубку в 2018 и 2019 гг. ($r = -0,40 \dots -0,44$), в последующий период онтогенеза влияние заболевания было несущественным. В 2017 г. корреляционной зависимости не наблюдали, возможно, это связано с более поздним периодом заражения. Прорастание конидий фиксируется в амплитуде температур от +5 до +33 °C и влажности от 96 % [14]. В 2018 и 2019 гг. период начала выхода в трубку условия были благоприятны для развития инфекции. Гидротермический коэффициент составил 1,41 и 1,50 соответственно. В 2017 г. ГТК этого периода составил 2,52. Сложилась неблагоприятная для развития гриба по температурному режиму (температура воздуха отмечалась +4 °C) метеоситуация. Варьирование показателя чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) по

сортам было от 0,43 до 20,92 г/м² * сутки. Среди них устойчивые генотипы с наиболее высокой ЧПФ: сорт Першерон (20,92 г/м² * сутки), линии 74h12 (16,1 г/м² * сутки) и 114h12 (15,25 г/м² * сутки).

Отмечено снижение урожая зеленой массы при усилении заболевания ($r = -0,21 \dots -0,42$). Развитие пятнистости отразилось на массе 1000 зерен ($r = -0,36 \dots -0,71$), показателе выхода зерна из снопового образца ($r = -0,46 \dots -0,47$), урожайности зерна ($r = -0,27 \dots -0,64$). Некоторые устойчивые к болезни линии имели селекционно-ценные характеристики по массе 1000 зерен (79h14, 4h14), выходу зерна из снопового образца (31h12), урожайности зеленой массы (4h14, 31h12) и зерна (79h14, 4h14, 153h13, 31h12) (табл.).

Таблица

**Устойчивые к красно-бурой пятнистости генотипы овса
с лучшими селекционными качествами (2017-2019 гг.)**

Линия, сорт	Максималь- ная степень поражения, %	Масса 1000 зерен, г	Выход зерна из снопового образца, %	Урожайность, т/га	
				зеленой массы	зерна
Пленчатые					
Кречет - ст.	15	36,5-40,8	50,9-55,4	16,4-43,11	5,26-6,77
79h14	10	35,1-43,4	25,7-44,6	21,07-26,67	6,09-8,51
245h14	7	35,4-36,3	45,0-45,1	21,56-24,89	5,53-5,98
4h14	10	37,5-38,9	47,5-50,0	25,69-50,67	5,22-7,74
Голозерные					
Вятский - ст.	20	31,9-36,6	29,2-40,0	14,22-29,77	3,09-6,71
153h13	7	28,5-33,5	30,1-35,0	19,11-23,96	2,85-5,95
31h12	3	28,0-36,8	39,7-46,2	12,44-39,56	3,11-6,05

Оценить влияние условий года на восприимчивость к болезни возможно используя индекс условий среды (I_j). По годам индекс изменялся от -3,63 до + 2,19. Положительное значение индекса наблюдали при более полной реализации потенциальных возможностей генотипов в данных условиях, а высокие отрицательные индексы являются следствием низкого адаптивного потенциала сортов. В исследованиях лучшие условия складывались в 2017 г. и 2019 г. Индексы условий среды составили соответственно $I_j = +2,19$ и $I_j = +1,43$. Нестабильные агроклиматические условия Кировской области способствуют сильному развитию болезней овса. Недостаточная сумма эффективных температур и обильные дожди в июле 2017 года привели к снижению урожайности, удлинению сроков прохождения фаз развития, полеганию посевов, а также развитию пятнистостей листьев. Максимальная степень поражения болезнью у восприимчивых сортов достигала 20 %. Неустойчивая по температуре погода 2018 г. и частые дожди во второй декаде июня и в июле привели к переувлажнению почвы ($ГТК = 1,4$). В таких

условиях наблюдали интенсивное развитие патогена до 80 % ($I_j = -3,63$). Холодная и неустойчивая по температурному режиму погода 2019 г. сопровождалась почвенной засухой в июне и интенсивными осадками в остальной период вегетации (ГТК = 2,5). На посевах отмечали умеренное проявление пятнистостей (до 22 %).

Используя показатель линейной регрессии (b_i), можно характеризовать пластичность сорта и определить насколько сорт изменяет признак при улучшении или ухудшении комплекса условий вегетации. Среди сортов конкурсного испытания большей отзывчивостью на изменение условий заражения гельминтоспориозом характеризовались сорта: Сапсан, Медведь, Бербер, Кречет, Аргатак, Вятский и линии: И-4592, 325h12, 4h14, 31h12 ($b_i = 1,2...3,05$). Данным генотипам необходимы качественные мероприятия по защите от болезней. Слабая реакция на изменение условий отмечена у сортов: Фаленец, Першерон, Виронец и линий: 46h14, 11h12o, 114h12, 63h11, 42h12o, 72h11 - ($b_i = 0,04...0,93$). При изменении условий среды их восприимчивость к болезни существенно не изменялась.

По величине дисперсии отклонения от линии регрессии (S_i^2) определяли стабильность сорта. Наибольшую стабильность по изученному показателю проявили сорта: Медведь, Фаленец, Кречет, Першерон, Виронец, Вятский и линии: 46h14, 4h14, 11h12o, 42h12o, 72h11, 4h12 ($S_i^2 = 0,02...6,57$). Отмечено, что все генотипы с высокой стабильностью характеризуются средней устойчивостью к болезни (степень поражения от 10 до 20 %). Наименьшая стабильность признака отмечена у линии И-4592 ($S_i^2 = 59,37$), обладающей средней устойчивостью к патогену.

Заключение. Результаты исследований позволили выделить линии, устойчивые к красно-бурой пятнистости листьев (степень поражения до 10 %): пленчатые 4h14, 74h12, 2h12o, И-4346, 378h08, 114h12 и голозерные 63h11, 79h14, 31h12, 153h13, сорт Першерон. Поражение болезнью зависело от площади флагового и подфлагового листьев в фазу выметывания, содержания в них пигментов. В результате поражения растений патогеном снижался показатель чистой продуктивности фотосинтеза, урожайность зеленой массы и зерна, выход зерна из снопового образца, масса 1000 зерен. Выделены перспективные устойчивые к болезни линии с высокими показателями массы 1000 зерен (79h14, 4h14), выхода зерна из снопового образца (31h12), урожайности зеленой массы (4h14, 31h12) и урожайности зерна (79h14, 4h14, 153h13, 31h12).

Список литературы

1. Аветисян А.Т., Романов В.Н., Огиенко Е.А. Продуктивность малораспространенных кормовых культур в условиях Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2012. № 5. С. 179-183.

2. Шешегова Т.К., Градобоева Т.П., Баталова Г.А., Щенникова И.Н. Источники устойчивости овса и ячменя к болезням и их использование в селекции НИИСХ Северо-Востока // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2013. Т. 171. С. 64-69.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. 1985. 230 с.
4. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928. Т. 20. С. 165-177.
5. Петрова О.С., Афанасенко О.С. Методические рекомендации по диагностике и методам оценки устойчивости овса к возбудителям пятнистостей листьев. СПб.; 2003. 28 с.
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. 1961. 364 с.
9. Зеленский М.И., Наумова Т.В. Расчётный способ определения площади листьев (зерновые культуры) Л.: ВИР; 1984. 20 с.
10. Lichtenthaler H.K, Buschmann C. Chlorophylls and Carotenoids: Measurement and Characterization by UV-VIS Spectroscopy // Current Protocols in Food Analytical Chemistry F 4.3.1.- 4.3.8; 2001.
11. Довнар В.С. Фотосинтетическая активность агроценозов (пути ее регулирования и практического использования): Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. Минск. 1985. 49 с.
12. Larcher W. Physiological plant ecology // Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups, (3rd ed.). Springer, New York, 1995. 528 p.
13. Merzlyak M.N., Gitelson A.A., Chivkunova O.B. et al. Non-destructive optical detection of pigment changes during leaf senescence and fruit ripening // Physiologia Plantarum. 1999. V. 106. P. 135-141.
14. Пакуль В.Н. Чистая продуктивность ярового ячменя // Растениеводство и селекция. 2009. № 2. С. 34-40.
15. Колесникова В.Г. Биологические особенности и технология возделывания овса посевного. Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. 118 с.

СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ АЛЮМОТОЛЕРАНТНЫХ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

И. Ю. Зайцева, Л. П. Кокина

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

Аннотация. В числе основных факторов, снижающих урожайность ячменя в Нечернозёмной зоне, является повышенная кислотность почв. В дополнение, негативное влияние повышенной кислотности усиливается наличием подвижных форм Al^{3+} . Один из рациональных способов снижения токсичности кислых почв – создание и использование толерантных сортов. Для этого нужен разнообразный генофонд, который служит исходным материалом в создании таких сортов. Для выделения источников, сочетающих алюмотолерантность с другими селекционно-ценными признаками, была проведена оценка 28 коллекционных образцов и 19 сортов конкурсного сортоиспытания в лабораторных и полевых условиях. В результате проведённых исследований были выделены алюмотолерантные сорта, представляющие ценность для дальнейшей селекционной работы: 52-12, Наран, Rodos и Одесский 115.

Ключевые слова: ячмень, коллекция, конкурсное сортоиспытание, алюмоустойчивость, урожайность, устойчивость к полеганию, вегетационный период

SELECTION VALUE OF ALUMINUM-TOLERANT CULTIVARS OF SPRING BARLEY

I.Yu. Zaytseva, L.P. Kokina

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

Annotation. Among the main factors reducing the yield of barley in the Non-black zone is the increased acidity of the soils. In addition, the negative effect of increased acidity is exacerbated by the presence of moving forms of Al^{3+} . One of the rational ways to reduce the toxicity of acidic soils is to create and use tolerant cultivars. In order to highlight the sources combining aluminum tolerance with other breeding and valuable features, 28 collection samples and 19 cultivars of competitive variety testing in laboratory and field conditions were evaluated. As a result of the research, aluminum-tolerant cultivars of value for further breeding work were identified: 52-12, Naran, Rodos and Odesskij 115.

Keywords: barley, collection, competitive variety testing, aluminum resistance, yield capacity, lodging resistance, growing season

Введение. В настоящее время алюмоустойчивость рассматривается как сложная фитоэкологическая проблема [1]. В Кировской области кислые почвы занимают 1566 тыс. га, или 78 % площади пашни, и их площадь постоянно увеличивается. Негативное влияние повышенной кислотности усиливается наличием подвижных форм алюминия (3-30 мг на 100 г почвы) в дерново-подзолистых почвах, которые составляют около 80 % пахотных земель региона [2]. Алюминий отрицательно влияет на поглощение фосфора, конкурирует с кальцием, ингибирует деление и удлинение клеток поглощающих органов. При этом замедляется рост и проникновение корней вглубь и их

способность поглощать влагу и питательные вещества [3]. Токсичность подвижных ионов Al^{3+} в Нечернозёмной зоне является основным фактором, снижающим урожайность и ухудшающим качество зерна сельскохозяйственных культур, в том числе и ячменя. Поэтому целенаправленное создание сортов с адаптивными реакциями, обеспечивающими комплексную устойчивость к повышенной почвенной кислотности и токсичности алюминия, приобретает особую актуальность [4]. Внедрение таких сортов в производство будет не только одним из рациональных способов снижения токсичности кислых почв, но и позволит решить ряд взаимосвязанных селекционных проблем и повысить урожай на всей площади, подверженной этому стрессу.

Цель исследований – изучение исходного материала и выделение источников, сочетающих алюмотолерантность с другими селекционно-ценными признаками.

Материал и методика. Исследования проводили в 2017-2019 гг. в ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) в лаборатории селекции и первичного семеноводства ячменя. Объектом исследований являлись 28 коллекционных образцов и 19 сортов конкурсного сортоиспытания. Изучение коллекции проводилось в соответствии с Международным классификатором... [5] и Методическими указаниями... [6] на делянках площадью 2,7 м², повторность – 3-кратная. Изучение сортов конкурсного сортоиспытания осуществляли в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания [7] на делянках с учетной площадью 10 м², в 4-кратной повторности. В качестве стандарта использовали сорт Белгородский 100. Различные погодные условия в годы проведения исследований способствовали полной и разносторонней оценке изученных сортов. Статистическую обработку данных осуществляли с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel и селекционно-генетической компьютерной программы «AGROS 2.07».

Результаты и обсуждение. В результате проведённых исследований согласно методике лабораторной оценки алюмоустойчивости зерновых культур [8] были выделены устойчивые к алюмокислотному стрессу сорта: Тандем, 52-12, Новичок, Бионик, NCL 95098, Местный сорт из Китая, Одесский 115, Сябра, Полярный 14, Нахбу, Rodos, Наран и Казьминский. Однако в условиях Кировской области в числе качеств ячменя, селекция на которые особенно важна, кроме алюмоустойчивости, необходимо назвать урожайность, устойчивость к полеганию и скороспелость.

Создание высокоурожайных сортов по-прежнему остаётся одним из актуальных направлений селекции ячменя. В наших исследованиях у изученных образцов не было выявлено существенных различий по урожайности. Все они по этому показателю находились на уровне стандарта. Тем не менее, можно выделить сорта: 52-12 (4,4 т/га), Тандем (4,2 т/га), Наран (4,2 т/га), Казьминский (4,2 т/га) и Одесский 115 (4,1 т/га), обладавшие относительно высокой урожайностью по сравнению с другими алюмотолерантными сортами (рис. 1).

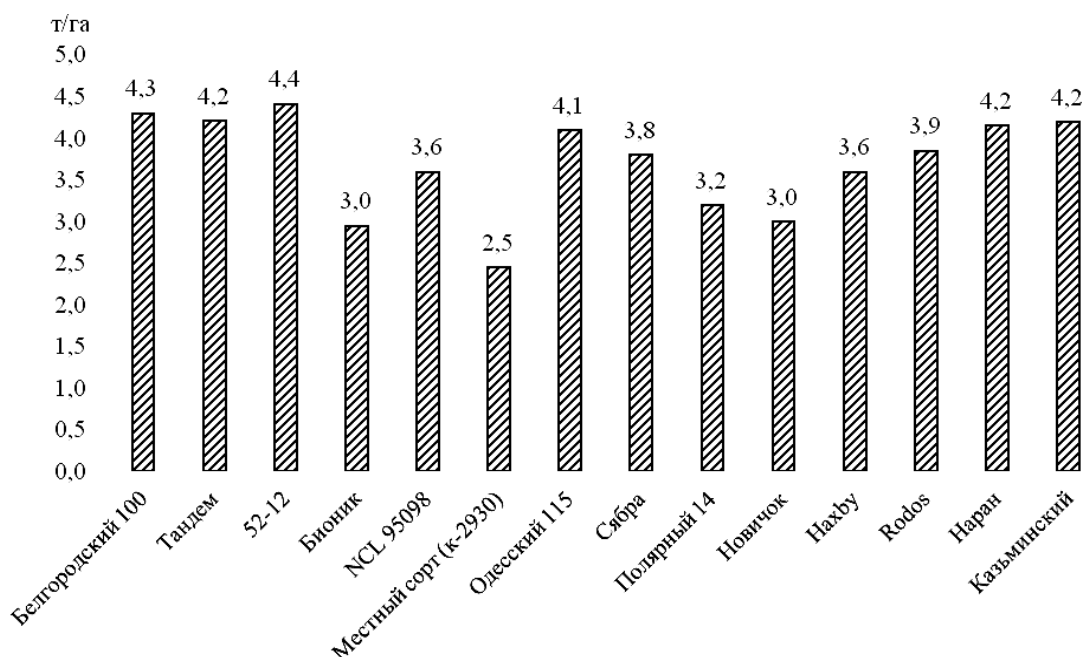


Рис. 1. Урожайность алюмоустойчивых сортов ячменя

Элементы структуры урожая в той или иной степени отражают величину урожайности сортов ячменя. Известно, что с увеличением продуктивной кустистости, длины колоса, числа зёрен в колосе, массы 1000 зерен возрастает и урожайность [9; 10].

Из всего изученного набора сортов конкурсного и коллекционного питомников существенное превышение над стандартом Белгородский 100 по количеству продуктивных стеблей на растении выделялся только образец NCL 95098, по длине колоса – Нахбу (7,4 см), по плотности колоса – Rodos (15,1 см). Установлено, что многорядные сорта уступают двурядным по длине и плотности колоса.

Важным компонентом продуктивности растений является озернённость колоса, которая является комплексным признаком и зависит от числа зёрен и их крупности [11; 12]. Все двурядные сорта в опытах имели показатели на уровне стандарта, многорядные достоверно превышали стандарт Белгородский 100 по количеству зёрен. Высокой продуктивностью, на уровне стандарта, характеризовались коллекционные образцы Нахбу, Rodos, Сябра и NCL 95098. Они также отличались и высокой массой 1000 зерен.

В условиях интенсивного ведения сельского хозяйства одним из важнейших резервов повышения урожайности и качества зерна считается борьба с полеганием [2]. Практически все изученные алюмотолерантные сорта устойчивы к полеганию. Исключение составляют только Полярный 14 и местный сорт из Китая (к-2930), устойчивость к полеганию которых является 7,9 и 6,6 баллов соответственно (рис. 2).

Для получения высоких урожаев большое значение имеет использование сортов, наиболее адаптированных по продолжительности вегетационного периода к условиям выращивания. В условиях нашего региона значительная роль принадлежит скороспелым сортам [2;3].

Таблица 1

Основные элементы продуктивности алюмотолерантных сортов (2017-2019 гг.)

Сорт	Кустистость		Колос				Масса зерна, г		Масса 1000 зёрен, г
			длина, см	плот- ность	количество, шт.		с коло- са	с рас- тения	
	общая	продук- тивная			колос- ков	зёрен			
Белгородский 100	2,3	2,1	6,3	13,0	20,2	17,7	0,94	1,45	46,8
52-12	2,1	1,8	7,3	12,4	21,6	19,5	0,94	1,40	45,39
Одесский 115	1,9	1,7	6,4	13,1	19,4	17,6	0,83	1,24	44,50
Казьминский	1,3	1,2	3,8	11,3	28,8	24,5	0,98	0,98	38,64
Нахby	2,6	2,3	7,4	11,7	20,6	17,6	0,93	1,67	49,62
Rodos	2,7	2,4	5,7	15,1	20,4	18,5	0,91	1,76	49,53
Наран	1,7	1,5	7,0	12,6	21,0	19,4	0,90	1,15	43,26
НСР ₀₅	Нет	1,1	1,0	1,1	Нет / Нет*	Нет / 9,0*	Нет	Нет	4,8

* – двурядные сорта/многорядные сорта

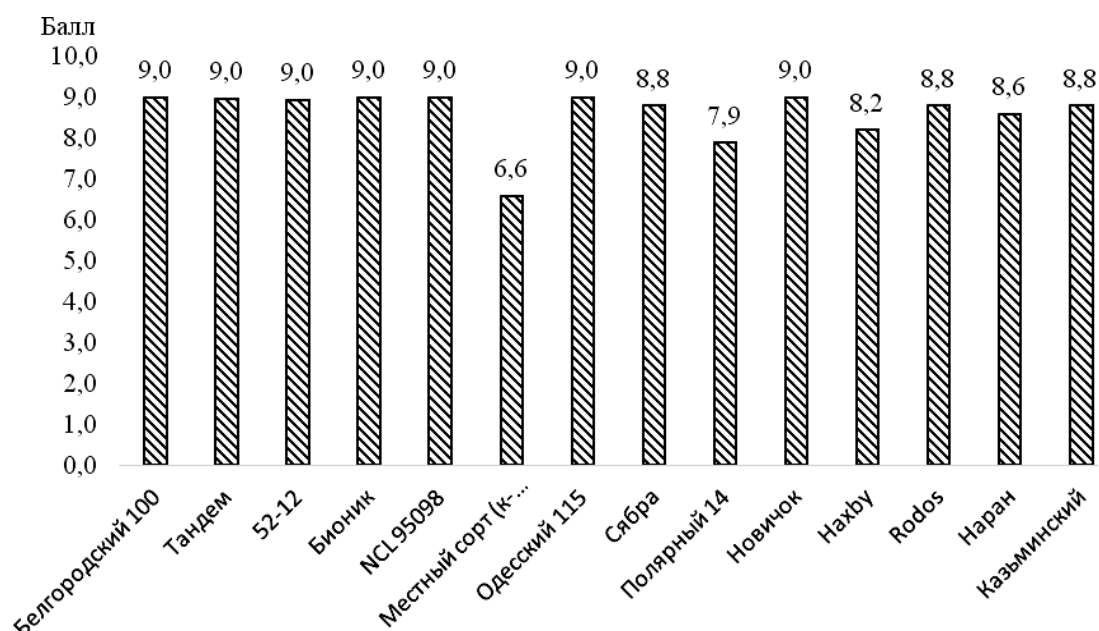


Рис. 2. Устойчивость к полеганию алюмоустойчивых сортов ячменя

Вегетационный период у сортов изменялся от 75 до 86 дней (рис. 3). Средняя его продолжительность составляла 78 дней.

Большинство изученных сортов являлись среднеспелыми. Для полного созревания им требовалось от 75 до 79 дней. К группе позднеспелых относились только два сорта Тандем и 52-12, завершавших вегетацию за 86 дней. Минимальным вегетационным периодом, равным 75 дней, отличались сорта Полярный 14, Наран, Казьминский и местный сорт из Китая (к-2930). Однако, урожайность скороспелых сортов значительно ниже, чем у образцов, созревающих за более длительный период, поэтому их нужно включать в скрещивания с более продуктивными сортами.

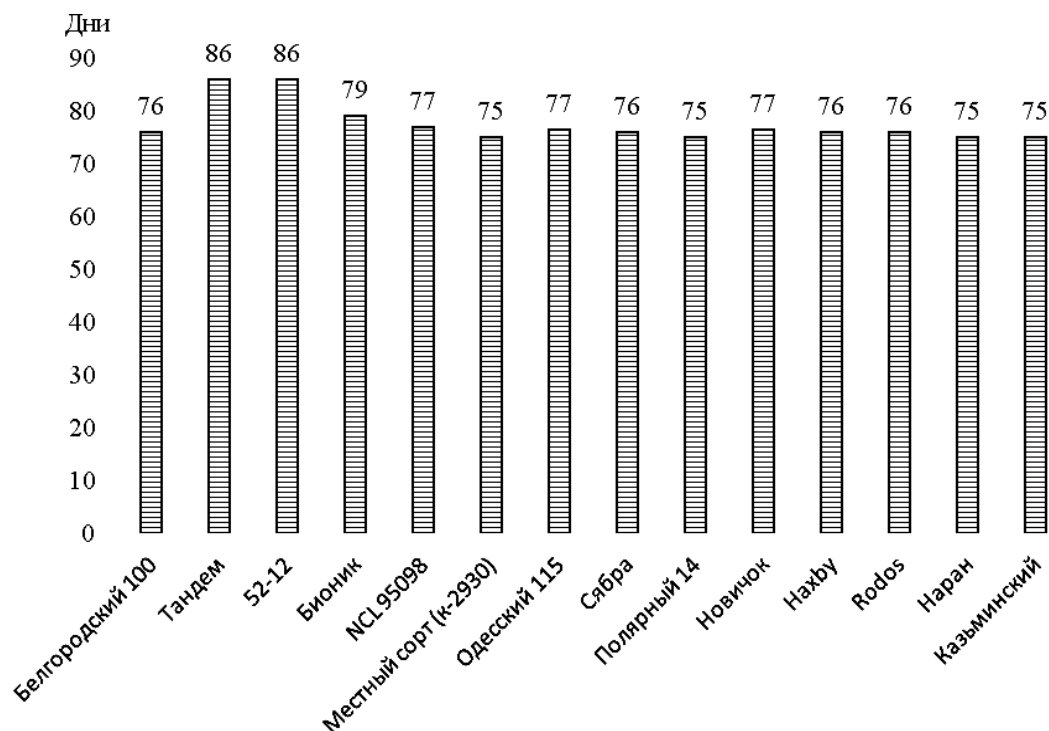


Рис. 3. Длина вегетационного периода алюмоустойчивых сортов ячменя

Выводы. Ценность для дальнейшей селекционной работы представляют алюмотолерантные сорта 52-12, Наран, Rodos и Одесский 115, сочетающие устойчивость к полеганию, высокую урожайность и оптимальный для региона вегетационный период.

Список литературы

1. Лисицын Е.М., Лисицына И.И. Влияние места репродукции сорта на его потенциальную алюмоустойчивость // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 5. С. 58-64.
2. Родина Н.А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. 488 с.
3. Баталова Г.А. Овёс в Волго-Вятском регионе. Киров: ООО «Орма»; 2013. 288 с.
4. Шуплецова О.Н., Щенникова И.Н. Генетические источники селекции ячменя (*Hordeum vulgare* L.) в Волго-Вятском регионе // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. Т. 180(1). С. 82-88.
5. Международный классификатор СЭВ рода *Hordeum* / Лекеш Я., Бареш И., Форал А., Одиignal И. и др. Л.: ВИР. 1983.
6. Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ООО «Копи-Р», 2012. 64 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (общая часть). Москва, 1985. 270 с.
8. Лисицын Е.М., Щенникова И.Н., Тиунова Л.Н. Полигенный характер алюмоустойчивости ячменя // Доклады РАСХН. 2007. №1. С.10-12.
9. Батакова О.Б., Корелина В.А. Влияние элементов структуры урожая на продуктивность ячменя ярового (*Hordeum vulgare* L.) в условиях крайнего севера РФ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2017. Т. 178 (3). С. 50-58.
10. Ляпкало Л.А., Хронюк В.Б. Изучение коллекционного материала ярового ячменя для селекционных целей // Современная техника и технологии. 2016. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2016/06/10238>.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТА КОНКУРСНОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ ЯЧМЕНЯ

И. Ю. Зайцева¹, А. А. Шаджиков², И. Н. Щенникова^{1,2}

¹Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого, г. Киров, Российская Федерация,

²Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлены результаты трёхлетнего изучения селекционного материала ячменя конкурсного сортоиспытания. Целью исследований являлось изучение сортов по основным хозяйственно-биологическим показателям и выделение перспективных для возделывания в Волго-Вятском регионе сортов. Наибольший интерес представляют сорта: 346-09, 29-11 и 52-12. Они отличались высокой урожайностью и оптимальным вегетационным периодом, устойчивостью к полеганию и обладали хорошей натурной массой, крупностью и выравненностью зерна.

Ключевые слова: ячмень, конкурсное сортоиспытание, урожайность, вегетационный период, устойчивость к полеганию, натура, выравненность

PERSPECTIVE CULTIVARS OF COMPETITIVE VARIETAL TESTING OF BARLEY

I. Yu. Zajtseva¹, A.A. Shadzhikov², I. N. Shchennikova^{1,2}

¹Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation,

²Vyatka State Agricultural Academy,
Kirov, Russian Federation

Annotation. The article presents the results of a three-year research of the breeding material of competitive variety testing of barley. The aim of the research was to study cultivars according to the main economic and biological parameters and to allocate cultivars promising for cultivation in the Volgo-Vyatka region. The most interest is the cultivars: 346-09, 29-11 and 52-12. There were distinguished by high capacity yield and optimal growing season, resistance to lodging and had good natural mass, grain size and uniformity of grain.

Keywords: barley, competitive varietal testing, capacity yield, growing season, resistance to lodging, nature, uniformity

Введение. Ячмень – одна из наиболее важных зерновых культур как в мировом, так и в отечественном земледелии. Это объясняется несколькими причинами, важнейшими среди которых являются способность удовлетворять различным требованиям животноводческой и перерабатывающей отраслей, его большая приспособляемость к различным почвенно-климатическим условиям, сравнительно небольшие затраты по возделыванию и невысокая себестоимость зерна [1]. Фактически зерно ячменя является «хлебом» для животноводства и пивоваренной промышленности, важным компонентом в пищевой и некоторых других отраслях [2].

В Волго-Вятском регионе более 60 % произведённого зерна идёт на приготовление комбикормов и непосредственно на кормовые цели [3]. Зерно ячменя является высокоценным кормом. Оно содержит много белка и крахмала и сбалансировано по аминокислотному составу. В белке ячменя содержится весь набор незаменимых аминокислот, включая особо дефицитные лизин и триптофан [4, 5].

Одним из способов решения проблемы, связанной с производством фуражного зерна в объёмах, необходимых для удовлетворения потребностей региона, является создание и внедрение новых высокопродуктивных сортов с высоким качеством зерна, оптимальным вегетационным периодом, устойчивых к неблагоприятным факторам внешней среды, болезням и вредителям, максимально адаптированных к конкретным агроклиматическим условиям [1, 6]. Поэтому необходимо всестороннее комплексное изучение вновь создаваемых сортов, перспективных для использования в разных почвенно-климатических зонах региона [7]. Оценка сортов, позволяющая получить объективную информацию об их хозяйственной ценности и приспособительных возможностях, осуществляется в процессе конкурсного сортоиспытания.

Цель исследований – оценка сортов по комплексу хозяйственно ценных признаков, выделение наиболее перспективных, адаптивных к условиям Волго-Вятского региона сортов для передачи их на государственное сортоиспытание.

Материалы и методы. Исследования проводили на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) в 2017-2019 гг. Объектами исследований послужили 7 сортов ярового ячменя конкурсного сортоиспытания. Изучение проводили в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания (1985) на делянках с учетной площадью 10 м², в 4-х кратной повторности. В качестве стандарта использовали сорт Белгородский 100. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, хорошо окультуренная. Основную и предпосевную обработку почвы проводили в соответствии с зональными рекомендациями [8, 9]. Условия вегетации в годы проведения исследований отличались неустойчивой погодой: от аномально холодной до тёплой и даже жаркой. 2017 год характеризовался частым, временами обильным, выпадением осадков. 2018 и 2019 были преимущественно без осадков или с небольшими, лишь в отдельные дни значительными, дождями. В целом, погодные условия 2017-2019 гг. являлись неблагоприятными для роста и развития растений, но они способствовали полной и разносторонней оценке изученных сортов. Оценка селекционного материала была проведена по основным селекционно-ценным признакам с учетом продолжительности вегетационного периода, устойчивости к полеганию и урожайности зерна в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания (1985). Статистическая обработка данных проводилась с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel и селекционно-генетической компьютерной программы «AGROS 2.07».

Результаты и обсуждение. Длина вегетационного периода является одним из важнейших показателей, изучаемых в ходе конкурсного сортоиспытания, так как для получения высоких урожаев большое значение имеет использование сортов, наиболее адаптированных к условиям выращивания по продолжительности вегетационного периода. В условиях нашего региона значительную роль играют раннеспелые сорта. Такие сорта уходят от грибковых болезней, менее восприимчивы к корневым гнилям, относительно устойчивы к эдафическому стрессу, успевают полностью созреть до осенних дождей и заморозков, обеспечивают производство кондиционных семян при минимальных затратах [10].

По длине вегетационного периода все исследуемые сорта разделились на две группы: среднеспелые, завершившие вегетацию за 77-80 дней, и позднеспелые, которым для полного созревания потребовалось от 83 до 89 дней (рис. 1). Отдельно следует выделить сорт 29-11, который обладал наибольшей урожайностью среди сортов с более коротким вегетационным периодом.

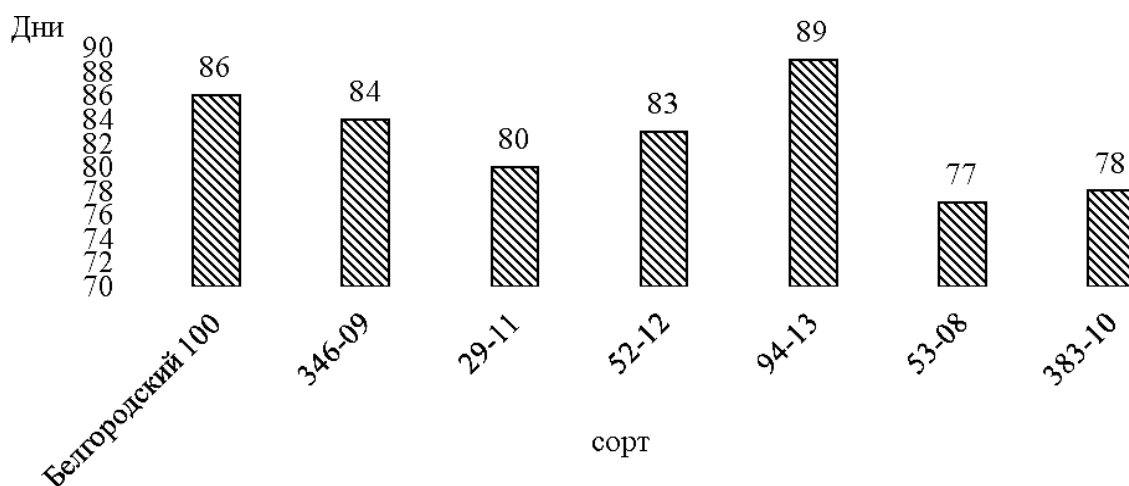


Рис. 1. Характеристика перспективных сортов ячменя по продолжительности вегетационного периода

Устойчивость к полеганию также является обязательным требованием, предъявляемым к внедряемым сортам. Склонность к полеганию у зерновых культур ограничивает потенциал продуктивности, приводит к заметному изменению обменных процессов в растениях к усиленному развитию грибковых заболеваний, понижению качества зерна и затрудняет уборку урожая. Исходя из этого, борьба с полеганием – один из важнейших резервов повышения урожайности и качества зерна.

Часто устойчивость к полеганию связывают с высотой стебля, контролируемой сложной системой генов, и факторами внешней среды. Поэтому во многих странах проблема полегания растений решается снижением высоты стебля [10]. Несмотря на то, что между сортами не было выявлено существенных различий по этому показателю, стоит заметить, что большинство

исследованных сортов имели меньшую высоту растений по сравнению со стандартным сортом и относились к группе «низкорослые». Остальные сорта, включая стандарт, вошли в группу «средненизкие». Но при этом все изученные сорта были устойчивы к полеганию.

Таблица 1

Высота растений и устойчивость к полеганию сортов ячменя

Сорт	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл
Белгородский 100	75,4	4,8
346-09	64,8	5,0
29-11	66,6	5,0
52-12	68,7	5,0
94-13	63,6	4,9
53-08	73,7	4,9
383-10	75,8	4,8

Доминирующим показателем для внедрения сорта в производство является его урожайность. По данному параметру все выделившиеся сорта были на уровне стандарта. Однако можно выделить сорт 346-09, который по урожайности превысил сорт Белгородский 100 на 0,3 т/га (рис. 2).



Рис. 2. Урожайность перспективных сортов ячменя, т/га

Урожайность является комплексным признаком. Большое влияние на этот показатель оказывают элементы структуры урожая, такие как продуктивная кустистость, длина колоса, озернённость колоса, масса зерна с главного колоса и масса 1000 зерен. Исследованные сорта по всем параметрам структуры урожайности не уступали стандартному сорту. Кроме того, сорт 52-12 превосходил стандартный сорт по длине колоса, 383-10 – по озернённости колоса, а 94-13 – по обоим этим показателям (табл. 2).

Таблица 2

**Характеристика перспективных сортов ячменя
по основным элементам продуктивности**

Сорт	Кустиность		Колос			Масса зерна, г		
	общая	продук- тивная	длина, см	количество, шт.				
				колос- ков	зёрен	главного колоса	расте- ния	1000 зёрен
Белгородский 100	2,3	2,1	6,3	19,6	18,2	0,90	1,64	47,9
346-09	2,5	2,0	6,6	21,4	19,3	0,88	1,50	42,5
29-11	2,2	1,7	6,1	19,1	16,1	0,77	1,22	44,1
52-12	2,2	2,0	7,2	22,1	19,6	0,93	1,56	45,4
94-13	2,2	1,9	7,8	23,9	21,2	0,92	1,50	44,7
53-08	1,8	1,6	6,3	20,5	18,6	0,81	1,16	43,1
383-10	1,9	1,8	7,0	23,1	21,3	0,97	1,47	43,5
НСР ₀₅	Нет	Нет	0,9	1,8	1,8	Нет	Нет	Нет

Одними из важных показателей качества зерна ячменя являются натура и выравненность. Натура характеризует плотность, выполненность и полновесность зерна. Высокие показатели натуры (более 700,0 г/л) свидетельствуют о хорошей сушке и большом количестве веществ, образующих экстрактивность. Оптимальной натурной массой для пивоварения считается 670,0 г/л. Выравненность по размерам обеспечивает получение однородного по степени растворения солода и снижение потерь при его производстве. Лучшие результаты при переработке пивоваренного ячменя получают, если выравненность зерна составляет не менее 85 % (ГОСТ 5060-86) [11].

Как видно из данных таблицы 3, большинство изученных сортов имели хорошую натурную массу, крупность и высокую выравненность зерна.

Таблица 3

Показатели качества зерна сортов ячменя

Сорт	Натура, г/л	Выравненность, %
Белгородский 100	682,1	97,9
346-09	683,2	92,6
29-11	701,2	96,0
52-12	694,0	91,3
94-13	639,1	85,6
53-08	698,1	95,5
383-10	688,9	88,1
НСР ₀₅	нет	4,16

По натурной массе между сортами не наблюдалось существенной разницы. Зерно с оптимальной натурой для пивоварения сформировали все исследованные сорта, кроме 94-13.

Выравненность зерна у всех сортов превышала приведенное в ГОСТ 5060-86 значение данного показателя. Однако, данный показатель у сортов 346-09, 52,12, 94-13 и 383-10 был существенно ниже, чем у стандарта Белгородский 100. Отдельно следует отметить сорт 29-11, который обладал наилучшими показателями качества зерна.

Заключение. В результате проведенных исследований по комплексу хозяйственно ценных признаков выделены сорта 346-09, 29-11 и 52-12, перспективные для передачи на государственное сортоиспытание.

Список литературы

1. Сурин Н. А., Ляхова Н. Е., Герасимов С. А., Липшин А. Г. Реализация идей Н. И. Вавилова в селекции ячменя в Сибири // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2018. Т. 179(1). С. 78-88.
2. Давыдова Ю. В. Анализ основных тенденций и прогнозирование развития молочного скотоводства в Кировской области // Московский экономический журнал. 2019. № 4. С. 30.
3. Щенникова И. Н., Кокина Л. П. Приоритетные направления и некоторые результаты селекции ярового ячменя в Волго-Вятском регионе // Известия Самарского научного центра РАН. 2018. Т. 20. № 2-2(82). С. 214-219.
4. Пуалаккайнан Л. А., Прядун Ю. П. Селекция ярового ячменя в условиях Челябинской области // Аграрная наука Урала: вопросы теории и практики. Челябинск, 2005. С. 11-18.
5. Сидельникова Н.А., Шмайлова Т.А. Технологические свойства зерна ячменя // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6.
6. 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.
7. Баталова Г.А. Селекция зерновых культур на иммунитет на северо-востоке Европейской территории России // Зерновое хозяйство России. 2017. № 3. С. 8-11.
8. Дёмшин С.Л. Техника для обработки почвы и посева в условиях Евро-Северо-Востока России // Инновации в сельском хозяйстве. 2016. № 3(18). С. 17-24.
9. Козлова Л.М., Попов Ф.А., Носкова Е.Н., Иванов В.Л. Улучшенная ресурсосберегающая технология обработки почвы и применения биопрепаратов под яровые зерновые культуры в условиях центральной зоны Северо-Востока европейской части России // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 3(58). С. 43-48.
10. Родина Н.А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. 488 с.
11. Яковлев В.К., Першаков А.Ю., Белкина Р.И. Продуктивность и качество зерна пивоваренных сортов ячменя в Северном Зауралье // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2017. № 12.

ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ РЖИ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ СЕЛЕКЦЕНТРЕ

Л. И. Кедрова, Е. И. Уткина

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

Аннотация. Первые селекционные работы по озимой ржи на северо-востоке России начаты в 1895 г. на Вятской опытной сельскохозяйственной станции. Методом отбора по крупности колоса и зерна из местной крестьянской ржи был получен зимостойкий, урожайный сорт Вятка, который успешно возделывался 70 лет во многих регионах страны. Дальнейшее улучшение сорта Вятка методом непрерывного индивидуально-семейственного отбора позволило получить сорт озимой ржи Вятка 2, который превысил по урожайности исходный сорт на 0,2-0,3 т/га. Серьезным недостатком этих сортов была высокостебельность и склонность к полеганию. Применение метода гибридизации и использование в скрещиваниях доноров доминантной короткостебельности позволило создать урожайные, короткостебельные, устойчивые к полеганию сорта озимой ржи: Дымка, Кировская 89, Снежана, Фаленская 4, Рушник, Флора и Графиня. Сорта Кировская 89 и Снежана в полевых условиях слабо поражаются мучнистой росой и бурой ржавчиной; Рушник характеризуется высокими хлебопекарными качествами зерна, которые сохраняются при задержке с уборкой урожая на 5 и более дней; Флора активно отрастает в весенний период и отличается повышенной устойчивостью к спорынье; Графиня имеет прочную соломину и устойчива к полеганию. Многолетнее (2000-2019 гг.) испытание сортов показало, что в благоприятных условиях (2009, 2011 гг.) их урожайность превышала 6,0 т/га. В сложных условиях 2016 г. получена урожайность 2,49-3,78 т/га. Сорта озимой ржи селекции Северо-Восточного селекцентра способны конкурировать с современными гибридными сортами по многим адаптивным и качественным показателям.

Ключевые слова: озимая рожь, селекция, сорт, адаптивность, зимостойкость, урожайность.

HISTORY AND CURRENT STATUS OF WINTER RYE BREEDING IN NORTHEAST BREEDING CENTER

L. I. Kedrova, E. I. Utkina

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

Annotation: The first breeding of winter rye in the North-East of Russia started in 1895 on the Vyatka experimental agricultural station. The method of selection by size of ear and grain from the local peasant rye were obtained winter-hardy, productive variety Vyatka, which was successfully cultivated 70 years in many regions of the country. Further improvement of varieties Vyatka through continuous individual and family selection allowed us to obtain a variety of winter rye Vyatka 2, which exceeded the yield of the original cultivar by 0.2-0.3 t/ha. a Serious drawback of these varieties was vysokonapornoj and the tendency to lodging. Application of the method of hybridization and use in crosses of donor dominant shortness of allowed to create a yielding, short-stem, resistant to lodging varieties of winter rye: Dymka, Kirovskaya 89, Snezhana, Falenskaya 4, Rushnik, Flora and Grafinya. Varieties Kirovskaya 89 and Snezhana in the field weakly affected by powdery mildew and brown rust;

Rushnik is characterized by high baking qualities of the grain that is retained when the delay in harvesting on 5 or more days; Flora actively grows in spring and has high resistance to ergot; the Grafinya has a durable straw and resistant to lodging. Years (2000-2019) were the test varieties showed that in favorable conditions (2009, 2011) their yields exceeded 6.0 t/ha. In the difficult conditions of 2016, the resulting yield of 2.49 and 3.78 t/ha. Varieties of winter rye of selection of North-Eastern breeding center able to compete with modern hybrid varieties in many adaptive and qualitative indicators.

Keywords: winter rye, selection, variety, adaptability, winter hardiness, productivity.

Самые ранние письменные свидетельства о возделывании ржи в Древней Руси встречаются в летописях 1056-1115 гг. Движение ржи от очагов древнего земледелия на территорию России и Западной Европы происходило через Кавказ [1]. Имея южное происхождение, рожь вместе с пшеницей продвигалась в северные регионы страны. Благодаря перекрестному типу опыления и естественному отбору она с годами приобрела высокий потенциал адаптивности к неблагоприятным факторам среды и ценные свойства культурных злаков, что помогло прочно закрепиться в регионах со сложными почвенно-климатическими условиями [2]. Рожь возделывают во многих странах, но лишь нечерноземную Россию прошлого (с XIII в. по середину XX в.) можно с полным правом назвать безраздельным «ржаным царством». В 70-х годах XIX в. рожь была ведущей культурой в 40 из 50 губерний Европейской части России [3]. Столицей «царства черного хлеба» в XIX в. являлась Москва, т.к. в Московской губернии, по состоянию на 1881 г., пшеницы сеяли меньше, чем в какой-либо другой губернии Европейской России, – всего 12 десятин (0,003 % общей посевной площади), в то время как рожь занимала 55,6 % посевов [4].

Несмотря на широкий ареал распространения и важное значение культуры, в России длительное время крестьяне возделывали только сорта «народной селекции». Первые целенаправленные селекционные работы были начаты в 40-е годы XIX века в Петербургской губернии Н.Н. Муравьевым, и первый сорт Муравьевка был выведен массовым отбором из местной семи-палатинской ржи в 1834 г.

На северо-востоке России начало селекции озимой ржи было положено в 1895 г. на Вятской опытной сельскохозяйственной станции. Под руководством заведующего опытной станцией, ученого агронома С.Н. Косарева приступили к испытанию наиболее зимостойких и урожайных местных популяций ржи и лучших зарубежных сортов. Параллельно велись селекционные работы по улучшению местной крестьянской ржи, образец которой был отобран в д. Крысовская Вятского уезда. Методом отбора по величине колосьев и семян удалось повысить крупность зерна в 2,5 раза, а содержание азота в нем более чем в 1,5 раза по сравнению с первоначальным образцом. Дальнейшая работа по улучшению популяции методом массового отбора элитных растений привела к созданию сорта Вятка, который отличался зимостойкостью, урожайностью, мощностью колоса и соломины.

С 1907 до 1913 г. под руководством директора станции М. А. Дернова продолжалась селекционная работа по улучшению сорта Вятка. С 1910 г. в селекции ржи наряду с массовым отбором начали применять индивидуальный.

В 1913 г. отдел селекции возглавил Н.В. Рудницкий. Разработанная им программа улучшения сорта Вятка, которая заключалась в чередовании массового и индивидуального отборов, позволила поднять адаптивные и продуктивные показатели исходного сорта на достаточно высокий уровень. В 1926 г. сорт озимой ржи Вятка передан на государственное сортоиспытание, по результатам которого уже в первый год изучения новый сорт превысил урожайность местной ржи на 46 % и занял первое место среди других испытываемых селекционных образцов. В 1929 г. Вятка была районирована и уже через 10 лет высевалась в 46 областях и республиках СССР. Сорт Вятка считается рекордсменом по занимаемым посевным площадям – более 7 млн га. Благодаря урожайности, пластичности, высокой зимостойкости и хорошим хлебопекарным качествам сорт выдержал почти 70-летнее производственное испытание и послужил исходным материалом для создания сортов во многих регионах страны (Вятка 2, Фаленская, Вятка Московская, Вятка Белорусская, Вятка северная, Литовская 3, Йыгева 112, Калужская 45, Тульская 1, Деснянка 2 и других сортов гибридного происхождения).

Создание такого уникального сорта, как Вятка было бы невозможным без удачного подбора исходного материала. Н.И. Вавилов огромное значение придавал местным сортам, формирующимся столетиями под действием естественного отбора в конкретных почвенно-климатических условиях. Подвергаясь длительному отбору, местные сорта приобретали преимущества по продуктивности по сравнению с исходной формой, сохраняя при этом приспособленность к условиям региона.

Последующая селекционная работа была направлена на дальнейшее улучшение сорта Вятка методом непрерывного индивидуально-семейственного отбора. Таким образом был создан сорт озимой ржи Вятка 2 (авторы сорта – Н.В. Рудницкий и К.А. Глухих), районированный в 1950 г. в 14 областях и республиках страны. По данным государственного сортоиспытания новый сорт превзошел сорт Вятка по урожайности на 0,2-0,3 т/га. Сорт Вятка 2 характеризуется высокой регенерационной способностью (80-100 %) после поражения снежной плесенью (*Microdochium nivale*), стабильной урожайностью, высокими хлебопекарными качествами, выносливостью к кислым почвам с повышенным содержанием ионов алюминия. Площадь в стране под этим сортом доходила до 700 тыс. га (1991 г.). В настоящее время сорт Вятка 2 успешно возделывается в Кировской области и за ее пределами.

Методом отбора из сорта Вятка были созданы еще два сорта: Фаленская (районирован в 1955 г.) и Вятка северная (1978 г.). Созданные методом отбора сорта Вятка, Вятка 2, Фаленская и Вятка северная наряду с комплексом положительных свойств обладают существенным недостатком – высокостебельностью и слабой устойчивостью к полеганию.

Дальнейшая селекционная работа была направлена на получение сорта с более короткой и устойчивой соломиной. С использованием метода инцухта из сорта Вятка был создан сорт Белозерная-Р-13 с более короткой соломиной, выравненным по величине, форме и окраске зерном, повышенным содержанием белка в зерне и высокими хлебопекарными качествами. Однако сорт был снят с государственного сортоиспытания, так как уступил стандарту по урожайности, зимостойкости и продуктивной кустистости.

С 1947 г. в практической селекции начали использовать метод гибридизации и свободного переопыления. Первые гибридные сорта не нашли признания, потому что по многим показателям не соответствовали требованиям производства. Принципиально новыми конкурентоспособными сортами были Звездочка и Голубка, созданные К. П. Шелыгановой, возглавлявшей лабораторию озимой ржи с 1971 по 1977 гг. Оба сорта отличались выравненным стеблестоем, крупнозерностью, урожайностью (более 3,0 т/га в производственных условиях). К сожалению, сорт Голубка, районированный в 1978 г., не нашел широкого применения в производстве, а сорт Звездочка был снят с государственного сортоиспытания [5].

Дальнейшая селекционная работа проводилась под руководством селекционеров Л. И. Кедровой и Ю. П. Савельева. Вовлечение в сложные и насыщающие скрещивания доноров доминантной короткостебельности ЕМ-1 и Болгарская короткостебельная с источниками зимостойкости, продуктивности и устойчивости к патогенам позволили создать сорт озимой ржи Дымка. Потенциальная урожайность сорта – 8,8 т/га, средняя высота растений 120 см, что на 30-33 см ниже высокостебельного сорта Вятка 2, устойчивость к полеганию выше на 3,8 балла. Сорт внесен в Государственный реестр селекционных достижений в 1993 г. по Северо-Западному, Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому регионам страны.

Параллельно с сортом Дымка был создан (совместно с Всероссийским институтом растениеводства) и внесен в Госреестр селекционных достижений с 1993 г. сорт Кировская 89. Сорт высокозимостойкий, потенциальная урожайность 8,0 т/га. Стебель прочный с высокой устойчивостью к полеганию. Хорошо отрастает после поражения снежной плесенью. Относится к числу первых в стране сортов ржи с полевой устойчивостью к мучнистой росе и бурой ржавчине. С 1993 г. внесен в Государственный реестр по Волго-Вятскому и Центральному регионам, с 1994 г. – по Северо-Западному.

Следующим прорывным шагом в селекционной работе было создание сорта Фаленская 4. Сорт внесен в Государственный реестр селекционных достижений с 1999 г. по Северному, Северо-Западному, Центральному и Волго-Вятскому регионам Российской Федерации. Характеризуется морозо- и зимостойкостью, высокой регенерационной способностью и потенциальной урожайностью (более 9,0 т/га), прочной соломиной, устойчивостью к полеганию, высокой выносливостью к кислым почвам. Мучнистой росой, бурой и стеблевой ржавчиной поражается на уровне сорта Вятка 2. Сорт

продовольственного назначения с высокими хлебопекарными качествами. В 2007 г. на сорт Фаленская 4 получен Диплом «Гран-при» как «Лучший сорт селекции зерновых культур 2007 г.» (Ростовская область, выставка-демонстрация «День Российского поля»). Сорт широко распространен в регионах возделывания и находится в первой пятерке по рейтингу высеянных семян, что говорит о востребованности его в производстве.

В связи с нарастанием фитосанитарной нагрузки остро встала проблема иммунитета растений к различным заболеваниям. Методом многократных отборов устойчивых биотипов на инфекционных фонах *Microdochium nivale* и контролируемых переопылений получен сорт Снежана, который характеризуется устойчивостью к полеганию, стабильной урожайностью, хорошим отрастанием после поражения снежной плесенью, толерантностью к кислым почвам. В полевых условиях слабо поражается мучнистой росой и бурой ржавчиной. С 2004 г. сорт внесен в Госреестр селекционных достижений по Северному и Северо-Западному регионам РФ.

Учитывая воздействие нестабильных погодных условий не только на величину урожая, но и на его хлебопекарные свойства, была поставлена задача создания сорта, способного формировать зерно высокого класса качества с минимальной степенью зависимости от внешних факторов. Методом отбора по продуктивности и качеству зерна из сорта Фаленская 4 создан сорт Рушник. Сохраняя урожайные и адаптивные свойства исходного сорта, Рушник обладает стабильно высокими качественными характеристиками и дольше сохраняет высокое число падения (180-200 с) при задержке с уборкой урожая на 5 и более дней. Внесен в Государственный реестр селекционных достижений с 2008 г. по Волго-Вятскому региону РФ, позднее – по Средневолжскому.

По активности отрастания после поражения снежной плесенью методом многократного рекуррентного индивидуально-семейного и биотипического отборов из сорта Фаленская 4 создан сорт продовольственного назначения Флора. Сорт характеризуется высокой регенерационной способностью и активно формирует зеленую массу после схода снега, поэтому дополнительно рекомендован для использования на зеленый корм. Устойчивость к снежной плесени повышенная, к фузариозу колоса и бурой ржавчине – средняя. Отличается повышенной устойчивостью к спорынье. При эпифитотийном проявлении заболевания поражение сорта Флора составило 3 %, что почти в 6 раз меньше сорта-индикатора. В 2012 г. сорт внесен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Волго-Вятскому и Северо-Западному регионам РФ.

В 2016 г. в Госреестр селекционных достижений по Северному, Северо-Западному, Волго-Вятскому и Центральному регионам РФ включен сорт Графиня. Сорт с доминантным типом короткостебельности создан методом свободно-ограниченного переопыления устойчивых к снежной плесени биотипов озимой ржи, многократно отобранных на искусственных инфекци-

онных фонах из сортов Альфа, Валдай, Популяции 27/01 и гибридов с ними, с последующим отбором на естественных инфекционных фонах снежной плесени. Потенциал урожайности более 8 т/га. Стебель прочный, устойчивость к полеганию за годы конкурсного испытания 7-9 баллов. Это наиболее устойчивый к полеганию сорт озимой ржи среди сортов селекции Северо-Восточного селекцентра. Характеризуется высокой зимостойкостью и регенерационной способностью весной после схода снега. Устойчивость к спорынье выше средней, толерантный к основным патогенам.

В процессе многолетней селекционной работы с использованием сложных скрещиваний, многократных отборов на естественных и искусственных инфекционно-провокационных фонах созданы перспективные сорта Рада и Кипрез, которые успешно используются в селекционных программах. Сорт Кипрез является первым кислотоустойчивым сортом, созданным методом многократных рекуррентных отборов резистентных биотипов из сорта Кировская 89 на естественных провокационных фонах по кислото- и алюмоустойчивости. В 2019 г. на Государственное сортоиспытание передан новый сорт озимой ржи Батист.

О высокой адаптивности и пластичности сортов селекции Северо-Восточного селекцентра свидетельствуют показатели основных хозяйственно ценных признаков за 2000-2019 гг. в конкурсном сортоиспытании (табл.).

Таблица

Характеристика сортов озимой ржи (2000-2019 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га		Зимостой- кость, балл	Устойчивость к полеганию, балл	Масса 1000 зерен, г
	среднее	пределы варьирования			
Вятка 2	4,47	3,17-6,19	4,8	2,2	27,6
Дымка	4,40	2,98-7,45	4,1	4,0	32,2
Кировская 89	4,47	2,49-6,68	4,3	4,1	31,8
Фаленская 4	5,09	3,77-7,87	4,8	4,2	28,3
Снежана	4,76	3,47-7,29	4,5	4,1	30,6
Рушник	4,88	3,78-7,66	4,7	3,9	28,1
Флора	5,25	3,58-7,74	4,8	4,2	28,9
Графиня	5,09	3,33-7,32	4,7	4,7	29,1

Несмотря на различные погодные условия двух последних десятилетий сорта проявили стабильность в формировании урожая, сильной изреженности или гибели за представленный период изучения не отмечено. Минимальную урожайность (2,49-3,78 т/га) в конкурсном сортоиспытании большинство сортов сформировали в 2016 г., когда во время весенне-летней вегетации отмечалось чередование продолжительных засушливых периодов и обильных ливневых осадков, которые явились причиной сильного полегания посевов ржи. В благоприятных условиях 2009 и 2011 гг. урожайность всех сортов превышала 6,0 т/га.

Сорта хорошо себя зарекомендовали и в производственных условиях. Так, в условиях аномально засушливого весенне-летнего периода 2010 г., когда озимые зерновые культуры погибли на больших площадях во многих регионах страны, сорт Фаленская 4 в ОАО «Октябрьский» Куменского района Кировской области на площади 945 га сформировал урожайность 4,14 т/га. В СПК ордена Ленина племзавод «Красный Октябрь» того же района на площади 1000 га средняя величина этого показателя составила 3,35 т/га, а на лучших по плодородию почвах – 5,3-5,8 т/га. В относительно благоприятных условиях 2011 г. урожайность зерна сорта Фаленская 4 в ОАО «Октябрьский» Куменского района на площади 570 га составила 6,0 т/га.

На современном этапе селекционная работа по озимой ржи проводится по нескольким направлениям в тесном сотрудничестве с селекционерами научно-исследовательских учреждений России, ближнего и дальнего зарубежья. В рамках сотрудничества с Байченской сельскохозяйственной академией (КНР) создан совместный сорт озимой ржи БК-1.

Таким образом, многолетняя селекционная работа, накопленные знания и опыт, уникальные природные условия Волго-Вятского региона (разнообразие почвенного покрова; нестабильность гидротермического режима; суровые условия перезимовки; высокая инфекционная нагрузка и т.д.) позволили создать непревзойденные по зимостойкости сорта озимой ржи Вятка, Вятка 2, Дымка, Кировская 89, Снежана, Фаленская 4, Рушник, Флора и Графиня с высоким генетически обусловленным адаптивным потенциалом, способные конкурировать в производственных условиях с современными гибридными сортами.

Список литературы

1. Гордей И.А., Гордей С.И., Урбан Э.П. Озимая рожь. Глава 3 // Генетические основы селекции растений: в 4 т. Т. 2. Частная генетика растений / науч. ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. Минск, 2010. С. 121.
2. Гончаренко А.А. Актуальные вопросы селекции озимой ржи. М., 2014. 372 с.
3. Русские. Историко-этнографический атлас. М.: Наука, 1970. 213 с.
4. Дружинин Н.М. Русская деревня на переломе 1861-1880 гг. М.: Наука, 1978. 287 с.
5. Кедрова Л.И., Савельев Ю.П. Селекция озимой ржи в Северо-Восточном селекцентре // Сельскохозяйственная наука северо-востока европейской части России. Сборник научных трудов. Т. 1 Селекция и семеноводство. К 100-летию Вятской сельскохозяйственной опытной станции (НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого). Киров, 1995. С. 20-26.

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ НА СЕМЕННЫХ ПОСАДКАХ КАРТОФЕЛЯ

С. П. Константинова

Чувашский НИИСХ –

филиал Федерального аграрного научного центра Северо-Востока,
п. Опытный, Российская Федерация

Аннотация. В статье приведены результаты применения гербицидов избирательного действия (Камелот, Лазурит Супер и Эскудо) на серых лесных почвах южной части Волго-Вятского региона. Исследования проводили в 2018-2019 гг. на поле-вом опыте Чувашского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого». Изучали действие препаратов против сорной растительности на семенных посадках картофеля сорта Чайка. Представленные результаты основаны на использовании современных разработок в технологии возделывания картофеля, большом объеме экспериментального материала, собранного в полевом опыте с применением апробированных методик и современных математических и статистических методов анализа. Отмечено положительное влияние препаратов на снижение сорной растительности в период вегетации. Определена биологическая эффективность применения гербицидной группы 74,0 %. По структуре урожая отмечено превышение товарности в варианте с обработкой по количеству на 3,2 %, по массе – на 4,0 %. Выход продовольственного картофеля в варианте с обработкой на 143 % выше контроля, а семенного картофеля – на 76,6 %. По результатам проведенной оценки выявлено увеличение урожайности на 118,5 ц/га, что составило больше в варианте без обработки на 64,1 %. Увеличение рентабельности системы защиты посадок картофеля от засоренности в зависимости от года составило 13-64 %.

THE APPLICATION OF THE REMEDIES IN SEED POTATO

S. P. Konstantinova

Chuvash Research Agricultural Institute –

Branch of the Federal Agrarian Research Center of the North-East,
Opytny, Russian Federation,

Annotation: The article presents the results of applying selective herbicides (Camelot, Lapis Super and Escudo) on gray forest soils in the southern part of the Volga-Vyatka region. The research was conducted in 2018-2019 on the field experience of the Chuvash Research Agricultural Institute – Branch of the Federal Agrarian Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky. We studied the effect of drugs against weed vegetation on seed plantings of potatoes of the Chaika variety. The presented results are based on the use of modern developments in the technology of potato cultivation, a large amount of experimental material collected in the field using proven methods and modern mathematical and statistical methods of analysis. The positive effect of drugs on the reduction of weed vegetation during the growing season was noted. The biological effectiveness of the herbicide group was determined to be 74.0 %. According to the structure of the crop, there was an excess of marketability in the version with processing by quantity by 3.2 %, by weight – by 4 %. The yield of food potatoes in the version with processing is 143 % higher than the control, and seed potatoes – 76.6 %. The results of the assessment revealed an increase in yield by 118.5 c / ha, which was 64.1 % more than the unprocessed version. The increase in the profitability of the system for protecting potato plantings from clogging, depending on the year, was 13-64 %.

Введение. Особая роль в процессе возделывания картофеля отводится постоянному совершенствованию защитных мероприятий. Решающее значение в интегрированной системе защиты картофеля уделяется химическому методу. Ассортимент средств для борьбы с вредными организмами постоянно пополняется, что открывает новые возможности для совершенствования систем защиты. В каждой почвенно-климатической зоне действие препаратов различно, поэтому для каждого важно выявить все положительные свойства, оптимальные сроки применения и дать оценку эффективности в местных условиях [1, 2, 3, 4].

В последние годы отмечается резкое увеличение засоренности посадок картофеля злаковыми и двудольными сорняками. Наиболее сложной проблемой при выращивании картофеля считают защиту посадок от сорняков, особенно многолетних [5]. Специфика семеноводства картофеля обязывает к выбору системы защиты подходить с научно обоснованной точки зрения, так как на выходе должен быть здоровый картофель, соответствующий всем стандартам.

В связи с вышеизложенным нами была поставлена цель – изучить действие препаратов АО Фирмы «Август» на засоренность семенных посадок картофеля и определить их экономическую эффективность.

Материалы и методы. Полевой опыт по изучению гербицидов АО Фирмы «Август» был заложен на полях Чувашского НИИСХ в 2018-2019 гг. первичного севооборота (табл. 1). Почва темно-серая лесная, по механическому составу тяжелосуглинистая. Пахотный слой опытного участка имеет реакцию среды нейтральную рН – 6,1. Содержание фосфора высокое (P_2O_5) – 252 мг/кг, обменного калия высокое (K_2O) – 184 мг/кг. Содержит в пахотном слое гумуса 6,5 %.

Таблица 1

Схема защиты картофеля

Препарат	Норма расхода	Вредный объект	Способ обработки, ограничения
Камелот, СЭ	3,0 л/га	Однолетние двудольные и злаковые сорняки	Опрыскивание почвы до всходов культуры. Расход рабочей жидкости 100-300 л/га
Лазурит Супер, КНЭ + Эскудо, ВДГ + Аллюр, Ж	0,4 л/га + 0,025 кг/га + 0,2 л/га	Однолетние, многолетние двудольные и злаковые сорняки	Опрыскивание культуры при высоте ботвы 5 см (в баковой смеси либо обработка отдельно, Эскудо разрешено применять при высоте пырея ползучего 10-15 см в фазу высоты ботвы до 20 см)

Объектом исследований являлись посадки картофеля сорта Чайка, репродукции элита. Площадь каждого варианта 3 га.

Методика наблюдений и учетов в опыте: фенологические наблюдения, биометрический анализ растительных проб, учет урожая и математическая

обработка данных проводили по общепринятым методикам [6]. Экономическая оценка вариантов проводилась путем сопоставления стоимости произведенного и реализованного картофеля с произведенными затратами на 1 га и на 1 тонну произведенной продукции в расчете на стандартный урожай.

Предшественник картофеля – яровая пшеница. Основная обработка почвы – вспашка на глубину 25-27 см агрегатом ПЛН-3-35 проведена осенью. Весной – закрытие влаги БПШ-15. Удобрения вносили с помощью МВУ-6 380 кг/га в физическом весе. Для придания мелкокомковатой структуры почва обработана фрезой. Клубни семенной фракции сорта Чайка (элита) посадили 45 тыс. клубней на гектар.

В 2018 году недостаток осадков наблюдался в течение всего периода вегетации. Хорошие дожди прошли только в первой декаде июля, когда выпало 35,4 мм, или 148 % к многолетней декадной норме. За период активной вегетации растений (май-август) средняя температура воздуха составила 18,7 °С, превысив многолетнюю на 5,0 °С. Осадков выпало 155,3 мм, 72 % многолетней нормы.

В 2019 году за период активной вегетации растений картофеля (май-август) средняя температура воздуха составила 15,8 °С, превысив многолетнюю на 2,1 °С. Осадков выпало 251,3 мм, 100,4 % многолетней нормы.

Результаты и обсуждение. Сорная растительность в опыте была представлена наиболее конкурентоспособной группой сорняков, от которых возможен наибольший вред будущему урожаю (табл. 2).

Таблица 2

**Количество сорных растений во время цветения картофеля, шт./м²
(среднее 2018-2019 г.)**

Вид сорняков	Контроль (без гербицидов)	Гербицидная обработка	Снижение засоренности, % к контролю
Просо куриное	25,2	5,5	21,8
Осот полевой (желтый)	5,8	0,5	8,6
Бодяк полевой	12,5	5,5	44,0
Марь белая	4,8	-	100,0
Вьюнок полевой	22,0	7,8	35,5
Щирица запрокинутая	1,4	-	100,0
Хвощ полевой	0,3	-	100,0
Пикульник	0,3	-	100,0
Дымянка лекарственная	2,0	-	100,0
Итого	74,3	19,3	26,0
Масса сорной растительности, г/м ²	2767,0	1038,2	37,5

Учет сорных растений в фазу цветения (через 30 дней после применения гербицидов) показал, что, в контрольном варианте количество просо куриное, вьюнка полевого и бодяка полевого составляло – 25,2, 22,0 и

12,5 шт./м² соответственно. Применение гербицидной обработки способствовало снижению засоренности по данным сорнякам на 21,8, 35,5 и 44,0 % соответственно. Сто процентная эффективность наблюдалась по отношению к остальным сорнякам. Биологическая эффективность применения гербицидной группы составила 74,0 %.

В целях определения динамики накопления урожая клубней проводили пробные копки при наступлении 45 и 55 дней после появления всходов (табл. 3). На 45 день после появления всходов в варианте с обработкой формирование клубней было больше на 2,3 шт. и на 57,8 г, чем в контроле. На 55 день происходит увеличение количества и массы клубней на 4,4 шт., 360,9 г с куста относительно контроля.

Таблица 3

Динамика накопления урожая картофеля, на 1 куст

Вариант	45 дней		55 дней		Прибавка	
	кол-во клубней, шт.	масса клубней, г	кол-во клубней, шт.	масса клубней, г	кол-во клубней, шт.	масса клубней, г
Контроль (без обработки)	6,5	191,7	8,9	605,1	2,4	413,4
С обработкой	8,8	249,5	13,3	966,0	4,5	716,5

При уборке картофеля определяли структуру урожая. Полученные результаты дают возможность судить о фракционном состоянии урожая при применении выбранной системы защиты посадок картофеля. Во всех вариантах наблюдается преобладание семенного картофеля массой 50-80 г (табл. 4). Выход продовольственного картофеля в варианте с обработкой составил 2,3 шт., что на 143 % выше контроля, а семенного картофеля – 2,3 шт., что выше контроля на 76,6 %.

Таблица 4

Структура урожая семенного картофеля

Вариант	Всего с куста		Более 80 г		50-80 г		До 50 г	
	шт.	г	шт.	г	шт.	г	шт.	г
Контроль (без обработки)	6,7	395,5	1,6	144,4	3,0	199,3	2,1	51,9
С обработкой	12,8	844,9	3,9	452,2	5,3	315,6	3,7	76,1

При определении товарности установлено, что в варианте с обработкой наблюдается превышение по количеству до 71,9 % (в контроле 68,7 %), а по массе до 90,9 % (в контроле 86,9 %).

Уборка картофеля в производственном опыте была проведена в первой декаде сентября. При этом наибольший урожай был отмечен в варианте с применением пестицидов (табл. 5). Увеличение урожайности составило 180 ц/га относительно контрольного варианта.

Хозяйственная эффективность препаратов

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%
Контроль (без гербицидов)	185,0	-	-
С обработкой	303,5	118,5	64,1

В результате получена хозяйственная эффективность применения схемы защиты препаратами АО Фирмы «Август» 64,1 %.

Проведенный экономический анализ показал, что при возделывании картофеля наиболее высокий уровень рентабельности (91 %) получен при применении изученной системы защиты картофеля в 2018 году, что превысило вариант без обработки на 64,1 %. В 2019 году то же в варианте с применением препаратов АО Фирмы «Август» наблюдается увеличение рентабельности на 13 %.

Заключение. Из проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- своевременное внесение гербицидов (Камелот, Лазурит Супер, Эскудо) согласно регламенту позволяет уменьшить засоренность посадок картофеля на 74,0 % по количеству и 62,5 % по массе.

- применение средств защиты растений картофеля способствует увеличению выхода крупного картофеля и позволяет получить дополнительно 118,5 ц/га. Хозяйственная эффективность при применении гербицидов на картофеле составила 64,1 %.

- наблюдается увеличение выхода товарного картофеля по количеству на 4,6 шт. (100 %), по массе на 424,1 г, (123,4 %).

- использование препаратов АО Фирмы «Август» на посевах картофеля является рентабельным и экономически эффективным.

Список литературы

1. Ряховская Н.И., Гайнатулина В.В., Макарова М.А. Экологически безопасные приемы защиты картофеля от болезней // Вестник ДВО РАН. 2017. №. 3(193). С. 57-61.
2. Редюк С.И. Защита картофеля от сорных растений // Вестник защиты растений. 2017. Т. 92(2). С. 54-58.
3. Гайнатулина В.В., Макарова М.А. Эффективность защиты картофеля на Камчатке // Защита и карантин растений. 2019. № 12. С. 28-30.
4. Ряховская Н.И., Гайнатулина В.В., Макарова М.А. Эффективность биофунгицидов против ризоктониоза на картофеле в условиях Камчатского края // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 3. С. 25-27.
5. Курдюкова О.Н., Тыщук Е.П. Эффективность механических и интегрированных систем контроля сорняков в посадках картофеля // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 3(32). С. 89-91.
6. Иванова И.Ю., Константинова С.П. Защита семенных посадок картофеля от сорняков // Международный научный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 3. С. 32-35.

**НАСЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ
ПРИЗНАКОВ ГИБРИДАМИ F₁ ЯРОВОГО ОВСА
В УСЛОВИЯХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА**

Н. В. Кротова, Г. А. Баталова

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

Аннотация. С помощью гибридизации, проводимой путем кастрации с последующим принудительным опылением, в 2018 г. создан новый генетический материал пленчатого овса. В качестве исходных форм использованы перспективные селекционные линии и сорта собственной селекции (332h14, И-4856, 26h14, 166h13, И-4845, 423h08, Бербер, Кречет, Медведь и др.). Также впервые в качестве материнской формы использовали зимующие сорта овса (Мезмай, Оштейн, Гузерипль). В исследовании установлено направление наследования гибридами пленчатого овса первого поколения основных хозяйственно-ценных признаков. При полегании урожайность овса резко падает. Одним из факторов устойчивости сорта к полеганию является высота растений. Высота родительских растений варьировала от 50,5 до 117,5 см, у гибридных форм – 31...94,3 см. Депрессия, обусловленная эффектом отрицательного доминирования выявлена у гибридов 6-18 61h14 × Кречет, 8-18 256h13 × Бербер, 10-18 267h13 × Медведь, 14-18 325h12 × 2h12o ($h_p = -0,59...-0,79$), что свидетельствует об их короткостебельности. По длине метелки у большинства гибридов наблюдали сверхдепрессию и неполную депрессию. Истинный гетерозис получен в комбинациях 12-18, 13-18, 14-18, 22-18. При выведении сортов овса с высокой урожайностью важным является показатель «масса зерна с растения». Наибольшую массу зерна с растения имел гибрид 3-18 (6,22 г), степень фенотипического доминирования 2,84. Сверхдоминирование также наблюдали у 14-18 325h12 × 2h12o ($h_p = 2,00$), доминирование ($h_p = 0,80$) у гибрида 22-18 166h13 × 256h13. Показателем полноценности семян является масса 1000 зерен. Данный показатель имеет прямую зависимость с генотипом. Наибольшую массу 1000 зерен среди гибридных комбинаций имел 13-18 190h13 × 264h14 (48,3 г), родительские формы данного гибрида 40,5 и 38,5 г. Сверхдоминирование по массе 1000 зерен наблюдали в гибридных популяциях 6-18, 9-18, 13-18, 20-18, 22-18, 23-18, 24-18, 25-18 ($h_p = 1,66...12,60$). Отбор высокопродуктивных элитных растений в гибридной популяции 22-18 166h13 × 256h13 можно проводить со второго поколения. В остальных комбинациях отбор будет наиболее эффективен в более поздних поколениях.

Ключевые слова: овес, гибридизация, гибрид, сверхдоминирование, депрессия, наследование.

**INHERITANCE OF THE MAIN ECONOMICALLY VALUABLE
TRAITS BY SPRING OAT HYBRIDS F₁ IN THE VOLGA-VYATKA REGION**

N. V. Krotova, G. A. Batalova

*Federal Agricultural Research Center of North-East,
Kirov, Russian Federation*

Annotation: Through hybridization carried out by castration, followed by forced pollination in 2018 this new genetic material hulled oats. As the original forms used promising breeding lines and varieties of self-selection (332h14, И-4856, 26h14, 166h13, И-4845, 423h08, Berber, Krechet, Medved and etc.). For the first time as the female parent used win-

tering oat varieties (Mezmay, Osten, Guzeripl). In the study the direction of inheritance hybrids hulled oats first generation of the basic economic-valuable signs. When lodging resistant oat yield drops sharply. One of the factors of the stability of varieties to lodging is the height of the plants. The height of the parent plants ranged from 50,5 to 117,5 cm, in hybrid forms - 31...94,3 cm. Depression caused by the negative dominance effect were detected in 6-18 61h14 × Krechet, 8-18 256h13 × Berber, 10-18 267h13 × Medved, 14-18 325h12 × 2h12o ($h_p = -0,59...-0,79$) that attests to their shortness. The length of the panicle in most hybrids was observed vertere and partial depression. True heterosis obtained in combinations 12-18, 13-18, 14-18, 22-18. In the breeding of oat varieties with high yield is an important indicator of "grain weight of the plants." The greatest grain weight per plant had a hybrid 3-18 (6.22 g), the degree of phenotypic dominance of 2.84. Overdominance was also observed in 14-18 325h12 × 2h12o ($h_p=2.00$), dominance ($h_p=0.80$) on the hybrid 22-18 166h13 × 256h13. The indicator of the usefulness of the seed is the mass of 1000 grains. This figure has a direct correlation with genotype. The highest weight of 1000 grains among the hybrid combinations had 13-18 190h13 × 264h14 (48.3 g) parent form of this hybrid of 40.5 and 38.5 g. Overdominance on 1000 grains weight was observed in hybrid populations 6-18, 9-18, 13-18, 20-18, 22-18, 23-18, 24-18, 25-18 ($h_p= 1.66...12.60$). The elite selection of highly productive plants in the hybrid population 22-18 166h13 × 256h13 can be carried out with the second generation. In other combinations, the selection will be most effective in later generations.

Keywords: oats, hybridization, hybrid, overdomination, depression, inheritance

Введение. Гибридизация представляет собой сложный процесс образования новых форм, основанный на изменении генотипа в постоянно меняющихся условиях внешней среды. В гибридном организме признаки и свойства, полученные от родительских особей, образуя различные сочетания, развиваются в каждом поколении заново. Поэтому необходимо знать, как наследуются те или иные признаки и свойства при определенных условиях развития растений [1]. Оценка полученных гибридов выражается не только абсолютным уровнем устойчивости к неблагоприятным факторам среды, но и величиной реализации потенциальной продуктивности в этих условиях, которая представляет собой результат взаимодействия количественных признаков, имеющих полигенную генетическую основу [2]. Создать высокоурожайный сорт овса можно, зная наследование этих признаков, их генетические особенности и возможность комбинирования генов.

Материалы и методы. Гибридизацию проводили путем кастрации с последующим принудительным опылением на второй – третий день после кастрации. Наблюдения, оценки и учеты урожая проводили в соответствии с Методическими указаниями по изучению мировой коллекции ячменя и овса [3], Международным классификатором СЭВ рода *Avena* L. [4]. Характер наследования признаков определяли по формуле G.M Beil, R.E. Atkins [5]:

$$h_p = \frac{F_1 - MP}{HP - MP}$$

где h_p – степень фенотипического доминирования;

F_1 – величина признака у растений F_1 ;

MP – средний признак обеих родительских форм;

HP – наибольший признак родительской формы.

Результаты и обсуждения. В 2018 г. создан новый исходный материал овса пленчатого по 19 комбинациям скрещивания. Удача скрещиваний варьировала для овса пленчатого от 1,3 до 58 % при использовании в качестве материнской формы перспективных селекционных линий *A. sativa* (332h14, И-4856, 26h14, 166h13, И-4845, 423h08 и др.) и сортов собственной селекции (Бербер, Кречет, Медведь и др.) (табл. 1).

Таблица 1

Гибридные комбинации

Каталог скрещиваний	Гибридная комбинация	Удача скрещиваний, %
2-18	И-4856 x 256h13	17,2
3-18	26h14 x 72h14	23,1
4-18	26h14 x 325h12	15,4
6-18	61h14 x Кречет	14,8
8-18	256h13 x Бербер	17,2
9-18	267h13 x 166h13	6,7
10-18	267h13 x Медведь	8,4
11-18	332h14 x 256h13	29,8
12-18	332h14 x HURDAL	57,8
13-18	190h13 x 264h14	16,2
14-18	325h12 x 2h12o	7,5
18-18	II-4041-15C-8C-1C-OC x Dragomiresty	13,2
19-18	II-4092-15C-8C-1C-OC x И-4856	34,5
20-18	II-4094-15C-8C-1C-OC x Кречет	1,3
21-18	II-4094-15C-8C-1C-OC x 256h13	11,1
22-18	166h13 x 256h13	58,0
23-18	Мемзай x CHI/JAD//OBS/ESM	29,8
24-18	Оштен x AGA/KAR/OBS//ESM/JA	24,6
25-18	Гузерипись x OBS/SAI//PAR/ESM	33,2

Получены новые селекционные формы от скрещивания овса зимующего сортов Мемзай, Оштейн, Гузерипись селекции Адыгейского НИИСХ (Россия) и перспективных сортов овса ярового. Удача скрещиваний составила 24,6-33,2 %. Все сортообразцы использованные в качестве родительских форм имеют высокие показатели хозяйственно ценных признаков.

Высота растений – важный признак для селекции овса посевного, так как полегание посевов наносит существенный ущерб урожаю. При этом ухудшается качество зерна, усложняется процесс уборки посевов. Высота родительских растений варьировала от 50,5 до 117,5 см (рис. 1). Самым высокорослым был зимующий образец – Оштен, низкорослым – Гузерипись. У гибридных форм высота изменялась от 31 см (II-4094-15C-8C-1C-OC x Кречет) до 94,3 см (190h13 x 264h14).

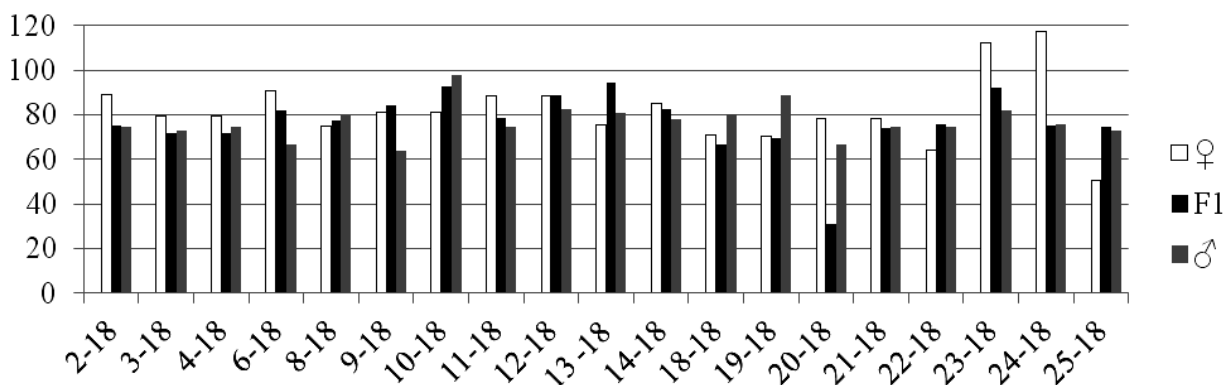


Рис. 1. Средние значения родительских форм и гибридов первого поколения по высоте растений, см

Показатель степени доминирования признака у гибридов F_1 был различным. Так, наследование высоты растения гибрида 13-18 190h13 × 264h14 проходило по типу сверхдоминирования ($h_p = 5,29$). Депрессия, обусловленная эффектом отрицательного доминирования, наблюдалась у 6-18 61h14 × Кречет, 8-18 256h13 × Бербер, 10-18 267h13 × Медведь, 14-18 325h12 × 2h12o ($h_p = -0,59...-0,79$), что свидетельствует об их короткостебельности. Гибриды 9-18 267h13 × 166h13, 12-18 332h14 × HURDAL, 22-18 166h13 × 256h13, 25-18 Гузерипль × OBS/SAI//PAR/ESM проявили промежуточное наследование ($h_p = 0,07...0,39$), вызванное аддитивными эффектами генов.

По признаку «длина метелки» у большинства гибридов наблюдали сверхдепрессию и неполную депрессию. Истинный гетерозис получен в комбинациях 12-18, 13-18, 14-18, 22-18 ($h_p = 2,00...11,33$). Наибольшие по длине метелки имел гибрид 13-18 190h13 × 264h14 (19,7 см). У родительских форм показатель варьировал от 8 см у образца Гузерипль до 19,1 см у сорта Медведь (рис. 2).

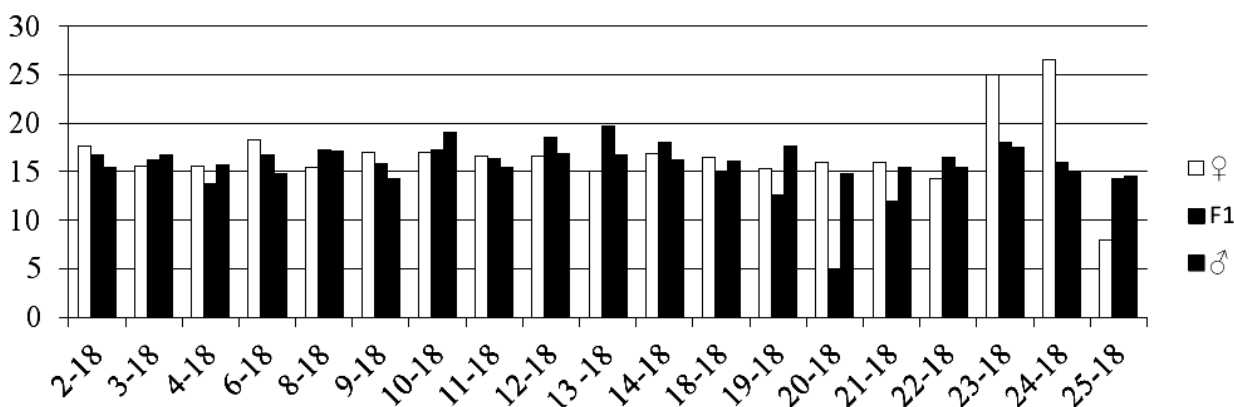


Рис. 2. Средние значения родительских форм и гибридов первого поколения по длине метелки, см

При выведении высокоурожайных сортов овса важным является показатель «масса зерна с растения». Значения показателя родительских форм колебались от 0,60 г у зимующего овса Мезмай до 5,64 г у 26h14 (рис. 3). Наибольшую массу зерна с растения имел гибрид 3-18 (6,22 г), степень фено-

типического доминирования составила 2,84. Сверхдоминирование также наблюдали у 14-18 ($h_p = 2,00$), доминирование ($h_p = 0,80$) у 22-18.

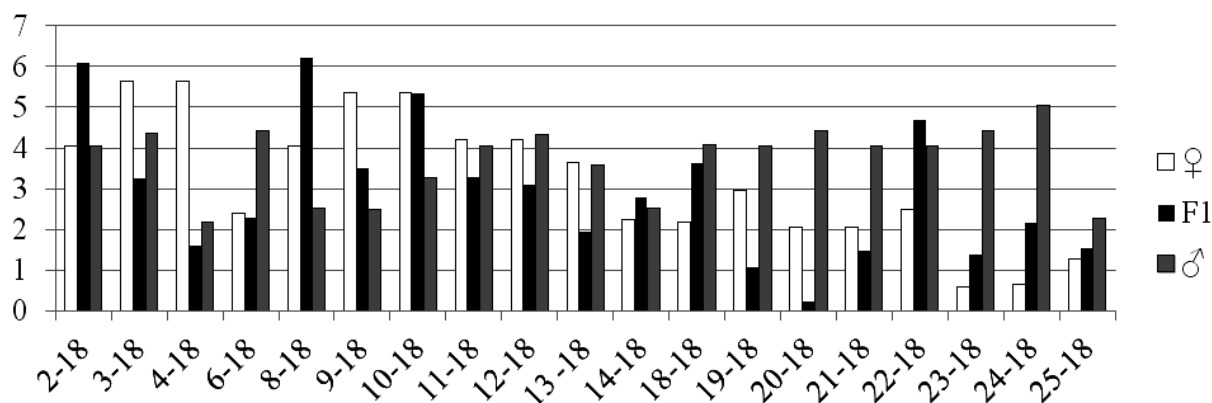


Рис. 3. Средние значения родительских форм и гибридов первого поколения по массе зерна с растения, г

Масса 1000 зерен имеет большое значение как показатель полноценности семян, а также более крупное зерно имеет больший выход готовой продукции. По данным Суминой А.В. установлен значительный вклад фактора «генотип» в формирование показателя масса 1000 зерен образцов овса [6].

Сверхдоминирование по массе 1000 зерен наблюдали в гибридных популяциях 6-18, 9-18, 13-18, 20-18, 22-18, 23-18, 24-18, 25-18 ($h_p = 1,66...12,60$). Наибольшую массу 1000 зерен среди гибридных комбинаций имел 13-18 190h13 × 264h14 (48,3 г), у родительских форм данного гибрида показатели составили соответственно 40,5 и 38,5 г (рис. 4).

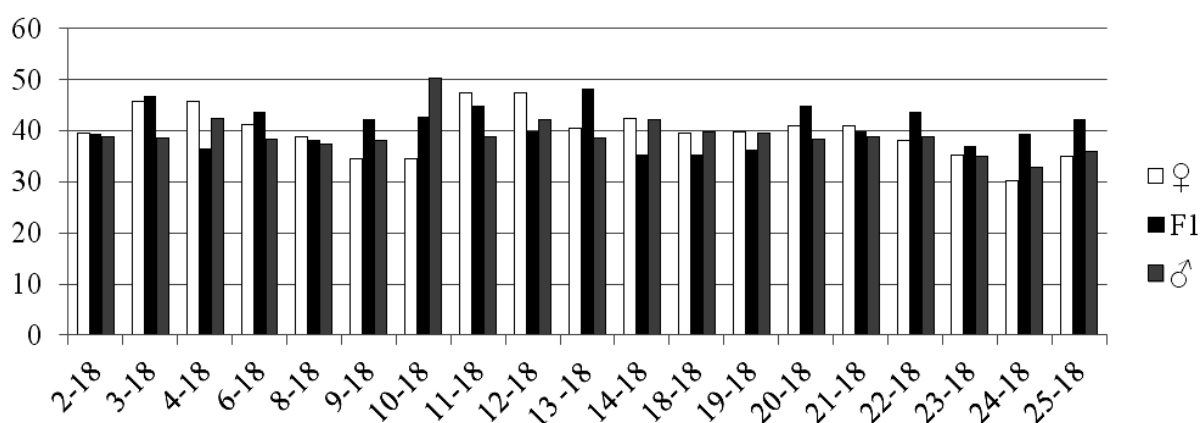


Рис. 4. Средние значения родительских форм и гибридов первого поколения по массе 1000 зерен, г

Оценка характера наследования признаков дает возможность сделать выводы о направлении работы с конкретной гибридной комбинацией уже в первом поколении и тем самым ускорить процесс селекции. Так, при высоком уровне доминирования отбор в F_2 проводить нецелесообразно, селекционный отбор должен быть отложен до более поздних поколений. Отбор по

определенным направлениям селекции следует проводить индивидуально для каждого гибрида (табл. 2).

Таблица 2

Степень фенотипического доминирования по некоторым показателям продуктивности у гибридов овса первого поколения

Каталог скрещиваний	Комбинация	Высота растений, см	Длина метелки, см	Масса метелки, г	Количество зерен, шт.	Масса зерна с метелки	Масса зерна с растения, г	Масса 1000 зерен, г
8-18	256h13 x Бербер	-0,81	0,12	1,78	7,75	52,00	2,84	-0,86
13-18	190h13 x 264h14	5,29	3,22	0,20	-2,88	-0,92	-68,40	7,80
14-18	325h12 x 2h12o	-0,79	3,14	6,15	14,57	1,50	2,00	-35,50
22-18	166h13 x 256h13	0,17	2,00	4,07	1,08	3,22	0,80	12,00
24-18	Оштен x AGA/KAR/OBS// ESM/JA	-2,05	-1,83	1,82	-0,32	0,30	-1,32	5,36
25-18	Гузерибль x OBS/SAI//PAR/ESM	0,19	-0,06	0,10	-0,34	0,11	-1,45	12,60

Гибридные популяции 8-18 и 13-18 интересны для работы в качестве короткостебельных форм с большой массой зерна с метелки и в целом с растения. В гибридах 13-18, 24-18 и 25-18 целесообразно вести отбор по массе зерна с метелки и показателю «масса 1000 зерен».

Заключение. Выделена наиболее перспективная для дальнейшей селекционной работы гибридная популяция 166h13 x 256h13, в которой отбор высокопродуктивных генотипов можно проводить со второго поколения. В остальных комбинациях отбор будет наиболее эффективен в более поздних поколениях.

Список литературы

1. Асеева Т.А., Зенкина К.В. Наследование основных хозяйственно-ценных признаков гибридами ярового тритикале F₁ в условиях Среднего Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. 2018. № 4(48). С. 7-12.
2. Коледа И.И. Наследование элементов структуры урожая гибридами мягкой озимой пшеницы в системе внутривидовых скрещиваний // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. Гродно, 2016. С. 92-98.
3. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. СПб., 2012. 64 с.
4. Международный классификатор СЭВ рода Avena L. Л. 1984:41
6. Beil G.M., Atkins R.E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum // Iowa State Journ. of Sci. 1965. V. 39. No. 3.
7. Сумина А.В. Влияние факторов среды на значение массы 1000 зерен овса и ячменя сибирской селекции // Актуальные вопросы современной науки и образования. 2016. С. 69-72.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
СЕМЕННЫХ ДОСТОИНСТВ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ
РАЗНЫХ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП**

А. М. Ленточкин

*Ижевская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Ижевск, Российская Федерация*

Аннотация. *Объект исследований – сорта яровой пшеницы. Цель исследования – оценка сортов различного происхождения по физическим и биологическим параметрам семян, семенной продуктивности. В результате полевого опыта и лабораторных исследований установлено, что испытываемые сорта имеют определённые различия по фракционному составу семян. Сорта Горноуральская, Иргина, Свеча характеризовались наибольшей фракцией семян, имеющих размер 2,5-2,2 мм, а остальные сорта (Омская 36, Ирень, Калинка, Симбирцит, Алабуга, Лицамеро, Черноземноуральская 2) – 2,5-2,8 мм. Доля семян, имеющих ширину и толщину зерновки менее 2,0 мм, составляют небольшую величину: у сортов раннеспелой и среднеранней групп – 1,2-3,0 %, у среднеспелых – 1,4-4,4 %. Доля семян крупнее 3,0 мм составляла значительную величину – 6,6-19,0 %. У всех сортов выравненность семян, за исключением сорта Симбирцит (56,6 %), составила близкую по сортам величину – 60,9-69,9 %. Выделение из исходной партии семян мелкой фракции (проход через 2,0 мм) обеспечит по испытываемым сортам достаточно большую и близкую величину выхода семян – от 96 % (Алабуга) до 99 % (Симбирцит). При более жёстком отборе, когда от исходной партии отчуждаются семена размером менее 2,2 мм, выход семян составил от 81,8 % (Иргина) до 93,1 % (Калинка). Второй вариант формирования выхода семян обеспечивает их большую однородность по размеру, что гарантирует более выравненные всходы, дружное и одновременное развитие растений в агрофитоценозе.*

Ключевые сорта: *яровая пшеница, сорта, семена, выравненность семян, выход семян*

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE SEED ADVANTAGES
OF SPRING WHEAT VARIETIES OF DIFFERENT ECOLOGICAL
AND BIOLOGICAL GROUPS**

A. M. Lentochkin

*Izhevsk State Agricultural Academy,
Izhevsk, Russian Federation*

Annotation. *The object of research is spring wheat varieties. The purpose of the study is to evaluate varieties of various origin according to the physical and biological parameters of seeds, seed productivity. As a result of field experience and laboratory studies, it was established that the tested varieties have certain differences in the fractional composition of seeds. The varieties Gornouralskaya, Irgina and Svecha were characterized by the largest fraction of seeds having a size of 2.5-2.2 mm and the remaining varieties (Omskaya 36, Iren, Kalinka, Simbirsit, Alabuga, Likamero, Chernozemnouralskaya 2) – size 2.5-2.8 mm. The proportion of seeds with a width and thickness of less than 2.0 mm is small: in varieties of the early ripe and mid-early group – 1.2-3.0 %, in mid-ripening – 1.4-4.4 %. The proportion of seeds larger than 3.0 mm was significant – 6.6-19.0 %. The uniformity of seeds of all varieties, with the exception of the variety Simbirsit (56.6 %), was almost the same – 60.9-69.9 %. Isolation of the fine fraction (passage through 2.0 mm) from the initial seed batch will provide a sufficiently large and near output seeds for the tested varieties – from 96 % (Alabuga) to 99 % (Simbirsit).*

If a more stringent selection is made when seeds less than 2.2 mm in size are alienated from the initial batch, the output seeds is from 81.8 % (Irgina) to 93.1 % (Kalinka). The second variant of output seeds formation ensures their greater uniformity in size, which guarantees more even seedlings, friendly and simultaneous development of plants in agrophytocenosis.

Keywords: spring wheat, varieties, seeds, sowing qualities, seed uniformity, output seeds

Введение. Сорты яровой пшеницы в Уральском регионе должны быть раннеспелыми и среднеранными, способными гарантированно вызревать в местных условиях, обладать высокой реализацией потенциальных возможностей, отдачей от внесения минеральных удобрений и высокими хлебопекарными качествами [1]. Семилетние исследования 322 коллекционных сортов яровой пшеницы в Кировской области позволили выявить, что при дефиците влаги и связанной с этим понижением урожайности достоверно увеличивалась значимость таких признаков сорта, как продолжительность вегетационного периода и продуктивность главного колоса, а в благоприятных условиях – возрастала информативность продуктивной кустистости, массы зерна с растения и массы 1000 зёрен [2]. Максимальная урожайность зерна сортов, чувствительных к почвенной кислотности, наблюдается при pH 5,8, а устойчивых сортов – при pH 4,8 [3]. Для большинства сортов пшеницы масса семян, уборочный индекс, листовой индекс имели сильную положительную, а масса растений – отрицательную связь с урожайностью зерна [4]. Краснозёрные сорта пшеницы, как правило, более устойчивы к прорастанию на корню, чем белозёрные сорта [5].

Условия Удмуртской Республики позволяют получать среднюю урожайность раннеспелых сортов (Иргина, Свеча) 21,9 ц/га, среднеранних (Омская 36, Горноуральская) – 23,4 ц/га, среднеспелых (Симбирцит, Черноземноуральская 2) – 26,1 ц/га [6]. Реализация генетического потенциала сорта по качеству зерна полнее осуществляется у более скороспелых форм [7]. Доказано, что в рассматриваемом регионе можно получать достаточно хорошую урожайность качественного зерна яровой пшеницы. Но для этого надо использовать наиболее адаптированные сорта. Основным условием успешной реализации генетического потенциала таких сортов требует знание особенностей их биологии и эффективного семеноводства.

Цель исследования – оценка сортов различного эколого-географического происхождения и различных биологических групп по физическим параметрам семян и семенной продуктивности.

Материалы и методы. Объектом исследования являлась яровая пшеница. В течение 2018-2019 гг. были исследованы 10 сортов различного эколого-географического происхождения и различных групп спелости, в том числе три сорта раннеспелой группы (Иргина, Ирень, Свеча), три сорта среднеранней группы (Горноуральская, Омская 36, Калинка; сорт Калинка в реестр ещё не включён, проходит государственное испытание), четыре сорта среднеспелой группы (Алабуга, Симбирцит, Ликамеро, Черноземноуральская 2). Среди испытываемых сортов пять относятся к разновидности *milturum*, пять к раз-

новидности *lutescens*. Руководствуясь методическими подходами системы государственного сортоиспытания, для раннеспелых и среднеранних сортов яровой пшеницы был взят общий стандарт – сорт Омская 36; для группы среднеспелых сортов в качестве стандарта определён сорт Симбирцит.

Исследования проведены на территории АО «Учхоз Июльское ИЖГСХА» Воткинского района Удмуртской Республики на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой среднесмытой почве, характеризующейся средним и очень низким содержанием гумуса, слабой и сильнокислой реакцией почвенного раствора, высокой и средней обеспеченностью фосфором, средней обеспеченностью калием. Метеорологические условия вегетационных периодов существенно различались: первый из них характеризовался пониженной температурой в начале вегетации и повышенной во второй половине при дефиците атмосферных осадков, а второй – пониженной среднесуточной температурой воздуха при избыточном количестве выпадающих атмосферных осадков.

Полевой эксперимент был представлен микроделяночным опытом с площадью делянки 1,05 м² в шестикратной повторности. Расположение делянок со смещением в повторениях. На одной делянке располагалось 7 рядков длиной 1 м с междурядьем 15 см. При ярусном расположении делянок для их разделения оставлялось междурядье 30 см, между ярусами – 50 см.

Технология выращивания сортов яровой пшеницы базировалась на зональных рекомендациях. Перед посевом под предпосевную обработку почвы была внесена азофоска в дозе 2 ц/га (N₃₂P₃₂K₃₂). Посев проведён 11 мая в 2018 г. и 10 мая в 2019 г. Уборка проведена ручным способом по мере достижения сортами восковой спелости. Отобранные с делянки снопы использовались для определения структуры урожайности, а полученное с них зерно – для определения качества семян. Лабораторные исследования проведены по действующим ГОСТам и признанным методикам.

Результаты и обсуждение. Генотип каждого сорта обуславливает проявление как морфологических признаков пшеничного растения, его зерновок, состав накопленных в них веществ и их биохимическое состояние. Всё это определяет разнообразный комплекс важных народно-хозяйственных признаков, в том числе семенную продуктивность и посевные качества полученного урожая.

Проведение решётного анализа в среднем за два года показало следующие результаты (рис. 1). Во-первых, все сорта характеризуются асимметричностью распределения долей схода семян с решёт. В значительной степени это связано с тем, что в исходной навеске было много мелких семян, т. к. после обмолота никакого предварительного их фракционирования не осуществлялось. Во-вторых, у большинства сортов максимальный сход семян был с решета 2,5 мм (Калинка, Симбирцит, Ирень, Омская 36, Черноземноуральская 2, Ликамеро, Алабуга). Максимальная доля схода семян с решета 2,2 мм был у сортов Иргина, Горноуральская, Свеча. Такое положение сортов было в 2018 г., что и отразилось на среднем результате, хотя в 2019 г.

все сорта имели наибольшую долю схода семян с решета 2,5 мм. В-третьих, доля семян, имеющих ширину и толщину зерновки менее 2,0 мм, составляет небольшую величину: у сортов раннеспелой и среднеранней групп – 1,2-3,0 %; у среднеспелых – 1,4-4,4 %, что обусловлено более развитым колоском и менее сформированной зерновкой высокого порядка. В-четвёртых, доля семян крупнее 3,0 мм составляла значительную величину – 6,6-19,0 %. В-пятых, у всех сортов выравнированность семян (наибольшая доля семян с двух смежных решёт), за исключением сорта Симбирцит (56,6 %), составила близкую по сортам величину – более 60 % (60,9-69,9 %).

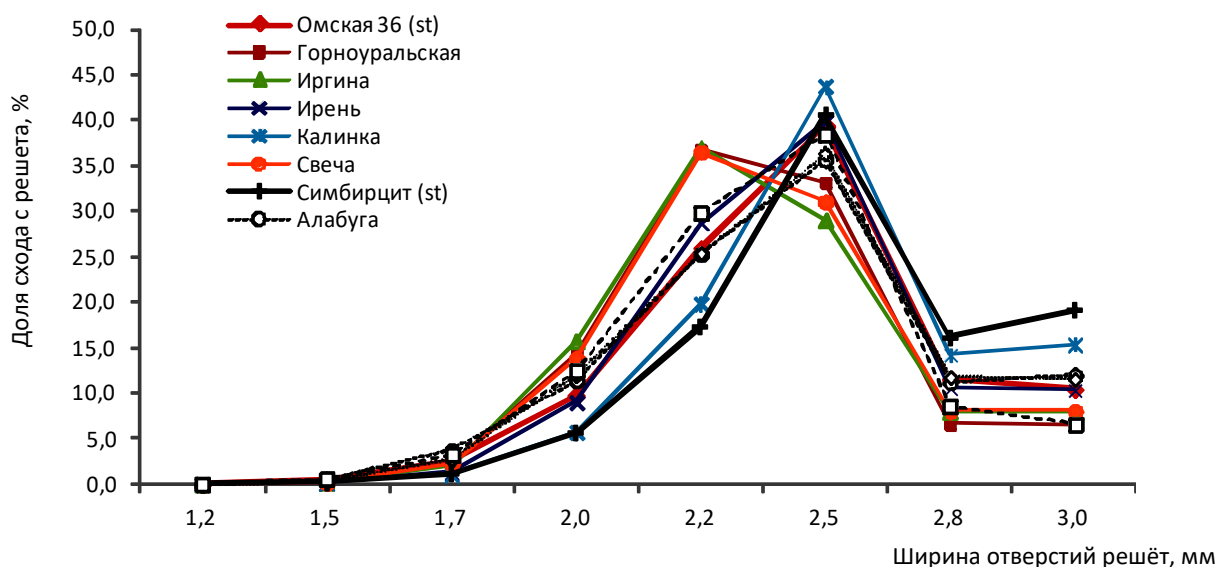


Рис. 1. Сравнительные величины схода с решёт сортов яровой пшеницы, % (среднее за 2018-2019 гг.)

В системе семеноводства важным показателем является выход семян. При подходе к решению этого вопроса необходимо обратить внимание на следующее. Во-первых, наследственность зерновок всех фракций практически одинакова, т. к. пшеница является самоопылителем, а её половые клетки образуются на основании одного и того же генотипа. Различия в наследственных признаках семян могут быть обусловлены комбинативной изменчивостью, вызванной специфической комбинацией хромосом и генов половых клеток при их слиянии. Во-вторых, самые крупные семена в большей степени травмируются при комбайновом обмолоте. В-третьих, семена мелких фракций имеют меньший эндосперм, дают менее конкурентоспособные проростки и растения в агрофитоценозе. Поэтому напрашивается мысль, что для обеспечения сильных проростков и одновременно развивающихся крепких растений из исходной фракции семян необходимо отделить самые мелкие и самые крупные фракции.

Как показали проведённые исследования, доля фракции семян более 3,0 мм у всех исследуемых сортов оказалась достаточно весомой – 6,6-19,0 % и не зависела от эколого-географического происхождения и группы спелости

сорта. Выделить эту фракцию для использования на фуражные цели можно только при невысокой потребности в семенах (табл.). Мелкая фракция, прошедшая через решето размером 2,0 мм, составляла небольшую величину – 1,2-4,4 %. Эту фракцию можно безоговорочно выделить на фуражные цели.

Ряд учёных считает, что самыми урожайными являются семена средней фракции (основная масса семян) и крупнее средних. Доля такой фракции в наших исследованиях составила по сортам от 53,6 до 83,6 %. Сорта Горноуральская, Иргина и Свеча, у которых семена были мельче, дают большую величину выхода семян по данному принципу. Если от исходной партии семян выделить только мелкую фракцию (проход через 2,0 мм), то выход семян по сортам составит достаточно большую и близкую величину – от 96 % (Алабуга) до 99 % (Симбирцит).

Таблица

**Фракционный состав и выход семян сортов яровой пшеницы, %
(среднее за 2018-2019 гг.)**

Сорт	Фракция		Сумма максимальной фракции семян и более крупных	Сумма фракций семян	
	более 3,0 мм	менее 2,0 мм		2,0 мм и крупнее	2,2 мм и крупнее
Омская 36 (st)	10,4	3,0	61,3	97,0	87,2
Горноуральская	6,6	2,5	83,1	97,5	83,1
Иргина	7,9	2,2	81,8	97,6	81,8
Ирень	10,4	1,4	60,7	98,5	89,5
Калинка	15,4	1,2	73,2	98,8	93,1
Свеча	8,0	2,5	83,6	97,4	83,6
Симбирцит (st)	19,0	1,4	75,7	98,6	92,9
Алабуга	12,0	4,4	58,8	95,5	84,1
Ликамеро	11,6	3,1	59,5	96,9	84,9
Черноземноуральская 2	6,6	3,9	53,6	96,0	83,4
Среднее	10,8	2,6	58,1	97,4	86,4

При более жёстком отборе, когда от исходной партии отчуждаются семена размером менее 2,2 мм, выход семян составил от 81,8 % (Иргина) до 93,1 % (Калинка). В этом случае семена будут более однородными по размеру, что гарантирует более выравненные всходы, дружное и одновременное развитие растений в агрофитоценозе. Кроме того, это позволит эффективнее освободиться от оставшихся мелких семян сорных растений.

Заключение. Испытываемые сорта яровой пшеницы различаются по крупности семян и их фракционности, зависящей также от условий вегетационного периода. Отчуждение от исходной партии семян фракции менее 2,2 мм обеспечивает выход семян в зависимости от сорта 82-93 %.

Список литературы

1. Воробьев В.А., Воробьев А.В. Селекция яровой пшеницы в условиях Среднего Урала // Научные достижения и инновационные подходы к решению проблем растениеводства и животноводства на Урале. Екатеринбург: Уральское изд-во, 2016. С. 16-30.
2. Волкова Л.В. Урожайность яровой мягкой пшеницы и её связь с элементами продуктивности в разные по метеорологическим условиям годы // Аграрная наука Северо-Востока. 2016. № 6 (55). С. 9-15.
3. Lollato R.P., Ochsner T.E., Arnall D.B., Griffin T.W., Edwards J.T. From Field Experiments to Regional Forecasts: Upscaling Wheat Grain and Forage Yield Response to Acidic Soils // Agronomy Journal. 2019. V. 111. No. 1. P. 287-302.
4. Bhatta M., Skridge K.M., Rose D.J., Sntr D.K., F. Baenziger S., Regassa T. Seeding Rate, Genotype, and Topdressed Nitrogen Effects on Yield and Agronomic Characteristics of Winter Wheat // Crop Science. 2017. V. 57. No. 2. P. 951-963.
5. Fakthongphan J., Graybosch R.A., Baenziger P.S. Combining Ability for Tolerance to Pre-Harvest Sprouting in Common Wheat (*Triticum aestivum* L.) // Crop Science. 2016. V. 56. No. 3. P. 1025-1035.
6. Ленточкин А.М., Исаков А.А., Чирков Г.Н. и др. Результаты сортоиспытания яровой пшеницы в Удмуртской Республике // Современному АПК - эффективные технологии. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. Т. 1. Агрономия. С. 274-279.
7. Ленточкин А.М. Генетический потенциал качества зерна сортов яровой пшеницы и его реализация // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. С. 238-241.

УДК 633.791:631.527.

СОЗДАНИЕ НОВЫХ СОРТОВ ХМЕЛЯ

В. В. Леонтьева

*Чувашский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока,
Чувашская Республика, Цивильский район, п. Опытный,
Российская Федерация*

Аннотация. В статье изложены результаты селекционной работы по созданию новых высокоурожайных сортов хмеля с высоким содержанием альфа-кислот в условиях Чувашской Республики. Одним из методов создания сорта хмеля является клоновый отбор. Целью клонового отбора является создание устойчивой во времени интродукционной популяции, характеризующейся высоким уровнем полиморфизма по основным хозяйственно ценным признакам. Из выделенных в коллекции высокоурожайных с высоким содержанием альфа-кислот сортов были отобраны сортообразцы для дальнейшей работы. За последние годы (2017-2019 гг.) в питомнике конкурсного испытания получены данные о параметрах исходного клонового селекционного материала. В ходе исследования выделено два клона с запланированными показателями: вегетационный период 110-120 дней, содержание альфа-кислот в шишках не менее 5,0 %, продуктивность с куста не менее 4,0 кг, сохраняющие свои технологические качества до окончания уборочных работ. Клон 1-17 горько-ароматического типа, с вегетационным периодом 110 дней, сбором сырого хмеля до 5,0 кг с куста и содержанием альфа-кислот в шишках 9,8 %. Клон 6-26 горького типа, продолжительностью периода вегетации 122 дня, сбором сырого хмеля 4,3 кг с куста и содержанием альфа-кислот в шишках до 11,0 %. Им присвоены названия, составлена требуемая документация, которая отправлена в Госсорткомиссию.

Ключевые слова: сорт, клон, урожайность, содержание альфа-кислот, морфологический признак.

CREATION OF NEW HOP VARIETIES

V. V. Leontieva

*Chuvash Research Institute of Agriculture,
Branch of the Federal Agricultural Research Center of the North-East,
Chuvash Republic Tsivilsky district, p. Experimental,
Russian Federation*

Annotation. *The article presents the results of breeding work to create new high-yielding varieties of hops with a high content of alpha acids in the conditions of the Chuvash Republic. One of the methods for creating a hop variety is clone selection. The aim of clonal selection is to create a time-stable introduction population characterized by a high level of polymorphism according to the main economically valuable traits. From the high-yielding varieties with a high alpha-acid content selected in the collection, varietal samples were selected for further work. In recent years (2017-2019), data on the parameters of the original clone selection material were obtained in the competitive test nursery. During the study, two clones were identified with the planned indicators: the growing season of 110-120 days, the alpha-acid content in the cones was not less than 5.0 %, the productivity from the bush was not less than 4.0 kg, retaining their technological qualities until the end of harvesting. Clone 1-17 is of a bitter-aromatic type, with a growing season of 110 days, collecting raw hops up to 5.0 kg from a bush and an alpha-acid content in cones of 9.8 %. Clone 6-26 is of a bitter type, with a vegetation period of 122 days, the collection of raw hops 4.3 kg from the bush and the content of alpha acids in cones up to 11.0 %. They were given names, compiled the required documentation, which was sent to the State Commission.*

Keywords: *variety, clone, yield, alpha acid content, morphological trait*

Введение. В России в основном возделывались и возделываются ароматические сорта хмеля. В хмелеводческих районах, в зависимости от климатических условий, а также в целях уменьшения напряженности при уборке урожая и проведения осенних работ на хмельниках необходимо возделывать различные по срокам созревания сорта хмеля. Одним из способов создания сортов хмеля является клоновый отбор из дикорастущих популяций, местных сортосмесей и интродуцированных зарубежных сортов. Метод клонового отбора хмеля из сортосмеси не создает новых оригинальных сортов, но позволяет улучшить насаждения хмеля [1]. Основой для индивидуального клонового отбора у хмеля, даже внутри сорта и, тем более, внутри сортосмеси, является высокий уровень изменчивости хозяйственно ценных признаков.

Раннеспелые сорта характеризуются коротким периодом технической спелости и предназначены для ранней уборки. В настоящее время актуально создание среднеранних (период вегетации 100-110 дней) и среднеспелых (110-120 дней) сортов горько-ароматического и горького типов с содержанием альфа-кислот в шишках не менее 5,0 %, сбором сырого хмеля с куста не менее 4,0 кг, сохраняющие свои технологические качества до окончания уборочных работ. Устойчивых к основным болезням и вредителям хмеля, к вымоканию и вымерзанию.

Хмель повреждают более 90 видов вредителей и поражают около 50 видов инфекционных болезней. В России встречается 22 вида возбудителей

инфекционных болезней. Из них наиболее распространены и вредоносны 8-10 видов. Используя селекционно-генетические методы, можно вывести сорта, устойчивые к тем или иным вредителям и возбудителям болезней [2, 3, 4].

В 2002 году стеблевыми черенками заложен селекционный питомник оценки исходных растений от интродукционной популяции из коллекции мировых и отечественных сортов хмеля. Изучаемой d 1985-2000 гг. [5, 6]. Питомник состоит из 7 селекционных номеров (всего 170 растений), из них 2 селекционных номера, одновременно являющихся стандартами.

Стандарт I – сорт Подвязный. Растения высокие, зеленостебельные, слабо облиственные. Соцветия средней плотности. Шишки среднего размера с приятным хмелевым запахом. Средняя урожайность 22-25 ц/га, среднее содержание альфа-кислот 7,3-8,8 %. Продолжительность вегетационного периода 110 дней. Сорт среднеранний горько-ароматического типа.

Стандарт II – сорт Факир. Растения высокорослые, стебель красный, соцветия средней плотности, некомпактные, расположены по всей длине стебля. Шишки крупные. Средняя урожайность 36-38 ц/га, среднее содержание альфа-кислот 4,5-5,0 %. Продолжительность вегетационного периода 103 дня. Относится к среднеранней группе спелости ароматического типа по родословной. Характеризуется устойчивостью к аномальным условиям среды.

В 2008-2009 гг. от исходных растений отобраны клоны (всего 560 растений) и высажены в два питомника оценки клонов. В питомниках испытания 2008-2009 годов посадки за годы исследований были выбраны 10 селекционных номеров (90 клонов) для дальнейшего изучения и выделения новых генисточников. В результате изучения предварительного питомника оценки клонов в 2014 году от выбранных 10 селекционных номеров (90 клонов) было оставлено 28 клонов хмеля, которые выделились по хозяйственно ценным признакам и сохраняли стабильно высокую продуктивность по годам. От них отобран и выращен (методом зеленого черенкования) посадочный материал. Осенью 2014 года заложен питомник конкурсного сортоиспытания для создания нового селекционного материала и выделения генетических источников хмеля горького и ароматического типов.

Цель исследований – выделить в питомнике конкурсного сортоиспытания хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.) перспективные номера для создания новых сортов.

Методика исследований. Закладка питомника конкурсного сортоиспытания хмеля проведена осенью 2014 года, повторность 4-кратная. В одном пролете размещено 10 растений. Размещение – рендомизированное. Всего в питомник высажено, включая стандарты, 480 растений. Посадочный материал – саженцы хмеля, выращенные из зеленых черенков выделившихся клонов. Стандартами являются сорта, включенные в Госреестр. Стандарт 1 – сорт Подвязный, стандарт 2 – сорт Факир, лучший из последней серии выведенных сортов. Почва на участках темно-серая лесная, по механическому составу тяжелосуглинистая. Глубина пахотного слоя 22 см. Агрохимические

показатели $pH_{\text{сол.}}$ – 5,25; содержание P_2O_5 – 410 мг/кг, K_2O – 202 мг/кг, гумус – 4,16 %. Обработка почвы проводилась с мая по сентябрь. В питомниках проведены общепринятые для насаждений хмеля агротехнические мероприятия.

Наблюдения и учеты проводили согласно методикам: клоновая селекция хмеля, методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность [7, 8, 9, 10].

Наблюдения проводили в плодоносящем возрасте, с 3-го года жизни растений. Оценивали степень выраженности основных и дополнительных морфологических признаков в период их наибольшего развития.

Основные признаки:

- основной побег: наличие антоциановой окраски и степень ее выраженности;
- лист: размер и форма пластинки, окраска верхней стороны;
- растение: форма куста;
- боковые побеги из нижней, средней и верхней частей растения: длина, облиственность, общее число шишек;
- шишка: размер, форма, степень раскрытия чешуек, интенсивность зеленой окраски;

Учет болезней и вредителей проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Массу сырых шишек с одного куста определяли в фазе технической спелости методом ручной щипки и взвешиванием, содержание альфа-кислот определяли кондуктометрическим методом по ГОСТ 21946-76 [11].

Продолжительность вегетации хмеля колеблется в среднем около 120 дней. Лучшей температурой воздуха во время вегетации является среднесуточная $+17,0-19,0^{\circ}C$ при сумме активных температур не ниже $2200^{\circ}C$. Общая сумма осадков в течение года должна быть не ниже 450 мм, из них за вегетационный период не менее 250-300 мм. Весной при всходах хмеля влаги обычно бывает достаточно, затем, до цветения, в период наиболее интенсивного развития хмеля в конце июня и в первой половине июля, потребность во влаге сильно повышается. В период цветения и образования шишек хмеля потребность во влаге умеренная. При созревании и уборке урожая (в конце августа-сентябре) атмосферные осадки нежелательны [3].

Результаты исследования. В виду аномально теплых зим за последние годы, условия перезимовки для растений хмеля были благоприятными. Влияние различных погодных условий происходит во время вегетационного периода.

В 2017 году растения третьего года роста вступили в период плодоношения, когда можно вести полноценные наблюдения. Холодные условия весны с небольшими ночными заморозками и низкой дневной температурой, не превышающей $10,5^{\circ}C$, задержали всходы хмеля на две недели. Дата их полного появления с 20 по 24 мая. Начало вегетации хмеля сопровождалось обильными осадками с градом и шквалистым ветром. Осадков в мае выпало 126 % от средней многолетней нормы. В целом за период активной вегетации расте-

ний (май-август) средняя температура воздуха составила 15,7 °С, сумма активных температур не превышала 1777 С°, сумма выпавших осадков – 285,9 мм.

Такие климатические условия не лучшим образом повлияли на растения хмеля. Неравномерный рост и развитие растений, отставание в формировании надземной части в мае-июне, интенсивный рост и быстрое развитие в июле при благоприятных условиях после прошедших дождей, не позволило испытываемым клоном в достаточной степени реализовать свой потенциал.

Наблюдения за ростом и развитием клонов в условиях 2017 г. показали различия в прохождении фенологических фаз, продолжительности межфазных периодов. Цветение наступило на неделю позднее обычного. Формирование шишек шло согласно срокам. А вот техническая спелость шишек проходила в сжатые сроки. Оценка состояния испытываемых клонов показала, что растения развивались неравномерно. При достаточном обеспечении влагой все растения достигли верха шпалеры, но только лишь к III декаде июля. Однако из-за недостатка тепла и освещенности боковые побеги появлялись своеобразно, основной стебель всходил уже с образовавшимися боковыми побегами, развивались они высоко над уровнем земли, длинные, но с незначительным количеством шишек. Для роста боковых побегов и цветения оптимальной считается среднесуточная температура 19 °С [1]. У большинства номеров основная масса шишек сформировалась в верхней трети растения. Испытываемые клоны отнесены к разным группам спелости с вегетационным периодом от 98 до 120 дней.

Несмотря на погодные условия, сформировался достаточно высокий для растений третьего года биологический урожай хмеля до 27,7 ц/га

Выделенные два клона к уборочным работам подошли с урожайностью 1-17 – 25,3 ц/га, 6-26 – 27,7 ц/га, в то время как стандарт 1 с урожайностью 24,6 ц/га, стандарт 2 – 30,6 ц/га. Превышение над стандартом 1 составило от 1,3 до 3,1 ц/га. Урожайности стандарта 2 выделенные клоны не достигают на 3,1-5,3 ц/га. Качество шишек хмеля выделенных клонов высокое 1-17 и 6-26, содержат альфа-кислот на уровне 9,8 и 9,5 % соответственно, значение которых превышает стандарты от 0,3 до 5,0 %. Содержание альфа-кислот стандарта 1 – 9,2 %, стандарта 2 – 4,8 %.

Вегетация хмеля в 2018 году началась во второй, третьей декадах мая и сопровождалась сухими холодными погодными условиями. Осадков в мае выпало 85 % от средней многолетней нормы. В целом за период активной вегетации растений (май-август) средняя температура воздуха составляла 18,7 °С, сумма активных температур была на уровне 2646 °С, сумма выпавших осадков – 155,3 мм. Такие климатические условия не позволили испытываемым клоном максимально реализовать свой потенциал.

Погодные условия мая были благоприятны для всходов растений хмеля. Вегетация его началась во второй декаде мая и сопровождалась сухими умеренно теплыми погодными условиями. Рост и развитие растений хмеля проходили в соответствии с нормой. В конце мая и начале июня наблюдались ночные заморозки, в результате на многих растениях пожелтели листья и

подмерзли верхушки растений, ненадолго замедлился рост растений и развитие боковых побегов. Дальнейшее развитие в начале июля при благоприятных условиях после прошедших дождей и подкормки минеральными удобрениями, позволило испытываемым клонам в достаточной степени реализовать свой потенциал.

Оценка состояния испытываемых в 2018 году клонов показала, что растения развивались равномерно. Массовые всходы отмечены 18 мая. Верхушка растения достигли в I-II декадах июля. Цветение началось в конце июля начале августа. Формирование шишек проходило со II декады августа по I декаду сентября. Эти фазы развития проходили в условиях недостатка влаги на фоне высокого температурного режима. Основная масса шишек формировалась в верхней и средней третях растения. В связи с установившейся жарой созревание шишек наступило на 4-5 дней раньше. Отличительная особенность номера 6-26 обилие шишек на растении. Шишек было много, но некоторые из-за недостатка влаги не полностью сформировались (мягкие, рыхлые с растопыренными лепестками). Однако, несмотря на аномальные погодные условия, сформировался достаточно высокий биологический урожай хмеля – до 40,6 ц/га.

Выделенные клоны отличаются высокой биологической урожайностью, более 30,0 ц/га. По результатам года клон 1-17 достиг урожайности 32,2 ц/га, клон 6-26 – 40,6 ц/га. Эти клоны можно отнести к высокоурожайным и высококачественным. Превышение над стандартами колеблется от 1,4 до 14,3 ц/га. По качеству шишек хмеля, как и в предыдущий год, выделенные два клона 1-17 и 6-26, в жарких, засушливых условиях формирования урожая, накопили высокое содержание альфа-кислот 8,3 и 9,3 % соответственно, значение которых превышает стандарты на 0,7-4,3 %.

По комплексу хозяйственно ценных признаков выделенные клоны соответствуют запланированным показателям (продолжительность вегетационного периода более 110 дней, урожайность не менее 4 кг/куст, содержание альфа-кислот не менее 5 %) и отличаются стабильностью этих показателей по годам. Отобранный от них посадочный материал (стеблевые черенки от ручной весенней обрезки корневищ хмеля) высажен для прохождения производственной проверки и размножения.

В 2019 году весна выдалась ранней. К полевым работам приступили в середине второй декады апреля. К концу апреля закончили боронование и обрезку главных корневищ хмеля. Вегетация хмеля началась в первой декаде мая и сопровождалась сухими теплыми погодными условиями вплоть до дождливой середины мая. Осадков в мае выпало 138,2 % от средней многолетней нормы. На протяжении всего вегетационного периода роста и развития растений хмеля температурный режим был благоприятным, средняя температура воздуха составляла 17,9 °С, сумма активных температур была на уровне 2303 °С, сумма выпавших осадков – 243,3 мм. Такие климатические условия позволили испытываемым клонам максимально реализовать свой потенциал.

Вегетация хмеля 2019 года началась в первой декаде мая и сопровождалась сухими теплыми даже жаркими (в отдельные дни температура достигала 27 °С) погодными условиями. Конец мая и начало июня сопровождались обильными дождями, которые затрудняли работу на хмельниках. Избыток влаги с благоприятным температурным режимом способствовали быстрому росту растений и развитию боковых побегов, которые плохо развивались до этого в жаркий период. Рост и развитие растений хмеля проходил в соответствии с нормой. Развитие в благоприятных условиях с подкормкой минеральными удобрениями позволило испытываемым номерам в достаточной степени реализовать свой потенциал.

Оценка состояния испытываемых в 2019 году номеров показала, что растения развивались равномерно. Массовые всходы отмечены 5-9 мая. Верха шпалер растения достигли в III декаде июня I декаде июля. Цветение началось в конце июля начале августа. Период цветения проходил своеобразно – заведенные с одного куста две поддержки созревали по-разному. Если хмель на первой поддержке еще цвел, на второй уже сформировались полноценные шишки. Формирование шишек проходило в большом разбросе с I декады августа по I декаду сентября.

Цветение и формирование шишек проходили в период избыточного влагообеспечения, что способствовало формированию большого количества шишек хмеля и соответственно высоких урожаев. У многих клонов шишки крупные 4,0-4,5 см и очень крупные до 5,0 см. Основная масса шишек формировалась в верхней и средней трети растения. Благоприятные погодные условия способствовали формированию высокого биологического урожая хмеля – до 49,0 ц/га.

Выделенные клоны все также сохраняли высокую урожайность – более 30,0 ц/га. Клон 1-17 – 44,4 ц/га, клон 6-26 – 49,0 ц/га. Превышение над стандартами колеблется от 7,1 до 11,7 ц/га по стандарту 1. Клон 6-26 на 1,8 ц/га превышает стандарт 2, клон 1-17 по урожайности на 2,8 ц/га не дотягивает до него. Качество шишек хмеля выделенных клонов 1-17 и 6-26 остается высоким, содержание альфа-кислот 10,4-11,0 % соответственно, значение которых превышает стандарты на 0,7-5,7 %.

С учетом погодных условий по годам и возраста насаждений по результатам учетов и анализов выделенный селекционный материал имеет следующие параметры (табл. 1).

Таблица 1

Продуктивность и качество клонов за три года

Клон	2017 г.			2018 г.			2019 г.		
	кг/куст	ц/га	%	кг/куст	ц/га	%	кг/куст	ц/га	%
St ¹	3,3	24,9	9,2	2,9	21,9	7,8	5,0	37,3	9,7
St ²	4,1	30,6	4,8	3,4	25,9	5,2	6,3	47,2	5,4
1-17	3,3	25,3	9,8	4,3	32,2	8,5	6,0	44,4	10,4
6-26	3,7	27,7	9,5	5,4	40,6	9,5	6,5	49,0	11,0

Качество шишек хмеля выделенных клонов за три года остается на высоком уровне. Содержание альфа-кислот в шишках колеблется от 8,5 до 10,4 % для 1-17, для 6-26 в пределах 9,5-11,0 % (рис. 1), значение которых превышает на 0,7-5,0 % стандарт 1 и на 1,3-5,6 % стандарт 2. Но эти показатели для них не предел, в отдельные годы содержание альфа-кислот может достигать 13-15 %.

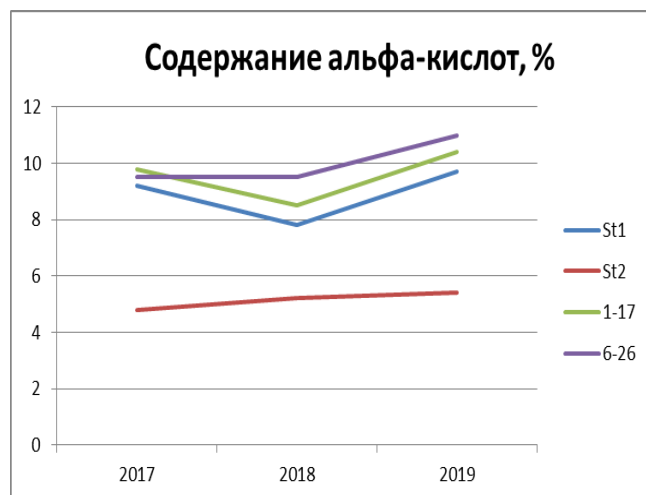


Рис. 1. Содержание альфа-кислот, %.

Выделенные клоны не только высококачественные. Они показали себя как высокоурожайные (более 30,0 ц/га). Превышение колеблется от 7,1 до 11,7 ц/га по стандарту 1. Клон 6-26 на 1,8 ц/га превышает стандарт 2 (рис. 2, 3).

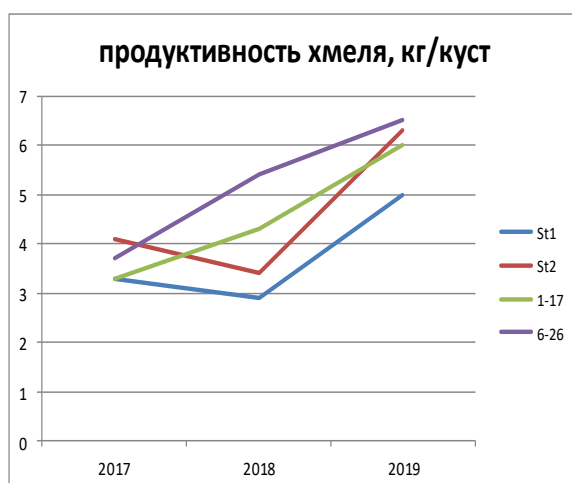


Рис. 2. Продуктивность хмеля, кг/куст.

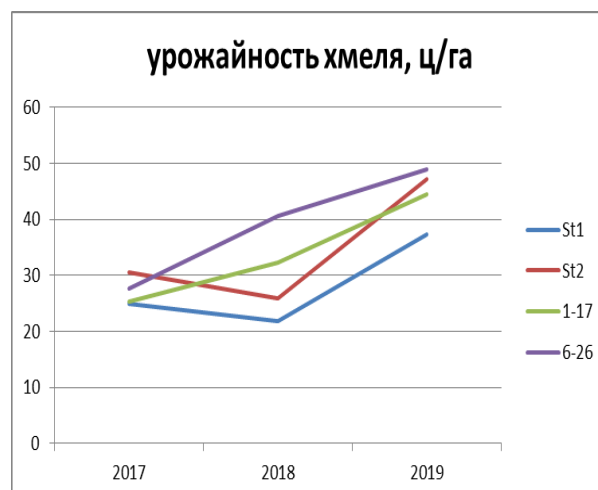


Рис. 3. Урожайность хмеля, ц/га

По комплексу хозяйственно ценных признаков выделенные клоны соответствуют запланированным показателям (продолжительность вегетационного периода более 110 дней, урожайность не менее 4 кг/куст, содержание альфа-кислот не менее 5 %) и характеризуется стабильностью этих показателей по годам. Отобранный и высаженный от них посадочный материал (стеблевые черенки от ручной весенней обрезки корневищ хмеля) продолжает проходить производственной проверки.

Кроме того, у выделенных клонов определены качественные морфологические признаки растений хмеля (антоциановая окраска стебля, интенсивность зеленой окраски верхней стороны листа, форма куста).

По результатам исследования:

- антоциановая окраска стебля отсутствует у всех номеров, кроме стандарта 2;
- верхняя сторона листа интенсивно зеленого цвета у всех;
- форма куста: 1-17 – цилиндрическая; 6-26 – булавовидна; St₁ – цилиндрическая; St₂ – от цилиндрической до булавовидной.

Отклонения наблюдались в проявлении количественных признаков

Первый боковой побег закладывается низко в пределах 0,50 м от земли. Высота закладки первой плодовой ветки у каждого сорта своя, у выделенных клонов высокая. Так, у 1-17, как и у St₁ высота заложения первой плодовой ветки 0,50-0,80 м с небольшим количеством шишек от 6 до 9 шт. на ветку. У 6-26 и у St₂ первая плодовая ветка развивается высоко 1,20 (St₂) и 1,30 м (6-26), шишек немного от 12 до 16 шт. на один боковой побег.

Боковые побеги у клонов из нижней части растения длинные от 0,7 до 1,0 м и очень длинные более 1,0 м. Ветки из средней части длинные у St₂ и 1-17, очень длинные у клона 6-26 и короткие у St₁. Боковые побеги из верхней части растения длинные у клона 1-17 до 1,00 м, шишек много 189 шт., клон 6-26 имеет очень длинные побеги до 1,39 м с большим количеством шишек на них – до 637 шт.

Размер шишки клона 1-17, как и у стандартов, крупные, плотные, чешуйки закрытые. У клона 6-26, шишки меньших размеров, плотные, чешуйки приоткрытые. От золотисто-зеленого до тёмно-зелёного цвета с выраженным хмелевым ароматом.

Нами отмечено, что среднеранний клон 1-17 с вегетационным периодом 100-110 дней один из самых пластичных номеров в питомнике. Обладает стабильными показателями по годам. Растение рослое, сильно вьющееся. Шишки формируются по всей длине стебля, крупные до 5,0 см. Потенциальная средняя урожайность на уровне 30,0 ц/га, содержание альфа-кислот всегда стабильно высокое – 6,0-10,0 %, в отдельные годы достигает 13 %. Относительно устойчив к основным вредителям и болезням хмеля.

Получены хорошие результаты по всем параметрам у среднепозднего клона 6-26. Вегетационный период 112-120 дней. Растение мощное, стебель сильно вьющийся. Формирование шишек начинается в III декаде августа – I декаде сентября, гроздь шишек плотные, до 28 шт. Цвет шишек светло-зеленый. Средняя урожайность 42,0 ц/га, среднее содержание альфа-кислот 9,3-12,7 %.

Предлагаемые названия сортов 1-17 – Салампи, 6-26 – Северянка. Оба сорта пригодны для механизированной уборки и обрезки главных корневищ.

Заключение. В результате длительного изучения отобранных клонов получены данные о параметрах клонового селекционного материала для выведения новых сортов хмеля горького типа с содержанием альфа-кислот на

уровне 10,0 %. Со стабільною продуктивністю більше 30 ц/га. На них підготовлена і отримана документація в Госсорткомісію для реєстрації нового сорту. Предварительно предлагаемые названия новых сортов: номер 1-17 – Салампи, номер 6-26 – Северянка.

Список литературы

1. Либаккий Е.П. Хмелеводство. М.: Колос, 1993. 288 с.
2. Штанько І.П., Шпакевич Л.Ю. Виділення джерел та донорів хмелю звичайного (*Humulus lupulus* L.) для використання в селекції. // Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку. Київ. 2018. С. 78-80.
3. Сластенников В.В. Биология и агротехника хмеля. М.: Россельхозиздат, 1971. 80 с.
4. Практикум по хмелеводству / Н.А. Александров и др. М.: Агропромиздат, 1989. 318 с.
5. Shtanko I.P. Analysis of the Ukrainian collection of common hop varieties (*Humulus lupulus* L.) to highlight varieties with reference characters // Plant Varieties Studying and Protection. 2019. V. 15(4). P. 366-371
6. Леонтьева В.В. Предварительные результаты выделения клонов хмеля обыкновенного для создания новых сортов горького и ароматического типов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. №1. С. 42-46.
8. Мельник С.І., Ткачик С.О., Штанько І.П., Лещук Н.В., Матус В.М., Павлюк В.А. Атлас морфологічних ознак сортів хмелю звичайного *Humulus lupulus* L. (наочне доповнення до "Методики проведення експертизи сортів хмелю з визначенням відмінності, однорідності 2017. Український інститут експертизи сортів рослин. Київ: ТОВ "Нілан-ЛТД", 2017. 40 с.
9. Белороссова Н.В. Клоновая селекция хмеля // Труды РНИСХС. М.: Пищепромиздат, 1954. 116 с.
10. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Хмель. Вып. 3. М.: Колос, 1972. С. 185-200.
11. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Хмель. Официальный бюллетень Госсорткомиссии. 2008. № 9 (139). С. 710-720.
12. ГОСТ 21946-76. Хмель-сырец и хмель прессованный. Гос. Стандарты СССР. М. 1976. 14 с.

УРОЖАЙНОСТЬ ОВСА И ЯЧМЕНЯ В МЕНЯЮЩИХСЯ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. М. Лисицын

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

Аннотация. В статье приведен анализ влияния погодных условий на изменение урожайности сортов овса и ярового ячменя на Яранском Госсортоучастке в 2002-2019 гг. Величины коэффициентов множественной регрессии позволяют отметить, что температура воздуха оказывает более сильное влияние на урожайность исследуемых сортов растений, чем количество выпавших осадков. Однако линейная аппроксимация тренда изменения изучаемых параметров не является удовлетворительной и не может быть использована для прогноза. В одной и той же местности сорта разных культур схожим образом реагируют на изменение погодных условий.

Ключевые слова: температура воздуха, количество осадков, гидротермический коэффициент, множественная регрессия, аппроксимация

PRODUCTIVITY OF OATS AND BARLEY UNDER CHANGING WEATHER-AND-CLIMATIC CONDITIONS OF KIROV REGION

E. M. Lisitsyn

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

Annotation: The article provides an analysis of the effect of weather conditions on the change in productivity of oats and spring barley cultivars at the Yaransky State varietal testing station in 2002-2019. The values of multiple regression coefficients allow us to note that air temperature has a stronger effect on the yield of the studied plant cultivars than the amount of precipitation. However, the linear approximation of the change trend of the studied parameters is not satisfactory and cannot be used for forecasting. In the same area, cultivars of different crops react in a similar way to changes in weather conditions.

Keywords: air temperature, amount of precipitation, hydrothermal coefficient, multiple regression, approximation

Введение. Анализ ситуации, сложившейся в сельскохозяйственном производстве разных стран мира, свидетельствует о том, что причины изменения климата на Земле и его последствия изучены еще недостаточно. Для продуктивности сельскохозяйственных культур имеет значение не только изменение обобщенных годовых показателей, но и распределение температур и осадков в течение вегетационного периода [1]. Ранее на основе исследований агроклиматического потенциала территорий было проведено природно-сельскохозяйственное районирование и организованы зональные системы земледелия. Новые представления об изменениях климата и связанных с ними агроклиматических характеристиках помогли бы сельскому хозяйству конкретного региона адаптироваться к данным изменениям при помощи разработки новых агротехнологий и мероприятий [2, 3, 4]. Биологические осо-

бенности культур предъявляют различные требования к теплу и влаге в течение вегетации. Вследствие этого, практический и теоретический интерес представляет изменение температур и сумм осадков по месяцам за последние 20 лет. При этом важным аспектом является оценка количественных параметров изменения агроклиматических показателей, позволяющая более обоснованно подойти к использованию отдельных приемов и технологий возделывания сельскохозяйственных культур [5, 6.]. Авторский коллектив Всероссийского института растениеводства [7] провел многолетние наблюдения за несколькими сортами овса и яровой пшеницы в четырех зонах с контрастными климатическими условиями. При этом авторы, предлагая использовать статистические методы корреляционно-регрессионных анализов, указывают на возможность искажения их результатов в связи с существующими агротехническими трендами. Мы, в своей работе, предлагаем обратить внимание на влияние выбора конкретного сорта сельскохозяйственной культуры на получаемые результаты регрессионного анализа и выводы, которые можно из них сделать.

Материалы и методы. Ячмень и овес являются одними из основных зерновых культур, возделываемых в Кировской области, здесь же располагается один из крупнейших в России селекцентров по зерновым культурам (Лисицын и др., 2012). В работе использованы данные по урожайности трех сортов ячменя (*Hordeum vulgare* L.) Абава, Зазерский 85 и Эколог, а также овса сорта Кречет на Яранском госсортоучастке Кировской области за 2002-2019 гг. Выбор участка и конкретных сортов объясняется необходимостью многолетних данных, полученных в одном и том же месте при наблюдении за одними и теми же сортами. Сортимент на разных сортоучастках области меняется ежегодно, поэтому очень сложно подобрать необходимый материал. Данные по урожайности культур взяты из официальных материалов Филиала ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» по Кировской области за 2002...2019 гг. Погодно-климатические параметры получены из сети интернет (сайт <http://www.pogodaiklimat.ru/history/27385.htm>). Тренды изменения погодно-климатических параметров и показателей урожайности изучаемых сортов рассчитывали с использованием табличного калькулятора Microsoft Office Excel 2010, уравнения множественной регрессии – в программе StatSoft Statistica 10.

Результаты и обсуждение. На рисунке приведены данные по урожайности изученных сортов на Яранском сортоучастке за изученный период времени. На рисунке также показаны линейные тренды урожайности и уравнения этих трендов для каждого из сортов. Из этого графика можно сделать определенные методические выводы. Во-первых, видно что линейные тренды для отдельных сортов достаточно похожи, отличаясь только углом наклона графика к горизонтальной оси. Это наблюдение согласуется с выводами (Новикова и др., 2012) о том, что у синхронно

наблюдаемых культур и сортов проявляется сходная реакция на изменение погодно-климатических условий. Исходя из графиков, можно было бы говорить о разной степени реакции растений этих сортов на изменение погодных условий. Однако, во-вторых, величины достоверности аппроксимации (R^2) для каждого из трендов указывают на статистическую незначимость предлагаемых уравнений. Иными словами, у нас нет оснований для того, чтобы говорить о какой-либо многолетней закономерности влияния погодных условий на урожайность анализируемых сортов овса и ячменя. Заметим здесь же, что и для таких показателей, как температура воздуха по месяцам вегетации, количество осадков, линейные тренды изменения за период 2002-2019 гг. также имели низкие коэффициенты детерминации (менее 40 %). Другими словами, динамика изменения температуры воздуха и количества выпавших осадков далека от линейной аппроксимации. Кроме того, изменения типа аппроксимации (экспоненциальная, логарифмическая, степенная, полиномиальная разной степени от 2 до 6) не привели к получению статистически значимых уравнений регрессии. Соответственно данные, полученные нами, позволяют говорить об отсутствии закономерного влияния изменения погодных условий Яранского района на урожайность овса и ячменя за последние 18 лет.

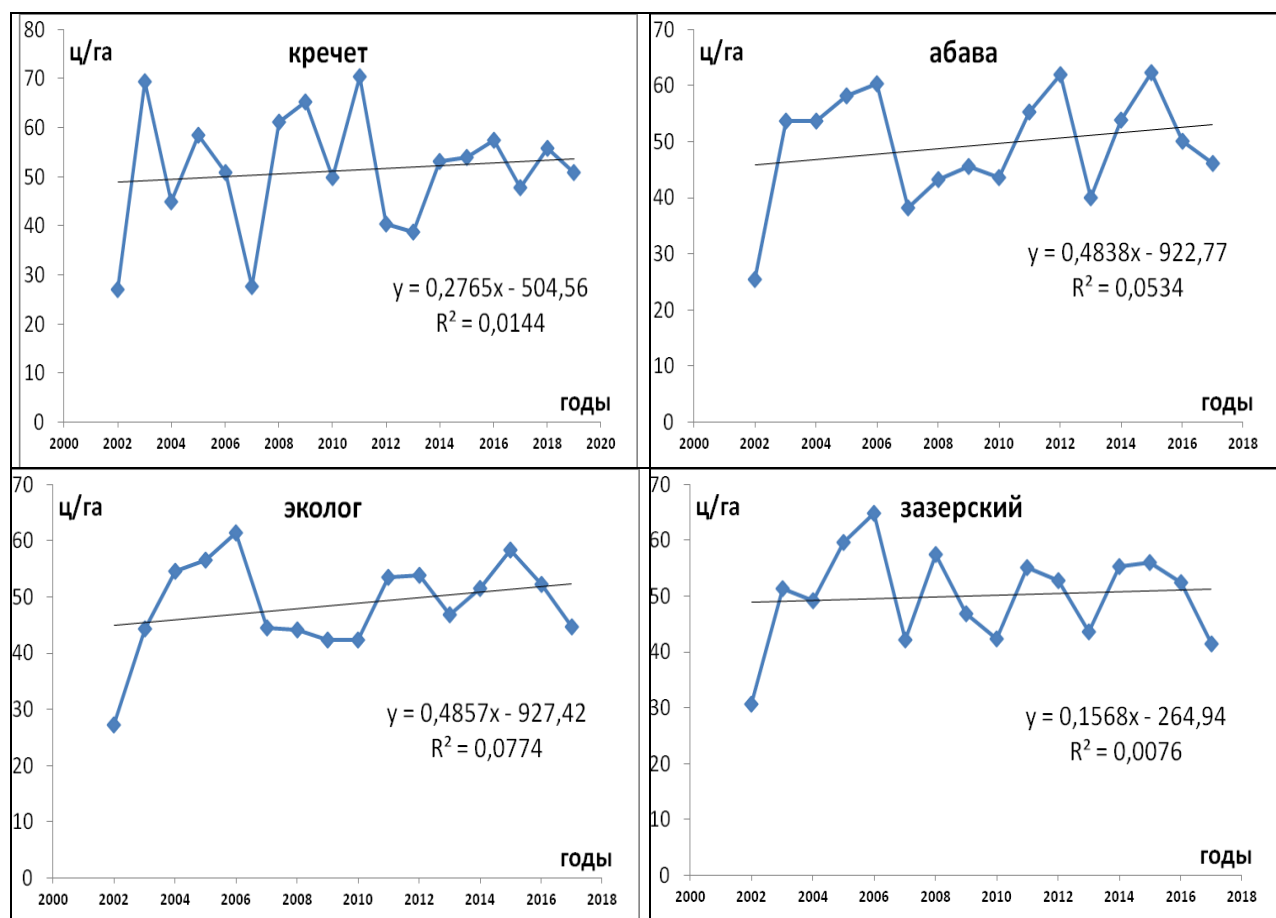


Рис. Динамика урожайности сортов ячменя и овса на Яранском сортоучастке Кировской области за 2002-2019 гг.

Чтобы выяснить характер связи между температурой вегетационного периода, количеством выпавших осадков и урожайностью растений овса и ярового ячменя, необходимо воспользоваться методом множественной регрессии и проанализировать полученные уравнения (табл.).

Таблица

Коэффициенты при членах уравнения множественной регрессии урожайности на погодные условия периода вегетации зерновых культур (2002-2019 гг.)

Месяц	Кречет	Абава	Эколог	Зазерский 85
Температура воздуха				
Май	0,127	2,211* (0,688)	1,257	0,598
Июнь	1,222	2,806* (0,692)	3,380* (0,817)	2,598
Июль	-2,687	-1,075	-1,349	-2,275
Август	0,546	-1,754	-0,093	0,404
Осадки				
Май	0,040	-0,676* (-0,819)	-0,488* (-0,785)	-0,180
Июнь	0,346* (0,701)	0,215* (0,811)	0,168* (0,799)	0,224* (0,759)
Июль	-0,112	0,162* (0,793)	0,131* (0,791)	0,031
Август	-0,199	0,157	0,084	0,002
ГТК				
Май	-4,159	-21,830* (-0,690)	-17,217* (-0,639)	-9,728
Июнь	10,594* (0,609)	4,232	1,449	4,043
Июль	-1,791	7,768 (0,650)	7,240* (0,661)	4,103
Август	-1,364	11,681* (0,637)	9,736* (0,605)	7,703

* - статистически значимые коэффициенты регрессии; в скобках приведены статистически значимые коэффициенты парных корреляций; в обоих случаях $p \leq 0,05$

Как видно из приведенных данных, в целом суммарная оценка погодных условий (по величине ГТК) имеет намного большее влияние на конечный результат оценки (урожайность культур), чем температура воздуха и количество выпавших осадков, взятых по отдельности. В то же время оба погодных параметра иногда оказывают противоположное влияние на урожайность разных культур. Так, повышение температуры воздуха в августе приводит к повышению урожайности овса Кречет и ячменя Зазерский 85, и, напротив, снижает урожайность двух других сортов ячменя. Значительно различается и сила влияния этих параметров на растения каждого из сортов ячменя. Противоположное влияние оказывают выпадающие осадки на урожайность овса Кречет и сорта ярового ячменя: осадки в мае повышают урожайность овса, но снижают урожайность ячменя, а осадки июля и августа имеют обратное воздействие на обе культуры.

В то же время не все параметры имеют статистически значимое влияние на урожайность. Так, статистически значимая корреляция наблюдается

для овса Кречет только с показателями количества осадков в июне ($r = 0,701$) и соответствующим показателем ГТК ($r = 0,609$). Ячмень сорта Зазерский 85 значимо реагировал только на изменение осадков в июне ($r = 0,759$). Урожайность сортов ячменя Абава и Эколог статистически значимо определялась осадками мая...июля и температурами воздуха в июне. В то же время суммарный параметр погодных условий (ГТК) июня не был статистически связан с урожайностью.

Таким образом, проведенный анализ влияния погодно-климатических условий на урожайность сортов овса и ярового ячменя на Яранском Госсортоучастке в 2002-2019 гг. показал, что, во-первых, температура воздуха оказывает более сильное влияние на растения, чем количество выпавших осадков. Во-вторых, линейная аппроксимация тренда изменения изучаемых параметров не является удовлетворительной и не может быть использована для прогноза. В-третьих, в одной и той же местности сорта разных культур схожим образом реагируют на изменение погодных условий.

Список литературы

1. Харламова Н.Ф., Силантьева М.М. Зависимость урожайности зерновых культур в районах Кулунды от климатических факторов // Известия Алтайского государственного университета. 2011. №3-2. С. 88-94.
2. Щенникова И.Н., Назарова Н.Н., Лисицын Е.М. Приемы возделывания много-рядного ячменя в Волго-Вятском регионе // Земледелие, 2011, № 6: 20-22.
3. Chen Y., Zhang Z., Tao F. Impacts of climate change and climate extremes on major crops productivity in China at a global warming of 1.5 and 2.0 °C // Earth Syst. Dynam. 2018. V. 9. P. 543-562.
4. Raza A., Razzaq A., Mehmood S.S., Zou X., Zhang X., Lv Y., Xu J. Impact of Climate Change on Crops Adaptation and Strategies to Tackle Its Outcome: A Review // Plants (Basel, Switzerland). 2019. V. 8(2). 34.
5. Страшная А.И., Максименкова Т.А., Чуб О.В. О сроках сева озимых культур в условиях изменения климата и их прогнозирование в Приволжском федеральном округе. Л.: изд-во Гидрометеорологический НИЦ РФ, 2011. 16 с
6. 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
7. Новикова Л.Ю., Дюбин В.Н., Сеферова И.В., Лоскутов И.Г., Зуев Е.В. Прогнозирование продолжительности вегетационного периода у сортов яровых зерновых культур в условиях изменения климата // Сельскохозяйственная биология. 2012. №5. С. 78-87.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА УСТОЙЧИВОСТЬ К АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССАМ

Л. В. Мамаева

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

Аннотация. *Неблагоприятные факторы окружающей среды влияют на клеточный гомеостаз, ухудшают рост и развитие растений. Абиотические стрессы разнообразны и нередко воздействуют в сочетании или последовательно, поэтому для обеспечения урожайности в меняющихся условиях среды растениям необходимо иметь несколько механизмов устойчивости. В селекционном процессе используют полевые, лабораторные и лабораторно-полевые методы оценки устойчивости к абиотическим стрессам. Полевой метод оценки селекционного материала заключается в проведении наблюдений и учетов сравниваемых сортов при посеве и требует длительного испытания. Для ускорения всесторонней оценки селекционного материала на устойчивость к различным неблагоприятным условиям одновременно с полевой оценкой применяют и лабораторные методы, создавая неблагоприятные условия искусственно. Для получения достоверных результатов при испытании сортов, необходимо использовать комплекс методов, сравнивая данные лабораторных экспериментов с полученными в полевых условиях, обеспечивая в обоих случаях типичность условий сравнения и точность опыта.*

Ключевые слова: *абиотический стресс, засуха, устойчивость*

METHODS FOR ASSESSING CROPS ON RESISTANCE TO ABIOTIC STRESS

L. V. Mamaeva

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

Annotation: *Adverse environmental factors affect cell homeostasis, impair the growth and development of plants. Abiotic stresses are diverse and often act in combination or sequentially, therefore, to ensure yield in changing environmental conditions, plants need to have several resistance mechanisms. In the selection process, field, laboratory and laboratory field methods are used to assess resistance to abiotic stresses. The field method for evaluating breeding material consists in observing and taking into account the compared varieties during sowing and requires a long test. To accelerate a comprehensive assessment of breeding material for resistance to various adverse conditions, laboratory methods are used simultaneously with field assessment, creating adverse conditions artificially. To obtain reliable results when testing varieties, it is necessary to use a set of methods, comparing the data of laboratory experiments with those obtained in the field, ensuring in both cases the typical conditions of comparison and the accuracy of the experiment.*

Keywords: *abiotic stress, drought, resistance*

Введение. Растения успешно занимают разнообразные среды благодаря пластичности в клеточном метаболизме, физиологии и развитии. Однако неоптимальные климатические условия, такие как температурный стресс, засуха, засоленность и другие абиотические факторы резко снижают урожай-

ность сельскохозяйственных культур, тем самым угрожая глобальной продовольственной безопасности [1]. Абиотический стресс неблагоприятно воздействует на клеточный гомеостаз, ухудшает рост и развитие растений. Наличие стресса на ранних стадиях приводит к замедлению роста, но незначительно снижает урожайность растений, в то время как воздействие стрессового фактора на этапе репродукции способно значительно снижать продуктивность. Абиотические стрессы часто возникают в сочетании (высокая температура и засуха) или последовательно (переувлажнение с последующей засухой), поэтому для обеспечения урожайности в меняющихся условиях среды растениям необходимо иметь несколько механизмов устойчивости [2].

В различных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур значительная роль принадлежит сорту. Значение сорта определяется уровнем и стабильностью урожайности. К основным требованиям для нового сорта относятся высокая пластичность в варьирующих условиях среды, а так же значительная потенциальная способность к максимальной урожайности в условиях высокого агрофона. Сорт можно рассматривать как относительно устойчивую (дискретную) биологическую систему. Специфичность сорта должна поддерживаться постоянно путем сохранения его первоначальной генетической структуры. Изменения частоты генов могут привести к потере уникальных свойств сорта [3, 4].

Цель работы – является обзор методов оценки селекционного материала на устойчивость к абиотическим стрессам для выбора оптимальных параметров при отборе генотипов, адаптивных к абиотическим факторам среды Волго-Вятского региона.

Результаты и обсуждение. Для получения стабильного урожая современные сорта в первую очередь должны обладать высокой урожайностью, устойчивостью к полеганию, осыпанию и прорастанию зерна на корню, болезням, вредителям, засухе, переувлажнению, перепадам температурного режима, тяжелым металлам [5]. Параметры, используемые для оценки селекционного материала должны обладать межсортным полиморфизмом по уровню проявления.

Оценку материала в ходе создания толерантных сортов проводят в течение вегетационного периода в соответствии с фазами развития растений: перед посевом, всходы, колошение, выход в трубку и после уборки. Продолжительность вегетационного периода определяют по полевым фенологическим наблюдениям. Сопоставление подобных наблюдений за ряд лет дает возможность определить влияние погодных условий на рост и развитие селекционируемых форм.

В селекционном процессе используют полевые, лабораторные и лабораторно-полевые методы оценки. Оценивают изучаемый материал путем подсчета, взвешивания, измерения параметра, связанного с селекционируемым хозяйственным признаком. Полевой метод оценки селекционного материала

заключается в проведении наблюдений и учетов сравниваемых сортов при посеве и требует длительного испытания. Для ускорения всесторонней оценки селекционного материала на устойчивость к различным неблагоприятным условиям одновременно с полевым применяют лабораторные методы. Неблагоприятные условия при использовании этого метода создаются искусственно.

Физиологический процесс, который может служить показателем устойчивости к действию стресса, это относительная интенсивность транспирации. Интенсивность транспирации – это количество воды, которое испаряется растением в единицу времени с единицы массы (или единицы площади) листьев. Обычно интенсивность транспирации выражается в граммах воды, испаряемой растением за один час на один грамм сырого веса и колеблется в пределах 0,1-3,0 г.ч. [6]. Отдельные генотипы используют разные механизмы устойчивости в разной степени, поэтому использование сразу нескольких параметров для оценки уровня устойчивости сорта к стрессовому воздействию представляется логичным [4, 7].

Зимостойкость определяется условиями перезимовки, отношения к которым обусловлены агротехникой и наследственными особенностями возделываемого сорта. Наиболее точные данные при оценке этого признака дают полевые оценки и наблюдения. К ним относятся глазомерная оценка перезимовки по шестибалльной шкале, установление процента перезимовавших растений на делянке, взятие 3-5 раз в течение зимы монолитов или проб растений на отращивание, посев перспективных образцов в районах с суровыми зимами [8].

Для оценки засухоустойчивости в последнее время все чаще прибегают к косвенной оценке с помощью лабораторных физиологических методов. Особый интерес представляют методы ранней диагностики на семенах и проростках, поскольку они позволяют проводить оценку круглый год и анализировать большое количество селекционного материала. Первые методики были предложены более 40 лет назад. Наиболее простые методы массовой оценки относительной засухоустойчивости основаны на определении прорастания семян и роста проростков в растворах осмотиков, имитирующих недостаток влаги [3, 9, 10]. Поскольку устойчивость растений характеризуется целым рядом анатомо-морфологических и физиолого-биологических особенностей, при изучении засухоустойчивости следует учитывать комплекс признаков [11].

При оценке устойчивости растений к абиотическим стрессам используют и такой классический параметр, как всхожесть. Всхожесть определяется отношением количества проросших семян к исходному количеству семян, в процентном соотношении. Для оценки устойчивости к эдафическим стрессам применяют индекс длины корней (ИДК) – показатель относительного роста корней в длину. В дополнение к этому показателю используют еще один – величина соотношения масс корней и ростков (индекс root-to-shoot

ratio, RSR), который дает информацию о перераспределении пластических веществ между надземными и подземными органами как показатель стратегии адаптации к условиям роста [12].

Для того чтобы получить производственно достоверные результаты при испытании сортов, необходимо использовать комплекс методов и на всех стадиях селекционного процесса обеспечивать типичность условий сравнения и точность опыта. Типичность опыта достигается путем проведения сортоиспытания в условиях, характерных для условий будущей зоны возделывания сорта.

Таким образом, разработано и используется в научных исследованиях достаточно большое количество методов оценки селекционного материала, перспективных для использования при создании сортов, адаптивных к условиям Волго-Вятского региона.

Список литературы

1. Maiti R. K., Satya P. Research advances in major cereal crops for adaptation to abiotic stresses // GM crops & food. 2014. V. 5. No. 4. P. 259-279.
2. Mickelbart M. V., Hasegawa P. M., Bailey-Serres J. Genetic mechanisms of abiotic stress tolerance that translate to crop yield stability // Nature Reviews Genetics. 2015. V. 16. No. 4. P. 237-251.
3. Ефремова В.В. Задачи и современное состояние семеноводства полевых культур // Научный журнал КубГАУ. 2015. №106(02).
4. Лисицын Е.М. Физиологические параметры корневых систем в селекции зерновых культур на абиотическую устойчивость // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018. Т. 4. № 3. С. 35-42.
5. Бондарева Л.М., Радюкевич Т.Н., Карташева Л.И., Любек Н. Изучение устойчивости перспективной линии ярового ячменя Л1505 к абиотическим стрессорам в условиях Ленинградской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 5. С. 45-50.
6. Дубровкая Н.Н. Изучение влияния фунгицидов на возбудителя фузариоза колоса пшеницы // Colloquium-journal. 2020. № 6. С. 5-7.
7. Шихова Л.Н., Егошина Т.Л. Тяжелые металлы в почвах и растениях таежной зоны Северо-Востока Европейской части России. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2004. 264 с.
8. Герасимов С.В., Овсянкина А.В. Влияние биотических и абиотических факторов на урожай ярового ячменя // Теория и практика паразитарных болезней животных. 2012. С. 132-134.
9. Потапова Г.Н., Иванова М.С. Влияние сроков посева и нормы высева семян на осеннюю вегетацию, зимостойкость и урожайность озимых зерновых культур // Интерактивная наука. 2017. № 11. С. 69-74.
10. Кокина, Л.П., Щенникова И.Н., Зайцева И.Ю. Оценка коллекционных образцов ячменя на устойчивость к осмотическому стрессу // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 5. С. 40-44.
11. Игнатьева С.Л., Большакова Л.С., Павлова Н.И., Пухальская Н.В., Зиангирова Ю.Р., Веселова Ю.Н. Исследование влияния солей алюминия на ростовые процессы зерновых культур // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2012. № 1. С. 53-62.
12. Горохова С.В. Интенсивность транспирации у некоторых представителей рода *Corylus* L. // Научные ведомости. 2011. № 3(98). Вып. 14/1. С. 248-253.

**ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ И АДАПТИВНОСТИ
СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ
В УСЛОВИЯХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА**

Н. А. Набатова

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

Аннотация. В ходе шестилетних исследований на примере сортов озимой ржи разного происхождения изучена урожайность и элементы продуктивности. Проведена оценка сортов по параметрам адаптивности. Среди изучаемых сортов был выделен сорт Графиня, который реализовал свою потенциальную урожайность на 76 % с наименьшим в опыте значением коэффициента вариации ($V = 22,8 \%$). Также он был отмечен как самый стрессоустойчивый и стабильно урожайный сорт в годы с неблагоприятными условиями среды (средняя урожайность 4,04 т/га). По результатам корреляционного анализа построены корреляционные кольца. Отмечены различные зависимости у сортов разных экологических групп. Выявлена связь между общим числом тесных положительных и отрицательных связей и урожайностью.

Ключевые слова: озимая рожь, урожайность, индекс условий среды, адаптивность, корреляция, корреляционные кольца

**ASSESSMENT OF PRODUCTIVITY AND ADAPTABILITY
OF WINTER RYE VARIETIES
IN THE CONDITIONS OF THE VOLGA-VYATKA REGION**

N. A. Nabatova

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

Annotation: In the course of six years of research on the example of varieties of local and non-district selection, the yield of varieties and elements of its productivity were studied. The varieties were evaluated according to their adaptability parameters. Among the studied varieties, the Grafinya variety was selected, which realized its potential yield by 76 % with the lowest coefficient of variation in the experiment (22,8 %). It was also noted as the most stress-resistant and stable crop variety in years with adverse environmental conditions (average yield of 4,04 t/ha). Based on the results of correlation analysis, correlation rings are constructed. Different dependencies were noted for varieties of different ecological groups. The relationship between the total number of close positive and negative relationships and productivity was revealed.

Keywords: winter rye, yield, index of environmental conditions, adaptability, correlation, correlation rings.

Введение. Ржаносеющие регионы (Татарстан, Башкортостан, Кировская, Брянская, Оренбургская и другие области) характеризуются свойственными только им почвенно-климатическими условиями, где проявление благоприятных или стрессовых факторов во многом зависит от непредсказуемости климатических параметров. Рожь, которая в сравнении с другими зерновыми культурами формирует более стабильные урожаи по годам, считается культурой низкого экономического риска, что подтверждается ее

урожаемостью в стрессовых условиях и относительно низкими затратами на производство зерна [1, 2]. Исходя из этого, селекционная работа должна быть направлена на создание адаптивных сортов озимой ржи, которые способны максимально использовать экологические и агротехнические условия конкретного региона [3].

Цель исследований – оценить сорта озимой ржи по структуре урожайности и параметрам адаптивности в условиях Волго-Вятского региона.

Материалы и методы. Материалом исследования послужили сорта озимой ржи разных эколого-географических групп: Вятка 2, Фаленская 4, Графиня и Флора (селекции ФАНЦ Северо-Востока); Московская 12 (Московский НИИСХ «Немчиновка»); Памяти Кунакбаева (Башкирский НИИСХ); Волхова (Ленинградский НИИСХ «Белогорка»); Саратовская 7 (Саратовский НИИСХ).

Изучение проводилось в питомнике экологического сортоиспытания в 2014-2019 гг. на делянках учетной площадью 5 м². Корреляционный анализ осуществлялся с использованием пакета статистических программ AGROS 2.07. Также использовались программы MS Excel и АРГО Чертеж 7.1.7104. Наблюдения, оценки и учет урожая проведены в соответствии с "Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур" (1983). Массу 1000 зерен в лабораторных условиях определяли по ГОСТ 12042-80, размах урожайности сортов и реализацию ее потенциала – по методикам В. А. Зыкина (1984) и Э. Д. Неттевича (2001).

Результаты и обсуждение. Агрометеорологические условия в период исследования носили контрастный характер (табл. 1). Наиболее благоприятные условия для роста и развития озимой ржи складывались в 2015 году (индекс условий среды 1,62). Средняя урожайность в опыте в этом году составила 4,49 т/га с максимальным значением у сорта Графиня (5,28 т/га). Неблагоприятные агрометеорологические условия в 2014 (-1,17) и 2016 (-1,12) годах привели к снижению среднего показателя до 1,70 и 1,76 т/га соответственно.

Коэффициент вариации по признаку урожайности в годы с низким индексом условий среды (2014, 2016, 2018, 2019) был крайне высоким (52-78 %), что говорит о различной реакции сортов на неблагоприятные условия вегетации. Так, сорта местной селекции (Вятка 2, Фаленская 4, Графиня и Флора) формировали за опытный период стабильно среднюю или высокую урожайность, сорта инорайонной селекции не выдерживали нагрузки негативных факторов зимнего периода (высокие температуры на глубине залегания узла кущения при высоком снеговом покрове, 100 %-ное поражение снежной плесенью и др.) и снижали урожайность до минимальных значений.

Коэффициент вариации (V) по урожайности отдельно взятого сорта был высоким у всего набора сортов (22,8-105,2 %). Более низкие значения наблюдались у сортов Графиня (22,8 %), Фаленская 4 (25,5 %), Флора (31,4 %), Волхова (34,1 %), что говорит о большей адаптивности данных сортов к местным условиям (табл. 2). Урожайность сорта Вятка 2 варьировала в более широких пределах из-за высокостебельности и склонности к полеганию.

Таблица 1

Урожайность сортов озимой ржи за 2014-2019 гг., т/га

Сорт	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее
Вятка 2	0,74	4,21	2,42	2,48	3,84	3,97	2,94
Фаленская 4	2,62	4,94	2,58	3,51	4,23	3,75	3,61
Графиня	2,90	5,28	3,04	4,13	4,27	4,61	4,04
Флора	2,54	4,84	2,58	2,98	4,64	5,01	3,77
Московская 12	0,08	4,49	0,16	4,08	1,18	1,13	1,85
Саратовская 7	-	3,69	0,18	3,16	0,68	0,30	1,60
Памяти Кунакбаева	0,10	4,30	1,05	2,87	1,62	3,17	2,19
Волхова	2,92	4,17	2,03	3,97	1,67	2,89	2,94
Индекс условий среды	-1,17	1,62	-1,12	0,53	-0,10	0,23	-
V, %	78,1	11,3	64,8	18,3	58,7	52,9	-

Изучаемые сорта реализовали свою потенциальную урожайность в среднем на 63 % с лучшим показателем у сорта Графиня (76 %) и с наименьшим значением у сорта Московская 12 (41 %). Сорт Графиня за годы исследований показал минимальные различия урожайности по годам (2,90-5,28 т/га) и наибольшую среднюю урожайность в опыте (4,04 т/га).

Таблица 2

Оценка сортов озимой ржи по реализации потенциала урожайности и параметрам адаптивности

Сорт	V, % по урожайности	Реализация потенциала урожайности, %	Параметры адаптивности		
			$y_2 - y_1$	$(y_1 + y_2)/2$	d
Вятка 2	45,1	70	-3,5	2,5	82,4
Фаленская 4	25,5	73	-2,4	3,8	47,8
Графиня	22,8	76	-2,4	4,1	45,1
Флора	31,4	75	-2,5	3,8	49,3
Московская 12	104,9	41	-4,4	2,3	98,2
Саратовская 7	105,2	43	-3,5	1,9	95,1
Памяти Кунакбаева	70,5	51	-4,2	2,2	97,7
Волхова	34,1	71	-2,5	2,9	60,0

В неблагоприятных условиях среды потенциальная урожайность реализуется слабо, однако выявляется адаптивность сортов. Для изучения адаптивности сорта и его реакции на сложившиеся условия среды использовали расчет параметров адаптивности: $y_2 - y_1$; $(y_1 + y_2)/2$; d [2], где y_1 и y_2 – максимальная и минимальная урожайности за годы исследований соответственно. Параметр $y_2 - y_1$ показывает устойчивость сортов к стрессу при изменяющихся агрометеорологических условиях (чем меньше значение, тем выше стрессоустойчивость). Более высокая стрессоустойчивость наблюдалась у сортов Фаленская 4 (-2,4), Графиня (-2,4), Флора (-2,5), Волхова (-2,5). Сравнительно

низкая устойчивость была выявлена у сортов Московская 12 (-4,4) и Памяти Кунакбаева (-4,2).

Параметр $(y_1 + y_2)/2$ показывает среднюю урожайность сорта в контрастных условиях. Высокие значения этого параметра говорят о большой степени соответствия между генотипом сорта и условиями среды. В наших исследованиях максимальная величина этого параметра наблюдалась у сорта Графиня (4,1), а минимальная – у сорта Саратовская 7 (1,9).

Параметр d показывает размах урожайности. Чем ниже показатель d , тем стабильнее урожайность сорта в различных по погодным условиям годы. У районированных сортов в опыте размах урожайности был на 40 % ниже, чем у сортов инорайонной селекции.

Урожайность – комплексный показатель, поэтому для получения полного представления о закономерностях ее формирования необходимо провести анализ элементов структуры урожайности и зависимостей между ними. Для этого использовали корреляционный анализ и метод корреляционных колец. Метод корреляционных колец впервые был предложен П. В. Терентьевым и дополнен Н. С. Ростовской. Он позволяет проанализировать причинно-следственные связи изучаемых признаков [4]. В наших исследованиях в данный метод анализа включены: 1 – урожайность; 2 – масса 1000 зерен; 3 – продуктивная кустистость; 4 – высота растений; 5 – вес колоса; 6 – длина колоса; 7 – число колосков в колосе; 8 – число зерен в колосе; 9 – вес зерна с колоса; 10 – плотность колоса; 11 – % череззерницы; 12 – устойчивость к полеганию; 13 – зимостойкость.

На рисунке 1 представлены корреляционные кольца урожайобразующих показателей районированных в Волго-Вятском регионе сортов Вятка 2, Фаленская 4, Графиня и Флора в среднем за 6 лет исследований. Расчет коэффициента корреляции показал отсутствие положительных связей между урожайностью и ее элементами по всем сортам. Следовательно, можно сделать вывод, что урожайность является результатом комплексного взаимодействия многих элементов и адаптивных параметров сорта. При этом стабильность урожайности поддерживается уравниванием величин того или иного признака.

Корреляционные кольца сортов инорайонной селекции представлены на рисунке 2. Четко прослеживается прямая зависимость между урожайностью и зимостойкостью (признаки 1-13). Таким образом, их урожайность зависит, в первую очередь, от способности растений к отращиванию после перезимовки.

Между опытными сортами обнаружены различия, касающиеся емкости (мощности) колец, то есть общего числа положительных и отрицательных связей. Число сильных корреляционных связей районированных сортов на 20 % больше числа зависимостей у сортов инорайонной селекции. На рисунке 3 линия тренда по числу сильных связей опускается вниз с уменьшением линии тренда урожайности. Возможно, наличие многочисленных взаимодействий у районированных сортов говорит о большой роли каждого структурного элемента в формировании урожая.

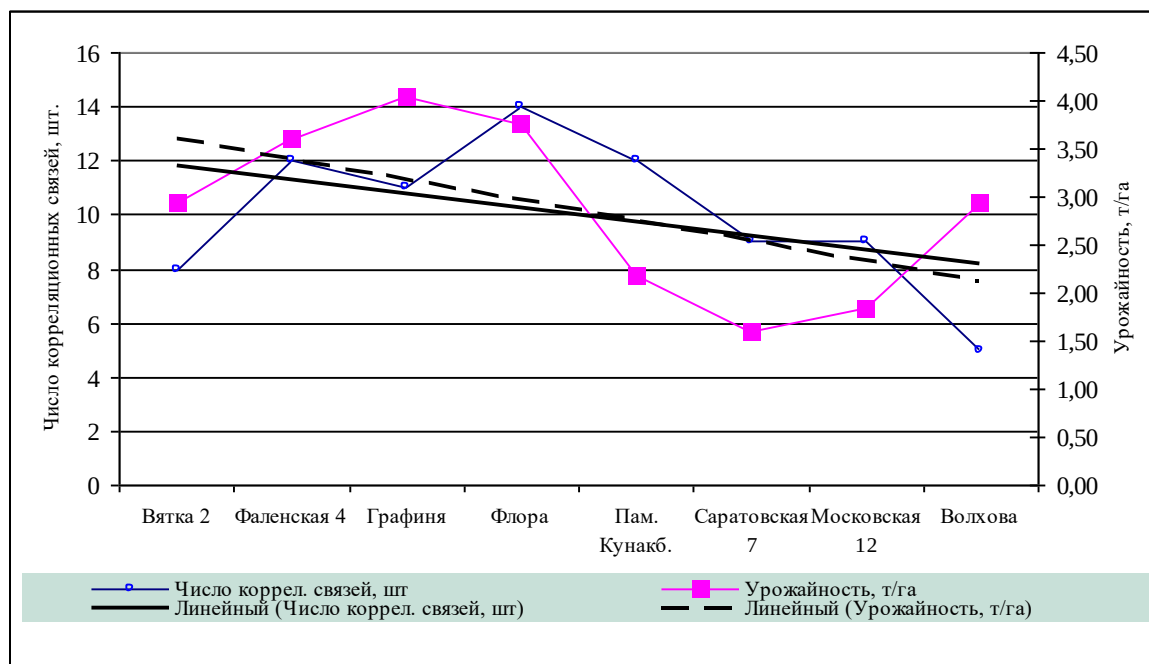


Рис. 3. Зависимость урожайности от общего числа корреляционных связей

Заключение. Для более точной оценки сортов необходимо применять комплекс показателей адаптивности, позволяющих оценить сорт в условиях данного региона. Одним из важных показателей является устойчивость сортов к стрессу. В опыте было выявлено, что высокой стрессоустойчивостью обладают сорта Графиня (-2,4), Фаленская 4 (-2,4), Флора (-2,5), Волхова (-2,5). Лучшими по реализации потенциальной урожайности являлись сорта Графиня (76 %) и Флора (75 %). Таким образом, изучение сортов разных экологических групп в условиях Волго-Вятского региона показало высокую адаптивность сортов селекции ФАНЦ Северо-Востока к жестким условиям перезимовки. Урожайность сортов инорайонной селекции находится в прямой зависимости от зимостойкости и способности активно отрастать весной после схода снега.

Список литературы

1. Гончаренко А.А. Производство и селекция озимой ржи в России // *Зерновое хозяйство России*. 2010. №4 (10). С. 27-33.
2. Мамаев В.В. Выявление сортов озимой ржи с экологической адресностью для юго-запада центра России // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018. № 3. С. 78-83
3. Шляхтина Е.А., Рылова О.Н., Лыскова И.В. Адаптивность сортов озимой ржи по технологическим свойствам зерна // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2018. №2 (26). С. 57-61.
4. Бондарева Е.В., Стеценко Н.В. Метод корреляционных плеяд в практике педагогических исследований // *Математ. физика и компьютер. моделирование*. 2018. Т. 21. № 2. С. 52-58.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗЕРНА У КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ОВСА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

О. А. Пай^{1,2}, М. Н. Фомина¹

¹НИИСХ Северного Зауралья – филиал ТюмНЦ СО РАН,
п. Московский, Тюменская область, Российская Федерация

²Государственный аграрный университет Северного Зауралья,
г. Тюмень, Российская Федерация

Аннотация. В условиях Северного Зауралья в 2016-2018 гг. проведена оценка 103 образцов овса разного эколого-географического происхождения по содержанию в зерне белка, жира и крахмала. Установлено, что на формирование белка существенное влияние оказывали условия выращивания (доля влияния 66,8 %). Влияние генотипа составило 17,1 %, а взаимодействия генотип × среда – 7,7 %. В меньшей степени от внешних условий зависело содержание жира (20,8 %). На его формирование почти в равных долях оказывали влияние генотип (32,4 %) и взаимодействие генотип × среда (32,8 %). При формировании крахмала большую роль играло взаимодействие генотип × среда (61,2 %), степень влияния генотипа была 32,7 %, а погодных условий – 1,2 %. Выделены перспективные источники, которые могут быть использованы в селекции овса на улучшение качественных показателей зерна: с повышенным содержанием белка и жира – AC Lotta, Vicar, N-58-2 (Канада), Gkzalon (Монголия); с повышенным содержанием жира и крахмала – Сибирский голозерный (Омская область) и Gagybatori К.Н. (Венгрия); с повышенным содержанием белка – 1893h30 (Иркутская область), America (Чили), Sapporo (Япония) и другие; с повышенным содержанием жира – Хибинь 2 (Мурманская область), ТМ 07-18-6 (Тюменская область), Пегас (Алтайский край) и другие; с повышенным содержанием крахмала – Отас (Ленинградская область), 120h2106 (Московская область), КСИ 432/08 (Ульяновская область), Фома (Тюменская область) и другие.

Ключевые слова: овес (*A. sativa* L.), коллекция, исходный материал, биохимические показатели, белок, жир, крахмал.

BIOCHEMICAL INDICATORS OF GRAIN IN COLLECTION SAMPLES OF OATS IN THE CONDITIONS OF THE NORTHERN TRANS-URALS

O. A. Pai^{1,2}, M.N. Fomina¹

¹Tyumen Scientific Centre SB RAS,
s. Moskovsky, Tyumen region, Russian Federation

²State agrarian University of the Northern Trans-Urals,
Tyumen, Russian Federation

Annotation: In the conditions of the Northern TRANS-Urals in 2016-2018, 103 samples of oats of different ecological and geographical origin were evaluated for the content of protein, fat and starch in the grain. It was found that the protein formation was significantly influenced by the growing conditions (the share of influence was 66.8 %). The influence of the genotype was 17.1 %, and the interaction of the genotype and environment was 7.7 %. To a lesser extent, the external conditions affected the fat content (20.8 %). Its formation was influenced almost equally by the genotype (32.4 %) and the interaction of the genotype and environment (32.8 %). The interaction of genotype and environment played a major role in the formation of starch (61.2 %), the degree of influence of genotype was 32.7 %, and weather conditions – 1.2 %. Promising sources that can be used in oat breeding to improve grain quali-

ty indicators are identified: with increased protein and fat content – as Lotta, Vicar, N-58-2 (Canada), Gkzalon (Mongolia); with increased fat and starch content – Siberian golozerny (Omsk region) and Gagybatori K. H. (Hungary); with increased protein content – 1893h30 (Irkutsk region), America (Chile), Parrogo (Japan) and others; with increased fat content – Khibiny 2 (Murmansk region), TM 07-18-6 (Tyumen region), Pegasus (Altai Territory) and others; with high starch content – otas (Leningrad Region); 120h2106 (Moscow region); ksi 432/08 (Ulyanovsk region); Foma (Tyumen region) and others.

Keywords: oats (*A. sativa* L.), collection, source material, biochemical parameters, protein, fat, starch

Введение. Зерно овса – это биологически и энергетически ценное продовольственное и фуражное сырье. Ядро овса имеет высокое содержание белка, хорошо сбалансированного по аминокислотному составу [1]. Белок легко усваивается организмом и имеет наибольшую биологическую ценность среди зерновых культур [2, 3]. Ценность использования овсяных продуктов определяется качеством белка [4], который на 70-80 % состоит из глобулина группы avenalin [5], в них отсутствует клейковина, что позволяет использовать данные продукты в аглютиновой диете людей при целиакии [6]. По разным данным, количество усвояемых белков у овса составляет 95-96 % от всего белка, содержащегося в зерне [7]. В сравнении с другими хлебными злаками, зерно овса содержит в 2-3 раза больше жира, который обладает высокой энергетической ценностью и благоприятным соотношением жирных кислот, что обеспечивает его высокую переваримость и хорошую усвояемость организмом [8, 9]. Жир овсяного зерна состоит преимущественно из ненасыщенных – олеиновой (18:1) и линолевой (18:2) и насыщенной пальмитиновой (16:0) кислот [10]. Основную часть зрелого зерна овса составляют углеводы и, в первую очередь, крахмал. По своей структуре крахмал овса значительно отличается от крахмала пшеницы и ячменя. Он ближе всего стоит к наиболее крахмалистой культуре – рису [11]. Извлеченный крахмал овса, в отличие от пшеницы, содержит значительное количество липидов [12]. Выход крахмала из овсяной муки составляет 48,5-61,0 % [13].

Уровень накопления биохимических веществ в зерне овса зависит от многих факторов [14, 15, 16]. Биохимическая оценка исходного материала и определение факторов, влияющих на формирование питательных веществ в зерне овса, играет важную роль для создания новых сортов, удовлетворяющих запросы производства и перерабатывающей промышленности.

Цель исследований – оценка коллекционных образцов овса различного эколого-географического происхождения по содержанию в зерне сырого белка, жира и крахмала с выделением новых источников для селекции, и определение факторов, влияющих на их формирование в условиях Северного Зауралья.

Материалы и методы. Объектами исследования послужили 103 образца овса разного эколого-географического происхождения (в т.ч. 72 образца из коллекции Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР), 22 образца – сорта и селекционные линии НИИСХ Северного Зауралья, 9 образцов

из селекционных учреждений Сибири и Урала). Исследования проводили в 2016-2018 гг. на опытном поле НИИСХ Северного Зауралья. Почва – серая лесная, оподзоленная, тяжелосуглинистая. Мощность пахотного горизонта – 18...30 см, содержание гумуса в почве (по Тюрину, ГОСТ 23740-79) – 1,50...4,75 %, рН солевой вытяжки (по Алямовскому) – 5,5...6,8. Содержание нитратного азота (по Градндваль-Ляжу) – 6,6...7,9 мг/кг почвы; подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) – 19,8...24,5 и 19,0...20,6 мг/100 г почвы соответственно. Предшественник – яровая пшеница.

Метеоусловия в годы исследований отличались по обеспеченности растений теплом и влагой. Сухим и теплым был весенне-летний период 2016 г. (сумма активных температур за май-август составила 2163 °С, ГТК = 0,69). Вегетационный период 2017 г. характеризовался избыточным увлажнением и недостатком тепла в мае-июле (ГТК = 1,48), август был теплым и сухим (ГТК = 0,86). Метеоусловия 2018 г. были влажными (ГТК = 1,68) с суммой активных температур 1825° С (при норме 1844 °С).

Планирование экспериментов, закладка опытов, изучение коллекционных образцов и анализ полученных результатов проводили по общепринятым методикам [17, 18]. Содержание белка в зерне определяли фотоколориметрическим методом [19], содержание жира – на установке ЭЖ-101 методом экстрагирования по Рушковскому, содержание крахмала – поляриметрическим методом по ГОСТ 10845-98.

Статистическая обработка данных проведена с использованием пакетов прикладных программ Microsoft Excel и «Snedekor».

Результаты и обсуждения. Трехлетнее (2016-2018 гг.) изучение сортообразцов различного эколого-географического происхождения в условиях Северного Зауралья показало, что формирование в зерне белка, жира и крахмала значительно зависело как от условий выращивания, так и особенностей сорта. Максимальное количество белка в среднем по опыту (11,32 %) было отмечено в условиях сухой и теплой погоды 2016 г., а жира (4,21 %) и крахмала (52,15 %) – при достаточном увлажнении и невысоких среднесуточных температурах воздуха (2018 г.). О существенной роли сорта в формировании жизненно важных веществ (белок, жир, крахмал) свидетельствовал широкий размах варьирования данных показателей при выращивании в равных условиях (табл. 1).

Двухфакторный дисперсионный анализ полученных данных показал, что степень влияния условий возделывания и особенностей сорта на отдельные биохимические показатели была неоднозначной. Существенный вклад в формирование белка вносили условия выращивания (66,8 %). Доля влияния генотипа составила 17,1 %, а доля взаимодействия генотип × среда была 7,7 % при ошибке 8,4 %. В меньшей степени от внешних условий зависело содержание жира (доля влияния 20,8 %). На его формирование почти в равных долях оказывали влияние как особенности сорта (32,4 %), так и взаимодействие генотип × среда (32,8 %). При формировании крахмала большую роль играло взаимодействие генотип × среда (61,2 %), степень влияния генотипа была 32,7 %, а погодных условий – 1,2 % (табл. 2).

Таблица 1

Варьирование биохимических показателей зерна у коллекционных образцов овса в условиях Северного Зауралья (2016-2018 гг.)

Год	Содержание, %					
	белка		жира		крахмала	
	среднее	размах варьирования	среднее	размах варьирования	среднее	размах варьирования
2016	11,32	9,33-15,74	4,01	2,98-6,04	51,38	47,92-54,12
2017	8,18	6,12-14,28	3,73	2,18-5,52	51,40	44,29-56,99
2018	11,14	8,74-16,32	4,21	2,66-6,67	52,15	44,29-63,31

Таблица 2

Вклад факторов в изменчивость биохимических показателей зерна у коллекционных образцов овса в условиях Северного Зауралья

Фактор	Содержание, %		
	белка	жира	крахмала
Сорт (генотип)	17,1	32,4	32,7
Условия выращивания (среда)	66,8	20,8	1,2
Взаимодействие (генотип × среда)	7,7	32,5	61,2
Ошибка	8,4	14,3	4,8

Многолетняя оценка коллекционных образцов овса по содержанию в зерне основных биохимических компонентов позволила выделить ряд перспективных форм, которые могут быть использованы в селекции на улучшение качественных показателей. Повышенное содержание белка (12,32-15,30 %) имели 1893h30 (Иркутская область), America (Чили), Sapporo (Япония) и другие; повышенное содержание жира (4,63-5,68 %) – Хибины 2 (Мурманская область), ТМ 07-18-6 (Тюменская область), Пегас (Алтайский край), Новосибирский 5 (Новосибирская область), Sacavem (Португалия) и другие; повышенное содержание крахмала (55,23-57,40 %) – Отас (Ленинградская область); 120 h 2106 (Московская область); КСИ 432/08 (Ульяновская область); Фома (Тюменская область); Hayabusa (Япония) и другие. Выделено несколько перспективных источников с повышенным содержанием двух компонентов. Высоким содержанием белка и жира отличались канадские образцы AC Lotta, Vicar, N-58-2 и монгольский – Gkzalop. Повышенное содержание жира и крахмала было отмечено у образцов: Сибирский голозерный (Омская область) и Gagybatorі К.Н. (Венгрия).

Заключение. В результате проведенных исследований установлена роль отдельных факторов в формировании биохимических показателей зерна коллекционных образцов овса в условиях Северного Зауралья. На формирование белка существенное влияние оказывали условия выращивания (доля влияния 66,8 %). Влияние генотипа составило 17,1 %, а взаимодействия генотип × среда – 7,7 %. В меньшей степени от внешних условий зависело содержание жира (20,8 %). На его формирование почти в равных долях оказывали влияние генотип (32,4 %) и взаимодействие генотип × среда (32,8 %). При формирова-

нии крахмала большую роль играло взаимодействие генотип × среда (61,2 %), степень влияния генотипа была 32,7 %, а погодных условий – 1,2 %.

Выделены перспективные источники, которые могут быть использованы в селекции овса на улучшение качественных показателей зерна: с повышенным содержанием белка и жира – AC Lotta, Vicar, N-58-2 (Канада), Gkzalon (Монголия); с повышенным содержанием жира и крахмала – Сибирский голозерный (Омская область) и Gagybatori К.Н. (Венгрия); с повышенным содержанием белка – 1893h30 (Иркутская область), America (Чили), Sapporo (Япония) и другие; с повышенным содержанием жира – Хибины 2 (Мурманская область), ТМ 07-18-6 (Тюменская область), Пегас (Алтайский край) и другие; с повышенным содержанием крахмала – Отас (Ленинградская область); 120 h 2106 (Московская область); КСИ 432/08 (Ульяновская область); Фома (Тюменская область) и другие.

Список литературы

1. Лоскутов И.Г. Овес (*Avena L.*). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. СПб.: ГНЦ РФ ВИР, 2007. 336 с.
2. Moudry J. The quality of naked oat // *Cereals for human health and preventive nutrition. Session II*. 1998. P. 91-95.
3. Баталова Г.А., Лисицын Е.М., Русакова И.И. Биология и генетика овса. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2008. 456 с.
5. Rzedzicki Z., Blaszcak W. Impact of microstructure in modeling physical properties of cereal extrudates // *International Agrophysics*. 2005. V. 19. P. 175-186.
6. Ahokas H., Heikkila F., Alho M. Variation in the ratio of oat (*Avena*) protein fractions of interest in celiac grain diets // *Genetic Resource and Crop Evolution*. 2005. V. 52. P. 813-819.
7. Баталова Г.А. Селекция овса на качество зерна в Волго-Вятском регионе // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2018. № 3(27). С. 81-87.
8. Баталова Г.А. Овес. Технология возделывания и селекция. Киров, 2000. 134 с.
9. Marshall H.G., Sorrels M.E. Oat Science and Technology // *Agronomy*. 1992. No. 33. 670 pp.
10. Schipper H., Frey K.J. Growth analyses of oat lines with low and high groat-oil content // *Euphytica*. 1991. V. 54. P. 221-229.
11. Leonova S., Shtltna T., Hamberg N., Konarev F.V., Loskutov I., Carlsson A.S. Analysis of oil composition in cultivars and wild species of oat (*Avena* sp.) // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. V. 56(17). P. 7983-7991.
12. Bechtel D.B., Pomeranz Y. Ultrastructure and cytochemistry of mature oat (*Avena sativa* L.) endosperm. The aleurone layer and starchy endosperm // *Cereal Chem*. 1981. V. 58. P. 61-69.
13. Андреев Н.Р., Баталова Г.А., Носовская Л.П., Адикаева Л.В., Шевченко С.Н. Оценка технологических свойств некоторых сортов голозерного овса, как сырья для производства крахмала // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2016. № 1(17). С. 83-89.
14. Баталова Г.А. Перспективы и результаты селекции голозерного овса // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2014. № 2. С. 64-69.
15. Peterson D.M., Dimberg L.H. Avenanthramide concentrations in developing oat genotypes as influenced by crown rust // *Proc. 7th International Oat Conference*. – MTT Agrifood Research Finland, 2004. P. 182.
16. Сорокина А.В., Комарова Г.Н. Влияние климатических факторов на развитие и формирование хозяйственно-ценных признаков овса // *Сиб. вестник с.-х. науки*, 2014. № 6. С. 55-60.
17. Иванова Ю.С., Фомина М.Н., Лоскутов И.Г. Биохимические показатели качества зерна у коллекционных образцов овса голозерного в условиях северной лесостепи // *Достижения науки и техники АПК*. 2018. № 6. С. 38-41.
18. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб., 2012. 63 с.
19. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1989. 248 с.
20. Куркаев В.Т., Ерошкина С.М., Понамарев А.А. Сельскохозяйственный анализ и основы биохимии растений. Москва: Колос, 1977. С. 107-108.

НАСЛЕДОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ГИБРИДОВ ОЗИМОЙ РЖИ

Е. С. Парфенова

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

Аннотация. Проведена оценка наследования хозяйственных признаков у 10 гибридов F_1 озимой ржи с помощью степени фенотипического доминирования (D). Гибриды получены путем парных взаимных и возвратных скрещиваний в 2018 г., изучены в условиях полевого опыта в 2019 г. Показатель D варьировал от -8,5 до +160. Среди 60 рассмотренных значений наиболее распространенным типом наследования признаков являлось сверхдоминирование (38 %), далее следует доминирование (23 %), депрессия (20 %), рецессивное наследование (15 %). Реже всех встречалось чисто промежуточное наследование признака, при котором $D = 0$ (3 %). Отмечен значительный реципрокный эффект в наследовании урожайности, регенерации, высоты растений (в 50 % скрещиваний и более). В наследовании массы 1000 зерен реципрокного эффекта преимущественно не наблюдали. Во всех реципрокных скрещиваниях урожайность наследовалась по типу сверхдоминирования и доминирования ($D = 1,8-25$). Степень фенотипического доминирования продуктивной кустистости была выше в обратных скрещиваниях ($D = -0,4-4,0$), за исключением комбинации Фаленская 4 х Таловская 41. Доминирование признаков сильнее проявлялось при использовании в качестве материнских форм районированных сортов ($D = 25-160$). В возвратных скрещиваниях отмечен противоположный характер наследования большинства признаков в зависимости от происхождения родительской формы, преобладающей в генотипе гибрида. При преобладании районированной родительской формы наблюдали сверхдоминирование или доминантное наследование регенерации, густоты продуктивного стеблестоя, продуктивной кустистости, высоты растений. При преобладании инорайонной родительской формы данные признаки наследовались по типу депрессии или рецессивно, за исключением крупности зерна, которая наследовалась в этом случае доминантно. Урожайность беккроссов наследовалась промежуточно, независимо от доли преобладающего родителя.

Ключевые слова: озимая рожь, гибриды, наследование, фенотипическое доминирование, реципрокный эффект, урожайность, регенерация

INHERITANCE OF ECONOMIC FEATURES OF WINTER RYE HYBRIDS

E. S. Parfenova

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

Annotation: The inheritance of economic traits was assessed for 10 winter rye F_1 hybrids using the degree of phenotypic dominance (D). Hybrids were obtained by pairwise cross-breeding and backcrossing in 2018, studied in the field experience in 2019. The D indicator ranged from -8.5 to +160. Among 60 considered values, the most common type of trait inheritance was overdomination (38 %), followed by dominance (23 %), depression (20 %), and recessive inheritance (15 %). Purely intermediate inheritance of the trait in which $D = 0$ (3 %) was less common than all. A significant reciprocal effect was observed in the inheritance of productivity, regeneration, and plant height (in 50 % of crosses and more). In the inheritance

of a mass of 1000 grains, a reciprocal effect was not predominantly observed. In all reciprocal crosses, productivity was inherited by the type of overdomination and dominance ($D = 1.8-25$). The degree of phenotypic dominance of productive bushiness was higher in backcrosses ($D = -0.4-4.0$), with the exception of the Falenskaya 4 x Talovskaya 41 combination. The dominance of characters was more pronounced when zoned varieties were used as maternal forms ($D = 25-160$). In reciprocal crosses, the opposite pattern of inheritance of most characters was noted, depending on the origin of the parental form, which prevails in the hybrid genotype. With the predominance of the zoned parent form, overdomination or dominant inheritance of regeneration, density of productive stalk, productive bushiness, and plant height were observed. With a predominance of a foreign parental form, these traits were inherited by the type of depression or recessively, with the exception of grain size, which was dominant in this case. The backcross productivity was inherited in-between, regardless of the proportion of the predominant parent.

Keywords: winter rye, hybrids, inheritance, phenotypic dominance, reciprocal effect, productivity, regeneration.

Введение. Внутривидовая гибридизация является одним из основных методов селекции сельскохозяйственных растений, позволяющих получить исходный материал с новым уровнем генетического разнообразия. Передача наследственной информации осуществляется в процессе наследования, который характеризуется определенным типом (характером). Оценка наследования признаков у гибридов может быть дана с помощью показателя степени фенотипического доминирования, который оценивает величину признаков гибридов относительно родительских форм и дает представление об экспрессивности доминантного аллеля, контролирующего тот или иной признак. Характер наследования (доминантный или рецессивный) необходимо определять в потомстве F_1 на этапе генетического анализа растений F_1 и родительских особей [1]. Хозяйственно ценные признаки (урожайность, продуктивная кустистость, признаки колоса, крупность зерна, высота растений, а также зимостойкость) озимой ржи считаются количественными, детерминированными полигенной системой [2, 3]. Установление характера наследования хозяйственных признаков позволяет рационально планировать селекционный процесс, выделить перспективные комбинации скрещивания для селекционной работы по созданию популяционных сортов, а также в селекции на гетерозис, что определило актуальность проведенных исследований.

Материалы и методы. В 2019 году на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока проведено полевое изучение 10 гибридов F_1 озимой ржи (семена от скрещиваний 2018 г.). Повторность опыта 2-кратная, площадь делянки $0,33 \text{ м}^2$, посев ручной, площадь питания $15 \times 15 \text{ см}$. Гибриды получены от взаимных скрещиваний между сортами Рушник и Волхова, Флора и Фаленская универсальная, Фаленская 4 и Таловская 41, а также беккроссов гибридов F_1 Волхова x Фаленская 4 и F_1 Фаленская 4 x Волхова. В прямых скрещиваниях материнской формой служили сорта, районированные в нашем регионе (Рушник, Фаленская 4, Флора), отцовской формой – сорта инорайонной селекции Волхова (Ленинградский НИИСХ «Белогорка»), Фаленская универсальная (Всероссийский институт растениеводства), Таловская 41 (НИИСХ

Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева), в обратных скрещиваниях – наоборот.

Особенностью погодных условий периода май-август 2019 г. был дефицит ресурсов тепла при достаточном количестве осадков (сумма эффективных температур 1220 °С, сумма осадков 252 мм). Высокое значение гидротермического коэффициента (2,06) характеризует погодные условия как переувлажненные.

Учитывали урожайность с 1 м², регенерацию (процент сохранившихся после перезимовки растений в начале весенней вегетации), высоту растений, продуктивную кустистость, густоту продуктивного стеблестоя на 1 м², массу 1000 зерен. Для сравнения гибридов F₁ с родительскими формами использовали степень фенотипического доминирования (D), рассчитанную по формуле

$$D = \frac{\bar{x}F_1 - \bar{x}_{mp}}{\bar{x}_{HP} - \bar{x}_{mp}}, \text{ где}$$

$\bar{x}F_1$ – среднее значение признака у гибрида F₁,

$\bar{x}_{mp}$ – среднее значение обеих родительских форм,

$\bar{x}_{HP}$ – родительская форма с наиболее развитым признаком.

При D<-1 наблюдается депрессия; -1<D<0 – промежуточное наследование с уклонением признака в сторону худшего родителя (рецессивное наследование); 0<D<1 – промежуточное наследование с уклонением признака в сторону лучшего родителя (доминантное наследование); D>1 – сверхдоминирование (гетерозис).

Результаты и обсуждение. Показатели степени фенотипического доминирования признаков гибридов F₁ приведены в таблице.

Таблица

Степень фенотипического доминирования хозяйственных признаков гибридов F₁

Комбинации	Урожайность	Регенерация	Густота продуктивного стеблестоя	Продуктивная кустистость	Высота растений	Масса 1000 зерен
Рушник х Волхова	6,3 78,7	-3,5 -1,0	30,9 24,3	0,2 4,0	9,6 14,4	-1,2 -1,7
Фаленская 4 х Фаленская универсальная	0,6 1,8	3,0 0,3	1,0 2,5	-1,3 -0,4	-2,3 0,5	-1,4 3,3
Флора х Фаленская универсальная	7,5 0,7	0,6 -0,9	0,7 -0,1	-4,5 0,3	-3,2 0,4	2,5 10,4
Фаленская 4 х Таловская 41	24,8 2,3	27,0 19,6	160,1 7,0	-0,2 -1,4	4,9 -0,5	0,0 -0,1
(F ₁ Волхова х Фаленская 4) х Фаленская 4	0,1	0,4	0,4	1,6	3,3	-2,6
(F ₁ Фаленская 4 х Волхова) х Волхова	0,0	-1,0	-2,5	-8,5	-0,2	0,6

Примечание: для реципрокных скрещиваний верхняя строка – прямые гибриды, нижняя – обратные

Степень фенотипического доминирования варьировала в зависимости от признака, комбинации и направления скрещивания от депрессии до сверхдоминирования (величина D от -8,5 до +160,1). Урожайность реципрокных гибридов наследовалась по типу сверхдоминирования (6 гибридов F_1) и доминирования (2 гибрида F_1). В комбинациях Рушник х Волхова и Фаленская 4 х Таловская 41 сверхдоминирование проявлялось в обоих направлениях скрещиваний. В комбинациях Фаленская 4 х Фаленская универсальная и Флора х Фаленская универсальная характер наследования был различным в прямом и обратном направлениях скрещивания. Для беккроссов F_1 (F_1 Волхова х Фаленская 4) х Фаленская 4 и F_1 (F_1 Волхова х Фаленская 4) х Фаленская 4 было свойственно промежуточное наследование урожайности.

Регенерация наследовалась в основном по промежуточному типу (доминантно и рецессивно в равном соотношении – по 3 гибрида F_1) и типу сверхдоминирования (3 гибрида F_1). Депрессия по регенерации выявлена у 1 гибрида F_1 . Значительный реципрокный эффект в наследовании отмечен в комбинациях Рушник х Волхова, Флора х Фаленская универсальная. В наследовании регенерации отдельных реципрокных гибридов (комбинации сортов Фаленская 4 х Фаленская универсальная, Флора х Фаленская универсальная) можно предположить наличие материнского эффекта. Отсутствие реципрокного эффекта отмечено в комбинации Фаленская 4 х Таловская 41 (сверхдоминирование в прямом и обратном направлениях скрещивания). Незначительный реципрокный эффект выявлен в комбинации Фаленская 4 х Фаленская универсальная. В возвратных скрещиваниях беккроссы различались по степени доминирования регенерации в зависимости от происхождения преобладающего родителя. Более высокая степень доминирования ($D = 0,4$) была у беккросса (F_1 Волхова х Фаленская 4) х Фаленская 4 с повышенной степенью насыщения генетическим материалом районированного сорта Фаленская 4 (75 %). Рецессивное наследование отмечено у беккросса (F_1 Фаленская 4 х Волхова) х Волхова ($D = -1,0$), где доля генетического материала сорта Фаленская 4 ниже (25 %).

Густота продуктивного стеблестоя наследовалась по типу сверхдоминирования (5 комбинаций), доминантно (3 комбинации), рецессивно и по типу депрессии (по 1 комбинации). Наибольшая степень фенотипического доминирования отмечена у гибрида F_1 Фаленская 4 х Таловская 41 ($D = 160$). Сверхдоминирование признака выявлено в комбинации Рушник х Волхова ($D = 24-31$), Фаленская 4 х Таловская 41 ($D = 7-160$). Незначительно различались по степени фенотипического доминирования комбинации Фаленская 4 х Фаленская универсальная, Флора х Фаленская универсальная. В возвратных скрещиваниях наблюдали противоположный характер наследования в зависимости от эколого-географического происхождения преобладающего сорта в генотипе гибрида, что аналогично наследованию регенерации. Так, доминантное наследование отмечено в комбинации $F_1(F_1$ Волхова х Фаленская 4)

х Фаленская 4, и депрессия – в комбинации $F_1(F_1 \text{ Фаленская 4 х Волхова})$ х Волхова.

Продуктивная кустистость гибридов наследовалась по типу депрессии и промежуточного наследования (по 4 гибрида), сверхдоминирования (2 гибрида). Промежуточное наследование отмечено в 4 комбинациях, из них доминантный ($D = 0,2-0,3$) и рецессивный ($D = -0,2-0,4$) характер наследования наблюдали у равного количества гибридов. В обратных скрещиваниях наблюдали более высокую степень фенотипического доминирования. Исключение составила комбинация Фаленская 4 х Таловская 41 (в прямом скрещивании $D = -0,2$). Сверхдоминирование отмечено у гибридов F_1 Волхова х Рушник, $F_1(F_1 \text{ Волхова х Фаленская 4})$ х Фаленская 4. Беккросс $F_1(F_1 \text{ Фаленская 4 х Волхова})$ х Волхова показал значительную депрессию по продуктивной кустистости.

Наследование высоты растений носило характер сверхдоминирования и промежуточного наследования (по 4 гибрида), депрессии (2 гибрида). Сверхдоминирование наблюдали у прямого и обратного гибридов F_1 комбинации Рушник и Волхова ($D = 9,6-14,4$ соответственно), гибрида F_1 Фаленская 4 х Таловская 41 ($D = 4,9$). В возвратных скрещиваниях у беккросса $F_1(F_1 \text{ Волхова х Фаленская 4})$ х Фаленская 4 отмечено сверхдоминирование ($D = 3,3$), у беккросса $F_1(F_1 \text{ Фаленская 4 х Волхова})$ х Волхова – слабое рецессивное наследование ($D = -0,2$). В большинстве случаев реципрокных скрещиваний наследование высоты растений различалось по направлениям. В прямом направлении отмечали депрессию или сверхдоминирование, в обратном направлении – промежуточный (доминантный или рецессивный) характер. При участии сорта Фаленская универсальная в качестве материнской формы наблюдали доминантное наследование, в качестве отцовской – депрессию признака. В наследовании высоты растений можно предположить реципрокный эффект.

Масса 1000 зерен наследовалась по типу депрессии (4 гибрида), сверхдоминирования и промежуточного наследования (по 3 гибрида). Наследование массы 1000 зерен не зависело от направления скрещивания в комбинациях Рушник х Волхова, Флора х Фаленская универсальная, Фаленская 4 х Таловская 41. В комбинации Фаленская 4 х Фаленская универсальная в прямом направлении отмечена депрессия признака, в обратном направлении – сверхдоминирование. В возвратных скрещиваниях наследование массы 1000 зерен по типу депрессии отмечено у беккросса ($F_1(F_1 \text{ Волхова х Фаленская 4})$ х Фаленская 4), доминантное наследование – у беккросса ($F_1(F_1 \text{ Фаленская 4 х Волхова})$ х Волхова). В некоторых комбинациях наблюдали повышенное значение степени фенотипического доминирования урожайности, регенерации, густоты продуктивного стеблестоя в прямом скрещивании.

Заключение. Среди 60 рассмотренных значений наиболее встречаемым типом наследования признаков являлось сверхдоминирование (38 %), далее

следует доминирование (23 %), депрессия (20 %), рецессивное наследование (15 %). Реже всех встречалось чисто промежуточное наследование признака, при котором $D = 0$ (3 %). Доминирование признаков сильнее проявлялось при использовании районированных сортов в качестве материнских форм. Значительный реципрокный эффект проявился в наследовании урожайности, регенерации, высоты растений (в 50 % скрещиваний и более). Незначительный реципрокный эффект отмечен в наследовании густоты продуктивного стеблестоя и продуктивной кустистости. Преимущественное отсутствие реципрокного эффекта наблюдали в наследовании массы 1000 зерен.

В беккроссах при преобладании районированной родительской формы наблюдали сверхдоминирование или доминантное наследование регенерации, густоты продуктивного стеблестоя, продуктивной кустистости, высоты растений. При преобладании инорайонной родительской формы данные признаки наследовались по типу депрессии или рецессивно, за исключением крупности зерна, которая наследовалась в этом случае доминантно. Урожайность беккроссов наследовалась промежуточно, независимо от доли преобладающего родителя. Вероятно, варьирование степени фенотипического доминирования зависит от изменения условий внешней среды и влияния генотипических факторов.

Список литературы

1. Дзюба В.А., Есаулова Л.В., Чухирь И.Н., Лапина Е.Н. К методике проведения гибридологического анализа гибридов зерновых культур // Зерновое хозяйство России. 2012. № 3. С. 8-13.
2. Культурная флора СССР: т. II, ч. 1. Рожь / Под ред. В.Д. Кобылянского. Л.: Агропромиздат; 1989. 368 с.
3. Гончаренко А.А., Крахмалев С.В., Макаров А.В., Ермаков С.А. Генетический анализ количественных признаков у инбредных линий озимой ржи (*Secale cereale* L.) в диаллельных скрещиваниях // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50(1). С. 76.

ИЗУЧЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. С. Пислегина, С. А. Четвертных

*Фалёнская селекционная станция – филиал ФГБНУ
«Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока»,
п. Фалёнки, Кировская обл., Российская Федерация*

Аннотация. В 2015-2019 гг. в питомнике конкурсного сортоиспытания проведена оценка перспективных селекционных линий гороха различного морфотипа (листочковые белоцветковые, листочковые окрашеноцветковые, усатые белоцветковые). Стандартами служили районированные сорта Красноуфимский 93, Рябчик и Фалёнский усатый. Метеоусловия в период изучения сортообразцов различались контрастно: наиболее благоприятные условия сложились в 2015 и 2019 гг., неблагоприятные – в 2016 и 2018 гг. В результате проведённых исследований по урожайности зерна выделены 11 линий, наибольшая урожайность отмечена у Е-483 (3,52 т/га; +0,66 т/га к стандарту), Е-630 (3,52 т/га; +0,97 т/га к стандарту), Д-24746 (4,14 т/га; +1,65 т/га к стандарту), Е-1250 (3,81 т/га; +1,03 т/га к стандарту). У линий Е-483 и Е-3767 отмечена наименьшая вариабельность урожайности зерна. Определены линии с высокими значениями элементов продуктивности. Максимальное число фертильных узлов отмечено у Е-483 (3,7 шт.), число бобов – у Е-3542 (5,6 шт.), число зёрен – у Е-630 (21,7 шт.), масса семян с растения – у Е-3845 и Е-3798 (4,2 г). Крупность зерна была выше у линий с усатым типом листа. Высокая изменчивость по годам отмечена у таких признаков, как число фертильных узлов, бобов и зёрен на растении, наиболее стабильной была масса 1000 семян. По высоте растений и устойчивости к полеганию установлено преимущество усатых сортообразцов над листочковыми.

Ключевые слова: горох, линия, урожайность, элементы продуктивности, устойчивость к полеганию.

STUDY OF PERSPECTIVE LINES OF PEAS IN THE CONDITIONS OF THE KIROV REGION

S. S. Pislegina, S. A. Chetvertnykh

*Falenskaya breeding station – branch
of the Federal agricultural research center of the North- East,
s. Falenki, Kirov region, Russian Federation*

Annotation. In 2015-2019, the following lines of peas of various morphotypes (leafy white-flowered, leafy white-flowered, mustachioed white-flowered) were studied in the nursery of competitive variety testing. The standards were varieties Krasnoufimsky 93, Ryabchuk and Falensky usaty. Weather conditions in the study of varieties differed in contrast: the most favorable conditions were in 2015 and 2019, and unfavorable-in 2016 and 2018. As a result of research on grain yield, 11 lines were identified, the highest yield was noted in E-483 (3.52 t / ha; + 0.66 t / ha to the standard), E-630 (3.52 t/ha; +0.97 t/ha to the standard), D-24746 (4.14 t/ha; +1.65 t/ha to the standard), E-1250 (3.81 t/ha; +1.03 t/ha to the standard). The lines E-483 and E-3767 have the lowest variability in grain yield. Lines with high values of performance elements are defined. The maximum number of fertile nodes in the row marked E-483 (3.7 pieces), number of beans-In E-3542 (5,6 pieces), number of grains In an E-630 (21,7 pieces), seed weight per plant In E-3845, E-3798 (4.2 g). The grain size was higher for lines with a whiskered leaf type. High variability over many years was observed for such characteristics as the number of fertile nodes, beans and grains on the plant, the most

stable was the mass of 1000 seeds. According to the height of plants and resistance to lodging, the advantage of whiskered varieties over leafy ones is established.

Keywords: *peas, line, yield, productivity elements, lodging resistance*

Введение. Горох является основной зернобобовой культурой в Кировской области и Российской Федерации. По своим потребительским свойствам он занимает лидирующую позицию среди бобовых культур [1]. Ценность данной культуры обусловлена высокими кормовыми и пищевыми достоинствами. По содержанию белка горох в 2-3 раза превосходит зерновые злаковые хлеба. Белок гороха в своём составе содержит почти все незаменимые аминокислоты и отличается высокой биологической ценностью, легко усваивается человеком и животными [2, 3, 4]. В системе семеноводства горох также имеет важное агротехническое значение. После его уборки в почве остаётся до 70 кг/га азота, что существенно повышает почвенное плодородие [5].

В последние годы в России наблюдается тенденция увеличения посевных площадей под горохом. По сравнению с 2016 годом его производство в стране возросло в 1,5 раза [6]. Вместе с тем возрастают и требования, предъявляемые к вновь создаваемым сортам. Новые сорта гороха должны отвечать условиям современного сельскохозяйственного производства, а именно обладать высокой продуктивностью, технологичностью и экологической пластичностью, быть устойчивыми к неблагоприятным факторам внешней среды. Поэтому выведение современных конкурентоспособных адаптивных сортов с высоким качеством продукции является важнейшей задачей в селекции гороха.

Цель исследований – провести оценку селекционных линий гороха в питомнике конкурсного сортоиспытания и выделить перспективные по комплексу хозяйственно ценных признаков.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2015-2019 гг. на опытном поле Фалёнской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Агротехника стандартная, общепринятая для селекции и семеноводства гороха в данном регионе. Материалом для изучения служили сорта и линии конкурсного сортоиспытания, в зависимости от морфотипа подразделённые на три группы: листочковые белоцветковые (первый опыт), листочковые окрашеноцветковые (второй опыт), усатые белоцветковые (третий опыт). В качестве стандартов использовали районированные в Волго-Вятском регионе сорта Красноуфимский 93 (Свердловская обл.), Рябчик (Кировская обл.) и Фалёнский усатый (Кировская обл.).

Закладку опытов, фенологические наблюдения и учёт урожайности семян проводили согласно методическим указаниям Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Учётная площадь делянки 10 м², повторность 4-кратная, норма высева – 1,2 млн всхожих семян на 1 га. В лабораторных условиях произведён биометрический анализ количественных признаков по следующим параметрам: число продуктивных узлов, бобов и семян на растении, масса семян с растения, масса 1000 семян. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ AGROS 2.07.

Погодные условия за время проведения исследований существенно различались, что позволило наиболее объективно оценить линии гороха. В 2015 году сложились довольно благоприятные условия для роста гороха: невысокие среднесуточные температуры и обилие осадков способствовали формированию достаточно высокой урожайности зерна. Неблагоприятные, засушливые условия отмечены в 2016 и 2018 гг. Низкие среднесуточные температуры и большое количество осадков в 2019 году привели к значительному удлинению вегетационного периода, что положительно сказалось на формировании продуктивности гороха. Ураган, прошедший в июле 2017 г., стал причиной сильного полегания и массовой гибели растений гороха, по этой причине данные за этот год не учитывали.

Результаты и обсуждение. В 2015-2019 гг. в конкурсном сортоиспытании по комплексу хозяйственно ценных признаков изучались 26 линий гороха различного морфотипа. В результате исследования выделено 11 линий, значительно превысивших стандартные сорта по урожайности зерна (табл. 1). Максимальная урожайность получена у линий Е-483, Д-24746 и Е-1250.

Таблица 1

**Урожайность зерна перспективных линий гороха
в конкурсном сортоиспытании, т/га (2015-2019 гг.)**

Сорт, линия	2015 г.	2016 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее за 4 года	Прибавка к стандарту
Листочковые белоцветковые						
Красноуфимский 93, ст.	4,49	2,11	1,53	3,44	2,89±0,67	-
Е-3583	4,55	2,56	2,22*	4,75*	3,52±0,65	+0,63
Е-3542	5,22*	2,71*	2,64*	3,81*	3,59±0,60	+0,70
Е-483	4,37	2,80*	3,36	4,05*	3,65±0,35	+0,76
Средняя урожайность	4,69	2,44	2,00	3,68	3,20±0,55	-
НСР ₀₅	0,54	0,45	0,44	0,54	-	-
Листочковые окрашеноцветковые						
Рябчик, ст.	4,67	2,22	1,28	3,98	2,49±0,75	-
Е-630	3,49	2,41	3,60*	4,61	3,52±0,45	+1,03
Д-24746	4,13	3,19*	3,96*	5,28*	4,14±0,50	+1,65
Е-3767	3,77	3,05*	3,07*	4,04	3,48±0,25	+0,99
Е-2196	5,67*	2,61	2,87*	4,85*	4,00±0,74	+1,51
Средняя урожайность	4,51	2,36	3,09	4,73	3,67±0,44	-
НСР ₀₅	0,51	0,49	0,41	0,69	-	-
Усатые белоцветковые						
Фалёнский усатый, ст.	3,74	1,73	2,47	3,20	2,78±0,43	-
Е-3698	3,48	2,56*	2,50	3,84	3,09±0,33	+0,31
Е-1250	4,09	2,44*	4,19*	4,52*	3,81±0,47	+1,03
Е-3845	4,50*	2,85*	2,89	3,75	3,19±0,39	+0,41
Е-3798	4,13	2,07*	3,16*	3,22	3,14±0,42	+0,36
Средняя урожайность	3,76	2,42	2,85	3,60	3,16±0,32	-
НСР ₀₅	0,52	0,31	0,35	0,70	-	-

* - значимо при 5 % уровне.

В среднем за годы наблюдений урожайность зерна окрашеноцветковых сортов была несколько выше по сравнению с белоцветковыми. Урожайность белоцветковых листочковых и усатых сортообразцов различалась незначительно.

Урожайность исследуемых сортообразцов отличалась высокой изменчивостью и в значительной степени зависела от гидротермических условий года. Для оценки стабильности урожайности зерна были рассчитаны коэффициенты вариации. Наиболее стабильными по данному признаку были линии Е-3767 ($CV = 14,36$) и Е-483 ($CV = 19,30$), наибольшая вариабельность урожайности отмечена у стандарта Красноуфимский 93 ($CV = 49,49$), линий Е-3583 ($CV = 37,74$), Е-2196 ($CV = 37,41$) и Е-3542 ($CV = 33,97$).

Проведённый анализ структуры продуктивности показал, что повышение урожайности изучаемых линий происходит за счёт увеличения показателей элементов продуктивности: числа плодородных узлов, бобов и зёрен, массы семян с растения и массы 1000 семян (табл. 2). Максимальное количество плодородных узлов отмечено у линий Е-483, Е-3583 и Е-3542, число бобов – Е-3542, Е-483 и Е-2196, число зёрен – Е-630 и Д-2476. Наибольшая масса семян с растения получена у Е-3845 и Е-3798 (табл. 2).

Таблица 2

**Структура урожайности линий гороха в конкурсном сортоиспытании
(2015-2019 гг.)**

Сорт, линия	Число, шт.			Масса, г	
	плодоносных узлов	бобов	зёрен	семян с растения	1000 семян
Листочковые белоцветковые					
Красноуфимский 93, ст.	3,1	4,6	15,5	2,5	159
Е-3583	3,6	4,7	15,1	2,4	162
Е-3542	3,6	5,6	18,0	2,7	152
Е-483	3,7	5,5	18,5	3,2	174
Среднее	3,3	5,0	17,0	2,8	168
Листочковые окрашеноцветковые					
Рябчик, ст.	2,8	4,5	18,6	3,2	172
Е-630	2,8	4,7	21,7	3,7	167
Д-24746	2,7	4,9	21,1	3,5	152
Е-3767	3,3	5,2	20,8	3,8	188
Е-2196	3,3	5,4	16,8	3,2	191
Среднее	2,9	4,8	19,2	3,3	175
Усатые белоцветковые					
Фалёнский усатый, ст.	2,2	3,8	12,7	3,3	255
Е-3698	2,6	4,3	19,0	3,6	189
Е-1250	2,6	4,1	14,0	3,5	218
Е-3845	2,6	4,4	17,9	4,2	242
Е-3798	2,9	5,2	17,9	4,2	242
Среднее	2,6	4,5	15,7	3,5	230

По массе 1000 семян, согласно методике, все изучаемые сортообразцы, за исключением стандарта Фалёнский усатый, отнесены к среднесеменным сортам (масса 1000 семян 150-250 г). Сорт Фалёнский усатый является крупносеменным (масса 1000 семян более 250 г). Масса 1000 семян листочковых сортов находилась в пределах от 150 до 200 г, усатые сортообразцы были несколько крупнее: масса 1000 семян превышала 200 г, за исключением линии Е-3698. В группе усатых образцов по сравнению с листочковыми сортами получены более низкие значения таких признаков, как число фертильных узлов, бобов и зёрен на растении. Увеличение урожайности у сортов данной группы происходит за счёт более высокой массы 1000 семян. Наиболее высокие значения числа узлов и бобов отмечены в группе листочковых белоцветковых сотов, наиболее высокое число зёрен на растении – в группе окрашеноцветковых сортообразцов.

Изучаемые линии отличались различной степенью фенотипической изменчивости элементов продуктивности. Высокая изменчивость отмечена у следующих признаков: число продуктивных узлов ($CV = 12,41...49,49$), число бобов ($CV = 23,2...59,5$), число зёрен ($CV = 19,7...54,1$), масса семян с растения ($CV = 15,7...53,1$). В меньшей степени изменялась масса 1000 семян ($CV = 4,9...15,5$). Самая высокая вариабельность элементов продуктивности наблюдалась у сорта Красноуфимский 93, наиболее стабильными были линии Е-483, Д-24746 и Е-630.

Наряду с урожайностью, устойчивость к полеганию является одним из важнейших признаков в селекции гороха. Данный признак напрямую зависит от высоты растений. В селекционной практике наиболее предпочтительными являются сорта, имеющие крепкий стебель высотой 60-90 см, т.к. короткостебельные сорта менее технологичны вследствие низкого прикрепления бобов; длинностебельные сорта склонны к сильному полеганию, что также ведёт к потере урожайности [5]. Листочковые сортообразцы, за исключением линии Е-3542, имели среднюю длину стебля от 92,5 см (Е-483) до 101,1 см (Е-3767) и отличались низкой устойчивостью к полеганию – от 2,5 до 3,4 баллов. У линии Е-3542 длина стебля составила 75,6 см, устойчивость к полеганию – 4,0 балла. Сортообразцы с усатым типом листа обладали более коротким стеблем и отличались высокой устойчивостью к полеганию. В данной группе высота растений варьировала от 63,3 см (Е-3845) до 77,5 см (Е-3698), устойчивость к полеганию была на уровне 4,0-4,5 баллов. Максимальная устойчивость к полеганию 4,5 балла отмечена у линии Е-1250.

Выводы. В результате изучения в конкурсном сортоиспытании за 2015-2019 гг. по урожайности зерна выделено 11 перспективных линий. Максимальная урожайность в группе листочковых белоцветковых отмечена у Е-483, в группе листочковых окрашеноцветковых – Д-24746 и Е-630, в группе усатых белоцветковых – Е-1250. Наименьшая вариабельность урожайности зерна отмечена у линий Е-3767 и Е-483. Выделены линии с высокими

показателями элементов продуктивности (Е-483, Е-3542, Е-630, Е-2196, Е-3798, Е-3845 и другие). По высоте растений и устойчивости к полеганию отмечено преимущество линий с усатым типом листа.

Выделенные по комплексу признаков линии рекомендуется использовать в качестве родительских форм в гибридизации или изучать как самостоятельные сорта.

Список литературы

1. Уваров В.Н., Костикова Н.О., Задорин А.М. Результаты селекции на урожайность и качество семян гороха // Земледелие. 2015. № 5. С. 40-41.
2. Елисеева Н.С., Банкрутенко А.В. Урожайность и качество зерна гороха в Подтаёжной зоне Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2016. № 9(120). С. 150-156.
4. Шелепина Н.В. Потребительские свойства гороха современной селекции // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. 2016. № 4. С. 215-219.
5. Зотиков В.И. Зернобобовые и крупяные культуры – актуальное направление повышения качества продукции // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 3(22). С. 23-29.
6. Попов Б.К., Давлетов Ф.А. Результаты селекции гороха // Достижение науки и техники АПК. 2007. № 2. С. 18-19.

УДК: 633.14:631.559:591.169.1:[551.524+551.515.4]

РЕАКЦИЯ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ НА РАЗЛИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ВЕГЕТАЦИИ

Е. А. Псарева

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

Аннотация. *Проведена оценка влияния гидротермического режима основных фаз вегетации на зимостойкость и урожайность сортов озимой ржи разных эколого-географических групп в течение 10 лет в условиях Кировской области. Установлено, что формирование урожайности идет под воздействием комплекса внешних факторов. Выявлены положительные корреляции урожайности с суммой осадков мая и среднемесячной температурой июня, а также регенерации большинства сортов с низкой температурой сентября. Доказана прямая зависимость урожайности от степени отрастания после поражения снежной плесенью. Проанализирована реакция сортов ржи разного происхождения на различные погодные условия вегетации. Максимальная средняя урожайность в опыте (6,7 т/га) получена в благоприятном 2011 году, наименьшая (1,34 т/га) – в 2014 году в условиях острого дефицита влаги. По адаптивности к перепадам температурного режима и недостатку влаги лучшими были сорта селекции ФАНЦ Северо-Востока – Фалёнская 4, Флора и Графиня, которые отличались высокой устойчивостью к снежной плесени (регенерация – 88,9; 93,5 и 88,1 % соответственно), наибольшей средней урожайностью (4,19; 4,17 и 4,66 т/га соответственно) и стабильностью её формирования по годам. Сорт Вятка 2 по зимостойкости не уступал стандарту Фалёнская 4, однако в отдельные годы отмечено его сильное полегание, которое привело к недобору урожая зерна. Сорта инорайонной селекции (Татьяна, Чулпан 7, Саратовская 7 и Марусенька) показали положительную реакцию на благоприятные условия вегетации и сформировали высокий урожай*

(Татьяна в 2011 году – 8,07 т/га). Но в экстремальных погодных условиях у данных сортов наблюдалось резкое снижение регенерационной способности и урожайности.

Ключевые слова: озимая рожь, урожайность, регенерационная способность, сорта, среднемесячная температура воздуха, сумма осадков, условия вегетации, корреляции

REACTION OF WINTER RYE VARIETIES TO DIFFERENT GROWING CONDITIONS

E. A. Psareva

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

Annotation: *The influence of the hydrothermal regime of the main vegetation phases on the winter hardiness and yield of winter rye varieties of different ecological and geographical groups for 10 years in the Kirov region was evaluated. It is established that the formation of productivity is under the influence of a complex of external factors. Positive correlations of yield with the sum of precipitation in May and the average monthly temperature in June, as well as the regeneration of most varieties with a low temperature in September, were found. The direct dependence of yield on the degree of regrowth after snow mold damage is proved. The reaction of rye varieties of different origin to different weather conditions of vegetation is analyzed. The maximum average yield in the experiment (6.7 t/ha) was obtained in a favorable 2011, the lowest (1.34 t/ha) - in 2014 in conditions of acute moisture deficit. In terms of adaptability to temperature changes and lack of moisture, the best varieties were selected by the FARC of the North-East - Falenskaya 4, Flora and Grafinya, which were highly resistant to snow mold (regeneration – 88.9; 93.5 and 88.1 %, respectively), the highest average yield (4.19; 4.17 and 4.66, respectively) and stability of its formation over the years. The Vyatka 2 variety was not inferior to the Falenskaya 4 standard in winter hardiness, but in some years its strong lodging was noted, which led to a shortage of grain harvest. Varieties of non-district selection (Tatyana, Chulpan 7, Saratovskaya 7 and Marusenka) showed a positive reaction to favorable growing conditions and formed a high yield (Tatyana in 2011 – 8.07 t/ha). But in extreme weather conditions, these varieties showed a sharp decrease in regeneration capacity and yield.*

Keywords: winter rye, productivity, regeneration ability, varieties, monthly air temperature, total precipitation, vegetation conditions, correlation.

Введение. Озимая рожь – одна из основных продовольственных и кормовых культур России. Высокая адаптивность и зимостойкость дают возможность для её возделывания в Волго-Вятском регионе со сложными почвенно-климатическими условиями [1, 2]. Несмотря на достигнутые результаты в селекции, современное производство предъявляет все более высокие требования к возделываемым сортам. Поэтому сорта нового поколения должны сочетать высокую адаптивность, зимостойкость и стрессоустойчивость со стабильно высоким урожаем зерна высокого качества.

Одной из основных причин снижения урожайности зерна и гибели посевов озимой ржи является поражение растений снежной плесенью [3]. В условиях Кировской области отмечается ежегодное сильное поражение посевов снежной плесенью (80-100 %), в таких условиях зимостойкость тесно коррелирует с регенерацией после поражения данным заболеванием [4]. На способность растений ржи противостоять неблагоприятным факторам

перезимовки оказывают влияние и погодные условия осенне-зимнего периода, который в последние годы характеризуется нестабильностью гидротермического режима [5].

Цель исследований – оценить влияние гидротермического режима основных фаз вегетации озимой ржи на зимостойкость и урожайность сортов разных эколого-географических групп в условиях Кировской области.

Материалы и методы. Исследования проведены в 2010-2019 гг. в питомнике экологического сортоиспытания на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока. Материалом для изучения послужили сорта озимой ржи: Фалёнская 4 (стандарт), Вятка 2, Флора, Графиня, Татьяна, Чулпан 7, Саратовская 7, Марусенька. Площадь опытной деланки – 5 м², повторность двукратная. Учеты и оценки проведены в соответствии с "Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур" (1983), статистическая обработка результатов исследований – методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием Пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.07.), Microsoft Office Excel. Для характеристики погодных условий использованы данные агрометеорологического бюллетеня по г. Кирову.

Результаты и обсуждение. Как недостаток, так и избыток тепла и влаги осенью приводит к снижению зимостойкости и урожайности [1, 5]. Основной рост и развитие растений в период осенней вегетации приходится на сентябрь. Анализ метеоусловий сентября показал, что 6 лет из 10-ти характеризовались повышенной среднемесячной температурой воздуха, превышение над среднемноголетним значением составило 1,6-4,0 °С. В остальные годы температура была на уровне нормы (9 °С). По влагообеспеченности сентября можно выделить следующие группы лет: засушливые условия – выпало осадков 23-28 мм (2009, 2014, 2015 гг.); избыточное увлажнение – 97-99 мм (2013, 2016 гг.); в пределах нормы – 62 мм (2010, 2011, 2012, 2017, 2018 гг.). В отдельные годы был риск перерастания растений из-за увеличения продолжительности периода осенней вегетации.

На развитие растений и репродуктивных органов большое влияние оказывают условия весенне-летнего периода. Погода с невысокими положительными температурами и достаточной влажностью в мае и июне благоприятно сказывается на формировании крупного продуктивного колоса и хорошей завязываемости зерна. Условия июля влияют на скорость созревания [1]. Изучаемые годы различались по гидротермическому режиму весенне-летнего периода. Минимальная средняя урожайность в опыте получена в 2014 году – 1,34 т/га, когда сумма осадков мая и июля (11 и 26 мм) была существенно ниже нормы, что привело к почвенной засухе. Невысокие показатели урожайности отмечены в 2016 и 2018 годах из-за низкой регенерационной способности сортов (51,0 и 50,3 % соответственно). К тому же в 2016 году растения в июне испытывали дефицит влаги (сумма осадков на 38 мм меньше

нормы), а в 2018 году развитие растений притормозилось из-за низкой температуры воздуха первой декады мая (ниже 10 °С) и холодного июня (14,4 °С). Максимальная средняя урожайность сортов (6,7 т/га) была в благоприятном 2011 году с тёплым июлем (температура достоверно выше нормы на 3,3°С). К относительно благоприятным для формирования урожая можно отнести 2012 (4,59 т/га) и 2015 (4,41 т/га) годы, когда средние температуры мая и июня были существенно выше нормы. Разнообразие погодных условий за годы исследования позволило оценить реакцию сортов на пограничные условия вегетации, выносливость к неблагоприятным факторам перезимовки и способность формировать стабильный урожай зерна.

Средняя урожайность сортов по опыту за 10 лет составила 3,52 т/га. Она варьировала от 2,27 т/га у сорта Саратовская 7 до 4,19 т/га у стандарта Фалёнская 4 (табл. 1). При этом на уровне высокостойкого стандарта средний показатель урожайности отмечен у сортов Флора, Графиня и Татьяна (3,78-4,17 т/га), остальные показали достоверное снижение.

Таблица 1

**Средние показатели урожайности и регенерации сортов
экологического сортоиспытания за 2010-2019 гг.**

Показатель	Вятка 2, st	Фалёнская 4, st	Флора	Графиня	Татьяна	Чулпан 7	Саратовская 7	Марусенька	НСР ₀₅
Урожайность, т/га	3,29*	4,19	4,17	4,66	3,78	3,35*	2,27*	2,45*	0,69
Регенерация, %	88,1	88,9	93,5	88,1	62,0*	65,2*	49,8*	49,6*	17,5
Коэфф. вариации V, % по регенерации	22,5	11,3	10,1	9,2	53,2	49,1	76,8	70,7	-

* - существенно на 5 %-ном уровне значимости.

Урожайность каждого из изучаемых сортов варьировала по годам в большей или меньшей степени, величина коэффициента вариации находилась в пределах от 27,5 % (Графиня) до 84,9 % (Саратовская 7). При этом погодные условия на урожайность оказывали большее влияние, чем генотип сорта: доля влияния фактора «год» составила 66,7 %; фактора «сорт» – 19,8 %. Несмотря на сильную изменчивость урожайности по годам выделена группа сортов, проявивших наибольшую стабильность признака. К ним относятся сорта селекции ФАНЦ Северо-Востока: Фалёнская 4, Флора и Графиня. Урожайность высокостебельного сорта Вятка 2 снижалась в отдельные годы по причине раннего полегания посевов. Сорта инорайонной селекции (Татьяна, Чулпан 7, Саратовская 7 и Марусенька), показав высокий потенциал урожайности в благоприятных условиях вегетации (Татьяна в 2011 году – 8,07 т/га), в экстремальных условиях снижали ее практически до нулевого уровня (Чулпан 7 в 2014 году – 0,04 т/га).

В условиях Кировской области зимостойкость озимых культур обусловлена способностью активно регенерировать в весенний период после поражения снежной плесенью. За период изучения средний показатель отрастания сортов варьировал от 49,6 % (Марусенька) до 93,5 % (Флора). Высокой степенью регенерации характеризуются сорта местной селекции, средней – Татьяна и Чулпан 7, ниже средней – Саратовская 7 и Марусенька. Наибольшая стабильность признака выявлена у сортов Фалёнская 4, Флора и Графиня ($V - 9,2-11,3 \%$). Установлено, что на регенерационную способность погодные условия и генотип влияли практически в равной степени: доля влияния фактора «сорт» – 34,3 %; фактора «год» – 31,7 %.

Согласно корреляционному анализу у всех сортов в опыте наблюдалась положительная зависимость степени отрастания с урожайностью, при этом у сортов селекции ФАНЦ Северо-Востока она была средней степени ($r = 0,38...0,63$), а у сортов других эколого-географических групп – сильной ($r = 0,83...0,88$).

Проведена оценка влияния температурного и водного режимов осенней вегетации (сентябрь) и весенне-летнего периода (май-июль) на величину урожайности изучаемых сортов (рис. 1, 2). В результате анализа установлены общие закономерности, но тесных связей не выявлено, что дает основание предполагать о комплексном влиянии показателей на формирование урожая зерна. Выявлена отрицательная корреляция урожайности с температурой сентября (у сорта Марусенька средней степени -0,34, у остальных – слабая). Положительная корреляция урожайности у всех сортов наблюдалась с осадками мая ($r = 0,26...0,59$) и температурой июня ($r = 0,24...0,41$).

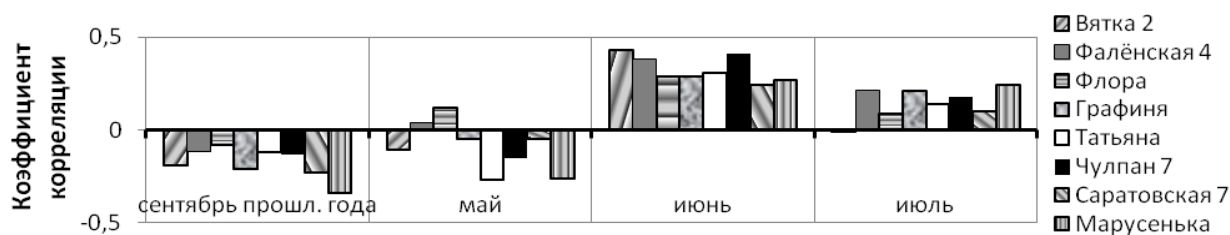


Рис. 1. Коэффициенты корреляции урожайности сортов со среднемесячной температурой воздуха

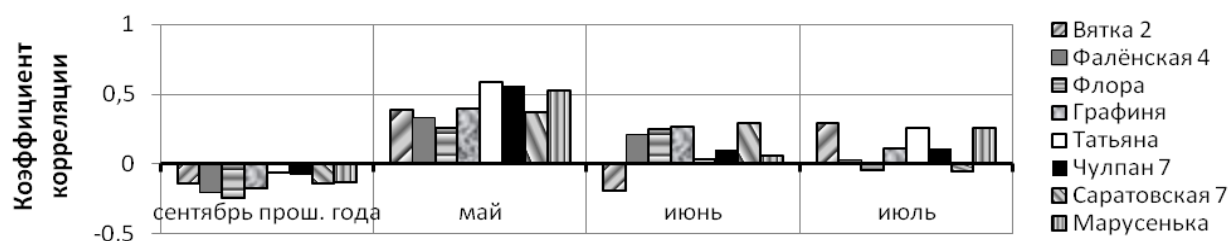


Рис. 2. Коэффициенты корреляции урожайности сортов и суммы осадков по месяцам

У большинства сортов в опыте хорошей регенерации в весенний период способствовали низкие температуры сентября, при которых растения замедляют рост и не перерастают. Так, обратная корреляция степени отращивания и температуры сентября средней степени ($r = -0,31 \dots -0,44$) отмечена у сортов Вятка 2, Татьяна и Марусенька.

Заключение. Анализ погодных условий опытного периода позволил выявить реакцию сортов ржи разного происхождения на различные условия вегетации. Максимальная средняя урожайность в опыте (6,7 т/га) была получена в благоприятном 2011 году, наименьшая (1,34 т/га) – в 2014 году в условиях острого дефицита влаги. Наибольшую адаптивность к перепадам температурного режима и недостатку влаги проявили сорта селекции ФАНЦ Северо-Востока – Фалёнская 4, Флора и Графиня, которые характеризуются высокой устойчивостью к снежной плесени (регенерация – 88,9; 93,5 и 88,1 % соответственно), наибольшей средней урожайностью (4,19; 4,17 и 4,66 т/га) и стабильностью ее формирования по годам. Сорт Вятка 2 по зимостойкости не уступал стандарту Фалёнская 4, однако в отдельные годы отмечено его сильное полегание, которое привело к недобору урожая зерна. Сорта инорайонной селекции (Татьяна, Чулпан 7, Саратовская 7 и Марусенька) показали положительную реакцию на благоприятные условия вегетации и сформировали высокий урожай (Татьяна в 2011 году – 8,07 т/га). В экстремальных погодных условиях у данных сортов наблюдалось резкое снижение регенерационной способности и урожайности. Не установлено влияние конкретного внешнего фактора на перезимовку и урожайность сортов. Это свидетельствует о том, что формирование урожайности идет под воздействием комплекса внешних факторов.

Список литературы

1. Кедрова Л.И. Озимая рожь в Северо-Восточном регионе России. Киров: НИИСХ Северо-Востока; 2000. С. 20-31.
2. Пономарева М.Л., Пономарев С.Н. и др. Структурно-функциональная характеристика пентозанов муки и теста сортов озимой ржи // Достижения науки и техники АПК. 2019. №8. С. 33-37.
3. Уткина Е.И., Кедрова Л.И. Зимостойкость озимой ржи: проблемы и решения // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. №1. С. 11-18.
4. Уткина Е.И., Кедрова Л.И., Парфенова Е.С. Зимостойкость – приоритетное направление селекции озимой ржи в условиях северного земледелия // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве. Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2019. С. 156-160.
5. Потапова Г. Н., Галимов К. А., Зобнина Н. Л. Влияние изменения климата осенью и зимой на возделывание озимой ржи // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 6. С. 18-21.

ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ ЧЕРЁМУХИ И РЯБИНЫ КРАСНОЙ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШИХ ЭТАПОВ СЕЛЕКЦИИ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. А. Ренгартен

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. В период с 2015 по 2019 гг. в условиях Кировской области проведена первичная оценка интродуцированных сортообразцов черёмухи и рябины красной по комплексу хозяйственно полезных признаков с целью отбора перспективных сортообразцов для селекционной работы. Учёты проводили по показателям: сила роста сортов, устойчивость к вредителям и болезням, зимостойкость в полевых условиях и оценка качества плодов. В качестве объектов исследований использовалось 15 сортообразцов черёмухи. Из черёмухи обыкновенной: форма plena, Метео, Колората; черёмухи Лаухе: Памяти Саламатова (контроль), Сибирская красавица, Ольгина радость, Гранатовая гроздь, Чемальская роскошная, Пурпурная свеча, Неубиенная, Чемальская красавица; черёмухи виргинской: Шуберт, Ч. виргинская № 1, Ч. виргинская № 2; черёмухи Съори: Съори № 1. По рябине красной изучалось 10 сортов: Гранатная, Вефед, Сорбинка, Розина, Солнечная, Титан, Алая крупная, Бусинка, Бурка и Невеженская (контроль). Было установлено, что изучаемые сортообразцы не имели повреждений после зимы. По силе роста у черёмух выделились сортообразцы с компактной кроной: Виргинская № 1 и Чемальская роскошная. Лучшие показатели плодов обнаружены у черёмух Виргинская № 1 и № 2, Памяти Саламатова. Сорт Памяти Саламатова с более крупными кистями и количеством ягод на кисти. Минимальная доля семян от массы мякоти отмечена у сортов Гранатовая гроздь и Памяти Саламатова. Изучение рябины показало, что более сдержанная сила роста отмечена у сортов Гранатная и Розина. Из крупноплодных сортов с массой плодов 1 г и более выделились: Алая крупная, Титан, Бурка, Сорбинка, Розина, Гранатная. Наибольшее количество ягод в кисти отмечено у сортов Сорбинка и Бусинка. По массе 100 ягод лучшие показатели у сортов Алая крупная, Бурка, Сорбинка, Гранатная. Меньшая доля семян от массы мякоти выявлена у сортов Титан, Бурка, Бусинка, Сорбинка. На основании проведённой работы лучшие хозяйственно полезные показатели среди черёмух выявлены у сортообразцов: виргинская №1 и №2 и сорта Памяти Саламатова, по рябине красной у сортов: Бурка, Сорбинка и Алая крупная.

Ключевые слова: интродукция, сорт, черёмуха, рябина красная, селекция, Госреестр

ASSESSMENT OF VARIETIES OF BIRD-CHERRY AND ROWAN RED FOR THE FURTHER STAGES OF BREEDING IN THE KIROV REGION

G. A. Rengarten

*Vyatka State Agricultural Academy,
Kirov, Russian Federation*

Annotation: For the period from 2015 to 2019 in the conditions of the Kirov region, the primary assessment of introduced varieties of bird-cherry and red rowan on the complex of economic and useful features, for the selection of promising varieties and selection work. The accounts were carried out on the following indicators: the strength of growth of varieties, resistance to pests and diseases, winter hardiness in the field and evaluation of fruit quality.

15 bird-cherry varieties were used as research objects. Of common cherry: form plena, Meteo, Colorata; bird-cherry Lauche: Memory of Salamatov (control), Siberian beauty, Olga's joy, Pomegranate bunch, Chemal luxury, Purple candle, Unkillable, Chemalbeauty; bird-cherry virginia: Schubert, virginska № 1, virginska № 2; bird-cherry Syori: Syori № 1. According to red mountain ash, 10 varieties were studied: Garnet, Wefed, Sorbinka, Rosina, Solar, Titan, Scarlet large, Bead, Burka and Nevezhenskaya (control). It was found that the varieties had no damage after the winter. According to the strength of growth in the bird-cherry trees, there were varieties with a compact crown: Virginian № 1 and Chemal luxury. The best indicators of fruits were found in Virginian №1 and № 2, Memory of Salamatov. Sort of Memory Salamatova with larger brushes and the number of berries on the brush. The minimum proportion of seeds from the mass of the pulp was noted in the varieties Garnet bunch and Memory Salamatov. The study of rowan showed a more restrained growth force to the varieties Garnet and Rosina. From large-fruited varieties with a fruit weight of 1 g or more are allocated: Scarlet large, Titanium, Burka, Sorbinka, Rosina, Garnet. The largest number of berries in the brush was noted in the varieties Sorbinka and Businka, and by weight of 100 berries the best indicators in the varieties Scarlet large, Burka, Sorbinka, Garnet. A lower proportion of seeds by weight of the pulp revealed the varieties Titan, Burke, Bead, Sorbini. Based on the work with best performance among bird-cherry cultivars isolate virgin №1 and №2 and grade Memory Salamatov, and the mountain ash varieties of Burka, Sorbinka and a Red large.

Keywords: introduction, variety, bird-cherry, rowan red, selection, State register

Введение. Среди нетрадиционных или малораспространённых садовых культур заслуживают внимание сорта и виды рябины красноплодной и черёмухи. Плоды рябины и черёмухи в своём составе содержат многие полезные для организма человека биологически-активные вещества, в связи с этим являются ценными для любых видов переработки и получения ценных продуктов питания. Эти культуры находят применение в декоративном садоводстве, оказывают лечебное воздействие на организм человека.

Впервые селекция черёмухи как плодовой культуры началась в России во второй четверти XX века в филиале НИИ садоводства Сибири имени М. А. Лисавенко – Бакчарского опорного пункта северного садоводства, а позднее в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (г. Новосибирск) [1].

Применение рябины в России известно ещё в начале XVI века. В XIX веке в селе Невежино (Владимирская область) и в Чехословакии (Моравские горы) из естественной популяции выделены 2 сорта Невеженская и Моравская. И. В. Мичурин впервые получил на основе отдалённой гибридизации с рябиной серию сортов. Позднее Т. К. Поплавской в Мичуринске выведены сорта Вефед, Бусинка, Сорбинка и Дочь Кубовой [2].

Работа по селекции рябины продолжается в Центральном сибирском ботаническом саду Сибирского отделения РАН, где собран богатый комплекс рода *Sorbus* x4ъ.

Сейчас в Госреестр РФ включено 16 сортов черёмухи, из них 7 сортов декоративных, 8 универсальных и 1 сорт технического направления, по рябине 10 сортов. Основным оригинатором сортов красной рябины в России является ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И. В. Мичурина» (г. Мичуринск).

В Кировской области практически отсутствует материал по интродукции черёмухи и рябины. **Цель работы** – изучение коллекции черёмухи и рябины по комплексу хозяйственно полезных признаков в условиях Кировской области.

Материалы и методы. Опыт был заложен в частном саду ООО «Быстрый сад» Юрьянского района Кировской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с показателями: рН – 5,5 (слабокислая); степень насыщенности основаниями – 82 %; содержание P_2O_5 – 260 мг/кг почвы, K_2O – 170 мг/кг почвы. Мощность пахотного горизонта составляет 25 см. Учёты и наблюдения проведены согласно программе и методике [3].

Закладка опыта проводилась 2-летним посадочным материалом в 2012 г. осенью, по схеме 5 х 4 м. Исследования проводили с 2015 по 2018 гг.

По черёмухе в качестве объектов исследований использовали 15 сортов-образцов: Ч. обыкновенная: форма plena, Метео, Колората; черёмуха Лаухе: Памяти Саламатова (контроль), Сибирская красавица, Ольгаина радость, Гранатовая гроздь, Чемальская роскошная, Пурпурная свеча, Неубиенная, Чемальская красавица; черёмуха виргинская: Шуберт, Ч. виргинская № 1, Ч. виргинская № 2; черёмуха Съори: Съори № 1.

По рябине использовали 10 сортов: Гранатная, Вефед, Сорбинка, Розина, Солнечная, Титан, Алая крупная, Бусинка, Бурка и Невеженская (контроль). Данные сорта были привиты в 5-6 летний штамбообразователь рябины обыкновенной весной в 2013 г, схема посадки 5 х 4 м.

Результаты и обсуждение. Учёт оценки зимостойкости показал отсутствие повреждений у сортов-образцов черёмухи. У рябины сорта Солнечная отмечалось слабое повреждение древесины (0,6 балла). О хорошей зимостойкости красноплодных сортов рябины также высказывались другие исследователи [4, 5, 6].

Определение силы роста сортов-образцов черёмухи на 7-ой год посадки показало, что наиболее сильнорослыми по опыту оказались сорта-образцы: Колората – 3,0 м высота и 2,5 м³ объём кроны, Пурпурная свеча соответственно 2,9 м и 2,6 м³, Виргинская №2 – 2,9 м и 3,4 м³. В то же время минимальные показатели отмечены у (f. pleno) по опыту – 1,5 м и 0,6 м³. Более компактная крона характерна для сортов-образцов Виргинская № 1 и Чемальская роскошная (объём кроны 0,7 м³) (табл. 1).

Десертный вкус (практически без терпкости) отмечен у сорта Ольгаина радость. У сортов черёмухи кистевой (f. plena, Метео, Колората) и сорта виргинской черёмухи Шуберт вкус плодов оказался посредственным (3,7-3,9 балла) и масса одного плода наименьшая (0,5-0,6 г).

Оценка качества плодов показала, что лучшие показатели установлены у отборных сеянцев черёмухи виргинской № 1 и № 2, сорта Памяти Саламатова как по диаметру плодов (0,9-1,3 см), так и массе ягод (1,1-1,3 г).

Образец черёмухи Съори №1, хотя и имеет достаточно крупные плоды (по размеру больше, чем у кистевой черёмухи), но завязывает их мало, что связано с низкой самоплодностью данного вида.

Таблица 1

**Показатели «сила роста» и «продуктивность» сортообразцов черёмухи
(на 7-ой год посадки)**

Сортообразец	Высота деревя, м	Объём кроны, м ³	Масса одного плода, г	Доля семян от массы плода, %	Кол-во ягод на кисти, шт.	Масса 100 плодов, г	Потенциаль- ная продук- тивность, г/дер.
Обыкновенная (<i>f. plena</i>)	1,5	0,6	0,6	17,3	8	60,0	0
Метео	2,6	1,6	0,6	17,1	6	60,0	72
Колората	3,0	2,5	0,5	18,5	7	50,0	150
Гранатовая гроздь	2,8	2,3	0,7	11,0	8	70,0	280
Памяти Саламатова (контроль)	2,6	1,6	1,1	12,8	13	110,0	858
Неубиенная	2,9	1,4	0,7	15,7	10	70,0	560
Пурпурная свеча	2,9	2,6	0,7	20,0	8	70,0	672
Сибирская красавица	2,8	2,2	0,8	15,2	7	80,0	448
Чемальская роскошная	2,5	0,7	0,9	17,7	9	90,0	713
Ольгина радость	3,0	2,2	0,7	16,1	6	70,0	223
Шуберт	2,3	1,0	0,6	17,4	5	60,0	360
Ч. виргинская № 1	2,0	0,7	1,3	18,6	9	130,0	585
Ч. виргинская № 2	2,9	3,4	1,2	19,1	11	120,0	2376
Чемальская красавица	2,8	1,8	0,9	17,6	9	90,0	648
Съори № 1	2,6	1,9	1,1	19,8	6	110,0	165
НСР ₀₅	0,1	0,1	0,1	$F \phi < F_T$	0,3	3,5	80

Таблица 2

**Показатели «сила роста» и «продуктивность» сортообразцов рябины
(на 6-ой год посадки)**

Сортообразец	Высота деревя, м	Объём кроны, м ³	Масса одного плода, г	Доля семян от массы плода, %	Кол-во ягод на кисти, шт.	Масса 100 плодов, г	Потенциаль- ная продук- тивность, г/дер.
Невеженская (контроль)	3,0	1,4	0,9	12,8	65	90,0	292
Гранатная	2,3	0,7	1,1	9,1	30	110,0	132
Вефед	2,6	2,8	0,9	7,5	47	90,0	254
Сорбинка	3,5	1,1	1,3	2,4	224	130,0	1456
Розина	2,3	0,8	1,2	13,6	90	120,0	324
Солнечная	2,9	1,2	0,8	21,0	10	80,0	24
Титан	2,4	1,6	2,2	3,5	93	220,0	7775
Алая крупная	2,9	2,8	2,5	3,8	25	250,0	3562
Бусинка	2,6	1,7	0,7	2,4	202	70,0	5939
Бурка	2,5	1,7	1,5	2,8	91	150,0	4778
НСР ₀₅	0,1	$F \phi < F_T$	0,1	$F \phi < F_T$	13	11,0	515

Доля семян от массы ягоды сортов Гранатовая гроздь и Памяти Саламатова минимальна соответственно 11,0 и 12,8 %. Напротив, больше доля семян характерна для сорта Пурпурная свеча (20,0 %), сортообразцов виргинской черёмухи № 1 и № 2 соответственно 18,6 и 19,1 %, и Съори №1 (19,8 %).

Сорт Памяти Саламатова имел больше количество ягод на кисти (13 шт.). По массе 100 плодов выделились сортообразцы черёмухи виргинской №1 и №2 соответственно 130 и 120 г (табл. 1).

По силе роста более сильнорослыми у рябины выявлены сорта Алая Крупная и Вефед. Высокорослостью также характеризуются сорта Невеженская и Сорбинка. Слаборослость выявлена у сортов Розина и Гранатная.

Оценка качества плодов показала, что к более крупноплодным сортам (с массой плодов от 1 г и более) можно отнести Алая крупная, Титан, Бурка, Сорбинка, Розина, Гранатная. Показатель доли семян от массы ягод имел прямую зависимость от особенностей сорта. Следует отметить, что меньшая доля содержания семян (от 2,4 до 3,5 %) характерна для сортов Сорбинка, Бусинка, Бурка и Титан, напротив, у сортов Солнечная и Невеженская процент содержания семян был наибольшим (21,0-12,8 %), остальные сорта занимали промежуточное положение.

По массе 100 ягод выделились сорта Алая крупная, Бурка, Сорбинка, Гранатная (110-250 г). Наибольшее количество ягод в кисти отмечено у сортов Сорбинка и Бусинка, соответственно 224 и 202 шт.

По комплексу хозяйственно полезных показателей в опыте выделены сорта Бурка, Сорбинка, Алая крупная.

В 2017 г. в результате частых осадков в виде дождя в июне-июле на сортообразцах обыкновенной черёмухи произошло поражение плодов грибным заболеванием – кармашки сливы (*Taphina pruni*), поражение составило 74...80 %. Незначительное поражение однолетнего прироста у сортообразцов черёмухи обыкновенной черемуховой тлём (*Rhopalosiphum padi* L.) отмечалось в 2016 и 2018 гг. в пределах 2...3 баллов. На остальных сортообразцах заметных повреждений вредителями и болезнями не наблюдалось. На рябине сорта Вефед очень слабое поражение рябиновой тлём (*Yezabura sorbi* Kalt. (syn. *Dentatus sorbi* Kalt.)) в пределах 1 балла. В целом сорта рябины показали высокую устойчивость к вредителям и болезням, о чём свидетельствуют данные других исследователей [1, 5, 7].

Оценка зимостойкости изучаемых сортообразцов выявила отсутствие повреждений у черёмухи и рябины. Оценка силы роста позволила выделить более рослые образцы: Виргинская №2, Колората, Пурпурная свеча. У формы черёмухи обыкновенной (f. pleno) показатели силы роста были низкие по опыту. В то же время более компактная крона характерна для сортообразцов Виргинская № 1 и Чемальская роскошная.

Рассматривая качественные характеристики плодов, следует отметить, что они лучше у сортообразцов черёмухи виргинской № 1 и № 2, сорта Памя-

ти Саламатова по показателям диаметр плодов (0,9-1,3 см) и масса плодов (1,1-1,3 г).

Учёт показателей продуктивности позволил установить, что сорт Памяти Саламатова имел более крупные кисти и количество ягод на кисти (13 шт.). Минимальная доля семян от массы мякоти характерна для сортов Гранатовая гроздь и Памяти Саламатова.

Выявлено, что сорт Шуберт имел самые низкие показатели продуктивности по опыту. Оценка потенциальной продуктивности выявила лучший образец черёмухи виргинская №2 (2376 г/дер.), хорошие показатели отмечались у сорта Памяти Саламатова (858 г/дер.), Чемальская роскошная (713 г/дер.), Пурпурная свеча (672 г/дер.) и Чемальская красавица (648 г/дер.). Низкая потенциальная продуктивность выявлена у сортообразцов: Метео (72 г/дер.), Колората (150 г/дер.), Сьори № 1 (165 г/дер.). Форма plena в редких случаях образовывала единичные плоды, в связи с особенностями генеративного строения цветков.

На основании проведённых первичных исследований по интродукции черёмух, лучшими по ряду хозяйственно полезных признаков выделились сортообразцы виргинской черёмухи (виргинская №1 и №2) и сорт Памяти Саламатова.

Изучение рябины показало:

- по силе роста привитых сортов на 6-ой год наиболее сильнорослыми выявлены сорта Алая Крупная и Вефед как по объёму кроны, так и по высоте. В том числе, высокорослость отмечена у сортов Сорбинка и Невеженская. Более сдержанными по силе роста оказались сорта Гранатная и Розина;

- из более крупноплодных сортов следует отметить (с массой плодов от 1 г и более) Алая крупная, Титан, Бурка, Сорбинка, Розина, Гранатная;

- наибольшее количество ягод в кисти отмечалось у сортов Сорбинка и Бусинка соответственно 224 и 202 шт.;

- по массе 100 ягод лучшие показатели отмечены у сортов Алая крупная, Бурка, Сорбинка, Гранатная;

- меньше всего доля семян от массы мякоти выявлена у сортов Титан, Бурка, Бусинка, Сорбинка (от 2,4 до 3,5 %).

Среди сортов рябины красной по показателю потенциальной продуктивности выделились сорта: Титан (7775 г/дер.), Бусинка (5939 г/дер.), Бурка (4778 г/дер.), Алая крупная (3562 г/дер.), плохие показатели у сорта Солнечная (24 г/дер.). Данный сорт перспективен как декоративный по показателям строения листовой пластинки и компактности кроны.

По комплексу хозяйственно полезных признаков, лучшими в опыте выделились сорта красноплодной рябины: Алая крупная, Сорбинка, Бурка.

Заключение. Таким образом, в ходе оценки интродуцированных сортообразцов черёмухи и рябины красной по комплексу хозяйственно полезных признаков в почвенно-климатических условиях Кировской области для даль-

нейших этапов селекции выделены среди черёмух сортообразцы виргинской черёмухи (виргинская №1 и №2) и сорт Пямяти Саламатова. По рябине наилучшие показатели отмечены у сортов Бурка, Сорбинка, Алая крупная.

Список литературы

1. Ренгартен Г.А., Сорокопудов В.Н., Юшин Ю.В. Декоративная и плодовая черёмуха. Белгород, 2013.
2. Асбаганов С.В. Биологические основы интродукции рябины *Sorbus* в Западной Сибири. Новосибирск, 2014.
3. Седов Е.Н., Огольцова Т.П. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл, 1999.
4. Николашин С.П. Устойчивость сортов и форм калины и рябины к низким температурам в различные периоды зимовки // Плодоводство и ягодоводство России. 2011. № 2. С. 103-106.
5. Швирст Е.П. Перспективы разведения рябины в условиях приохотской зоны магаданской области // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. 2012. № 1. С. 73-76.
6. Zaripova R.S., Ahmetova M.H., Kuzmin P.A. Ecological and biological features of quickbeam (*Sorbus aucuparia* L.) in the context of an urbanized environment // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2019. V. 11(5). Special Issue. P. 1731-1734.
7. Ренгартен Г.А. Интродукция сортов рябины красной (*Sorbus aucuparia*) на Северо-Востоке России // Аграрная Россия. 2018. № 9. С. 12-15.

УДК: 633.14:631.55.03:631.559:664.64.016.8

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ УБОРКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

О. Н. Рылова, Е. А. Шляхтина

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

Аннотация. Изучено влияние сроков уборки на урожайность и качество зерна 4 сортов озимой ржи селекции ФАНЦ Северо-Востока: Фалёнская 4, Рушник, Флора, Графиня. Исследования проведены в 2018-2019 гг. на опытных полях Фалёнской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (Кировская область). Установлено, что запаздывание с уборкой на 10-15 дней от оптимальных сроков приводит к значительным потерям урожая (0,52-0,91 т/га). Также установлено, что поздние сроки уборки существенно влияют на показатели качества, особенно на число падения. Запаздывание с уборкой на 10-15 дней приводит к снижению натурального веса зерна, снижению содержания в зерне сырого протеина, а также к снижению величины числа падения на 14-31 %, в зависимости от сорта. Результаты изучения влияния сроков уборки на урожайность и качество зерна сортов озимой ржи показали, что сорт Графиня более адаптивный по показателю урожайность (потери урожая составили 4,0-11,1 %, при запаздывании с уборкой на 5-15 дней), а сорт Рушник по показателям качества (снижение числа падения только при запаздывании с уборкой на 15 дней).

Ключевые слова: сорт, урожайность, число падения, сырой протеин, сроки уборки, натура

INFLUENCE TERMS OF HARVESTING ON YIELD AND GRAIN QUALITY OF WINTER RYE IN THE KIROV REGION

O. N. Rylova, E. A. Shlyakhtina

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

Annotation: *The influence of harvest date on the yield and grain quality of 4 varieties of winter rye of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky selection: Falenskaya 4, Rushnik, Flora, Grafinya. The research was carried out in 2018-2019 in the experimental fields of the Falenki Breeding Station – Branch of «Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitskogo» (Kirov region). It was found that the delay in harvesting for 10 - 15 days from the optimal time leads to significant crop losses (0,52-0,91 t / ha). It is also found that late cleaning times significantly affect quality indicators, especially the number of drops. The delay of harvesting 10-15 days leads to a decrease natural weight of the grain, reduce the grain content in crude protein and decrease in the number of falls by 14-31 %, depending on the variety. The results of the study of the impact of harvesting periods on the yield and quality of grain varieties of winter rye showed that the Grafinya variety is more adaptive in terms of yield (crop losses were 4,0-11.1 %, with a delay in harvesting by 5-15 days), and the Rushnik variety in terms of quality (reducing the number of falls only with a delay in harvesting by 15 days).*

Keywords: *variety, productivity, falling number, protein, terms of harvest, nature*

Введение. Одним из элементов технологии, обеспечивающим получение высокого урожая качественного зерна и семян являются сроки уборки. Наибольшее значение они имеют для семеноводческих хозяйств и сельхозпредприятий, производящих зерно на переработку [1]. При этом важен не только срок начала уборки, но и предельно допустимый срок ее окончания. Преждевременная уборка ведет к получению щуплых неполноценных семян [2], а поздняя – к снижению урожайности и качества зерна за-за осыпания и прорастания. Оптимальные биологические сроки уборки у озимой ржи – в период «конец восковой спелости» – «твердая спелость» [3]. На урожайность и качество зерна озимой ржи большое влияние оказывают условия перезимовки и гидротермический режим в период налива и созревания зерна [4], а также сроки уборки. Важнейшими показателями, определяющими питательную ценность ржи, является содержание белка в зерне, а хлебопекарные достоинства определяются высоким числом падения [5]. С внедрением в производства новых сортов озимой ржи вопрос о сроках уборки и их влияние на урожайность и качество в условиях Кировской области требует дополнительного изучения.

Цель исследований – изучить влияние сроков уборки на урожайность и качественные показатели зерна озимой ржи.

Материал и методика. Полевые эксперименты проведены в 2018-2019 гг., на опытных полях Фалёнской селекционной станции. Объекты исследований – сорта селекции ФАНЦ Северо-Востока, внесенные в Государственный реестр селекционных достижений: Фалёнская 4 (1999 г.), Рушник (2008 г.), Флора (2010 г.) и Графиня (2016 г.). Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая, сформированная на покровных суглинках и имеющая слабо- и среднекислую реакцию (pH_{KCl} 4,9-5,2), содержание фосфора и калия

(по Кирсанову) – 320-368 и 215-239 мг/кг соответственно, гумус – 2,0-2,2 %. Предшественник – чистый пар. Полевой опыт закладывали по схеме рендомизированного блока в 4-кратной повторности. Учётная площадь делянки 3 м². Наблюдения, оценки и учёт урожая проведены в соответствии с «Методикой...» [6]. Уборку проводили комбайном «Сампо 130» в следующие сроки: 1 срок – оптимальный (контроль), 2, 3 и 4 сроки через 5, 10 и 15 дней соответственно. Число падения определяли на приборе Хагберга-Партена (Falling Number 1400). Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета программ AGROS 2.07.

Условия весенне-летней вегетации различались по годам. В 2018 г. период вегетации характеризовался теплой погодой с оптимальным увлажнением (ГТК = 1,30), в 2019 г. вегетация проходила в теплую погоду с большим количеством осадков (ГТК = 1,92).

Результаты и обсуждение. В результате проведённых исследований установлено, что максимальный урожай, независимо от сорта, получен при уборке в оптимальные сроки (контроль) (табл. 1).

Таблица 1

Влияние сроков уборки на урожайность сортов озимой ржи (2018-2019 гг.)

Срок уборки	2018 г.	2019 г.	Среднее	Отклонение от контроля
Фалёнская 4				
1 (контроль)	7,70	7,11	7,41	-
2	6,84	7,06	6,95	-0,46
3	7,14	6,33	6,74	-0,67
4	6,67	6,31	6,49	-0,92
Рушник				
1 (контроль)	7,16	7,19	7,18	-
2	7,13	6,77	6,95	-0,23
3	6,83	6,81	6,82	-0,36
4	6,33	6,09	6,21	-0,97
Флора				
1 (контроль)	7,30	6,62	6,96	-
2	6,90	6,14	6,52	-0,44
3	6,70	6,04	6,37	-0,59
4	6,63	5,55	6,09	-0,87
Графиня				
1 (контроль)	7,73	7,53	7,63	-
2	7,37	7,31	7,34	-0,29
3	7,30	7,10	7,20	-0,43
4	7,20	6,36	6,78	-0,85
Среднее				
1 (контроль)	7,47	7,11	7,29	-
2	7,06	6,82	6,94	-0,35
3	6,99	6,57	6,78	-0,51
4	6,71	6,08	6,39	-0,90
Коэфф. корреляции	0,71**	0,70**	-	-

** - значимо на 1 % уровне

Установлена тесная положительная корреляция ($r = 0,71^{**} - 0,70^{**}$) между сроками уборки и урожайностью. Увеличение периода перестоя зерна на корню привело к потере урожая, так, при запаздывании с уборкой на 5 дней урожайность снизилась незначительно (Рушник – на 3,5 %, Графиня – 4 %, Фалёнская 4 – 6 %, Флора – 6 %), при запаздывании на 15 дней потери урожая составили 11,1-13,5 % (0,85-0,97 т/га), в зависимости от сорта.

В среднем за годы исследований наибольшей адаптивностью обладал сорт Графиня. Потери урожая данного сорта при перестое на корню на 5, 10 и 15 дней составили 0,29 т/га (4 %), 0,43 т/га (5,6 %) и 0,85 т/га (11,1 %) соответственно.

В оптимальные сроки уборки натура зерна у всех изучаемых сортов превышала 680 г/л, что соответствует 1 классу ГОСТ Р 53049-2008 (Рожь. Технические условия) на закупаемое зерно. Запаздывание с уборкой на 5-15 дней привело к уменьшению объемной массы 1 л зерна. Зерно, полученное в поздние сроки уборки, относилось по показателю «натура» ко 2 и 3 классу качества (табл. 2).

Таблица 2

Влияние сроков уборки на качество зерна сортов озимой ржи (2018-2019 гг.)

Срок уборки	Натура зерна, г/л	Масса 1000 зерен, г	Сырой протеин, %	Число падения, с
Фалёнская 4				
1 (контроль)	690	28,3	12,03	198
2	682	29,5	11,86	196
3	666	29,3	11,63	196
4	663	29,0	10,94	172
Рушник				
1 (контроль)	682	26,4	11,86	250
2	673	26,6	11,57	250
3	674	26,0	11,23	248
4	663	28,0	11,03	197
Флора				
1 (контроль)	690	27,1	11,83	201
2	674	25,2	11,63	154
3	671	27,2	10,63	175
4	664	27,2	10,66	166
Графиня				
1 (контроль)	699	31,3	11,29	166
2	684	29,8	11,29	175
3	672	31,0	10,49	144
4	664	32,1	10,94	114
Среднее				
1 (контроль)	690	28,3	11,75	204
2	678	27,8	11,59	194
3	671	28,4	11,00	183
4	664	29,1	10,89	162

Основным показателем качества товарного продовольственного зерна озимой ржи является число падения. В зависимости от величины числа падения зерно подразделяют на 4 класса: 1 класс – более 200 с, 2 класс – 141-200 с, 3 класс – 81-140 с, 4 класс – менее 80 с. Результаты технологического анализа показали, что при поздних сроках уборки сильно снижается число падения (на 18-32 %), так как наблюдается прорастание зерна в колосе. На число падения оказал влияние и такой фактор, как сорт. Так, у сорта Рушник снижения числа падения через 5 и 10 дней относительно контроля не происходило и только при запаздывании с уборкой на 15 дней снижалось до 2 класса качества (197 с).

Анализ содержания сырого протеина в зерне показал наличие изменения его содержания по срокам уборки. При запаздывании с уборкой на 5, 10 и 15 дней в среднем по сортам выявлено снижение содержания сырого протеина в зерне с 11,75 % до 11,59, 11,00 и 10,89 % соответственно.

Заключение. Исследования показали, что максимальный урожай зерна сортов озимой ржи получен при оптимальном сроке уборки. При запаздывании с уборкой на 5-15 дней потери зерна возрастают (до 13,5 %). Наиболее адаптивным по урожайности в поздние сроки уборки отмечен сорт Графиня, потери урожая которого, в зависимости от срока уборки, составляли 4 %, 5,6 и 11,1 %. Варьирование сроков уборки привело к существенному изменению качества зерна. При поздних сроках уборки снижался натуральный вес зерна, содержание сырого протеина. Максимальное число падения у изучаемых сортов определено в оптимальный срок уборки. При запаздывании с уборкой на 10-15 дней число падения снижалось на 18-32 %, в зависимости от сорта. У сорта Рушник при запаздывании с уборкой на 5-10 дней число падения было отмечено на уровне контроля, а при уборке на 15 дней позднее снижение числа падения составило 21 %.

Список литературы

1. Баталова Г.А., Будина Е.А. Влияние сроков уборки на урожайность, качество и семенные свойства зерна овса // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2006. № 8. С. 25-29.
2. Бабайцева Т.А., Ленточкин А.М., Попова Д.Ю. Влияние способа и срока уборки озимой тритикале Ижевская-2 // Аграрный вестник Урала. 2011. № 6(85). С. 5-6.
3. Батуева И. В., Елисеев С.Л., Яркова Н.Н. Срок уборки и десикация озимых зерновых культур // Аграрный вестник Урала. 2014. № 10(128) С. 10-13.
4. Чайкин В.В., Тороп А.А., Рыльков А.И. Зимо- и засухоустойчивость озимой ржи в условиях Центрально-Чернозёмного региона // Земледелие. 2017. № 2. С. 32-36.
5. Кедрова Л.И. Озимая рожь в Северо-Восточном регионе России. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. 158 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 2. 230 с.

**МОЛЕКУЛЯРНЫЙ СКРИНИНГ УСТОЙЧИВОСТИ
К ФИТОПАТОГЕНАМ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ,
ВЫВЕДЕННЫХ В УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Л. С. Савинцева, А. В. Бакулина,
О. Н. Башлакова, Н. Ф. Синцова**

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

Аннотация. Проведено изучение сортов картофеля селекции Фаленской селекционной станции филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока с использованием молекулярных маркеров, сцепленных с генами устойчивости к золотистой цистообразующей (H1, Gro1-4) и бледной (Gpa2) картофельным нематодам, раку картофеля (Sen1), вирусам X (Rx) и Y (Ryadg, Rychc, Rysto). Объектом исследования служили генотипы: Шурминский 2, Алиса, Виза, Чайка, Огниво, Дарик, Глория, Голубка, Виразж, Дачница, 56-09. В результате проведенного скрининга установлено, что среди исследованных генотипов большинство (девять образцов) несут маркер NL25 к гену Sen1, семь – маркеры к гену H1 и столько же – маркер Gpa 2-2 к гену Gpa2, у шести обнаружен маркер PVX к гену Rx. Однако ни один из трёх использованных маркеров (RYSC3, Ry186, YES3-3A) к генам устойчивости к Y вирусу не был обнаружен в исследуемых сортах. Это свидетельствует о необходимости вовлечения в селекционный процесс генотипов, несущих гены устойчивости к данному патогену. Максимальное количество маркеров четырех генов устойчивости (H1, Gpa2, Sen1, Rx) обнаружено у сортов Шурминский 2, Голубка, Виразж, Дачница. Данные сорта обладают генами устойчивости к двум видам нематод (*Globodera rostochiensis*, *G. pallida*), раку картофеля (*Synchytrium endobioticum*), вирусу X и, следовательно, являются ценными донорами R-генов.

Ключевые слова: картофель, местные сорта, гены устойчивости, патогены, вредители, молекулярные маркеры

**MOLECULAR SCREENING OF THE RESISTANCE
TO PHYTOPATHOGENS IN LOCAL POTATO VARIETIES
IN KIROV REGION**

**L. S. Savintseva, A. V. Bakulina,
O. N. Bashlakova, N. F. Sintsova**

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

Annotation: Potato varieties created at the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky were studied using molecular markers linked to the resistance genes to *Globodera rostochiensis* (H1, Gro1-4) and *G. pallida* (Gpa2), *Synchytrium endobioticum* (Sen1), potato virus X (Rx) and potato virus Y (Ryadg, Rychc, Rysto). The object of the study was genotypes: Shurminskiy 2, Alisa, Viza, Chayka, Ognivo, Darik, Gloriya, Golubka, Virazh, Dachnitsa, 56-09. As a result of the screening, it was found that among the genotypes studied, the majority (nine varieties) carry the NL25 marker to the Sen1 gene, seven - markers to the H1 gene and the same amount – the GPA 2-2 marker to the Gpa 2 gene, six cultivars have the PVX marker to the Rx gene. However, none of the three markers used (RYSC3, Ry186, YES3-3A) for potato Y virus resistance genes was found in the studied varieties. This indicates the need to involve genotypes that carry resistance genes to this pathogen in the potato

breeding. The maximum number of markers linked to four resistance genes (H1, Gpa2, Sen1, Rx) was found in the cvs. Shurminsky 2, Golubka, Virazh, and Dachnitsa. These cultivars have resistance genes to two species of nematodes (G. rostochiensis, G. pallida), potato wart disease (S. endobioticum), potato virus X and, therefore, are valuable donors of R-genes.

Keywords: potato, local varieties, resistance genes, pathogens, pests, molecular markers

Введение. Урожайность картофеля значительно снижают заболевания, вызываемые грибами, бактериями, вирусами и нематодами. При этом потери урожая могут варьировать от 10 до 90 % [1]. Создание сортов, обладающих устойчивостью к фитопатогенам, является надежным и экономичным способом снижения потерь урожайности этой важной продовольственной культуры [2].

Для повышения эффективности селекции картофеля, в том числе на устойчивость к фитопатогенам, активно используется метод MAS (marker assisted selection), в основе которого лежит отбор по генотипу с помощью молекулярных маркеров (ДНК-маркеров), тесно сцепленных с интересующим геном. Применение ДНК-маркеров для идентификации ценных генотипов позволяет повысить эффективность отбора на ранних этапах селекции, исключив образцы, не имеющие генов устойчивости, а также проводить параллельный скрининг на устойчивость к нескольким патогенам и выявлять формы с групповой резистентностью [3, 4].

Цель работы – оценка сортов картофеля селекции Фаленской селекционной станции на наличие маркеров генов устойчивости к цистообразующим нематодам (*Globodera rostochiensis*, *G. pallida*), раку картофеля (*Synchytrium endobioticum*), X- и Y-вирусам картофеля.

Материалы и методы. Объектом исследования служили следующие генотипы картофеля: Шурминский 2, Алиса, Виза, Чайка, Огниво, Дарик, Глория, Голубка, Вираз, Дачница, 56-09, созданные на Фаленской селекционной станции филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока.

Исследования проводили с использованием набора реагентов «Ген-Эксперт «Маркеры генов устойчивости картофеля»» в научно-производственной компании «Синтол» (г. Москва). Выделение ДНК осуществляли из клубней картофеля. Для постановки полимеразной цепной реакции (ПЦР) использовали 10 маркеров:

- TG-689, 57R, N195 к гену *H1* и Gro1-4-1 к гену *Gro1-4*, обеспечивающим устойчивость к золотистой цистообразующей нематоды (*G. Rostochiensis*);
- Gpa2-2 к гену *Gpa2*, кодирующему устойчивость к бледной нематоды (*G. pallida*);
- PVX к гену *Rx1* устойчивости к вирусу X;
- NL25 к гену *Sen1*, кодирующему устойчивость к возбудителю рака картофеля (*S. endobioticum*);
- RYSC3 к гену *Ryadg*, Ry186 к гену *Rychc*, YES3-3A к гену *Rysto* (гены устойчивости к Y-вирусу).

Амплификацию ДНК осуществляли с использованием термоциклера Applied Biosystems Thermal Cycler 2720 (США) при следующем режиме: 5 мин при 95 °С (1 цикл); 20 с при 95 °С, 30 с при 61 °С, 40 с при 72 °С (40 циклов); 5 мин при 72 °С (1 цикл). Электрофорез образцов проводили с помощью генетического анализатора Нанофор 05 (Россия). Обработка результатов проводилась автоматически программой «ГенЭксперт» версии 5.0.1.6.

Результаты и обсуждение. Молекулярно-генетический скрининг 11 генотипов картофеля Кировской селекции с использованием ДНК-маркеров, сцепленных с восьмью генами устойчивости (*H1*, *Gro1-4*, *Gpa2*, *Sen1*, *Rx*, *Ryadg*, *Rychc*, *Rysto*) к патогенам установил, что чаще других был обнаружен маркер NL25 к гену *Sen1* устойчивости к раку картофеля (рис.).

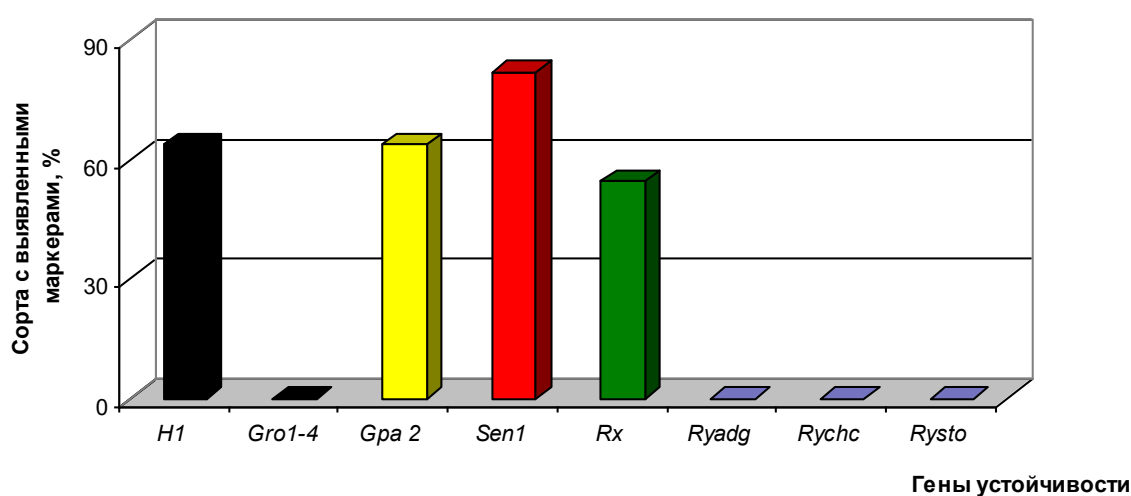


Рис. Сорта картофеля (%) с выявленными маркерами к генам устойчивости к золотистой (*H1*, *Gro1-4*) и бледной (*Gpa2*) картофельным нематодам, раку картофеля (*Sen1*), вирусам X (*Rx*) и Y (*Ryadg*, *Rychc*, *Rysto*)

Известно, что доминантный аллель гена *Sen1* полностью блокирует развитие и репродукционные способности *S. endobioticum* патотипа 1 и обнаруживается практически у всех из изученных с помощью маркеров ракоустойчивых российских сортов [5]. Не выявлен маркер NL25 только у сортов Дарик и Дачница, которые могут обладать иными локусами устойчивости к данному патогену.

Использованные маркеры к генам устойчивости к картофельным нематодам (*H1*, *Gro1*, *Gpa2*) являются эффективными генами в защите картофеля от наиболее распространенных патотипов цистообразующих нематод [5]. За исключением сорта Виза все генотипы имели маркеры к генам нематодоустойчивости в разных их сочетаниях (от одного до четырех маркеров в одном генотипе). У семи образцов были обнаружены маркеры к гену *H1*, обеспечивающему устойчивость к *G. rostochiensis*. Из них у генотипов Шурминский 2, Дарик, Голубка, Вираз, Дачница и 56-09 выявлены все три используемых маркера (TG-689, 57R, N195), а у сорта Глория – два (57R, N195). Ни у одного из исследованных генотипов однако не было обнаружено марке-

ра *Gro1-4-1* к гену *Gro1-4*. Маркер *Gpa2-2* к гену *Gpa2*, кодирующему устойчивость к *G. pallida*, был выявлен у семи исследованных сортов картофеля. Исключение составили генотипы: Виза, Дарик, Глория, 56-09.

В меньшей степени исследуемые генотипы характеризовались наличием маркеров к генам вирусоустойчивости. В геноме шести сортов (Шурминский 2, Алиса, Чайка, Голубка, Вираз, Дачница) был обнаружен маркер PVX к гену *Rx* устойчивости к вирусу X. Но ни в одном из генотипов не были обнаружены маркеры RYSC3, Ry186, YES3-3A к генам устойчивости к Y-вирусу. Это свидетельствует о необходимости вовлечения в селекционный процесс генотипов, несущих гены устойчивости к данному патогену.

Максимальное количество маркеров четырех генов устойчивости (*H1*, *Gpa2*, *Sen1*, *Rx*) обнаружено у сортов Шурминский 2, Голубка, Вираз, Дачница. Данные сорта несут гены устойчивости к двум видам нематод (*G. rostochiensis*, *G. pallida*), раку картофеля (*S. endobioticum*) и вирусу X. Маркеры к трём генам устойчивости (*Gpa2-2*, *Sen1*, *Rx*) выявлены у сортов Алиса и Чайка.

Заключение. Молекулярный скрининг 11 выведенных в Кировской области генотипов картофеля с использованием десяти ДНК-маркеров (к генам *H1*, *Gro1-4*, *Gpa2*, *Sen1*, *Rx*, *Ryadg*, *Rychc*, *Rysto*) позволил выявить сорта, сочетающие в себе маркеры к четырем (*H1*, *Gpa2*, *Sen1*, *Rx*) из них. Среди исследованных генотипов наиболее ценными донорами R-генов, сочетающими в своем геноме присутствие шести маркеров (TG-689, 57R, N195, *Gpa2-2*, PVX, NL25), являются сорта Шурминский 2, Голубка, Вираз, Дачница. Данные сорта следует рекомендовать для использования в селекционном процессе. В связи с отсутствием у исследованных генотипов картофеля маркеров устойчивости к Y-вирусу необходимо также вовлекать в скрещивания генотипы, несущие гены устойчивости к этому повсеместно распространенному патогену.

Список литературы

1. Hooker W.J. Compendium of potato diseases. St. Paul: American Phytopathological Society, 1981. 125 p.
2. Сайнакова А.Б., Романова М.С., Красников С.Н., Литвинчук О.В., Алексеев Я.И., Никулин А.В., Терентьева Е.В. Исследование коллекционных образцов картофеля на наличие генетических маркеров устойчивости к фитопатогенам // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22(1). С. 18-24.
3. Gebhardt C. Briding the gap between genome analysis and precision breeding in potato // Trends in Genetics. 2013. V. 29(4). P. 248-256.
4. Рогозина Е.В., Терентьева Е.В., Потокина Е.К., Юркина Е.Н., Никулин А.В., Алексеев Я.И. Идентификация родительских форм для селекции картофеля, устойчивого к болезням и вредителям, методом мультиплексного ПЦР-анализа // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54(1). С. 19-30.
5. Хютти А.В., Антонова О.Ю., Мироненко Н.В., Гавриленко Т.А., Афанасенко О.С. Устойчивость картофеля к карантинным болезням // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21(1). С. 51-61.

ИСТОРИЯ СЕЛЕКЦИИ ЧЁРНОЙ СМОРОДИНЫ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Т. И. Салтыкова, Н. С. Вахрушева, А. П. Софронов
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого, г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлена история селекции смородины чёрной в Кировской области, освещены её основные этапы и направления, выделены главные достижения. С 1936 года в области селекционную работу с культурой начала А. Г. Логинычева, перед которой стояла задача создать сорта, пригодные для выращивания в местных условиях. На первом этапе работы в селекции чёрной смородины применялся метод посева семян от свободного опыления и последующий отбор перспективных растений. В результате чего получены сорта Агат и Сахарная. В дальнейшем к скрещиванию привлекали перспективные сеянцы от свободного опыления, применяя метод аналитической селекции. Более эффективным методом селекции смородины чёрной оказалась гибридизация, в результате которой были получены сорта Кировская десертная, Кировчанка, Юбилейная, Северянка. В конце 50-х годов в селекционной работе применили географически и систематически отдалённые скрещивания сортов европейской разновидности смородины чёрной с гибридами между европейскими и сибирскими формами. В результате был получен сорт Вятка. Начиная с 70-х годов, в связи с повсеместным распространением американской мучнистой росы, селекция смородины чёрной в области направлена на совмещение высокого уровня продуктивности с устойчивостью к этой болезни. В скрещивания были привлечены сорта скандинавского экотипа смородины чёрной Бредторп и Астром, устойчивые к мучнистой росе. Результатом этой работы стали сорта Мулатка и Бенефис. В конце 80-х годов селекционную работу продолжила Г. А. Пленкина. В результате использования доноров различного генетического происхождения были получены формы, сочетающие хороший уровень урожайности, десертный вкус с устойчивостью к мучнистой росе и почковому смородинному клещу. В период с 2006 по 2015 год созданы современные сорта Аркадия, Сапфир, Шаганэ, обладающие комплексом хозяйственно-ценных признаков. В 2012 году на сорт Аркадия получен патент.

Ключевые слова: смородина чёрная, селекция, отбор, гибридизация, сорт, достижения

HISTORY OF BLACK CURRANT BREEDING IN THE KIROV REGION

T. I. Saltykova, N. S. Vakhrusheva, A. P. Sofronov
Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

Annotation: The history of black currant selection in Kirov region is presented in this article, its main stages and directions are also shown and the major achievements are distinguished. Since 1936 the selective work with the crop have been being started by A. G. Loginycheva who had a goal to create a variety suitable for breeding in local conditions. At the first stage of work with black currant selection the method of seed sowing from open pollination and subsequent screening of promising plants was used. As a result, the varieties Agat (Agate) and Saharnaya (Shugary) were produced. Subsequently, advanced plantlets were taken from open pollination using the method of analytical selection. More effective method of black currant selection was hybridization, as a result of this work, the varieties Kirovskaya Desertnaya

(Kirov Dessert), Kirovchanka, Ubileynaya (Anniversary), Severyanka (Northerner) were created. At the end of the 50s geographically and systematically distant crossing of black currant varieties of European kind with hybrids between European and Siberian forms were used in selective work. Consequently, the Vyatka variety was obtained. Starting with 70s, in the result of ubiquitous spread of American mildew, the black currant selection of the region was directed to combination of a high level of productivity and immunity to this disease. The varieties of a Scandinavian eco-type of black currant, Breadtorp and Astrom, with immunity to mildew were involved in crossing. Thus, the result of the work were the Mulatka (Mulatto) and Benifis (Benefit) varieties. At the end of the 80s Plenkina G. A. continued the selective work. Using donors of a different genetic origin, the forms which combine a good level of productivity, dessert flavor with immunity to mildew and currant big bud mite were created. During the period from 2006 to 2015 the modern varieties Arkadya (Arcadia), Sapfir (Saphire), Shagane with the complex of economically-valuable features were produced. A patent for the Arkadya (Arcadia) variety was acquired in 2012.

Keywords: black currant, selection, screening, hybridization, variety, achievements

Смородина чёрная (*Ribes nigrum* L.) распространённая ягодная культура в России. Её популярность объясняется скороплодностью, пластичностью, относительной неприхотливостью при возделывании, высоким содержанием комплекса витаминов (В₁, В₂, В₆, С, К, РР), и микроэлементов (Fe, Mg, K, B). По содержанию аскорбиновой кислоты смородина чёрная – лидер среди традиционных культур [1, 2, 3]. Одним из основных показателей, определяющих ценность сорта, является урожайность. Реализация её зависит от многих факторов, которые могут привести к снижению урожая, в том числе от повреждения вредителями и болезнями и почвенно-климатических условий. В условиях Кировской области низкий и нестабильный по годам урожай во многом объясняется погодными условиями, которые характеризуются резкими перепадами температур зимой, возвратом холодов и заморозками в весенний период, длительными засушливыми периодами в первой половине лета и избыточным увлажнением в конце вегетационного периода [4]. Для повышения экономической эффективности и надежности культуры нужны сорта, в большей степени адаптированные к условиям Кировской области, устойчивые к грибным болезням и наиболее распространённому вредителю – почковому смородинному клещу [5].

На Северо-Востоке европейской части России на основе сада опытника-селекционера В.В. Спирина был организован в 1928 году плодово-ягодный опорный пункт. Обследование ягодных насаждений в Кировской области, проведённое по инициативе академика Н. В. Рудницкого в 1934-1935 гг., показало, что чёрная смородина здесь не имела значительного распространения [6]. Это, в большинстве случаев, были сеянцы дикорастущих форм и только изредка встречались сорта европейского происхождения (Лия плодородная и Неаполитанская). Урожайность таких насаждений была невысокой. С 1936 года в области селекционную работу со смородиной чёрной начала А. Г. Логинычева. Проведённые наблюдения показали, что большинство западноевропейских сортов не имели хозяйственной ценности в Кировской области, поэтому была поставлена задача создать сорта, пригодные для

выращивания в местных условиях. На первом этапе работы в селекции чёрной смородины применялся метод посева семян от свободного опыления и последующий отбор перспективных растений. Однако из большого числа растений перспективными оказались единичные, которые дали начало сортам Агат и Сахарная.

После того, как собранные сорта были изучены в местных условиях, применили метод аналитической селекции. В результате все сорта были разбиты на группы по ценным признакам. С целью создания форм, более приспособленных к местным условиям, к скрещиванию привлекали и перспективные сеянцы от свободного опыления.

Более эффективным методом селекции смородины чёрной оказалась гибридизация, в результате которой был получен крупноплодный сорт Кировская десертная (Голиаф х Боскопский великан), Кировчанка (Слава Ленинграда х Кент), Юбилейная (Сандерс х Лия плодородная), перспективный номер 17-13-54 (Кент х Агат), давший начало сорту Северянка.

В дальнейшем, при изучении сортов европейской группы выявлено, что у большинства из них цветение проходило в средние сроки и часто совпадало с возвратом холодов, в результате чего наблюдалось массовое опадение цветков и снижение урожайности. Поэтому возникла задача пополнить ассортимент урожайными, зимостойкими сортами раннего и позднего сроков цветения. Для этого в конце 50-х годов в селекционной работе применили географически и систематически отдалённые скрещивания сортов европейской разновидности смородины чёрной с гибридами между европейскими и сибирскими формами. В результате был получен сорт Вятка (Неосыпающаяся х Алтайская десертная) [7].

На протяжении длительного времени сорта Агат, Кировчанка, Кировская десертная, Северянка входили в районированный сортимент Кировской области, а сорта Агат и Кировчанка были районированы также в Удмуртии, сорт Северянка в Республике Коми, районах Сибири, Приморского края и Прибалтики, Вятка – в Республике Коми [8].

Начиная с 70-х годов, в связи с повсеместным распространением американской мучнистой росы, селекция смородины чёрной в области направлена на совмещение высокого уровня продуктивности с устойчивостью к этой болезни [9,10]. В скрещивания были привлечены сорта скандинавского экотипа смородины чёрной Бредторп и Астром, устойчивые к мучнистой росе. Результатом этой работы стали сорта Мулатка (Ленинградский великан х Бредторп) и Бенефис (Стахановка Алтая х Бредторп), которые переданы на ГСИ в 1995 и 2001 годах [8].

Однако устойчивость гибридного потомства, контролируемого геном М (сорт Бредторп), в сильной степени зависит в наших условиях от факторов внешней среды. Поэтому в конце 80-х годов Г. А. Пленкиной начата работа по закреплению устойчивости к мучнистой росе. Для этого лучшие отборные формы местной селекции скрестили с новыми сортами скандинавского экотипа смородины чёрной: Янкиярви (ген ММ), Никкала ХІ и Оджебин

(ген Sph_2). В результате были отобраны формы, сочетающие хороший уровень урожайности, десертный вкус с устойчивостью к мучнистой росе [11]. Для сохранения более длительной устойчивости необходимо было создать доноры различного генетического происхождения, у которых устойчивость контролируется олигогенами и полигенами.

В 1994 году с целью расширения генетического разнообразия исходных форм на устойчивость к мучнистой росе и почковому клещу был заключён договор о творческом сотрудничестве с ВНИИСПК (г. Орёл). Это позволило привлечь в гибридизацию самый современный исходный материал, обладающий генами устойчивости к мучнистой росе Sph_2 , Sph_3 , R и генами устойчивости к почковому клещу Ce , P . В качестве второй родительской формы были использованы номера нашего института. Анализ семей, полученных при участии этих доноров, показывает их высокую эффективность в наших условиях. Из гибридного фонда было выделено свыше 20 элитных форм. По результатам оценки элитных форм на участке первичного изучения три из них были переданы на государственное сортоиспытание. В 2006 году – сорт Аркадия (1-10-96) позднего срока созревания, зимостойкий, засухоустойчивый, самоплодный, высокоурожайный, очень крупноплодный (максимальная масса 1 ягоды 5,25 г), сочетающий высокую степень устойчивости к мучнистой росе и почковому клещу. Сорт в 2010 году включен в Госреестр селекционных достижений, разрешенных к использованию, в 2011 году на данный сорт получен Патент на селекционное достижение. В 2010 году на государственное сортоиспытание передан сорт Сапфир (56-8-96) позднего срока созревания, зимостойкий, высокосамоплодный, с высокой и стабильной по годам урожайностью, крупноплодный (1,2 г), сочетающий высокую степень устойчивости к болезни и вредителю [12]. В 2015 году сорт Шаганэ, позднего срока созревания, с высокой урожайностью, крупноплодностью (1,2 г), хорошим вкусом, хорошей самоплодностью (46,7 %), комплексной устойчивостью к почковому смородинному клещу (степень повреждения 1,0 балл) и к американской мучнистой росе (степень поражения 0,5 балла) [13].

В настоящее время основным методом селекции смородины чёрной является внутривидовая и межвидовая гибридизации с последующим индивидуальным отбором. В качестве исходного материала используются перспективные элитные формы и сорта селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, а также коллекционные сортообразцы различного географического и генетического происхождения. Для выявления источников ценных признаков для селекции коллекция сортов периодически пополняется и изучается в местных условиях.

Таким образом, в условиях Кировской области создается генетически разнообразный материал, совмещающий на оптимальном уровне большинство параметров, которые определяют адаптационные возможности и стабильность плодоношения смородины чёрной на Северо-Востоке европейской части Нечернозёмной зоны России.

Список литературы

1. Князев С.Д., Левгерова Н.С., Пикунова А.В., Салина Е.С., Чекалин Е.И., Янчук Т.В., Шавыркина М.А. Селекция чёрной смородины: методы, достижения, направления. Орёл: ВНИИСПК, 2016. 328 с.
2. Косолапова Г.Н. Задачи научного обеспечения садоводства на Северо-Востоке европейской части России на современном этапе // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2008. № 11. С. 66-69.
3. Салтыкова Т.И., Вахрушева Н.С., Софронов А.П. Влияние погодных условий на качественные показатели ягод элитных форм смородины чёрной селекции Федерального аграрного научного центра Северо-Востока // Садоводство и виноградарство. 2019. № 2. С. 5-9.
4. Салтыкова Т.И. Урожайность сортов чёрной смородины в условиях Кировской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2016. № 4. С. 52-57.
5. Пленкина Г.А. Некоторые результаты селекции и сортоизучения чёрной смородины в условиях Кировской области // Состояние и перспективы развития ягодоводства в России. Орёл, 2006. С. 238-241.
6. Пленкина Г.А., Фирсова С.В. История и современное состояние садоводства Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. № 3(34). С. 4-8.
7. Логинычева А.Г., Косолапова Г.Н., Пленкина Г.А. История и перспективы развития садоводства и селекции плодово-ягодных культур на Северо-Востоке Нечерноземной зоны России // Тр. НИИСХ Северо-Востока. Киров, 1995. Т.1. С. 69-72.
8. 110 лет Зональный НИИСХ Северо-Востока им.Н.В. Рудницкого 1895-2005 гг. Киров, 2005. 187 с.
9. Косолапова Г.Н., Пленкина Г.А., Русинов А.А. Использование генетического разнообразия в селекции смородины на устойчивость к мучнистой росе в условиях Кировской области // Новые методы селекции и создание адаптивных сортов сельскохозяйственных культур: результаты и перспективы. Киров, 1998. С. 37-38.
10. Салтыкова Т.И., Вахрушева Н.С., Софронов А.П. Изучение влияния погодных условий на поражение мучнистой росой смородины чёрной в Кировской области // Современное садоводство. 2018. № 2. С. 36-41.
11. Косолапова Г.Н., Пленкина Г.А., Русинов А.А. Состояние и перспективы селекции чёрной смородины в Кировской области // Аграрная наука Северо-Востока европейской части России на рубеже тысячелетий – состояние и перспективы. Т. 2. Киров, 2000. С. 91-95.
12. Пленкина Г.А., Салтыкова Т.И., Использование генетического разнообразия форм черной смородины в селекции на комплексную устойчивость к почковому сморозинному клещу (*Cecidophyopsis ribis* Westw.) и американской мучнистой росе (*Sphaerotheca mors uvae* (Schw. Berk)) в Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 5(48). С. 39-45.
13. Салтыкова Т.И., Софронов А.П. Комплексная оценка элитных форм смородины чёрной селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока // Аграрный Вестник Верхневолжья. 2018. № 4(25). С. 26-31.

ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЕЗА НА АНТИОКСИДАНТНУЮ СИСТЕМУ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ

О. А. Симонова

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

Аннотация. В статье приведены результаты исследования устойчивости растений ячменя к ионам железа(II) в дозах 2,6; 13,0 и 65,0 мг/л по антиоксидантной активности проростков и листьев. Большинство районированных сортов являются устойчивыми к кислотности почвы и повышенному содержанию в ней алюминия. В кислых почвах Кировской области содержится повышенное количество железа, что также может оказаться стрессовым фактором для развития растений. При воздействии неблагоприятных факторов у растений нарушаются биохимические процессы, в том числе происходит изменение антиоксидантной системы. Оценивали 6 сортов ячменя, в том числе 5 из коллекции лаборатории селекции и первичного семеноводства ячменя ФАНЦ Северо-Востока. В качестве стандарта использовали сорт Белгородский 100. Семена проращивали в водной культуре в течение 7 и 14 суток. Антиоксидантную активность (АОА) определяли в бикарбонатном буфере с добавлением адреналина. Было выявлено, что у сортов Белгородский 100 и Бионик в опыте с максимальной дозой железа (65,0 мг/л) произошло изменение антиоксидантной активности проростков и листьев. Концентрация ионов железа(II) 2,6 мг/л не оказала достоверного влияния на уровень АОА. Самыми устойчивыми к исследуемому фактору оказались сорта Фермер 198-12 и 29-11, а наиболее чувствительными – 346-09 и Форвард. Наибольшее повышение уровня АОА в опыте по сравнению с контролем зафиксировано у сорта Форвард (12,20 %). В целом увеличение антиоксидантной активности под действием стрессового фактора было незначительным и варьировало от 3 до 12 %. Все изученные сорта по исследуемому параметру отнесены к гиперчувствительным по положительному типу.

Ключевые слова: стрессовый фактор, железо, устойчивость, растения ячменя, антиоксидантная активность, доза, сорт, ростки, листья

EFFECT OF IRON ON THE ANTIOXIDANT SYSTEM OF BARLEY PLANTS

O. A. Simonova

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

Annotation. The article presents the results of a study of the resistance of barley plants to iron (II) ions in doses of 2.6; 13.0 and 65.0 mg / l according to the antioxidant activity of seedlings and leaves. Most zoned varieties are resistant to soil acidity and high aluminum content. The acidic soils of the Kirov region contain an increased amount of iron, which can also be a stress factor for plant development. Under the influence of unfavorable factors, biochemical processes, including changes in the antioxidant system, are disturbed in plants. 6 varieties of barley were evaluated, including 5 from the collection of the laboratory for selection and primary seed production of barley of the Federal Agricultural Research Center of the North-East. The Belgorod 100 variety was used as a standard. Seeds were germinated in the aquatic culture for 7 and 14 days. Antioxidant activity (AOA) was determined in bicarbonate buffer with the addition of adrenaline. It was found that in the varieties Belgorod 100 and Bionik in the experiment with a maximum dose of iron (65.0 mg/l), a change in the antioxidant activity

of seedlings and leaves occurred. The concentration of iron (II) ions of 2.6 mg/l did not significantly affect the level of AOA. Farmer 198-12 and 29-11 were the most resistant to the studied factor, and 346-09 and Forward were the most sensitive. The greatest increase in AOA level in the experiment compared with the control was recorded in the Forward cultivar (12.20 %). In general, the increase in antioxidant activity under the influence of a stress factor was not significant and varied from 3 to 12 %. All studied varieties, according to the studied parameter, are classified as hypersensitive in the positive type.

Key words: stress factor, iron, resistance, barley plants, antioxidant activity, dose, variety, sprouts, leaves.

Введение. Полноценное развитие растений во многом зависит от факторов среды. Отклонение условий среды от оптимальных для жизнедеятельности организмов могут приводить к торможению их роста, нарушению биохимических процессов и, как следствие, к снижению продуктивности и даже к их гибели [1, 2, 3]. Одной из ведущих мировых культур является ячмень. Это самая северная и скороспелая культура, поэтому значение ячменя особенно возрастает в северных регионах [4]. С другой стороны, ячмень наиболее чувствителен к стрессам [5]. Для дерново-подзолистых почв Кировской области основными неблагоприятными факторами для роста растений являются кислотность и высокое содержание ионов алюминия. Поэтому, большинство сортов ячменя адаптировано именно к данным почвенным факторам. Например, селекционные линии 29-11 и 346-09 отличаются высокой экологической стабильностью в конкурсном сортоиспытании [6]. Известно, что отрицательное действие кислотности почв на растения связано, в том числе, с высоким содержанием в них железа [7]. С одной стороны, этот элемент необходим для развития растений, с другой стороны, железо может оказывать на них отрицательное воздействие в случае избыточного содержания.

В настоящее время существует несколько параметров оценки устойчивости растений. Одним из них является антиоксидантная активность растений. Известно, что при действии неблагоприятных условий среды усиливается образование у растений активных форм кислорода (АФК), вызывающих окислительный стресс [8, 9]. К факторам, вызывающим в живых системах интенсификацию процессов образования АФК, относят и воздействие тяжелых металлов. Например, при высоком содержании железа в растениях может происходить образование пероксида водорода и появление гидроксильного радикала [10, 11].

Цель работы – оценка устойчивости разных сортов ячменя к повышенным концентрациям ионов железа(II): 2,6; 13,0 и 65,0 мг/л по параметру антиоксидантной активности ростков и листьев.

Материалы и методы. Объектами исследования служили растения ячменя сортов: 346-09; 12-29-11; Фермер 198-12; Форвард; Бионик из рабочей коллекции лаборатории селекции и первичного семеноводства ячменя ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Семена ячменя исследуемых сортов проращивали в водной культуре в лабораторных условиях. Семидневные растения выращивали в термостате при температуре 21-23 °С и отсутствии освещенно-

сти, 14-дневные – при естественной освещенности и комнатной температуре. В качестве стрессового воздействия использовали ионы железа(II). Исследовали действие следующих концентраций: 2,6; 13,0 и 65,0 мг/л действующего вещества (д. в.) в виде соли $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. При выращивании растений в течение 7-ми суток в качестве контроля использовали дистиллированную воду, 14-ти суток – питательный раствор Кнопа. Оценку устойчивости семидневных растений ячменя к токсическому действию ионов железа(II) проводили по антиоксидантной активности проростков, 14-дневных – по антиоксидантной активности листьев. Для определения антиоксидантной активности растений брали навеску свежих ростков и листьев массой 0,20-1,00 г, растирали в фарфоровой ступке, добавляли 10 мл бикарбонатного буфера (рН = 10,30-10,65). Полученный раствор фильтровали. Об антиоксидантной активности растений ячменя судили по их способности ингибировать аутоокисление адреналина и тем самым предотвращать образование активных форм кислорода (Сирота Т.В. Способ определения антиоксидантной активности супероксиддисмутазы и химических соединений. Заявка № 99103192 (003673), приоритет от 24.02.1999). Для этого к 3 мл бикарбонатного буфера добавляли 0,1 мл 0,1 %-го раствора адреналина гидрохлорида и измеряли оптическую плотность при длине волны 347 нм через 2 ч (ОП₁). Далее к 2 мл буфера добавляли 1 мл фильтрата и 0,1 мл 0,1 %-го раствора адреналина гидрохлорида с последующим определением оптической плотности (ОП₂).

Антиоксидантную активность (АОА) рассчитывали по формуле:

$$\text{АОА} = \frac{(\text{ОП}_1 - \text{ОП}_2) \times 100\%}{\text{ОП}_1}.$$

По значению величины АОА судили о наличии антиоксидантной активности (более 10 %). По изменению значений АОА подразделяли растения на 3 группы: дифферентные к стрессу (не изменяющие уровень АОА); гиперчувствительные по отрицательному типу (снижение уровня АОА); гиперчувствительные по положительному типу (повышение уровня АОА) [12].

Результаты и обсуждение. В результате исследования влияния ионов железа(II) на антиоксидантную активность 7-дневных проростков исследуемых сортов фиксировали её изменение по отношению к контролю только у трех сортов (табл.). У сортов Белгородский 100 и Бионик увеличение наблюдали только в варианте опыта с максимальной дозой элемента в среде (65,0 мг/л), а у сорта 346-09 – в двух вариантах опыта (13,0 и 65,0 мг/л). Остальные исследуемые сорта ячменя оказались металлоустойчивыми. По литературным данным, концентрация железа в почве 2,6 мг/кг является оптимальной для развития ячменя [7]. В нашем случае данная доза не оказала никакого влияния на уровень АОА проростков. В водных культурах при содержании железа(II) 4-5 мг/л происходит угнетение растений овса и яровой пшеницы, а при 10 мг/л – отмечают их гибель [13]. Как уже отмечалось выше, ячмень наиболее чувствителен к неблагоприятным факторам, но даже при дозе 65,0 мг/л ионов железа(II) только 3 сорта испытали незначительный стресс. Максимальное увеличение АОА ростков было отмечено у сорта 346-09 (5,47 %).

Таблица

Антиоксидантная активность растений ячменя в зависимости от дозы железа

Сорт	Доза железа, мг/л	Антиоксидантная активность, %			
		ростки	% от кон- троля	листья	% от кон- троля
Белгородский 100	0	93,12±0,72	-	91,96±2,63	-
	2,6	93,38±0,85	100,28	91,91±1,82	99,95
	13,0	93,43±1,06	100,33	90,88±1,90	98,83
	65,0	94,57±0,47*	101,56	96,99±0,86*	105,47
346-09	0	75,33±1,37	-	90,57±2,46	-
	2,6	75,64±2,16	100,41	91,69±2,02	101,24
	13,0	77,97±0,79*	103,50	91,74±1,27	101,29
	65,0	79,45±1,09*	105,47	92,92±1,23	102,59
Форвард	0	87,73±5,09	-	84,83±5,08	-
	2,6	89,01±2,77	101,46	87,92±1,34	103,64
	13,0	85,49±6,51	97,45	95,18±0,94*	112,20
	65,0	86,85±5,33	99,00	92,99±1,03*	109,62
Фермер 198-12	0	77,89±2,19	-	88,46±2,41	-
	2,6	75,25±2,90	96,61	88,36±3,00	99,89
	13,0	76,53±1,58	98,25	94,08±0,05*	106,35
	65,0	78,24±1,96	100,45	90,73±0,85	102,57
29-11	0	85,25±4,41	-	85,98±4,30	-
	2,6	83,03±3,13	97,40	88,76±2,52	103,23
	13,0	81,37±7,57	95,45	90,10±1,56	104,79
	65,0	86,29±4,03	101,22	90,30±0,85	105,02
Бионик	0	91,98±0,68	-	83,10±1,18	-
	2,6	91,77±0,99	99,77	85,59±0,74*	103,00
	13,0	93,69±1,17	101,86	86,73±4,70	104,37
	65,0	94,88±0,45*	103,15	91,04±0,89*	109,55

* - значения в опыте достоверно отличаются от контроля

Антиоксидантная активность листьев так же, как и проростков, увеличилась у сортов Белгородский 100 и Бионик при внесении максимальной дозы железа (65,0 мг/л) в среду для выращивания (см. табл.). Кроме этого, повышение АОА в листьях было отмечено у сорта Форвард в вариантах опыта 13,0 и 65,0 мг/л. Остальные сорта, в том числе и 346-09, по данному параметру отнесен к группе дифференциальных к стрессу растений. Отличия в изменении антиоксидантной системы в проростках и листьях ячменя связаны с тем, что ответ данной системы на один и тот же стрессор зависит не только от вида растений, но и от степени и продолжительности стрессового воздействия, возраста растений и условий их выращивания [11]. По имеющимся данным, одним из важнейших условий, определяющих биосинтез некоторых антиоксидантов у растений, например, аскорбиновой кислоты, рутина и др., является свет [14]. Наибольшее увеличение АОА листьев в опыте по сравне-

нию с контролем, в отличие от ростков, было отмечено у сорта Форвард. Кроме того, все изученные сорта, у которых наблюдали изменение значений исследуемого параметра как в проростках, так и в листьях отнесены к гиперчувствительным по положительному типу.

Заключение. Таким образом, ионы железа(II) в дозе 65,0 мг/л оказывают влияние на антиоксидантную систему как проростков, так и листьев некоторых сортов ячменя по сравнению с контролем. Самыми устойчивыми, дифференцированными к стрессу, оказались сорта Фермер 198-12 и 29-11. А наименее устойчивыми по изменению АОА проростков 7-дневных растений – сорт 346-09, листьев 14-дневных растений – сорт Форвард. Наибольшее изменение значений исследуемого параметра было отмечено у сорта Форвард (12,20 %). Все исследуемые сорта ячменя по изменению АОА отнесены к гиперчувствительным по положительному типу. Концентрация железа 2,6 мг/л, не оказала никакого достоверного влияния на антиоксидантную систему ячменя.

Список литературы

1. Гончарова Э.А. Изучение устойчивости и адаптации культурных растений к абиотическим стрессам на базе мировой коллекции генетических ресурсов. СПб: ГНУ ВИР, 2011. 336 с.
2. Vardhini B.V. Brassinosteroids are potential ameliorators of heavy metal stresses in plants // Plant Metal Interaction (Ed. P. Ahmad) Amsterdam: Elsevier, 2016. P. 209-237.
3. Зубкова О.А., Русских Е.А., Шихова Л.Н., Лисицын Е.М. Влияния ионов тяжелых металлов на систему донорно-акцепторных связей растений овса и ячменя // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 3. С. 42-47.
4. Родина Н.А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока; 2006. 488 с.
5. Щуплецова О.Н., Щенникова И.Н. Генетические источники селекции ячменя // Труды по прикладной ботанике, селекции и генетике. 2019. Т. 180(1). С. 82-88.
6. Щенникова И.Н., Кокина Л.П., Зайцева И.Ю. Экологическая стабильность сортов и селекционных линий ярового ячменя // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018. № 3. С. 85-90.
7. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Известкование почв (результаты 50-летних полевых опытов). СПб.: ГНУ ЛНИИСХ Россельхозакадемии; 2010. 254 с.
8. Paradiso A., Berardino R., de Pinto M.C., Sanita di Toppi L., Srotelli M. M., Tommasi F., de Gara L. Increase in the ascorbate-glutathione metabolism as local and precocious systemic responses induced by cadmium in durum wheat plants. // Plant Cell Physiol. 2008. V. 49. P. 362–374.
9. Казнина Н.М., Батова Ю.В., Титов А.Ф., Лайдинен Г.Ф. Роль отдельных компонентов антиоксидантной системы в адаптации растений *Elytrigia repens* (L.) Nevski к кадмию // Труды Карельского научного центра РАН. 2016. № 11. С. 17-26.
10. Шевякова Н.И., Ешинимаева Б.Ц., Парамонова Н.В., Кузнецов Вл.В. Влияние различных доз железа на развитие окислительного стресса и образование ферритина у растений хрустальной травки // Физиология растений. 2009. Т. 56(4). С. 518-529.
11. Антиоксидантные свойства культурных растений Калининградской области / Чупахина Г.Н., Масленников П.В., Скрыпник Л.Н. и др. Калининград: изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. 145 с.
12. Зеленков В.Н., Марков М.В., Лапин А.А. Антиоксидантный статус растений, выявленный при изучении экосистем Тамбовской области // Экологические аспекты жизнедеятельности человека, животных и растений. Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2017. С. 177-195.
13. Кураев В.Н. Влияние различных концентраций закисного железа в водной культуре на рост и развитие сельскохозяйственных растений // Агрохимия. 1966. С. 45-53.
14. Антиоксиданты растительных кормов / Чупахина Г.Н., Чупахина Н.Ю., Масленников П.В. и др. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта; 2019. 191 с.

НОВЫЙ СОРТ КАРТОФЕЛЯ ДАЧНИЦА

Н. Ф. Синцова¹, Н. Н. Башлакова²

¹Фаленская селекционная станция – филиал
Федерального аграрного научного центра Северо-Востока,
п. Фаленки, Кировская область, Российская Федерация

²Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. *Результатом селекционной работы по селекции картофеля на Фаленской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока стало создание нового сорта картофеля Дачница. Новый сорт был выделен из гибридной популяции Дина х 45-7-17, столового назначения. Куст средней высоты до высокого, полураскидистый, цветки белые. Клубни округло-овальной формы, окраска кожуры желтая, глазки мелкие, неокрашенные. Сорт относится к группе среднеранних сортов по срокам созревания с высокой потенциальной урожайностью – 46,9 т/га. Средняя урожайность за годы конкурсного сортоиспытания 2015-2018 гг. составила 34,3 т/га, стандарт Невский – 25,8 т/га, прибавка – 9,0 т/га, т.е. 134,9 %. В экологическом сортоиспытании сорт дал достоверную прибавку к стандарту Невский в Кирове в ФАНЦ Северо-Востока и Нижегородской сельскохозяйственной академии. Формирует от 9 до 14 клубней в гнезде со средней массой одного товарного клубня – 72-130 г. Новый сорт имеет хорошие вкусовые качества (3,9-4,6 балла), содержание крахмала за годы испытания в среднем составляли до 15,0 %, максимальное – 17,2 %. Окраска мякоти желтая, не темнеющая после резки и после варки. Содержание сухого вещества 17,7-24,5 %, белка – 1,4-1,9 %, витамина С – 10,0-21,3 мг/ %, редуцирующих сахаров – 0,2-0,4 %. Сорт устойчив к обычному патотипу рака и золотистой цистообразующей картофельной нематоды. Устойчивость листьев и клубней к фитофторозу в естественных условиях и при искусственном заражении средняя. Имеет среднюю до высокой полевую устойчивость к морщинистой и полосчатой мозаике. Сорт рекомендуется для возделывания в Волго-Вятском и Северном регионах.*

Ключевые слова: *картофель, сорт, гибридная популяция, устойчивость, золотистая картофельная нематода, урожайность.*

NEW POTATO VARIETY DACHNITSA

N. F. Sintsova¹, O. N. Bashlakova²

¹Falenki Breeding Station - branch of FARC of the North-East
Falenki, Russian Federation,

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

Annotation. *The result of the breeding work in potato breeding at Falenkian breeding station, a branch of the FARC of the North-East, was the creation of new varieties of potato Dachnitsa. The new variety was isolated from the hybrid population of Dina x 45-7-17. Table purpose. Shrub of medium height to high, semi-spreading, white flowers. Tubers are round-oval in shape, the skin color is yellow, the eyes are small, unpainted. The variety belongs to the group of medium-early varieties in terms of maturation with a high potential yield of 46.9 t/ha. The average yield for the years of competitive variety testing in 2015-2018 was 34.3 t/ha, standard Nevsky-25.8 t/ha, increase-9.0 t/ha, i.e. 134.9 %. In ecological variety testing, the va-*

riety gave a reliable increase to the standard Nevsky in Kirov in the FANC of the North-East and the Nizhny Novgorod agricultural Academy. Forms from 9 to 14 tubers in a nest with an average mass of one commercial tuber-72-130 g. The new variety has good taste qualities (3,9-4,6 points), the starch content for the years of testing on average is up to 15,0 %, the maximum – 17,2 %. The flesh color is yellow, not darkening after cutting and cooking. The content of dry matter is 17.7-24.5 %, protein-1.4-1.9 %, vitamin C-10.0-21.3 mg/%, reducing sugars-0.2-0.4 %. The variety is resistant to the usual pathotype of cancer and Golden cyst-forming potato nematode. The resistance of leaves and tubers to late blight in natural conditions and with artificial infection is average. It has medium to high field resistance to wrinkled and banded mosaics. The variety is recommended for cultivation in the Volga-Vyatka and Northern regions.

Keywords: *solanum tuberosum*, variety, hybrid population, stability, Golden potato nematode, yield

Введение. Картофель – одна из основных продовольственных культур. Только на продовольственные цели картофеля в России необходимо около 14 млн т, а общая потребность составляет 26 млн т [1]. Посевные площади картофеля в промышленном секторе картофелеводства России в 2019 году, по предварительным данным Росстата, в хозяйствах всех категорий составили 302,3 тыс. га. Но площади под картофелем сокращаются как у крупных сельхозпроизводителей [2] на 2,7 % (8,5 тыс. га), так и в ЛПХ. Несмотря на сокращение площадей валовый сбор картофеля в России растет (данные по сельхозорганизациям и крестьянско-фермерским хозяйствам, без учета данных по хозяйствам населения) и в 2019 году составил 7 554,4 тыс. тонн за счет повышения урожайности [3]. Прогресс в повышении урожайности картофеля, оптимальных биохимических и технологических качеств, устойчивости к болезням может обеспечить внедрение новых сортов картофеля, адаптированных к местным условиям выращивания [4]. Короткий безморозный вегетационный период Кировской области и недостаточная сумма активных температур диктуют необходимость создания сортов картофеля ранней и среднеранней групп созревания. Устойчивость картофеля к болезням и вредителям – одна из мер, предупреждающих потери урожая от фитопатогенов. Золотистая картофельная нематода (*Globodera rostochiensis* Woll.) приносит наиболее ощутимый вред в личных подсобных хозяйствах. Несоблюдение карантинных мер может привести к заносу цист на поля крупных товаропроизводителей. Надежный заслон заражению участков земли золотистой картофельной нематодой может обеспечить выращивание нематодоустойчивых сортов картофеля [5]. Для решения задачи комплексной устойчивости новых сортов к патогенам специалисты рекомендуют правильный подбор всесторонне изученных родительских форм, включая использование межвидовых гибридов [6].

Цель исследований – создание сорта картофеля среднеранней группы спелости столового назначения с урожайностью 35-40 т/га, с хорошими вкусовыми и товарными качествами, устойчивого к золотистой картофельной нематодой.

Материалы и методы. Селекционная работа была выполнена на полях селекционного севооборота Фаленской селекционной станции – филиала ФАНЦ Северо-Востока. Почва участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая по механическому составу. Содержание гумуса составляет 2,45 %, pH – 5,3. Подвижного фосфора в почве содержится 307,1 мг/кг почвы, обменного калия – 265,5 мг/кг почвы. Основным методом в селекции картофеля – искусственная гибридизация в сочетании с клоновым отбором и выращивание на высоком агрофоне. Селекционная работа и оценка устойчивости к болезням проводится согласно «Методики исследований по культуре картофеля» (1967) и «Методическим указаниям по технологии селекционного процесса картофеля» (2006). За стандарты приняты районированные сорта, утвержденные в качестве стандартов Госкомиссией по сортоиспытанию в Кировской области: Удача (ВНИИ картофельного хозяйства) – раннеспелый, Невский (Северо-Западный НИИСХ) – среднеранний, Чайка (Фаленская селекционная станция) – среднеспелый. Устойчивость к карантинным объектам – рак картофеля, картофельная нематода определяется на провокационном фоне ВНИИКС. Степень пластичности созданного материала определяется проведением экологического испытания в опытных учреждениях и на гос-сортучастках Волго-Вятского региона. Оценка селекционного материала (питомник конкурсного сортоиспытания) по биохимическим показателям проводится в лаборатории агрохимии и качества зерна Фаленской селекционной станции.

Погодные условия в период исследований отличались разнообразием, что позволило всесторонне изучить новый селекционный материал. Колебания гидротермического коэффициента (ГТК) за последнее десятилетие составили от 0,70 до 1,67. По данным Фаленской метеостанции, средняя сумма осадков составила 255 мм, ГТК = 1,58 за вегетационный период.

Результаты и обсуждение. Сорт Дачница создан в лаборатории селекции картофеля Фаленской селекционной станции методом искусственной гибридизации и клоновым отбором из гибридной популяции Дина х 45-7-17.

Сорт выделен за высокую продуктивность и устойчивость к золотистой картофельной нематоде. Куст средней высоты до высокого, промежуточного типа полураскидистый, 4-5 стебельный, слабоветвистый. Главный стебель коленчатой формы, средней толщины, ребристый, антоциановая окраска отсутствует. Лист большой величины, рассеченность промежуточная, светло-зеленый. Размер листочка большой, средний по ширине, плющелистность отсутствует, волнистость отсутствует. Глубина жилок мелкая, антоциановая окраска отсутствует, глянецвитость средняя, опущенность слабая, листочек овальной формы.

Цветение обильное, кратковременное. Соцветие компактное средне-цветковое, цветок средней величины, белой окраски. Ягодообразование редкое.

Клубни округло-овальной формы, окраска кожуры желтая, глазки мелкие, неокрашенные. Этиолированные ростки зеленые без антоцианового окрашивания.

Сорт относится к группе среднеранних сортов по срокам созревания с высокой потенциальной урожайностью – 46,9 т/га. Средняя урожайность за годы конкурсного сортоиспытания 2015-2018 гг. составила 34,3 т/га, стандарт Невский – 25,8 т/га, прибавка – 9,0 т/га, или 134,9 % (табл. 1). Формирует от 9 до 14 клубней в гнезде со средней массой одного товарного клубня – 72-130 г.

Таблица 1

**Урожайность картофеля сорта Дачница в конкурсном сортоиспытании, т/га
(2015-2019 гг.)**

Сорт	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее
St Невский	30,6	16,7	24,2	25,2	32,1	25,8
Дачница	46,9*	21,6*	25,8	34,6*	42,8*	34,3
НСР ₀₅	8,5	3,0	2,9	4,3	7,4	

* - достоверно на 0,05 %-ном уровне значимости

У сорта Дачница высокий первоначальный уровень продуктивности, но в дальнейшем по темпам прироста клубневой массы сорт находится на уровне среднеранних, тогда как ранние сорта снижают скорость увеличения клубневой массы, а среднепоздние сорта, наоборот, увеличивают (табл. 2).

Таблица 2

**Урожайность картофеля сорта Дачница
на 60-й день после посадки, т/га (2015-2019 гг.)**

Сорт	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее
Дачница	17,4	7,3	17,5	7,6	14,2	11,4
St Невский	13,9	6,1	17,1	6,5	7,1	10,0

В экологическом сортоиспытании сорт дал достоверную прибавку к стандарту Невский в Кирове в ФАНЦ Северо-Востока и Нижегородской сельскохозяйственной академии (табл. 3).

Таблица 3

**Урожайность картофеля сорта Дачница в экологическом испытании, т/га
(2016-2018 гг.)**

Сорт	Фаленская селекционная станция			ФАНЦ Северо-Востока		Нижегородская сельскохозяйственная академия		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Дачница	21,6*	25,8	34,6*	16,2	23,9*	35,5*	16,9*	29,4
St Невский	16,7	24,2	25,2	16,4	15,3	29,0	13,2	28,8
НСР ₀₅	3,0	2,9	4,3	4,0	4,9	2,4	2,1	-

* - достоверно на 0,05 %-ном уровне значимости

Новый сорт имеет хорошие вкусовые качества (3,9-4,6 балла), St Невский – 3,2-4,0 балла, среднее содержание крахмала за годы испытания составило 15,0 %, максимальное 17,2 %. Окраска мякоти желтая, не темнеющая после резки и варки. Содержание сухого вещества 17,7-24,5 %, белка – 1,4-1,9 %, витамина С – 10,0-21,3 мг/%, редуцирующих сахаров – 0,2-0,4 %.

Сорт устойчив к обычному патотипу рака и золотистой цистообразующей картофельной нематоды. Устойчивость листьев и клубней к фитофторозу в естественных условиях и при искусственном заражении средняя. Имеет среднюю до высокой полевою устойчивость к морщинистой и полосчатой мозаике.

Выводы. Результатом выполнения научной программы по селекции картофеля стало создание нового нематодоустойчивого сорта картофеля Дачница. Сорт столовый, среднеранний, высокоурожайный. Сорт рекомендуется для возделывания в Волго-Вятском и Северном регионах.

Список литературы

1. Жевора С.В., Анисимов В.В., Овэс Е.В., Янющкина Н.А. Картофелеводство России: итоги, прогнозы, приоритеты развития отрасли // Картофелеводство: Материалы научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля». М., 2018. С. 3-5.
2. Итоги года – 2019: Рынок картофеля // Картофелеводство. 1046. 10.01.2020. Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/potatoes/itogi-goda-2019-rynok-kartofelya.html>
3. Россия может резко увеличить урожай товарного картофеля // Новости АПК. 371. 17.08.2018. Режим доступа: <https://agrovesti.net/news/indst/rossiya-mozhet-rezko-uvlichit-urozhaj-tovarnogo-kartofelya.html>
4. Сорта картофеля российской селекции / ред. Е.А. Симаков. Москва. 2018. 120 с.
5. Хютти А.В., Антонова О.Ю., Мироненко Н.В., Гавриленко Т.А., Афанасенко О.С. Устойчивость картофеля к карантинным болезням // Вавиловский журнал селекции и генетики. 2017. Т. 21. № 1.
6. Симаков Е.А., Жарова В.А., Митюшкин А.В., Бирюкова В.А., Рогозина Е.В., Киру С.Д. Использование генетических ресурсов картофеля для повышения эффективности селекции // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2017. Т. 178(2). С. 113-121.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ЯРОВОГО ОВСА СОРТА САПСАН

О. М. Снизирева¹, Г. А. Усова^{1,2}

¹Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого, г. Киров, Российская Федерация,

²Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. Производство зерновых создает экономическую базу для развития сельского хозяйства. Увеличение урожайности зерновых культур и улучшение качества получаемой продукции – главная задача сельского хозяйства. Взаимосвязь растений в агроценозе носит непостоянный характер, зависящий от многих факторов. Главной задачей для получения высоких урожаев является создание такого посева, в котором бы максимально раскрывались потенциальные возможности фотосинтетической деятельности растений в агроценозе. Этого можно добиться при создании благоприятных условий для роста и развития растений. Решение этого вопроса связано с освоением наукоемких, энергосберегающих технологий возделывания, важной частью которых в современном мире становится применение на зерновых культурах регуляторов роста. Регуляторы роста стимулируют активность ключевых ферментов фотосинтеза, способствуют повышению интенсивности ростовых, формообразовательных процессов и продуктивности растений. Цель исследований – изучить влияние регуляторов роста на фотосинтетический аппарат сорта ярового овса Сапсан. Исследования проведены в 2019 г. в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Объектом изучения являлись пестицид (Бункер) и регуляторы роста (Альбит, Эмистим Р), овес (Сапсан). Системный химический протравитель Бункер, регуляторы роста Эмистим Р и Альбит использовали для обработки семян самостоятельно и в составе смесей. Для обработки посевов использовали регуляторы роста Эмистим Р и Альбит в вариантах с предварительной обработкой семян и без их обработки. Опыт закладывался на делянках площадью 1,8 м², в четырехкратной повторности. По результатам исследований овса Сапсан отмечено увеличение общей площади листьев, флагового и подфлагового листьев во всех вариантах опыта. Наибольший прирост показателей по сравнению с контролем наблюдали в вариантах ОП Эмистим Р, ОС + ОП Альбит и ОС Бункер + Альбит + ОП Альбит. Во всех опытных вариантах в фазу выхода в трубку было отмечено увеличение количества хлорофиллов а и b и каротиноидов. В фазу цветения произошло снижение показателей в вариантах ОС Бункер + Эмистим Р, ОС Бункер + Альбит, ОС Бункер + Эмистим Р + ОП Эмистим Р, ОС Бункер + Альбит + ОП Альбит. Наибольшие значения отмечены в вариантах: ОС + ОП Альбит (фаза выхода в трубку) и ОС Эмистим Р, ОП Эмистим Р, ОП Альбит (фаза цветения). Максимальные показатели ЧПФ достигались в межфазный период вымётывание – цветение и варьировали по вариантам опыта. Максимальные показатели отмечены в вариантах ОС Бункер и ОП Эмистим Р.

Ключевые слова: фотосинтетический аппарат, овес, площадь листьев, пигменты, регуляторы роста

THE INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON THE PHOTOSYNTHETIC APPARATUS OF SPRING OATS CV. SAPSAN

O. M. Snigireva¹, G. A. Usova^{1,2}

¹Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation,

²Vyatka State Agricultural Academy, Kirov, Russian Federation

Annotation. Grain production provides the economic basis for the development of agriculture. Increasing grain yield and improving the quality of the products is the main task of agriculture. The relationship of plants in agrocenosis is intermittent, depending on many factors. The main task to obtain high yields is the establishment of such planting, which would best reveal the potential photosynthetic activity of plants in agrocenosis. This can be achieved by creating an enabling environment for the growth and development of plants. The solution to this issue is associated with the development of science-intensive, energy-saving technologies of cultivation, an important part of which in today's world getting application on crops of growth regulators. Growth regulators stimulate activity of key enzymes of photosynthesis, enhance the intensity of growth, morphogenetic processes, and plant productivity. The purpose of the research was to study the effect of growth regulators on the photosynthetic apparatus varieties of spring oats Peregrine Falcon. Studies conducted in 2019 in FEDERAL PANTS the North-East. The object of the study were pesticide (Bunker) and growth regulators (Albite, Emistim R), oats (Peregrine Falcon). System chemical disinfectant Bunker, growth regulators of Emistim R and Albite. Used for seed treatment alone and in mixtures For the treatment of crops used growth regulators of Emistim R and Albite in the pre-treatment of seeds and their processing. The experience was laid on the plots with area of 1.8 m², in four replications. The results of studies of oats Peregrine was an increase in total leaf area, flag leaf and podlahoveho in all variants of experience. The largest increase in performance compared with the control was observed in the variants of Emistim OP P OS + OP Albite and OS Hopper+Albite+OP Albite. In all experimental variants in the phase of elongation increased amounts of chlorophylls a and b and the spectrum of tomato carotenoids. The flowering phase there was a decrease of indicators in the options OS the Bunker + Emistim R, OS Bunker + Al, OS the Bunker + Emistim R + OP Emistim R, OS Hopper + Albite + OP Albite. The highest values occur in versions: OS + OP Albite (phase of elongation) and OS Emistim R, OP Emistim R, OP Albite (flowering phase). Maximum chpf was achieved in the interphase period the inflorescence emerge – flowering, and varied according to variants of experience. Maximum values are noted in the options OS the Bunker and OP Emistim R.

Keywords: photosynthetic apparatus, oats, leaf area, pigments, growth regulators

Введение. Производство зерновых создает экономическую базу для развития сельского хозяйства. Увеличение урожайности зерновых культур и улучшение качества получаемой продукции – главная задача растениеводства. Взаимосвязь растений в агроценозе носит непостоянный характер, зависящий от многих факторов. Для получения высоких урожаев необходимо создание такого посева, в котором бы максимально раскрывались потенциальные возможности фотосинтетической деятельности растений. Этого можно добиться при создании благоприятных условий для роста и развития растений. Решение данного вопроса связано с освоением наукоемких, энергосберегающих технологий возделывания, важной частью которых в современном мире становится применение на зерновых культурах регуляторов роста

[1]. Регуляторы роста стимулируют активность ключевых ферментов фотосинтеза, способствуют повышению интенсивности ростовых, формообразовательных процессов и продуктивности растений [2, 3, 4, 5].

Продуктивность растений определяет величина их общей биомассы, либо ее хозяйственно ценной части, зависит от уровня реализации разнообразных функций организма, среди которых важную роль играют фотосинтетическая деятельность и утилизация ассимилятов для построения структурных частей растения. Одним из показателей фотосинтетической деятельности является площадь листовой поверхности, при помощи которой растения улавливают энергию солнечной радиации и в процессе фотосинтеза преобразуется в энергию органического вещества [6].

Фотосинтетической активностью фактически обладают все хлорофиллсодержащие органы растений, но определяющую роль в формировании урожая у зерновых культур играют подфлаговый и флаговый листья [4]. Исследования [7] указывают, что более продуктивным может быть то растение, которое отличается менее интенсивным фотосинтезом, но больший процент ассимилятов использует на образование листьев и формирует большую ассимиляционную поверхность. Поэтому очень важно агротехническими мероприятиями в наиболее короткие сроки обеспечить формирование оптимальной площади листьев растений. Имеется немало указаний в литературе, что с увеличением ассимиляционной площади листьев увеличивается урожайность. Однако положительная связь этих двух процессов имеет предел, при котором большая листовая поверхность из-за взаимного затенения снижает интенсивность фотосинтеза, в результате чего увеличивается непродуктивная часть урожая и уменьшается продуктивная. Опрыскивание растений препаратами в период вегетации способствует развитию более крупной листовой пластины, увеличению содержания хлорофилла [1, 8].

Цель исследований – изучить влияние регуляторов роста и пестицида Бункер на фотосинтетический аппарат ярового овса сорта Сапсан.

Материалы и методы. Исследования проведены в 2019 г. в ФАНЦ Северо-Востока. Объектом изучения являлись пестицид Бункер и регуляторы роста Альбит, Эмистим Р, овес пленчатый Сапсан.

Для обработки семян (ОС) самостоятельно и в составе смесей использовали: системный химический протравитель Бункер, ВСК (норма применения 0,4 л/т), регуляторы роста Эмистим Р (0,01 г/л продуктов метаболизма симбионтного гриба *Acremonium lichenicola*, элиситор) 1 мл/т и 1 мл/га в чистом виде и 0,5 мл/т при совместном применении с химическим протравителем и Альбит, ТПС (биофунгицид, антистрессант) – 40 мл/т, 40 мл/га в чистом виде и 20 мл/т в сочетании с химическим протравителем. Для обработки посевов (ОП) использовали регуляторы роста Эмистим Р и Альбит в вариантах с предварительной обработкой семян и без их обработки.

Опыт закладывался на делянках площадью 1,8 м² в четырехкратной повторности. Посев кассетной сеялкой СКС-6-10. Семена обрабатывали за день до посева, растения опрыскивали в фазу кушения. В фазы кушения и выметывания проводили измерение высоты и веса 15 растений с каждой повторности, а в фазу выметывания еще и площади флаговых листьев. Количественную оценку пигментов осуществляли после фотометрического анализа вытяжек флаговых листьев на спектрофотометре UVmini-1240 (SHIMADZU Corporation, Japan) при длинах волн 470, 644,8, 661,6 нм. Выделение пигментов и расчет их содержания проводили по методике [9].

Для статистической обработки данных использовали пакет селекционно-ориентированных и биометрико-генетических программ Agros версия 2.07 и прикладных программ Microsoft Excel из стандартного набора Microsoft Office.

Результаты и обсуждение. Овес Сапсан был отзывчив на использование препаратов. Увеличение общей площади листьев, флагового и подфлагового листьев отмечено во всех вариантах с применением препаратов опыта. Наибольший прирост показателей по сравнению с контролем наблюдали в вариантах ОП Эмистим (50,1 см², 22,3 см², 23,3 см² соответственно), ОС + ОП Альбит (50,9 см, 18,9 см, 21,3 см) и ОС Бункер + Альбит + ОП Альбит (55,2 см², 20,3 см², 21,5 см²) (табл. 1).

Таблица 1

Площади листьев растений в зависимости от обработки препаратами, см²

Вариант*	Главный стебель		Флаговый лист		Подфлаговый лист	
	показатель	к контролю	показатель	к контролю	показатель	к контролю
1(К)	26,7	-	12,1	-	12,5	-
2	37,4	10,7	13,4	1,3	18,4	5,9
3	40,3	13,6	13,7	1,6	18,3	5,8
4	46,2	19,5	18,8	6,7	22,7	10,2
5	47,1	20,4	12,9	0,8	20,2	7,7
6	47,5	20,8	13,2	1,1	14,5	2,0
7	50,1	23,4	22,3	10,2	23,3	10,8
8	44,8	18,1	14,7	2,6	20,5	8,0
9	47,2	20,5	16,5	4,4	25,2	12,7
10	50,9	24,2	18,9	6,8	21,3	8,8
11	44,6	17,9	13,2	1,1	19,1	6,6
12	55,2	28,5	20,8	8,7	21,5	9,0

* 1(К) – контроль – семена без обработки, посева без обработки, 2 – ОС Бункер, 3 – ОС Эмистим, 4 – ОС Альбит, 5 – ОС Бункер + Эмистим, 6 – ОС Бункер + Альбит, 7 – ОП Эмистим, 8 – ОП Альбит, 9 – ОС и ОП Эмистим, 10 – ОС и ОП Альбит, 11 – ОС Бункер + Эмистим, ОП Эмистим, 12 – ОС Бункер + Альбит, ОП Альбит,

Измерения морфологических показателей флагового листа в фазу выметывания позволили оценить влияние регуляторов роста на урожайность

овса. Площадь флагового листа – информативный признак. Отмечен достоверный коэффициент корреляции площади флагового листа с урожайностью ($r = 0,62$).

По результатам анализа структурной организации фотосинтетического аппарата листьев во всех опытных вариантах в фазу выхода в трубку наблюдали увеличение содержания хлорофиллов *a* и *b*, каротиноидов.

В сравнении с контрольным вариантом наименьшие показатели каротина (*Car*), *Chl a*, *Chl b* были отмечены в вариантах с обработкой семян пестицидом Бункер (фаза выхода в трубку). В фазу цветения произошло снижение показателей в вариантах ОС Бункер + Эмистим Р, ОС Бункер + Альбит, ОС Бункер + Эмистим Р + ОП Эмистим Р, ОС Бункер + Альбит + ОП Альбит. Наибольшие значения отмечены в вариантах: ОС + ОП Альбит (фаза выхода в трубку) и ОС Эмистим Р, ОП Эмистим Р, ОП Альбит (фаза цветения) (табл. 2).

Таблица 2

Содержание пигментов во флаговых листьях растений в вариантах опыта

Вариант*	Фаза выхода в трубку					Фаза цветения				
	<i>Chl a</i>	<i>Chl b</i>	<i>Car</i>	<i>Chl a/b</i>	<i>Chl / Car</i>	<i>Chl a</i>	<i>Chl b</i>	<i>Car</i>	<i>Chl a/b</i>	<i>Chl / Car</i>
1(К)	0,75	0,24	0,45	3,57	2,18	6,66	3,49	1,98	1,91	5,13
2	0,71	0,57	0,36	1,23	3,60	7,52	3,76	2,25	2,00	5,02
3	1,84	1,24	0,88	1,56	3,54	8,50	5,19	2,27	1,64	6,06
4	1,35	0,75	0,71	1,81	2,96	6,45	3,48	1,91	2,21	4,54
5	2,56	1,09	1,16	2,87	3,22	5,80	2,94	1,72	1,98	5,08
6	2,27	1,03	1,02	2,26	3,20	6,26	3,14	1,89	2,02	5,48
7	3,68	1,79	1,55	2,08	3,53	8,32	4,76	2,24	1,75	5,84
8	3,47	1,77	1,40	1,97	3,72	8,50	5,07	2,20	1,68	6,17
9	4,32	2,09	1,69	2,12	3,71	7,05	3,82	2,00	1,86	5,42
10	5,82	3,41	1,98	1,72	4,77	6,75	3,26	2,03	2,08	4,94
11	3,42	1,69	1,41	2,09	3,56	5,66	2,52	1,85	2,26	4,42
12	3,37	1,52	1,43	2,31	3,34	5,34	2,25	1,84	2,41	4,11

*см. табл.1

Весовое соотношение хлорофиллов и каротиноидов является индикатором “зелености” растений. В норме это соотношение у листьев на прямом солнечном свете находится в пределах 4,2...5,0 [9]. У сорта Сапсан соотношение хлорофиллов и каротиноидов в фазу выметывания было в норме только в варианте ОС + ОП Альбит. В фазу же цветения показатель был в пределах 4,17-6,17 мг/г сухой массы.

Ведущая роль в формировании урожайности принадлежит чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ), которая характеризует активность работы

ассимиляционной поверхности листьев в течение вегетации. Продуктивность фотосинтеза широко изучается в различных почвенно-климатических условиях для выяснения факторов, способствующих повышению продуктивности культурных растений и лимитирующих ее продуктивность [7].

Результаты показывают, что в среднем за годы исследований в течение вегетации ярового овса чистая продуктивность фотосинтеза изменялась по восходящей кривой. Величина ЧПФ в посевах существенно варьировала в зависимости от применения препаратов (рис.). В межфазный период кущение-выход в трубку показатели ЧПФ были невысокие и по вариантам опыта составляли 3,7-6,2 г/м²сутки, что объясняется недостаточной интенсивностью фотосинтеза в молодых листьях.

Максимальные показатели ЧПФ достигались в межфазный период выметывание – цветение и варьировали по вариантам опыта. Максимальные показатели отмечены в вариантах ОС Бункер (8,1 г/м² сут) и ОП Эмистим (8,0 г/м² сут).

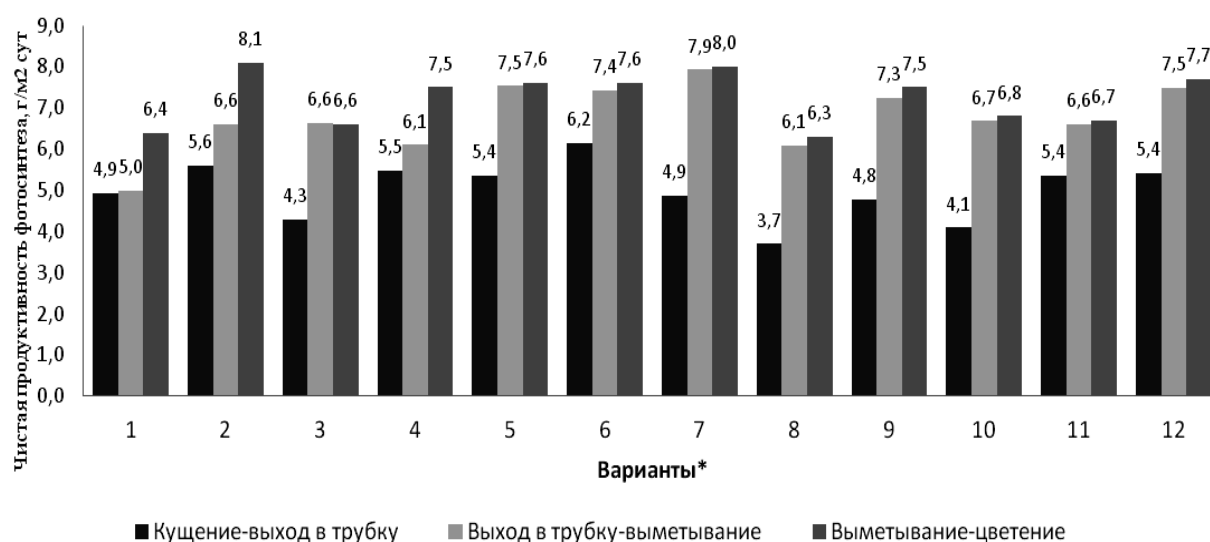


Рис. Чистая продуктивность фотосинтеза ярового овса Сапсан

Заключение. В исследованиях установлено положительное влияние регуляторов роста на фотосинтетический аппарат ярового овса Сапсан. Площадь листьев главного стебля, флагового и подфлагового листьев достоверно увеличивалась относительно контроля в вариантах обработки семян баковой смесью Бункер + Альбит с последующей обработкой посевов Альбит, при обработке семян и посевов регулятором роста Альбит и в варианте с обработкой посевов регулятором роста Эмистим Р. Отмечен достоверный коэффициент корреляции между площадью листьев и урожайностью ($r = 0,62$). Во флаговых листьях в фазу выхода в трубку наблюдали увеличение содержания хлорофиллов *a* и *b* и каротиноидов во всех вариантах опыта. В фазу цветения наблюдали снижение показателей в вариантах ОС Бункер + Эмистим Р, ОС Бункер + Альбит, ОС Бункер + Эмистим Р + ОП Эмистим Р,

ОС Бункер + Альбит + ОП Альбит. Наибольшие значения отмечены в вариантах: ОС + ОП Альбит (фаза выхода в трубку) и ОС Эмистим Р, ОП Эмистим Р, ОП Альбит (фаза цветения).

Список литературы

1. Беляев Н.Н., Дубинкина, В.В. Корякин В.В. Перспективы предпосевной обработки регуляторами роста семян ярового ячменя в Тамбовской области // Вестник Тамбовского Государственного университета. 2011. Т. 16. вып. 3. С. 919-922.
2. Карпова Г.А., Теплицкая Д.Г., Формирование листового аппарата растений яровой мягкой пшеницы Экада 113 в агроклиматических условиях Пензенской области при использовании регуляторов роста // Международный журнал естественных и гуманитарных наук. 2019. № 7-2. С. 53-57.
3. Хисамова К.Ч., Яшин Е.А., Куликова А.Х. Формирование посевов и урожая ячменя в зависимости от применения в системе удобрения соломы и биологического препарата Байкал ЭМ-1 // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 2(34). С. 65-73.
4. Белопухов С.Л., Бугаев П.Д., Ламмас М.Е., Прохоров И.С. Влияние биопрепаратов на фотосинтетическую деятельность ячменя. // Агрохимический вестник. 2013. № 5. С. 19-21.
5. Вологжанина Е.Н., Баталова Г.А., Лисицын Е.М. Влияние обработки семян и посевов препаратами на кормовую продуктивность и фотосинтетический аппарат голозерного овса сорта Вятский // Аграрный вестник Верхневолжья. 2016. № 1. С.5-10.
6. Ерошенко Ф.В. Особенности фотосинтетической деятельности сортов озимой пшеницы. Ставрополь: Сервисшкола, 2006. 200 с.
7. Никитин С.Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах и динамика ростовых процессов при применении биологических препаратов // Успехи современного естествознания. 2017. № 1. С. 33-38.
8. Дорожкина Л.А., Пузырьков П.Е., Добреева Н.И., Рыбина В.Н. Циркон, эпин-экстра и силиплант в инновационных технологиях возделывания зерновых культур // Зерновое хозяйство России. 2011. № 4 (16). С. 40-45.
9. Lichtenthaler H.K., Bushmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. 2001. F4.3.1- F4.3.8.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯЧМЕНЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ХИМИЧЕСКОГО МУТАГЕНА ФОСФЕМИДА

Н. В. Тетянников¹, Н. А. Боме², Л.И. Вайсфельд³

¹Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства, г. Москва, Россия,

²Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия,

³Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля
Российской Академии наук, г. Москва, Россия

Аннотация. В настоящей статье показана возможность применения химического мутагена фосфемиды для расширения границ отбора высокопродуктивных форм ячменя. Исследование проведено в период 2016-2018 гг. на экспериментальном участке биостанции «Озеро Кучак» Тюменского государственного университета. Установлена реакция трёх образцов ячменя Зерноградский 813 (var. erectum), Dz02-129 (var. nigripallidum), С.И. 10995 (var. sinicum), принадлежащих к двум подвидам и трём ботаническим разновидностям, на обработку водным раствором мутагена в двух концентрациях (0,002 и 0,01 %) по таким признакам, как длина колоса, число продуктивных стеблей, масса зерна с растения, масса 1000 зёрен. Выявлены различия между образцами по проявлению хозяйственных признаков. Увеличение длины колоса отмечалось при концентрации 0,002 %, высокая доза отрицательно сказалась на проявлении данного признака. Обработка низкой концентрацией фосфемиды способствовала увеличению числа продуктивных стеблей у Dz02-129 и С.И. 10995, а также массы зерна с растения у Dz02-129 и Зерноградский 813. Более высокая концентрация в ряде случаев положительно повлияла на массу 1000 зёрен в двух поколениях, наибольшее увеличение (на 26,0 %) отмечено у С.И. 10995 в варианте опыта с 0,01 % концентрацией. Показаны различия корреляционных связей в зависимости от генотипа и концентрации мутагена по изучаемым признакам. Наибольшая взаимосвязь у всех образцов наблюдалась между числом продуктивных стеблей и массой зерна с растения ($r = 0,71-0,86$ в варианте опыта с 0,002 % концентрацией, и $r = 0,48-0,85$ – при 0,01 %). Получены мутантные популяции, различающиеся по частоте и спектру мутаций. Выделены перспективные формы ячменя, которые могут быть использованы в качестве исходного материала в селекционных программах.

Ключевые слова: ячмень, индуцированные мутации, мутационная селекция, химический мутаген, корреляция, продуктивность

VARIABILITY OF BARLEY PRODUCTIVITY ELEMENTS UNDER THE INFLUENCE OF THE CHEMICAL MUTAGEN PHOSPHEMIDE

N. V. Tetyannikov¹, N.A. Bome², L.I. Weisfeld³

¹All-Russian Institute of Horticulture and Nursery, Moscow, Russia,

²University of Tyumen, Tyumen, Russia,

³Emanuel Institute of Biochemical Physics, Moscow, Russia

Annotation: This article shows the possibility of using the chemical mutagen phosphemide to expand the boundaries of the selection of highly productive forms of barley. The study was conducted in the period 2016-2018 at the Experimental Plot on the "Kuchak Lake" Biostation, Tyumen State University. The reaction of three samples of barley Zernogradsky 813 (var. erectum), Dz02-129 (var. nigripallidum), С.И. 10995 (var. sinicum) on treatment with an aqueous solution of mutagen in two concentrations (0.002 % and 0.01 %)

was established regarding characters the length ear, number of productive stems, weight of grain per plant, and weight of 1000 grains. Differences between samples by the manifestation of economically valuable characters were revealed. An increase in the ear length was observed under the action of mutagen at a concentration of 0.002 %. A high dose negatively affected on the manifestation of this character. The treatment by low concentration phosphemide contributed to an increase of the number of productive stems in samples Dz02-129 and C.I. 10995, and of the mass of grain from the plant in samples Dz02-129 and Zernogradsky 813 was observed. A higher concentration of phosphemide (0.01 %) in some cases had a positive effect on the mass of 1000 grains in two generations, the largest increase (26.0 %) was observed in sample C.I. 10995. Differences in correlation relationships depending on the genotype and mutagen concentration according to the studied characteristics are shown. The greatest correlation in all samples was observed between the number of productive stems and the mass of grain per plant ($r = 0.71-0.86$, in the experiment with 0.002 % concentration, and $r = 0.48-0.85$ at 0.01 %). Mutant populations that differ in the frequency and spectrum of mutations were obtained. Promising new forms of barley that can be used as starting material in breeding programs were highlighted.

Keywords: barley, induced mutations, mutational selection, chemical mutagen, correlation, productivity

Введение. Индуцированный мутагенез считается эффективным методом создания нового исходного материала в селекции растений и улучшения одного или нескольких признаков возделываемых сортов [1]. Применение мутагенных агентов определяет необходимость поиска оптимальных концентраций и экспозиций, которые способны оказывать стимулирующее или угнетающее действие на ростовые процессы, а также на количество и разнообразие наследственных изменений [2]. Среди индуцированных мутаций ячменя практический интерес представляют высокопродуктивные растения, обладающие ценными хозяйственными признаками, возможность получения которых была показана в работе А. Густафссона [3]. **Цель исследования** – определение влияния химического мутагена фосфемиды на изменчивость элементов продуктивности ячменя.

Материалы и методы. Объектом исследования послужили 3 коллекционных образца ячменя: Зерноградский 813 (к-30453, Россия, var. *erectum*), Dz02-129 (к-22934, Эфиопия, var. *nigripallidum*), C.I. 10995 (к-30630, Перу, var. *sinicum*). Брали по 300 сухих семян каждого образца и обрабатывали водным раствором препарата фосфемид в двух концентрациях 0,002 % ($2 \cdot 10^{-3} M$) и 0,01 % ($1 \cdot 10^{-2} M$) в течение 3 часов, с последующей 40 минутной промывкой в проточной воде. В качестве контроля использовали семена, выдержанные в дистиллированной воде.

Полевая часть работы выполнена на экспериментальном участке биостанции «Озеро Кучак» Тюменского государственного университета (Тюменская область, Нижнетавдинский район). Посев контрольных и опытных вариантов осуществляли по 25 семян, повторность 4-кратная. Длина ряда – 1 м, число рядков – 2, междурядье – 15 см, глубина посева – 5-6 см, расстояние между растениями в рядке – 10 см. Растения первого поколения (M_1) убраны индивидуально. Во втором (M_2) и третьем (M_3) поколениях семьи высевали отдельно по 20 семян в каждой, что позволило вести наблю-

дение в течение вегетационного периода за каждым растением. Всего высеяно и оценено по селекционно-значимым признакам 286 семей.

Закладка питомника, учёты и наблюдения проведены согласно методическим указаниям [4] и методике полевого опыта [5].

Результаты и обсуждение. Реакция генотипов ячменя на мутагенную обработку фосфемидом изучалась по проявлению комплекса хозяйственно ценных признаков. Результаты по изменчивости высоты и устойчивости растений к полеганию были изложены нами ранее [6].

Среди видимых мутаций ячменя наиболее часто встречались крупноколосые формы, которых суммарно было выделено 70,6 %. При этом процент отобранных растений к общему числу изменений отличался в зависимости от варианта концентрации (при 0,002 % – 27,0 %; 0,01 % – 43,6 %). Наибольшая частота изменений по морфологическим признакам и биологическим свойствам ячменя наблюдалась в M_2 .

Мутагенная обработка семян в первом поколении (M_1) не привела к существенным изменениям по длине колоса в сравнении с исходными растениями. Различия между вариантами по данному признаку были более выражены во втором поколении (M_2). Так, слабая концентрация (0,002 %) способствовала достоверному увеличению длины у всех образцов по сравнению с контролем (Зерноградский 813 – на 8,2 %; Dz02-129 – 36,1 %; С.И. 10995 – 15,9 %). Более высокая концентрация мутагена (0,01 %) оказывала отрицательное влияние на проявление признака. В M_3 тенденция к увеличению длины колоса у большинства выделенных форм в M_2 не подтвердилась; только у 8 растений, относящихся к 7 семьям сорта Зерноградский 813 и по одному растению у Dz02-129 и С.И. 10995, наблюдались статистически достоверные различия с контролем.

В селекции ячменя число продуктивных стеблей является важным хозяйственным признаком, регулирующим густоту стеблестоя и оказывающим влияние на получаемую урожайность. Применение химического мутагена в M_1 не вызывало существенных различий у сорта Зерноградский 813 и образца С.И. 10995. Достоверное увеличение числа продуктивных стеблей отмечено у Dz02-129 из Эфиопии, который в контроле имел $3,7 \pm 0,1$ продуктивных стебля, в опытных вариантах – $4,1 \pm 0,1$ при концентрации 0,002 % и $4,2 \pm 0,1$ при 0,01 %.

Во втором поколении (M_2) многие растения в варианте с меньшей концентрацией (0,002 %) характеризовались хорошей кустистостью. Высокая способность образовывать продуктивные стебли наблюдалась в семьях сорта Зерноградский 813, в ряде случаев число продуктивных стеблей у одного растения достигало 30 шт. Увеличение числа продуктивных стеблей также было отмечено у Dz02-129 и С.И. 10995 при меньшей концентрации. При более высокой концентрации (0,01 %) варьирование признака у всех образцов было значительно ниже. В третьем поколении (M_3) у ряда семей прояв-

лялась схожая тенденция к формированию большего числа продуктивных стеблей в варианте с меньшей концентрацией фосфемида, что позволяет считать 0,002 % раствор мутагена оптимальным и положительно влияющим на данный признак.

Среди генотипов наиболее тесная корреляция (r) длины колоса с числом продуктивных стеблей в варианте опыта с 0,002 % раствором мутагена отмечена у С.И. 10995 ($r = 0,33$) и у Dz02-129 ($r = 0,28$), у сорта Зерноградский 813 сопряжённость между признаками отсутствовала ($r = 0,01$). При большей концентрации (0,01 %) распределение силы связей среди образцов отличалось: Зерноградский 813 – $r = 0,37$; Dz02-129 – $r = 0,24$; С.И. 10995 – $r = 0,28$.

Анализ массы зерна с одного растения позволил выявить схожую реакцию образцов на воздействие мутагенного фактора, отражающуюся в снижении данного признака при увеличении концентрации. В первом поколении у сорта Зерноградский 813 снижение в сравнении с контролем наблюдалось в двух концентрациях и составило 11,1 % – при концентрации 0,002 % и 18,5 % – при 0,01 % (табл.). Достоверное изменение данного признака отмечено у Dz02-129 при меньшей концентрации фосфемида (на 26,9 %), снижение в варианте опыта с большей концентрацией составило 7,7 %. Наибольшим снижением массы зерна с растения С.И. 10995 отвечал при концентрации 0,01 % (на 24,9 %).

Таблица

Влияние химического мутагена на массу зерна с растения и массу 1000 зёрен в первом и втором поколениях, г (2016, 2017 гг.)

Образец	Вариант опыта	Масса зерна с растения		Масса 1000 зёрен	
		M_1	M_2	M_1	M_2
Зерноградский 813	Контроль	5,4±0,19	9,2±0,29	47,6±1,87	44,5±0,54
	0,002 %	4,8±0,27*	13,7±0,83*	44,7±0,74	41,7±1,29*
	0,01 %	4,4±0,42*	6,0±0,79*	43,8±1,56	44,3±0,96
Dz02-129	Контроль	2,6±0,33	11,2±2,38	23,9±0,44	32,0±0,71
	0,002 %	1,9±0,09*	8,6±0,83	24,2±0,42	32,5±2,13
	0,01 %	2,4±0,18	5,6±0,75*	27,5±1,36*	29,1±1,16*
С.И. 10995	Контроль	2,4±0,34	7,6±0,45	23,1±1,26	28,8±1,00
	0,002 %	1,9±0,37	8,9±0,78	24,7±1,95	32,0±0,91*
	0,01 %	1,8±0,13*	5,2±0,43*	27,8±0,54*	36,3±1,16*

* – различия достоверны при сравнении с контролем при $P < 0,05$.

В M_2 ингибирующий эффект мутагена проявился у всех образцов в варианте с 0,01 % раствором мутагена, падение продуктивности одного растения при сравнении с контролем составило 31,6-50,0 %. Увеличение массы зерна с растения наблюдалось у Dz02-129 и Зерноградский 813 при концен-

трации 0,002 % на 17,1 и 48,9 % соответственно. В ряде случаев увеличение массы сопровождалось увеличением длины колоса и числа продуктивных стеблей, что способствовало проведению отбора растений среди семей по данному признаку.

Корреляционный анализ полученных данных показал, что сопряжённость массы зерна с растения с длиной колоса при обработке 0,002 % раствором фосфемида была наиболее выражена у эфиопского образца Dz02-129 ($r = 0,50$), у С.И. 10995 и Зерноградский 813 взаимосвязь была слабее и составила $r = 0,34$ и $r = -0,05$ соответственно. Обработка семян высокой концентрацией мутагена (0,01 %) способствовала усилению корреляционной связи между признаками у Зерноградский 813 ($r = 0,50$) и С.И. 10995 ($r = 0,37$), ослабление взаимосвязи отмечено у Dz02-129 ($r = -0,18$).

О высокой сопряжённости между числом продуктивных стеблей и массой зерна с растения говорят значения парного коэффициента корреляции ($r = 0,81$) как в среднем, так и отдельно по образцам ($r = 0,71-0,86$) при 0,002 % концентрации и $r = 0,72$ при 0,01 %. Отдельно по изучаемым образцам также наблюдается сильная связь ($r = 0,48-0,85$).

В отношении массы 1000 зёрен отрицательного эффекта фосфемида в M_1 не наблюдалось. Стимулирующее действие по данному признаку наблюдалось у Dz02-129 и С.И. 10995 на 15,1 и 20,3 % соответственно, при этом максимальный эффект получен в варианте опыта с 0,01 % концентрацией фосфемида. У сорта Зерноградский 813 существенных изменений показателя в ответ на мутагенную обработку не выявлено. Во втором поколении С.И. 10995 сохранил тенденцию к увеличению массы 1000 зёрен до $32,0 \pm 0,91$ г (при концентрации 0,002 %) и $36,3 \pm 1,16$ г – при 0,01 %, что выше контроля на 11,1 и 26,0 % соответственно. В отдельных семьях масса семян достигала 40 граммов. У двух других образцов отмечено отрицательное влияние мутагенного фактора на данный признак (на 6,3-9,1 % меньше контроля). Дальнейшее изучение выделенных форм растений позволит оценить генотипическую стабильность проявления признака в различных почвенно-климатических условиях.

Заключение. По результатам исследования можно заключить, что обработка фосфемидом способствует увеличению амплитуды изменчивости таких показателей, как длина колоса, число продуктивных стеблей, масса зерна с растения и масса 1000 зёрен, позволяя проводить отбор лучших изменённых форм. Химический мутаген оказывал как угнетающее, так и стимулирующее действие.

Длина колоса является косвенным признаком при отборе высокопродуктивных растений и нами рассматривается как модификационная изменчивость ввиду стимулирующего действия после мутагенной обработки, однако она может являться критерием для отбора изменённых форм на раннем этапе. Оптимальной концентрацией для получения форм с большим числом

продуктивных стеблей и высокой массой зерна с растения можно считать 0,002 %. Более высокая концентрация (0,01 %) положительно повлияла на массу 1000 зёрен у образца С.І. 10995 (повышение до 26,0 %).

Корреляционный анализ исследуемых признаков показал, что мутагенная обработка может оказывать существенное влияние на взаимосвязь между признаками у разных генотипов. Наибольшая сопряжённость отмечена между числом продуктивных стеблей и массой зерна с растения ($r = 0,81$ – при 0,002 %, $r = 0,72$ – при 0,01 %).

Список литературы

1. Ohnoutkova L. Mutation Breeding in Barley: Historical Overview // Harwood W. (eds) Barley. Methods in Molecular Biology, V. 1900. Humana Press, New York, NY, 2019. P. 7-19.
2. Raina A., Laskar R.A., Khursheed S., et al. Role of Mutation Breeding in Crop Improvement - Past, Present and Future // Asian Research Journal of Agriculture, 2016. V. 2(2). P. 1-13.
3. Gustafsson A. Productive mutations induced in barley by ionizing radiations and chemical mutagens // Hereditas, 1963. V. 50(2-3). P. 211-262.
4. Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ВИР, 2012. 63 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М: Альянс, 2014. 351 с.
6. Тетянников Н.В., Боме Н.А., Вайсфельд Л.И. Изменчивость высоты растений ячменя (*Hordeum vulgare* L.) под действием химического мутагена фосфемид // Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання): Матеріали VII міжнародної наукової конференції (Умань, 19-21 марта, 2018 г.). Изд-во: Видавничо-поліграфічний центр Візаві, 2018. С. 269-273.

**ИТОГИ 30 ЛЕТ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЛЕВЗЕИ САФЛОРОВИДНОЙ
RHAPONTICUM CARTHAMOIDES
В АГРОЦЕНОЗЕ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА**

Н. П. Тимофеев

*Крестьянское хозяйство «БИО»
(Научно-производственное предприятие),
г. Коряжма, Российская Федерация*

Аннотация. Рассмотрены основные итоги 30-летних исследований жизнедеятельности агропопуляции левзеи сафлоровидной (*Rhaponticum carthamoides*), предназначенной для получения экдистероидсодержащих фармпрепаратов и иммуностимулирующих пищевых добавок. В условиях агроценоза Европейского Северо-Востока изучали закономерности, влияющие на онтогенез, плотность особей, продуктивность, накопление экдистероидов, поражаемость и ущерб от агрессии насекомых-вредителей (фитофагов).

Ключевые слова: лекарственные растения, экдистероиды, левзея сафлоровидная, *Rhaponticum carthamoides*, агроценоз, онтогенез, продуктивность, экдистерон, фитофаги

**RESULTS OF 30 YEARS CULTIVATION RHAPONTICUM CARTHAMOIDES
IN THE AGROCENOSIS EUROPEAN NORTH**

N. P. Timofeev

*Scientific-Production Enterprise Farm "BIO",
Koryazhma, Russian Federation*

Annotation: The main results of 30 years studies of life agropopulations *Rhaponticum carthamoides*, designed to obtain ecdysteroid containing pharmaceuticals and immunostimulating dietary supplements. In the conditions of agrocnosis of the European North-East, we studied the regularities that affect ontogenesis, density of individuals, productivity, accumulation of ecdysteroids, susceptibility and damage from the aggression of insect pests (phytophages).

Keywords: medicinal plants, ecdysteroids, *Rhaponticum carthamoides*, agrocnosis, ontogenesis, productivity, ecdysterone, phytophages

Введение. Лекарственные средства и биологически активные добавки на основе субстанций из *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Пжн (левзея, рапонтikum сафлоровидный) используются для профилактики и комплексного лечения сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, реабилитации в послеоперационный период, восстановления иммунитета после тяжелой болезни и химиотерапии, защиты организма человека в условиях действия неблагоприятных и вредных факторов.

R. carthamoides остается единственным экдистероид синтезирующим видом, включенным в Госфармакопеи СССР и России IX-XIV изданий (1961-2018 гг.) [1]. Действующие вещества содержат комплекс фитоэкдистероидов (ФЭС), которые не вырабатываются в организме человека и млекопитающих и не могут быть синтезированы химическим или микробиологическим способом.

Главным среди ФЭС является экдистерон (20-гидроксиэкдизон, 20-hydroxyecdysone). Экдистерон, выделяемый из растений рода *Rhaponticum* (рис. 1, 2) – вещество стероидной структуры, играющий важную роль в процессах роста, размножения и иммунитета всех классов живых существ. Химическая формула $C_{27}H_{44}O_7$; $M = 480$. Биологическая роль экдистерона: сигнальная молекула, молекулярный мессенджер, анаболический агент, “витамин D1”.



Рис. 1. Растения рода *Rhaponticum*

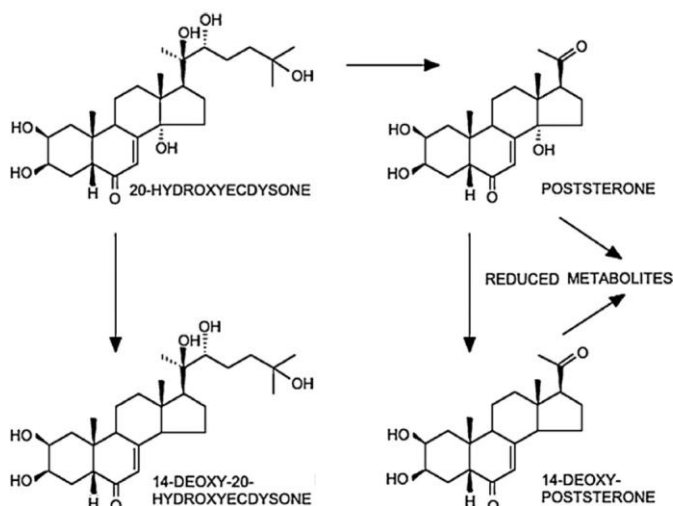


Рис. 2. Экдистерон (20-hydroxyecdysone) и его метаболиты

По результатам сравнительных испытаний между экстрактом из корней и листьев (вытяжка 1:10), проведенных в Институте мозга человека им. Н. П. Бехтеревой РАН (г. Санкт-Петербург), листовые части левзеи имели многократное преимущество перед подземными органами по комплексной активности – 66 баллов против 16 [2]. Таким образом, культивируемые агроценозы вида имеют важное значение в реализации задач прорывного научно-технологического и социально-экономического развития России, изложенных в нацпроектах Наука, Здравоохранение, Демография, Экспорт с.-х. продукции, и исходящих из Указа Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204. Направления использования субстанций из листовых частей *R. carthamoides* – биотехнология, фармацевтика, медицина, агропромышленный комплекс, спорт.

Цели и задачи исследований. Заглядывая в страницы истории, нужно отметить, что левзея в качестве источника уникальных фармпрепаратов начала изучаться научными учреждениями еще с 1927 года. Проблемы заключаются в том, что несмотря на вековую историю культивирования (первые посевы в СССР датируются от 1926 г.), не удастся обеспечить длительную хозяйственную эксплуатацию вида. Если в природе на субальпийских лугах онтогенез длится до 50-75 и более лет, то в культуре он сокращается до 5-6 лет, и где длительность хозяйственной эксплуатации обычно не превышает 3-4 лет [3].

В задачи настоящего исследования входило выявление потенциала долголетия и продуктивности агропопуляции *R. carthamoides* в онтогенезе, оценка содержания ФЭС по возрастам, поражаемость и ущерб от фитофагов.

Материалы и методы. Исследования вели в агропопуляции *R. Carthamoides*, заложенной в 1989 г. на супесчаной почве (Архангельская обл., подзона средней тайги, 61° 20' с.ш., 47° в.д.). Подробное описание объекта и комплекса методик нами изложено в предыдущих публикациях по рассматриваемой агропопуляции (Растительные ресурсы, 1998, 3:63-69; 2005, 3:1-13; 2006, 2:17-36; Сельскохозяйственная биология, 2009, 1:106-117; Сибирский экологический журнал, 2009, 5:765-780). Посев подзимний с междурядьями 70 см семенами, полученными из отдела Ботанический сад Института Биологии Коми НЦ УрО РАН. Динамику ФЭС отслеживали по возрастным периодам и возрастным состояниям популяции. Содержание экистероидов и их качественный состав определяли в расчете на сухое вещество методом ФЭЖХ-анализа [1] в Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар).

Климат умеренно-прохладный, средняя температура января -14.3 °С, июля +17.4 °С. Сумма температур выше +5...+10 ° составляет 1936/1577 °С, выше 15 градусов – 911 °С. Тип водного режима промывной. За год выпадает 495-538 мм осадков, в т.ч. за теплый период 367-387 мм. Коэффициент увлажнения 1,5 (соотношение суммы осадков к испарению). Почвы супесчаные дерново-подзолистые, средней окультуренности (рН_{Kcl} 6,4-6,5; гумус 1,56 %), подвижного фосфора и калия содержится соответственно 25 и 10 мг на 100 г почвы. Во время культивирования минеральные и органические удобрения, химические средства защиты и регуляторы роста растений не применялись.

Результаты и их обсуждение. *Ботаническое описание.* Вид интродуцирован из высокогорной зоны субальпийского пояса (до 3000 м над у. м.); по жизненной форме является крупным травянистым, полурозеточным поликарпическим растением с ежегодно отмирающими побегами. Надземная часть растений состоит из побегов двух типов – вегетативных розеточных и генеративных стеблевых. Общее число побегов у особей варьирует от 8-12 до 60 шт., из которых 0-3 (редко 7-15) шт. являются генеративными.

Розеточные листья крупные черешковые, у генеративных растений более или менее глубоко-перисто-рассеченные на 15-22 (0-27) долей, по окраске светло-, желто- или темно-зеленые, образуют розетку диаметром 55-90 (37-112) см. В молодом возрасте поверхность листьев паутинисто-опушенная, придающая им серебристый оттенок. Размеры взрослых листьев достигают 60-80 (100-120) см по длине и 10-25 (35-43) см по ширине листовой пластинки. Появление новых листьев, их взросление и отмирание не приурочено к определенным фазам развития, они функционируют в течение всего вегетационного периода, меняя друг друга во времени – с момента схода снежного покрова и до наступления устойчивых осенних заморозков.

Цветоносные побеги высотой 110-140 (180) см. Стебель нарастает за счет вставочного роста междоузлий, на котором спиралеобразно расположены 28-55 листьев различной сложности строения. На верхушке полого неразветвленного стебля формируется одиночное соцветие – крупная шаро-

видная корзинка диаметром 4-6 (3-8) см, с обоеполыми фиолетово-лиловыми цветками.

Всходы (1 год жизни) – в биологии *R. carthamoides* проявляется характерная для высокогорных растений заторможенное *прорастание* в течение 3 лет. Весной первого года, во 2-3-й декадах мая, появляются 85-88 % особей от общего их числа, на второй год – 10-12 %, на третий – 2-3 %. Период жизни в первые два месяца является наиболее уязвимым по причине слабозвитости первичной корневой системы, образованной боковыми ответвлениями главного корня диаметром 0,03-0,05 мм и расположенных в поверхностном слое почвы.

Возможна массовая гибель особей из-за неоптимального режима почвы как от переувлажнения, так и от пересыхания. Подземная сфера интенсивно развивается после формирования стеблекорня (с появлением придаточных корней из зоны гипокотилия), следующего во времени за фазой разворачивания розеточного зародышевого побега в *ювильном* возрасте. В *имматурном* возрасте доля корневой системы растений возрастает с 19-21 до 43 % от общей фитомассы, что приводит к повышению устойчивости к летней засухе и обеспечивает рост пазушных почек возобновления в боковые побеги.

Отрастание (в последующие годы). В ходе полевых исследований выявлено, что к началу момента вегетации почки возобновления *R. Carthamoides* увеличиваются в размерах 1,5-2,0 раза, еще находясь под снежным покровом. Начало массового отрастания вегетативных побегов, в зависимости от климатических особенностей, наблюдалось в сроки между 17 апреля и 14 мая; обычно через 2-3 дня после схода снежного покрова. Через 5-7 дней начинается видимый рост генеративных побегов из укрупненной флоральной почки, дифференцированной еще с осени прошлого года на составные элементы (т. е. уже сформирован зачаточный стебель со стеблевыми листьями и соцветием).

В весенний период часто бывают возвраты холодов с повторным выпадением снега и многократные заморозки, тормозящие рост и развитие растений. Отрицательные температуры до -5°C *R. carthamoides* выдерживает без видимых последствий. При более низких температурах ($-8...-10^{\circ}\text{C}$) наблюдается повреждение апикальной зоны роста листовых органов (верхушки листовых пластинок размерами около 1,5 x 2,0 см). Через 4-5 дней поврежденные участки восстанавливаются, заменяясь новообразованной тканью. У генеративных побегов при весенних заморозках $-7...-10^{\circ}\text{C}$ апикальные части (соцветия) необратимо повреждаются – чернеют и отмирают. Осенние заморозки, начинающиеся в конце августа-начале сентября и длящиеся до конца октября, не причиняют вреда вегетирующим розеточным листьям.

Цветение. Сроки цветения особей на открытой местности дружные, они приходятся обычно на 14-26 июня. В конце июня зацветают менее 1 % побегов. Даты трех самых ранних отклонений – 10.06.1995, 10.06.2005, 09.06.2015; одна поздняя дата – 07.07.2017. Появление новых генеративных

побегов, их цветение в июле-сентябре не наблюдается. В целом развитие *R. carthamoides* до фазы бутонизации занимает 15-23, цветения – 44-56, плодоношения – 72-77 дней. После плодоношения в середине июля репродуктивные побеги отмирают, розеточные продолжают вегетировать до перехода среднесуточной температуры через 0 °С во второй декаде октября, постепенно уменьшаясь в размерах.

Плотность. Оптимальная величина плотности в агроценозе (число растений на единице площади) для *R. carthamoides*, начиная с 3-4-го года создания агропопуляции, равна 23-27 тыс. экз./га. Оптимальным сроком посева семян является подзимний, с 4-5-кратным их запасом на единицу площади, что составляет около 3 кг/га. При более высоких нормах посева в последующие годы происходит самоизреживание и стабилизация численности популяции.

Факторы среды, вызывающие снижение численности особей в ценозе для *R. carthamoides* – избыток влаги в почве, ранние сроки проведения укоса надземной фитомассы (со 2-го года), сроки посева семян (весенний вместо подзимнего), засоренность (в первую очередь пыреем ползучим *Elytrigia repens*), дефицит влаги почв (засуха), возраст особей (старение).

Продуктивность. В первые 3 года жизни продуктивность особей незначительная (сухая надземная фитомасса ювенильных, имматурных и виргинильных особей равна 0,3-6,2-16,4 г); с 4-го года жизни начинается переход агропопуляции в генеративный возраст (надземная масса возрастает до 56,8 г). С 5-го года жизни наблюдается массовый переход особей популяции в генеративное возрастное состояние и выход на средние параметры развития (210,7 г надземной массы при средних 215,5 г за период 5-30 лет). На 6-8 годы жизни (зрелый генеративный возраст) зафиксированы максимальные параметры фитомассы у особей (354-352-282 г). На 9-13 годы жизни популяция находилась в старогенеративном возрасте (масса надземных органов 209-165 г).

Переход к субсенильному возрастному состоянию наметился с 14 года, где за 14-17 годы были зафиксированы минимальные размеры надземных органов и продуктивности (143-95 г) из-за отмирания и разрушения корневой системы (партикуляция), но затем, с 18-го по 28-й годы жизни, был всплеск вегетативного размножения дочерних особей в новом цикле, с нарастающим формированием фитомассы и накопления экидистероидов. 29-30-е годы жизни (2018-2019 гг.) пришлось на аномально дождливую погоду в августе-сентябре, что привело к партикуляции корневища у части особей в локусах с влажностью почвы до 27-30 % и снижению величины их фитомассы с 276-334 до 212 г.

Максимальная величина валовой продукции агропопуляций, исходя из возраста, плотности и надземной массы особей, для *R. carthamoides* составляет около 8500 кг/га и приходится на 6-7-й годы жизни. Репродуктивный потенциал агропопуляции близок к потенциалу плотных естественных зарослей субальпийских лугов как по срокам вступления в зрелый гене-

ративный период, так и по показателям плодоношения особей, урожайности с единицы площади (8 и 30 кг/га семян соответственно на 4-5-й год; 78-108 кг/га на 6-7-й годы).

Биосинтез ФЭС. Процессы синтеза и накопления ФЭС зависимы от ростовых процессов в надземной сфере, обусловленных в свою очередь, развитием корневой системы и микоризы, и, таким образом, уровень концентрации экдистероидов статистически достоверно зависит от уровня продуктивности в онтогенезе. Массовыми элементами в надземной сфере у *R. carthamoides* являются вегетативные побеги – 84-91 %. Содержание ФЭС в них минимально в 1-й год – 0,06-0,11 %, возрастает с годами и стабилизируется в генеративном периоде – 0,33-0,44 % на 7-12-й годы. В субсенильном возрасте, при минимальной продуктивности, наблюдалось снижение ФЭС до 0,19-0,25 %.

В дальнейшем, после оптимизации технологии культивирования, были достигнуты самые высокие показатели биосинтеза экдистероидов и их накопление в листьях: ФЭС = 0,56-0,64 % (на 25-30-е годы жизни), при нормативе 0,1 % [1]. Коррелятивные параметры особей, сочетающиеся с наивысшим уровнем накопления ФЭС: длина розеточных листьев 100,3-119,1 см; высота генеративных побегов 140,3-142,8 см; продуктивность сухой фитомассы 295,8-351, структуре 84,6-93,9 % [4].

Фитофаги. Для вегетативных побегов *R. carthamoides* не зафиксировано массовое поражение насекомыми. Для листовых органов существуют кратковременные периоды в жизненном цикле, когда они не обладают потенциалом устойчивости к фитофагам (фаза проростков, фаза отмирания старых листьев. Вредителями генеративных побегов являются жуки-бронзовки – *Oxythyrea funesta*, *Potosia cuprea* ssp. *metallica* (*Cetoniinae*); восковик полосатый или перевязанный (*Trichius fasciatus* – *Scarabaeidae*: *Trichiinae*).

Из-за повреждения насекомыми семена остаются недоразвитыми, а качество плодоношения – низким и характеризуется повышенной долей фракции щуплых. Выход семян из соцветий у сильно пораженных растений составил 16,5 % (47,8 % у непораженных); число полноценных семян – 39,8 шт. (191,6 шт.). Масса 1000 шт. семян равна 9,2 г (14,4 г).

Заключение. Таким образом, продуктивное долголетие, биосинтез и накопление ФЭС у левзеи сафлоровидной является управляемым процессом.

Список литературы

1. Фармстатья 2.5.0091.18. Госфармакопее РФ, 14 изд. Москва: ФЭМБ. 2018. Т. 4. С. 6360-6368.
2. Барнаулов О.Д. Классические фитоадаптогены: Элементы стратегии фитотерапии // Традиционная медицина. 2015. № 3(42). С. 52-56.
3. Тимофеев Н.П. Достижения и проблемы в изучении биологии лекарственных растений *Rhaponticum carthamoides* и *Serratula coronata* (Обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2007. № 3. С. 3-17.
4. Биндасова Т.Н., Тимофеев Н.П. Морфологические параметры, продуктивность и динамика экдистероидов у *Rhaponticum carthamoides* в возрасте 1-28 лет / Перспективы развития и проблемы современной ботаники. Новосибирск: Изд-во «Академиздат», 2018. С. 43-46.

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ РОЛЬ ГЕНОТИПА И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ В СИНТЕЗЕ ХЛОРОФИЛЛА А В ЛИСТЬЯХ ОВСА

Л. Н. Тиунова

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

Аннотация. В работе проанализированы данные о степени влияния погодных и почвенных факторов периода вегетации растений ярового овса на содержание хлорофилла во флаговых листьях. Отмечено, что засушливые условия (ГТК 0,38) приводят к значительно большему влиянию генотипа растений на синтез хлорофилла в листьях, чем почвенные стрессовые факторы (ионы алюминия). Доля влияния генотипа составила в среднем для выборки 51,7 %, при этом для сортов, созданных в отдаленных местностях, эта доля была выше (58,7 %), чем для генотипов местной селекции (49,2 %). Влияние стрессовых почвенных условий (ионов алюминия) было вдвое ниже (соответственно, 23,3; 20,9 и 25,1 %). В нормальных по увлажнению и температуре условиях вегетации влияние генотипа было в 10...15 раз более слабым, чем стрессовое воздействие почвенных факторов. В среднем для таких лет изменчивость содержания хлорофилла в листьях овса на 85,1 % объяснялась действием почвенных стрессов и только на 6,4 % - влиянием различий в генотипе исследуемых образцов.

Ключевые слова: пигменты, засуха, алюминий, гидротермический коэффициент, дисперсионный анализ

RELATIVE ROLE OF GENOTYPE AND WEATHER CONDITIONS IN THE SYNTHESIS OF CHLOROPHYLL A IN THE LEAVES OF OATS

L. N. Tiunova

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

Annotation. The article analyzed data on the degree of influence of weather and soil factors of the growing period of spring oat plants on the content of chlorophyll in flag leaves. It was noted that arid conditions (GTC 0.38) lead to a significantly greater effect of the plant genotype on the synthesis of chlorophyll in leaves than soil stress factors (aluminum ions). The genotype influence share averaged 51.7 % for the set of genotypes; this proportion being higher for varieties created in remote localities (58.7 %) than for local breeding genotypes (49.2 %). The effect of stress soil conditions (aluminum ions) was twice as low (23.3, 20.9 and 25.1 % respectively). Under normal hydration and temperature growing conditions, the effect of the genotype was 10...15 times weaker than the stress effect of soil factors. On average for such years, the variability in chlorophyll content in oat leaves was explained by 85.1 % by the effect of soil stresses and only by 6.4 % by the effect of differences in the genotype of the studied samples

Keywords: pigments, drought, aluminum, hydrothermal coefficient, dispersion analysis

Введение. В последние годы в ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) при разработке технологий возделывания зерновых культур широко используются параметры содержания пигментов в листьях растений, например, для ярового ячменя [1], яровой мягкой пшеницы [2], озимой ржи [3] и ярового овса [4]. Все большую популярность у производителей приобретают дистан-

ционные методы оценки содержания пигментов [5, 6], однако они имеют то ограничение в применении, что позволяют оценивать либо суммарное содержание хлорофилла, либо только параметры, коррелирующие с содержанием хлорофилла *a*, т.е. часть информации, полезной для селекционеров, может при этом теряться. Соответственно представляет практический интерес оценка степени изменчивости содержания этой фракции хлорофилла у разных генотипов растений в различных условиях выращивания и доли влияния генотипа и условий выращивания на этот параметр.

Цель работы – выяснить как количественно условия года выращивания определяют долю влияния генотипа и наличия стрессовых почвенных факторов на содержание хлорофилла *a* в листьях овса посевного (*Avena sativa* L.).

Материалы и методика. Изучение содержания пигментов во флаговых листьях растений овса проведены в ходе совместной работы с отделом овса на опытном поле Фалёнской селекционной станции - филиале ФАНЦ Северо-Востока. Исследования проведены на двух типах дерново-подзолистых почв – окультуренной (рН 6,4) и кислой (рН 4,0; Al^{3+} 12,6 мг/100 г почвы). В 2015-2017 гг. изучались образцы ярового овса из мировой коллекции ВИР: Альтаир (Кемеровская обл.), АНТ (Украина), АС-7 (Кемеровская обл.), Бегунок (Ульяновская обл.), Буланный (Московская обл.), Корифей (Алтайский край), Лев (Московская обл.), Льговский 72 (Курская обл.), Пируэт (Ульяновская обл.), Яков (Московская обл.), SW Betania (Швеция), Zvolen (Словакия). В 2015-2019 гг. исследовано в сумме 47 сортов и селекционных линий отдела овса ФАНЦ Северо-Востока по 21-22 образца ежегодно. Для количественного анализа пигментного состава на двадцати пяти индивидуальных растениях четырех повторностей каждого генотипа отбирали флаговые листья в фазу начала цветения. Оценку содержания хлорофилла *a* осуществляли с использованием спектрофотометра UVmini-1240 (SHIMADZU Corporation, Japan). Выделение пигмента и расчет его содержания проводили по методике [7] в ацетоновых вытяжках (100 % ацетон). Для статистической обработки данных использовали процедуру «Двухфакторный дисперсионный анализ с повторностями» из стандартного пакета программ Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и обсуждение. Результаты, полученные в ходе выполнения работы, показали, что содержание хлорофилла *a* во флаговых листьях ярового овса может колебаться в довольно широких пределах: коэффициент вариации для нейтрального почвенного фона колебался от 6,5 (2015 г.) до 23,0 % (2017 г.), для кислого почвенного – от 9,0 (2019 г.) до 23,3 % (2017 г.). Самый высокий коэффициент депрессии содержания пигмента при воздействии стрессового почвенного фактора (ионов алюминия) отмечен в 2015 году (60 %), самый низкий – в 2017 году (16,4 %). Таким образом, абсолютные величины содержания пигмента во флаговых листьях значительно варьировали в зависимости от обоих изучаемых факторов.

В таблице 1 представлены результаты двухфакторного дисперсионного анализа полученных данных. Все указанные в таблице величины являются статистически значимыми при уровне $p \leq 0,05$.

Таблица 1

**Доли влияния генотипа и фона выращивания (%)
на вариабельность содержания хлорофилла во флаговых листьях овса,
п. Фаленки, Кировская область (2015-2019 гг.)**

Группа образцов	Источник варьирования	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Из коллекции ВИР	Генотип	1,3	9,4	58,7	- *	-
	Фон выращивания	96,8	83,9	20,9	-	-
Селекции ФАНЦ Северо-Востока	Генотип	3,5	11,9	49,2	7,9	4,2
	Фон выращивания	89,1	83,0	25,1	70,6	86,9
Вся выборка	Генотип	2,9	11,3	51,7	7,9	4,2
	Фон выращивания	91,7	82,9	23,3	70,6	86,9

* - в 2018 и 2019 гг. сорта из коллекции ВИР не оценивались

Как известно, синтез листовых пигментов контролируется хлоропластным и ядерным геномами [8], поэтому можно предположить, что в разных условиях выращивания сила влияния этих двух геномов будет несколько отличаться. Вероятно, выявленные генотипические отличия между исследованными образцами будут, в основном, связаны с работой ядерных генов, а влияние фона выращивания может отражать работу обеих генетических систем.

Малая доля влияния фона выращивания, выявленная при анализе содержания хлорофилла *a*, может свидетельствовать о преимущественном влиянии погодных условий 2017 года в отличие от влияния токсичных ионов алюминия. Как следует из данных таблицы 2, основное отличие погодных условий 2017 года от других лет исследования заключается в сильной засухе, отмеченной в период «выметывание – созревание», когда и были проведены отборы флаговых листьев на содержание пигментов, и излишнем увлажнении предшествующего периода «всходы – выметывание».

Таблица 2

**Величины гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК),
п. Фаленки, Кировская область (2015-2019 гг.)**

Период	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Посев – всходы	1,47	1,24	0,98	4,94	1,50
Всходы – выметывание	1,13	0,69	6,25	1,56	2,13
Выметывание – созревание	1,68	1,01	0,38	1,14	3,22
Посев – созревание	1,39	0,84	1,74	1,65	2,50

Можно предположить, что в условиях действия стресса засухи продукты работы ядерных генов, влияющих на синтез хлорофилла, в большей степени используются для защиты растения от действия температурного фактора, а синтез хлорофилла снабжается по остаточному принципу. О том, что засухо- и кислотоустойчивость овса – это взаимосвязанные параметры растений, часто указывается в научной литературе [9].

С другой стороны, низкая доля влияния генотипа, отмеченная в благоприятные по погодным условиям годы, может отражать значительное сходство исследованных образцов по набору генов, контролирующих синтез хлорофилла. Кроме того, можно предположить более сильное влияние стрессовых почвенных факторов именно на хлоропластные гены, так как несмотря на сильную степень депрессии содержания пигмента под действием ионов алюминия (40,5...60,0 % в зависимости от года исследований) коэффициенты вариации изучаемого параметра не превышали 23 %.

Сравнение реакции генотипов, созданных в различных эколого-географических регионах, позволяет сделать выводы о том, что местные генотипы, теоретически должны обладать меньшей вариабельностью содержания пигмента в силу схожести эколого-географического места происхождения и отмечаемой многими авторами [10, 11] узостью генетической базы по сравнению с сортами, созданными в различных регионах мира, тем не менее, показывают больший уровень влияния генотипа на вариабельность содержания хлорофилла *a* во флаговом листе растений, за исключением 2017 года (см. табл. 1).

Выводы. Проведенное исследование показало, что стрессовые засушливые условия вегетации приводят к значительно большему влиянию генотипа растений на синтез хлорофилла во флаговых листьях овса, чем стрессовые условия алюмокислых почв. Доля влияния генотипа составила в среднем для выборки 51,7 %, при этом для сортов, созданных в отдаленных местностях, эта доля была выше (58,7 %), чем для генотипов местной селекции (49,2 %). Влияние стрессовых почвенных условий (ионов алюминия) было вдвое ниже (соответственно, 23,3; 20,9 и 25,1 %).

В нормальных по увлажнению и температуре условиях вегетации влияние генотипа было в 10...15 раз более слабым, чем стрессовое воздействие почвенных факторов. В среднем для 2015, 2016, 2018 и 2019 гг. изменчивость содержания хлорофилла в листьях овса на 85,1 % объяснялась действием почвенных стрессов и только на 6,4 % – влиянием различий в генотипе исследуемых образцов.

Список литературы

1. Щенникова И.Н., Назарова Н.Н., Лисицын Е.М. Приемы возделывания много-рядного ячменя в Волго-Вятском регионе // Земледелие. 2011. № 6. С. 20-22.
2. Амунова О.А., Лисицын Е.М. Пигментный комплекс листьев сортов мягкой яровой пшеницы разных групп спелости в различных условиях увлажнения // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8. № 3 (28). С. 19-25.
3. Лисицын Е.М., Кедрова Л.И., Уткина Е.И., Злобина Н.А. Реакция пигментного аппарата листьев озимой ржи на эдафический стресс // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2010. №1(16). С. 20-24.
4. Вологжанина Е.Н., Баталова Г.А., Лисицын Е.М. Влияние обработки семян и посевов препаратами на кормовую продуктивность и фотосинтетический аппарат голозерного овса сорта Вятский // Аграрный вестник Верхневолжья. 2016. 1(13). С. 5-10.
5. Гурова Т.А., Клименко Д.Н., Луговская О.С. Елкин О.В., Козик В.И. Спектральные характеристики сортов пшеницы при биотическом стрессе // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 10. С. 71-75.
6. Din M., Ming J., Hussain S., Ata-Ul-Karim S.T., Rashid M., Tahir M.N., Hua S., Wang S. (2019) Estimation of dynamic canopy variables using hyperspectral derived vegetation indices under varying n rates at diverse phenological stages of rice // Front. Plant Sci. 2019. V. 9. No. 1883.
7. Lichtenthaler H.K., Buschmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy // Current protocols in food analytical chemistry. 2001. F.4.3.1-F.4.3.8
8. Тиходеев О.Н. Особенности организации и экспрессии генетического материала растений // Генетика развития растений. Ред. С.Г. Инге-Вечтомов. СПб.: Наука, 2000. С. 13-154.
9. Баталова Г.А., Лисицын Е.М. Генотипическая корреляция в селекции овса на кислотоустойчивость // Доклады РАСХН. 2002. № 4. С. 6-9.
10. Breseghello F., Coelho A.S.G. Traditional and modern plant breeding methods with examples in rice (*Oryza sativa* L.) // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2013. V. 61(35). P. 8277-8286.
11. Fu Y. Impact of plant breeding on genetic diversity of agricultural crops: Searching for molecular evidence // Plant Genetic Resources. 2006. V. 4(1). P. 71-78.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КОЛЛЕКЦИИ ОВСА ПЛЕНЧАТОГО В УСЛОВИЯХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА

*М. В. Тулякова, Г. А. Баталова,
С. В. Пермякова, Т. П. Градобоева*

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

Аннотация. В статье приведены результаты изучения коллекционных сортообразцов овса пленчатого на окультуренных и алюмокислых дерново-подзолистых почвах Фалёнской селекционной станции (Кировская область) за период 2017-2019 гг. Выделены источники селекционно-ценных признаков по урожайности на обоих фонах к-3755 CHI/AGA/ESM, к-3862 AGA/SAI/CHI, к-3863 AGA/CHI//PAR//JAD, 15330 КСИ 590/05. У образца 15280 55 h 2106 (Московская обл.) на обоих фонах наблюдали повышенную массу 1000 зерен (35,8 и 33,3 г), низкую пленчатость (22,1 и 25,2 %), полевую устойчивость к пыльной головне (9 баллов). Низкую пленчатость (23,7 и 23,4 %), высокую натуру (587 г/л), повышенное содержание белка (12,89 и 12,90 %) и жира (1,80 и 1,55 %) в зерне имели образцы к-3754 AGA/ESM/SAI//CHI/OBS, к-3785 II-4107-15C-8C-1C-OC. Сортобразец к-3785 среднеустойчив к пыльной головне на инфекционном фоне (5 баллов), в условиях естественного фона проявил устойчивость к поражению пыльной головней (9 баллов). Образцы к-3755 CHI/AGA/ESM, к-3863 AGA/CHI//PAR//JAD, к-3785 CHI//JAD/OBS/ESM имели повышенное содержание белка в зерне (12,89; 12,78 и 13,0 %), высокую натуру (559; 582 и 563 г/л) и выход зерна из снопового образца (52,9; 44,9 и 46,2 %). Образец к-3863 AGA/CHI//PAR//JAD был практически устойчив к пыльной головне (7 баллов) на искусственном и естественном инфекционном фонах, имел полевую устойчивость к корончатой ржавчине (7 баллов, поражение 0-1 %). Высокоурожайные сортообразцы 15329 КСИ 639/05, 15330 КСИ 590/05, 15331 КСИ 2167/03 (Ульяновская обл.) представляли наибольшую ценность для селекции как низкопленчатые (24,5; 23,4 и 23,7 %) с высокой натурой (617; 615 и 612 г/л) и массой 1000 зерен.

Ключевые слова: овес пленчатый (*Avena sativa* L.), сортобразец, урожайность, качество зерна, почвенная кислотность, устойчивость

RESULTS STUDY OF HUSKED OAT COLLECTION STUDY UNDER CONDITIONS OF THE VOLGA-VYATKA REGION

*M.V. Tulyakova, G.A. Batalova,
S.V. Permyakova, T.P. Gradoboeva*

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

Annotation. The article presents the results of studying the collection varieties of filmy oats on cultivated and alumina-acid sod-podzolic soils of the Falenskaya breeding station (Kirov region) for the period 2017-2019. The sources of selection-valuable traits for yield on both backgrounds K-3755 CHI/AGO/ESM, k-3862 AGA /SAI/CHI, k-3863 AGA/CHI//PAR//JAD, 15330 KSI 590/05 were identified. The sample 15280 55 h 2106 (Moscow region) had an increased mass of 1000 grains on both backgrounds (35.8 and 33.3 g), low filminess (22.1 and 25.2 %), and field resistance to dust smut (9 points). Low film content (23.7 and 23.4 %), and high nest weight (587 g/l), high protein content (12.89 and 12.90 %) and fat content (1.80 and 1.55 %) in the grain were samples of K-3754 AGA/ESM/SAI//CHI/OBS, K-3785 II-4107-15C-8C-1C-OC Variety K-3785 is medium resistant to dusty smut on an infectious background

(5 points), under natural conditions it was stable to the defeat of a dusty smut (9 points). Samples K-3755 CHI/AGA/ESM, K-3863 AGA/CHI//PAR//JAD, K-3875 CHI// JAD/OBS/ESM had an increased protein content (12.89; 12.78 and 13.0 %) in the grain, high nature (559; 582 and 563 g/l) and grain yield from the sheaf sample (52.9; 44.9 and 46.2 %). Sample K-3863 AGA/CHI//PAR//JAD had practical resistance to dust smut (7 points) on an artificial and natural infectious background, had field resistance to crown rust (7 points, 0-1 % defeat). High-yielding soroobraztsy 15329 KSI 639/05, 15330 KSI 590/05, 15331 KSI 2167/03 (Ulyanovsk region) were of the greatest value for selection, as low-film (24.5; 23.4 and 23.7 %) with a high nature (617; 615 and 612 g/l) and a mass of 1000 grains.

Keywords: chaffy oat (*Avena sativa* L.), variety samples, yield capacity, grain quality, soil acidity, resistance.

Введение. Результатом успешной селекции конкурентоспособных сортов любой сельскохозяйственной культуры является использование её генетического разнообразия [1]. В связи с созданием нового генофонда исследования по изучению закономерностей формирования урожайности и определяющих его величину признаков, их взаимосвязи в зависимости от генетического разнообразия и влияния факторов внешней среды является важной частью селекционной работы, и имеют высокую значимость и актуальность [2]. Урожайность – комплексный показатель, складывающийся за счёт различных элементов структуры урожая. Характер связи элементов таков, что позволяет усилить либо ослабить один или несколько признаков, для того чтобы получить их оптимальное сочетание и, как результат, высокую продуктивность [3, 4]. Оценка исходного материала должна опираться не только на величину урожайности в целом, а также на степень развития и совместимости отдельных элементов продуктивности растений, что во многом определяет перспективность селекционной работы [5, 6]. В современных селекционных исследованиях большое внимание уделяют повышению качества зерна. Селекция овса как продовольственного, так и фуражного направлена на улучшение таких показателей зерна, как белок, пленчатость, натура, крупность и другие. Необходимо создание высокопродуктивных сортов овса с широкой экологической пластичностью, улучшенным качеством зерна, устойчивостью к наиболее распространенным болезням и почвенной кислотности. До сих пор в селекции для получения сортов разных направлений использования и, тем более, в селекции в пределах одного направления используют традиционные, хорошо зарекомендовавшие себя в том или ином регионе источники [7].

Цель исследований – выделить сортообразцы – источники пленчатого овса по признакам: урожайность, качество зерна, устойчивость к болезням.

Материалы и методы. Исследования проведены в 2017-2019 гг. на опытном поле Фалёнской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (Кировская область). Изучено 36 образцов овса пленчатого в сравнении со стандартом – Кречет на окультуренных (рН 4,57-6,40, Al^{3+} 0-0,96 мг/100 г почвы) и алюмокислых (рН 3,93-4,05, Al^{3+} 12,60-13,49 мг/100 г почвы) дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах, предшественник – многолетние травы. Посев проводили в оптимальные сроки с нормой высева 6 млн всхожих семян на 1 га, площадь делянки – 1 м², повторность двукрат-

ная. Наблюдения, оценки и учёты урожая проводили в соответствии с Методическими указаниями [8]. Для оценки биохимических показателей качества зерна (белок, жир) использовали экспресс-анализатор INFRAMATIC 8620. Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа с использованием программы Agros 2.07. Агроклиматические условия вегетации 2017 и 2018 гг. были благоприятными для развития растений овса (ГТК = 1,86 и 1,30 соответственно), 2019 г. характеризовался пониженным температурным режимом и избыточным увлажнением (ГТК = 1,91).

Результаты и обсуждение. По многолетним данным проведен скрининг генисточников овса пленчатого, обеспечивающих повышенную или на уровне стандарта урожайность в благоприятных и стрессовых условиях, выделено 16 генисточников хозяйственно-ценных признаков. Наиболее важным показателем, отражающим совокупность селекционно-ценных признаков генотипа, является урожайность. Выявлена зависимость величины урожайности от почвенно-климатических условий. В среднем за три года наибольшую адаптивность в варьирующих условиях среды проявили сортообразцы: к-3755 CHI/AGA/ESM, к-3862 AGA/SAI/CHI, к-3863 AGA/CHI//PAR//JAD (коллекция ФАНЦ Северо-Востока), 15330 КСИ 590/05 (Ульяновская обл.), обеспечившие высокую среднюю урожайность на обоих почвенных фонах (706; 714; 727; 718 г/м² – окультуренный и 207; 220; 212; 201 г/м² – алюмокислый или 105; 106; 108; 107 и 207; 220; 212; 201 % к стандарту Кречет соответственно) (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность сортообразцов овса на окультуренном и алюмокислом почвенных фонах, г/м² (среднее за 2017-2019 гг.)

№ по каталогу ВИР	Образец	Окультуренный фон		Алюмокислый фон	
		показатель	± к ст.	показатель	± к ст.
15280	55h 2106	630	-44	208	70
15293	BORYNA	640	-34	231	93
15329	КСИ 639/05	704	30	116	-22
15330	КСИ 590/05	718	44	201	63
15331	КСИ2167/ 03	738	64	198	60
к-2981*	IFMI 3437	651	-23	202	64
к-3712*	ESM/CEV/AGA	584	-90	216	78
к-3719*	CEV/SAI/JAD	676	2	173	35
к-3747*	OBS/CHI/ESM	724	50	172	34
к-3749*	OBS/ESM/PAR//CHI/AD	698	24	161	23
к-3754*	AGA/ESM/SAI//CHI/OBS	697	23	193	55
к-3755*	CHI/AGA/ESM	706	32	207	107
к-3785*	II-4107-15C-8C-1C-OC	751	77	193	55
к-3862*	AGA/SAI/CHI	714	40	220	82
к-3863*	AGA/CHI//PAR//JAD	727	53	212	74
к-3875*	CHI//JAD/OBS/ESM	656	-18	222	84
	Кречет-стандарт (ст.)	674	-	138	-
	HCP ₀₅	-	125	-	69

*- номер по каталогу отдела овса

Образец 15293 BORYNA (Польша) сочетает урожайность на алюмо-кислом фоне дерново-подзолистых почв (231 г/м²) с высокой массой 1000 зерен (33,4 г). На окультуренном и стрессовом фонах сортообразец имел высокий выход зерна из снопового образца ($K_{хоз}$) (44,0 и 42,8 % соответственно), озерненную (53,0 и 15,2 шт.), продуктивную (1,80 и 0,51 г) метелку, был практически устойчив к поражению пыльной головней (7 баллов) (табл. 2).

Таблица 2

**Некоторые элементы структуры продуктивности овса пленчатого
в коллекционном питомнике (среднее за 2017-2019 гг.)**

№ по каталогу ВПР	Образец	Масса 1000 зерен, г		Зерен в метелке, шт.		Масса зерна с метелки, г		$K_{хоз}$, %	
		ОФ	ЕФ	ОФ	ЕФ	ОФ	ЕФ	ОФ	ЕФ
15280	55h 2106	35,8	33,3	61,6	16,6	2,20	0,56	46,7	39,9
15293	BORYNA	33,6	33,4	53,0	15,2	1,80	0,51	44,0	42,8
15329	КСИ 639/05	37,4	31,8	37,1	7,7	1,38	0,24	39,0	32,4
15330	КСИ 590/05	40,0	35,1	48,1	12,2	1,90	0,43	42,5	43,4
15331	КСИ2167/03	43,5	35,8	47,6	15,1	2,06	0,55	42,3	38,7
к-2981*	IFMI 3437	33,1	32,8	37,7	14,4	1,23	0,47	45,0	41,7
к-3712*	ESM/CEV/AGA	31,5	29,0	42,2	15,3	1,33	0,44	46,0	44,0
к-3719*	CEV/SAI/JAD	30,2	28,2	42,5	12,3	1,30	0,35	45,1	30,7
к-3747*	OBS/CHI/ESM	30,7	27,7	41,2	12,1	1,25	0,34	42,3	38,8
к-3749*	OBS/ESM/PAR//CHI/AD	30,9	28,0	44,6	11,1	1,36	0,32	44,4	39,3
к-3754*	AGA/ESM/SAI//CHI/OBS	29,9	29,8	54,0	8,1	1,59	0,24	50,1	29,9
к-3755*	CHI/AGA/ESM	26,9	29,0	54,3	14,1	1,61	0,41	52,9	44,9
к-3785*	П-4107-15С-8С-1С-ОС	30,1	29,6	49,8	12,3	1,49	0,37	47,1	45,2
к-3862*	AGA/SAI/CHI	30,7	27,9	49,6	14,8	1,51	0,42	49,1	46,2
к-3863*	AGA/CHI//PAR//JAD	31,6	29,1	50,4	14,7	1,58	0,44	44,9	37,6
к-3875*	CHI//JAD/OBS/ESM	30,6	28,8	45,1	17,2	1,37	0,50	46,2	44,3
	Кречет ст.	33,9	31,1	37,9	13,6	1,26	0,43	40,6	40,7

*- номер по каталогу отдела овса; ОФ-окультуренный фон,
ЕФ-естественный алюмо-кислый фон

Сортообразец 15280 55h 2106 (Московская обл.) имел выравненный стеблестой на окультуренном и естественно кислом почвенном фоне (115,2 и 66,7 см, у стандарта Кречет 93,0 и 56,2 см). На обоих фонах он сочетал низкую пленчатость (22,1 и 25,2 % при 23,7 и 27,5 % у сорта стандарта) с высокой массой 1000 зерен (35,8 и 33,3 г), хорошей озерненностью (61,6 и 16,6 шт.) и высокой продуктивностью метелки (2,20 и 0,56 г.). В полевых условиях на обоих фонах сорт проявил устойчивость к поражению пыльной головней (9 баллов).

Отбор устойчивых форм на инфекционном фоне является эффективным методом в селекции на иммунитет. Он позволяет дать объективную иммунологическую оценку исходного материала, выделить эффективные

источники и создать доноры устойчивости к болезням [9]. Выделена группа генотипов для использования в селекции на качество зерна и устойчивость к болезням.

Образцы к-3754 AGA/ESM/SAI//CHI/OBS, к-3785 II-4107-15C-8C-1C-OC сочетали высокую урожайность (697 и 751 г/м²) с низкой пленчатостью (23,7 и 23,4 %), высокой натурой (587 г/л), выходом зерна из снопового образца (K_{хоз}) (50,1 и 47,1 %), повышенным содержанием белка (12,89 и 12,90 %) и жира (1,80 и 1,55 %) в зерне. Сортообразец к-3785 проявил среднюю устойчивость к пыльной головне на инфекционном фоне (5 баллов), в условиях естественного фона поражения не наблюдали (9 баллов) (табл. 3).

Выделены сортообразцы к-3755 CHI/AGA/ESM, к-3863 AGA/CHI//PAR//JAD, к-3875 CHI//JAD/OBS/ESM с повышенным содержанием белка (12,89; 12,78 и 13,01 % прибавка к стандарту Кречет составила 0,31; 0,20 и 0,43 %) в зерне, высокой натурой (559; 582 и 563 г/л) и выходом зерна из снопового образца (K_{хоз}) (52,9; 44,9 и 46,2 %). Образец к-3863 на естественном и искусственном инфекционных фонах имел практическую устойчивость к пыльной головне (7 баллов), устойчивость к корончатой ржавчине в полевых условиях (7 баллов, поражение 0-1 %).

Таблица 3

Сортообразцы овса пленчатого с высоким качеством зерна, устойчивостью к пыльной головне на естественном фоне (среднее за 2017-2019 гг.)

№ по каталогу	Образец	Натура зерна, г/л	Пленчатость, %	Белок, %	Жир, %	Устойчивость к пыльной головне, балл
15280	55h 2106	544	22,1	12,38	1,69	9
15293	BORYNA	544	23,7	12,12	1,36	7-9
15329	КСИ 639/05	536	24,5	12,54	2,16	9
15330	КСИ 590/05	568	23,4	12,17	2,66	9
15331	КСИ2167/03	566	23,7	12,34	2,52	9
к-2981*	IFMI 3437	556	25,9	11,60	2,04	7-9
к-3712*	ESM/CEV/AGA	561	24,5	11,87	1,92	7-9
к-3719*	CEV/SAI/JAD	589	23,6	11,58	2,06	7-9
к-3747*	OBS/CHI/ESM	577	24,4	-	-	9
к-3749*	OBS/ESM/PAR//CHI/AD	586	23,2	11,55	2,01	9
к-3754*	AGA/ESM/SAI//CHI/OBS	578	23,7	12,89	1,80	7-9
к-3755*	CHI/AGA/ESM	559	23,8	12,89	1,43	7-9
к-3785*	II-4107-15C-8C-1C-OC	578	23,4	12,90	1,55	9
к-3862*	AGA/SAI/CHI	582	23,6	12,06	1,59	9
к-3863*	AGA/CHI//PAR//JAD	582	23,5	12,78	1,23	7
к-3875*	CHI//JAD/OBS/ESM	563	24,3	13,01	1,43	9
	Кречет стандарт	533	23,7	12,58	1,48	7

*- номер по каталогу отдела овса

Устойчивостью к поражению пыльной головней (7-9 баллов) на естественном фоне характеризуются образцы к-2981 IFMI 3437, к-3712 ESM/CEV/AGA, к-3747 OBS/CHI/ESM с высокой натурной зерна (556; 561 и 577 г/л). Сортообразцы к-2981 и к-3712 наряду с этим имели повышенное содержание жира в зерне (2,04 и 1,92 %).

Высокоурожайные сортообразцы 15329 КСИ 639/05, 15330 КСИ 590/05, 15331 КСИ 2167/03 (Ульяновская обл.) (704; 718 и 738 г/м² прибавка к стандарту Кречет составила 104; 107 и 109 %), представляли наибольшую ценность для селекции как низкоплёчатые (24,5; 23,4 и 23,7 %) с высокой натурой (617; 615 и 612 г/л) и массой 1000 зерен (37,4; 40,0 и 43,5 г у стандарта сорта 33,9 г), повышенным содержанием жира (2,16; 2,66 и 2,52 %) в зерне. Образцы имели полевую устойчивость к пыльной головне (9 баллов).

Выделены источники, сочетающие урожайность и качество зерна к-3719 CEV/SAI/JAD, к-3749 OBS/ESM/PAR//CHI/AD, к-3862 AGA/SAI/CHI с высокой урожайностью (676; 698 и 714 г/м², у стандарта Кречет 577 г/м²), низкой плёчатостью (23,6; 23,2 и 23,6 %) и повышенным содержанием жира в зерне (2,06; 2,01 и 1,59 % при 1,48 % у стандарта Кречет).

Заключение. По многолетним данным выделено 16 образцов, которые могут быть использованы в селекции в качестве источников по отдельным селекционно-значимым признакам и их комплексу. Наибольшую ценность имеют урожайные сортообразцы на окультуренных и алюмокислых дерново-подзолистых почвах к-3755 CHI/AGA/ESM, к-3862 AGA/SAI/CHI, к-3863 AGA /CHI//PAR//JAD, 15330 КСИ 590/05; устойчивые к патогенам овса с высоким качеством зерна к-3785 II-4107-15C-8C-1C-OC, к-3863 AGA/CHI//PAR//JAD, 15280 55 h 2106.

Список литературы

1. Кощеева Н.С., Лыскова И.В., Баталова Г.А., Краева С.Н. Исходный материал для селекции льна – долгуна в условиях Волго-Вятского региона // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 3: С 6-9.
2. Фадеев Е.А., Фадеева А.Н. Взаимосвязь урожая и составляющих элементов у растений гороха посевного с беспергаментными бобами // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 25(1). С. 16-22.
3. Самофалов А.П. Роль разных элементов структуры урожая в увеличении урожайности озимой пшеницы // Зерновое хозяйство. 2005. № 1. С. 15-17.
5. Иванова И.Ю., Иванова А.О., Ильин С.В. Корреляционная зависимость урожайности пшеницы мягкой яровой от элементов продуктивности // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 32(4). С. 119-125.
6. Чайкин В.В., Торопов А.А. Принципы и результаты подбора исходного материала в селекции озимой ржи // Зерновые хозяйства России. 2014. № 33(3). С. 38-41.
7. Парфенова Е.С., Уткина Е.И., Кедрова Л.И., Шамова М.Г. Оценка генофонда озимой ржи по урожайности в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 66(5). С. 24-29.
8. Вишнякова М.А. Коллекция генетических ресурсов зернобобовых ВИР как неотъемлемая составляющая основы продовольственной, экологической и биоресурсной безопасности // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 23(3). С. 29-33.
9. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. СПб., 2012. 64 с.
10. Градобоева Т.П., Баталова Г.А. Оценка сортообразцов овса на устойчивость к корончатой ржавчине // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 25(1). С. 91-98.

**МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ПРОРОСТКОВ ОЗИМОЙ РЖИ НА РАЗЛИЧНЫХ ФОНАХ
ОБРАБОТКИ СЕМЯН БИОПРЕПАРАТАМИ**

Е. И. Уткина, Л. М. Щеклеина

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

Аннотация. Получение экологически чистой и здоровой продукции – одна из основных задач сельскохозяйственного производства. Идеальным сырьем для получения продуктов здорового питания считается зерно ржи. Важной фазой развития озимой ржи является период осенней вегетации, когда формируется адаптивный и продуктивный потенциал культуры. В связи с этим целью наших исследований было изучить влияние обработки семян биопрепаратами на развитие проростков озимой ржи и устойчивость их к корневым гнилям. Опыт проводили в лабораторных условиях с использованием метода рулонной культуры. Перед посевом семена сортов озимой ржи Фалёнская 4 и Графиня помещали на 20 минут в растворы биопрепаратов: Псевдобактерин, Флавобактерин, Азолен и МФУ. В результате анализа полученных данных установлено, что у проростков не наблюдалось активного роста надземной массы, но отмечено положительное влияние обработки семян Азоленом и МФУ на рост корневой системы относительно контрольного варианта. Фитопатологическая оценка показала снижение поражения растений корневыми гнилями и степени развития болезни при обработке семян Азоленом. По уровню развития корневых гнилей оба сорта в фазе проростков характеризуются как среднеустойчивые. Биологическая эффективность препаратов на сорте Фалёнская 4 была выше и изменялась от 6,1 % (Флавобактерин) до 64,5 % (Азолен). На растениях сорта Графиня эффективность обработки отмечена в варианте с Азоленом – 25,7 %.

Ключевые слова: *озимая рожь, биопрепараты, росток, корень, корневые гнили, биологическая эффективность.*

**MORPHOLOGICAL AND PHYTOPATHOLOGICAL ASSESSMENT
OF WINTER RYE SEEDLINGS ON VARIOUS BACKGROUNDS
OF SEED TREATMENT WITH BIOLOGICAL PRODUCTS**

E. I. Utkina, L. M. Shchekleina

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

Annotation. Obtaining environmentally friendly and healthy products is one of the main tasks of agricultural production. The ideal raw material for healthy food is rye grain. An important phase in the development of winter rye is the period of autumn vegetation, when the adaptive and productive potential of the culture is formed. In this regard, the goal of our research was to study the effect of seed treatment with biological products on the development of winter rye seedlings and their resistance to root rot. The experiment was carried out in laboratory conditions using the roll culture method. Before sowing, the seeds of winter rye varieties Falenskaya 4 and Grafinya were placed for 20 minutes in solutions of biological products: Pseudobacterin, Flavobacterin, Azolene and MPF. As a result of the analysis of the obtained data, it was established that the seedlings did not show active growth of the aerial mass, but a positive effect of seed treatment by Azolen and MPF on the growth of the root system relative to

the control variant was noted. Phytopathological assessment showed a decrease in plant damage by root rot and the degree of disease development during seed treatment with Azolen. According to the level of development of root rot, both varieties in the phase of seedlings are characterized as medium resistant. The biological effectiveness of the preparations on the Falenskaya 4 variety was higher and varied from 6.1 % (Flavobacterin) to 64.5 % (Azolen). On plants of the Grafinya variety, processing efficiency was noted in the variant with Azolen - 25.7 %.

Keywords: winter rye, biological products, sprout, root, root rot, biological effectiveness

Введение. Глобальной проблемой человечества является продовольственная безопасность, которая влияет на качество физического существования сотен миллионов людей [1]. Одним из важных путей выхода из этой ситуации является экологизация сельскохозяйственного производства с применением безопасных для человека и окружающей среды биологических средств защиты растений [2]. Основными механизмами благоприятного воздействия микроорганизмов, входящих в состав биопрепаратов, на растения являются: повышение коэффициента использования питательных веществ из почвы; оптимизация минерального питания, стимуляция роста и развития растений; подавление развития фитопатогенов; повышение устойчивости растений [3]. Идеальным сырьем для производства продуктов здорового питания считается зерно ржи [4]. Являясь высокоадаптивной зерновой культурой, рожь способна благополучно произрастать в неблагоприятные по погодным условиям годы на низкоплодородных почвах с повышенной кислотностью [5]. Несмотря на генетическую защищенность, рожь положительно отзывается на мероприятия, связанные с подкормкой растений и применением защитных препаратов [6]. Так, на низкоплодородных почвах внесение удобрений способно повысить урожайность культуры до 70 % [7], применение микробиологических препаратов – на 10-40 % [8]. В отличие от озимых пшеницы и ячменя для озимой ржи характерно усиленное кущение в фазу осенней вегетации, что обуславливает высокие требования культуры к условиям минерального питания в данный период и защите от опасных заболеваний.

Цель исследований – изучение действия биопрепаратов на растения озимой ржи и зараженность болезнями на ранних стадиях развития.

Материал и методы. Материалом исследований являлись районированные сорта озимой ржи Фалёнская 4 и Графиня, а также биофунгициды (Псевдобактерин, Флавобактерин) и биоудобрения (Азолен, МФУ – микробиологическое фосфорное удобрение). Перед закладкой в рулонную культуру семена были выдержаны 20 мин. в растворе препаратов с концентрацией 5 мл/л воды (Флавобактерин, Азолен, МФУ) и 10 мл/л воды (Псевдобактерин). Фитопатологический анализ семян проводили по методике ВИЗР (1977). Повторность 4-кратная, объём выборки в каждом повторении – 100 зёрен. Продолжительность одной серии опытов 14 дней. В период роста 3-го листа измеряли длину и вес листьев и корней. Учитывали распространение (поражение) корневых гнилей и развитие болезни.

Для определения степени поражения проростков корневыми гнилями пользовались шкалой Э. Гоймана (1954). Устойчивость образцов оценивали с помощью шкалы М. Ф. Григорьева (1976). Биологическая эффективность вариантов химизации рассчитана по отношению к контрольному варианту (без обработки) для признака «развитие болезни». Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием «Пакета программ селекционно-ориентированных и биометрико-генетических методов AGROS версия – 2.07».

Результаты и обсуждение. Формирование потенциальной зимостойкости озимой ржи закладывается в период осенней вегетации. Следовательно, создание оптимальных условий в этот период – залог благополучной перезимовки и получения высокой урожайности зерна.

Анализ проростков озимой ржи в лабораторном опыте включал измерение и определение массы надземной части растений и корневой системы. Результаты анализа представлены на рисунках 1, 2; вариант 1 – контроль (без использования биопрепарата), 2 – предпосевная обработка семян Псевдобактерином, 3 – Флавобактерином, 4 – Азоленом и 5 – МФУ.

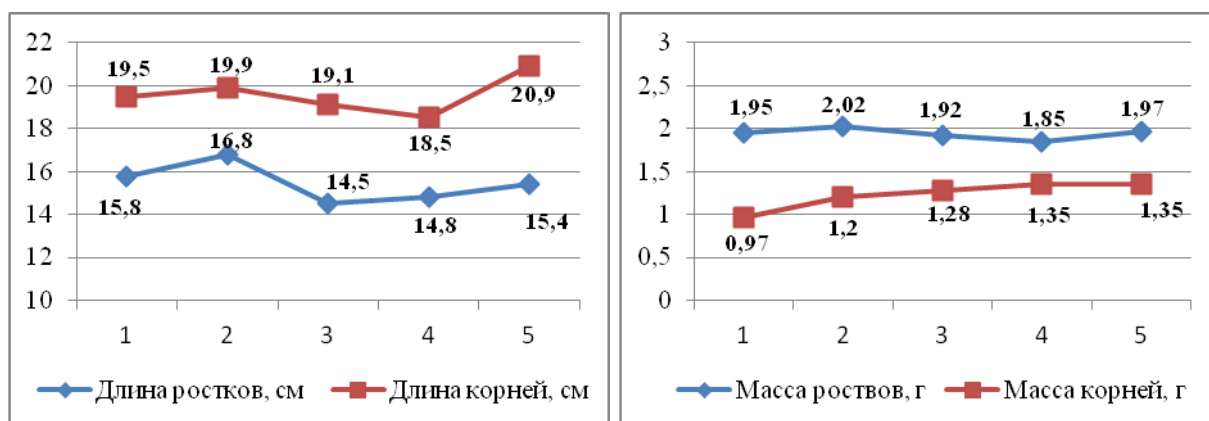


Рис. 1. Морфологические характеристики проростков озимой ржи сорта Фалёнская 4

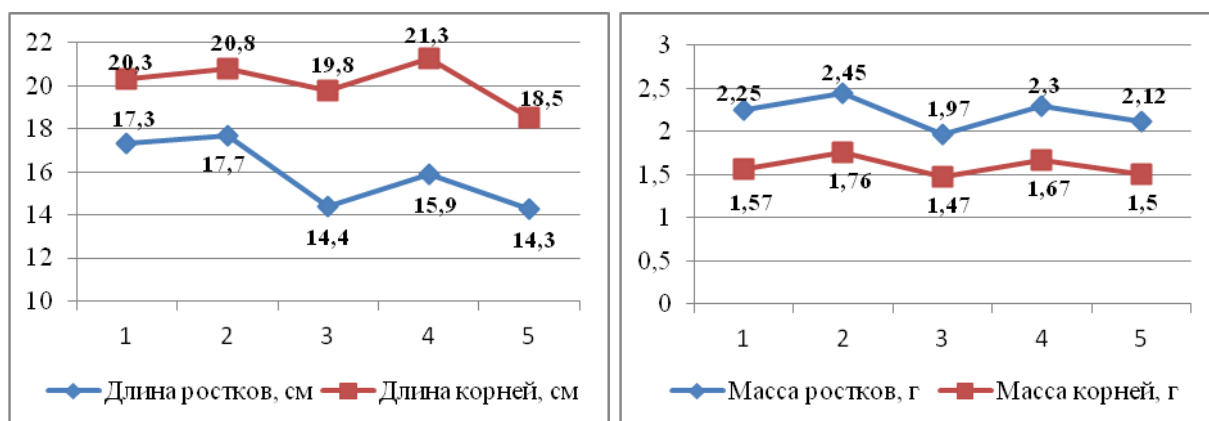


Рис. 2. Морфологические характеристики проростков озимой ржи сорта Графиня

Установлено, что обработка семян Псевдобактерином привела к незначительному увеличению всех параметров растений на обоих сортах ржи относительно контрольного варианта.

Применение Флавобактерина вызвало обратную реакцию. У сорта Графиня отмечено снижение всех ростовых и весовых показателей, при этом длина ростка снизилась на 16,8 %, а его масса – на 12,4 %. Сорт Фалёнская 4 отреагировал аналогично. Исключением является масса корня, которая превысила показатель стандарта на 32,0 %.

При использовании Азолен значительных изменений в параметрах не установлено, все отклонения в положительную или отрицательную стороны были в пределах ошибки опыта.

МФУ вызвало у сорта Фалёнская 4 увеличение длины (на 7,2 %) и массы (на 39,2 %) корня, при этом изменений в показателях надземной массы не наблюдалось. У сорта Графиня отмечено незначительное снижение всех изучаемых параметров.

В ходе фитопатологического анализа проростков выявлены различия состояния изучаемых признаков в контрольном и опытных вариантах. Показатели контрольного варианта по сорту Фалёнская 4: лабораторная всхожесть семян 89,0 %, поражение корневыми гнилями – 47,1 %, развитие болезни – 19,7 %. По сорту Графиня: лабораторная всхожесть 95,0 %, поражение – 35,7 %, развитие болезни – 14,0 % (табл. 1).

Таблица 1

Влияние новых препаратов на фитосанитарное состояние проростков озимой ржи сортов Фалёнская 4 и Графиня, %

Препарат	Проявление корневых гнилей на семенах урожая 2018 г.		Лабораторная всхожесть семян
	поражение	развитие болезни	
Фалёнская 4			
Контроль – без обработки	47,1	19,7	89,0
Псевдобактерин	38,6	14,2*	93,0
Флавобактерин	53,7	18,5	92,0
Азолен	23,4*	7,0*	91,0
МФУ	34,9	14,7	97,0
НСР ₀₅	13,9	5,3	8,5
Графиня			
Контроль – без обработки	35,7	14,0	95,0
Псевдобактерин	45,9	18,6	98,0
Флавобактерин	50,2	17,0	80,0
Азолен	31,6	10,4	98,0
МФУ	47,8	20,9	90,0
НСР ₀₅	11,1	4,8	6,5

Биологическая эффективность препаратов по способности ингибировать развитие корневых гнилей на проростках озимой ржи Фалёнская 4 изменялась от 6,1 % (Флавобактерин) до 64,5 % (Азолен) (табл. 2).

Таблица 2

**Биологическая эффективность новых препаратов
в защите от корневых гнилей**

Вариант	Действующее вещество	Биологическая эффективность, %	
		Фалёнская 4	Графиня
Псевдобактерин	<i>Pseudomonas aureofaciens</i> штамм BS 1393	27,9	-
Флавобактерин	<i>Flavobacterium</i> sp. штамм L-30	6,1	-
Азолен	<i>Azotobacter vinelandii</i> штамм ИБ-4	64,5	25,7
МФУ	-	25,4	-

В опытных вариантах количество инфицированных проростков у сорта Фалёнская 4 варьировало от 23,4 до 53,7 %; у сорта Графиня – от 31,6 до 50,2 %. У сорта Фалёнская 4 в варианте с обработкой Азоленом отмечено достоверное снижение поражения растений корневыми гнилями. У сорта Графиня минимальное поражение отмечено так же при обработке семян Азоленом, но показатель находился в пределах ошибки опыта.

По уровню развития корневых гнилей оба сорта в фазе проростков характеризуются как среднеустойчивые. Развитие болезни у сорта Фалёнская 4 было на уровне 7,0-18,5 %, у сорта Графиня – 10,7-18,6 %. Можно выделить вариант с обработкой Азоленом, где степень поражения у сорта Фалёнская 4 была достоверно ниже контроля и составила 7,0 %, у сорта Графиня состояние признака было на уровне контроля – 10,4 %. Динамика лабораторной всхожести у сорта Фалёнская 4 варьировала в пределах от 91,0 % (Азолен) до 97,0 % (МФУ); у сорта Графиня – от 80,0 % (Флавобактерин) до 98,0 % (Псевдобактерин, Азолен).

У сорта Графиня лишь в одном варианте с Азоленом отмечали биологическую эффективность, которая составила 25,7 %. Препараты: Псевдобактерин, Флавобактерин и МФУ не способствовали ограничению развития корневых гнилей на проростках изучаемых сортов.

Заключение. Таким образом, у проростков озимой ржи, полученных из семян, обработанных биопрепаратами, не выявлен активный рост надземной массы на ранних этапах развития. Это можно отнести к положительным свойствам, т.к. активизация ростовых процессов в осенний период может привести к перерастанию растений, слабой перезимовке, сильному поражению снежной плесенью и снижению урожайности. Выявлено положительное влияние обработки семян Азоленом и МФУ на рост корневой системы.

В результате фитопатологической оценки установлено, что при предпосевной обработке семян Азоленом снижается поражение растений корневыми гнилями и степень развития болезни. Биологическая эффективность препаратов по способности ингибировать развитие корневых гнилей на растениях озимой ржи сорта Фалёнская 4 в начале онтогенеза растений изменялась от 6,1 % (Флавобактерин) до 64,5 % (Азолен). На растениях сорта Графиня в варианте с Азоленом – 25,7 %.

Для установления влияния биопрепаратов на растения во все периоды роста и формирования зерна опыт будет продублирован в полевых условиях.

Список литературы

1. Подбиралина Г.В., Мигалева Т.Е., Рыжакова А.В., Савина Н.П. Продовольственная безопасность: актуальность для России // Вестник РЭУ им. Г.В. Плеханова. 2018. № 3(99). С.12-23.
2. Лесная энциклопедия: в 2-х т. / Гл. ред. Г.И. Воробьев. М.: Современная энциклопедия, 1985. 563 с.
3. Сабирова Т.П., Сабиров Р.А. Влияние биопрепаратов на продуктивность сельскохозяйственных культур // Вестник АПК Верхневолжья. 2018. № 3(43). С. 18-22.
4. Сысуев В.А., Кедрова Л.И., Лаптева Н.К., Уткина Е.И., Вянянен М. В зерне ржи основа здоровья человека // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 6. С. 3-5.
5. Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш. Оценка сортов озимой ржи по урожайности и параметрам экологической пластичности в условиях Северного Зауралья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. Т. 64. № 3. С. 22-27.
6. Шакирзянов А.Х., Лещенко Н.И., Никонорова И.М., Агафонова В.А. Перспективные образцы озимой ржи для селекции кормовой ржи в условиях юго-западного Предуралья // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 8. С. 38-42.
7. Суров В.В., Чухина О.В. Продуктивность озимой ржи на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве при применении удобрений и микробиологического препарата // Молочнохозяйственный вестник. 2017. № 4(28). С. 93-103
8. Кожемяков А.П. Создание и анализ базы данных по эффективности микробных биопрепаратов комплексного действия // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 3. С. 112-115.

ИЗУЧЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУШИ В УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. В. Фирсова, А. П. Софронов, А. А. Русинов
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого, г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. Проведен анализ биохимического состава плодов 9 сортов груши: Кунава, Перун, Сварог, Каратаевская, Нарядная Ефимова, Видная, Ларинская, Повислая, Чижовская (контроль) в 2018-2020 годах. В условиях Кировской области изученные сорта груши отличаются высоким накоплением суммы сахаров (10,1-15,0 %). Содержание суммы сахаров по сортам сильно изменяется в зависимости от погодных условий в период созревания плодов. Почвенно-климатические условия региона способствуют накоплению в плодах большого количества органических кислот. Так, у сортов Каратаевская, Видная, Ларинская, Кунава, Нарядная Ефимова, Чижовская отмечена высокая титруемая кислотность (0,51-1,00 %). У сортов Повислая, Перун и Кунава вариабельность кислотности по годам низкая (менее 10 %) – они отличаются стабильностью этого показателя. Сорта Ларинская и Нарядная Ефимова отличаются высокой изменчивостью уровня кислотности ($V \geq 20$ %). По содержанию сухих веществ в плодах выделен сорт Повислая, отличающийся очень высоким уровнем данного признака (более 20,00 %). Сорта Чижовская, Нарядная Ефимова, Перун и Ларинская отличаются высоким содержанием сухого вещества (16,0-20,0 %). У всех изученных сортов отмечено низкое содержание витамина С (менее 10 мг/100 г). Сахарокислотный индекс (отношение общего количества суммы сахаров к общему количеству кислот) изученных сортов составил от 12,08 у сорта Видная до 16,30 у сорта Кунава, что соответствует слабокислому вкусу (10,0-20,0).

Ключевые слова: груша, сумма сахаров, кислотность, сухое вещество, аскорбиновая кислота, СКИ.

THE STUDY OF BIOCHEMICAL COMPOSITION OF PEAR

S. V. Firsova, A. P. Sofronov, A. A. Rusinov
Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

Annotation. The analysis of biochemical composition of nine pear fruit varieties (Kupava, Perun, Svarog, Karataevskaya, Naryadnaya Efimova (Dressy Efimova), Vidnaya (Prominent), Larinskaya, Povislaya, Chizhovskaya (a check variety)) had been made in 2018-2020. In conditions of Kirov region the studied pear varieties are distinguished by high accumulation of sums of fruit sugar (10,1–15,0 %). The amount of fruit sugar sums in varieties changes highly depending on weather conditions in a ripening stage. Edaphic-climatic conditions of the region contribute to accumulating of a high amount of organic acids in fruit. Thus, the varieties Karataevskaya, Vidnaya (Prominent), Larinskaya, Kupava, Naryadnaya Efimova (Dressy Efimova), Chizhovskaya are noted by high titratable acidity (0,51–1,00 %). The varieties Povislaya, Perun and Kupava have low acid variability in years (less than 10 %) – they are differed by the stability of this coefficient. The varieties Larinskaya and Naryadnaya Efimova (Dressy Efimova) are characterized by high changeability of acidity level ($V \geq 20$ %). According to the content of dry substances in fruit, the variety Povislaya is distinguished by a really high level of this coefficient (more than 20,00 %). The varieties Chizhovskaya, Naryadnaya Efimova (Dressy Efimova), Perun and Larinskaya are remarkable by high content of dry

substance (16,00-20,00 %). All studied varieties are featured by low content of vitamin C (less than 10mg/100g). Sugar-acid index (the ratio of total sugar sums to total acids) of studied varieties is from 12,08 (Vidnaya variety) to 16,30 (Kupava variety) that corresponds to subacid flavour (10,00-20,00).

Key words: pear, sugar sums, acidity, dry substance, ascorbic acid, Sugar-acid index

Введение. До 2018 года, когда был районирован сорт Вековая, груша оставалась нетрадиционной садовой культурой для Кировской области. Таким образом, регион стал северной границей возделывания культуры на европейской части России [1]. Большая востребованность груши у населения обусловлена в первую очередь ее высокими вкусовыми качествами и богатым биохимическим составом. Вкус плодов определяется содержанием в них химических веществ и их соотношением. Сорта груши различаются по содержанию в плодах сухих веществ, сахаров, кислот, аскорбиновой кислоты [2]. Химический состав плодов зависит от сортовых особенностей и условий окружающей среды [3, 4]. Стабильность биохимического состава плодов является одним из показателей адаптивности сорта. Желательно, чтобы коэффициент варьирования основных биохимических характеристик плодов по годам у сортов не превышал 30 % [5]. Представляет интерес, как будет изменяться биохимический состав плодов груши в новых условиях произрастания.

Цель работы – исследование биохимического состава плодов груши в условиях Кировской области.

Материалы и методы. Объектами исследований служили 9 сортов груши – 2007 г.п.: 4 сорта селекции НИИСС им. М.А. Лисавенко – Купава, Перун, Сварог, Каратаевская; 2 сорта селекции ВСТИСП – Нарядная Ефимова, Видная; 2 сорта селекции ЮУНИИПОК – Ларинская, Повислая; один сорт селекции МСХА им. К. А. Тимирязева – Чижовская.

Схема посадки 5х6 м. Посадка осуществлена двухлетними саженцами, привитыми на семенной подвой. Агротехнические мероприятия при постановке опыта – общепринятые для Северо-Восточной зоны садоводства европейской части России.

Учеты и наблюдения проводены в соответствии с "Программой и методикой ..." [6]. Статистическая обработка данных проведена по [7].

Исследования биохимического состава плодов проводили в аналитической лаборатории ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (2018-2019 гг.). При определении содержания сахаров использовался метод Бертрана. Количество сухого вещества определяли методом высушивания при температуре 105 °С до постоянного веса. Аскорбиновую кислоту определяли по методу Мурри (1973). Кислотность – как общую титруемую кислотность плодов и овощей по Крищенко (1983).

Результаты и обсуждение. В условиях Кировской области изученные сорта груши отличаются высоким накоплением суммы сахаров (10,1-15,0 %). Выделены сорта Повислая (16,44 %) и Купава (15,01 %) с очень высоким

содержание сахаров (более 15,00 %) (табл.). Вариабельность данного признака по коллекции средняя – 12,70 %. Однако содержание суммы сахаров по сортам сильно изменяется в зависимости от погодных условий в период созревания плодов. Коэффициент вариации составил от 29,08 (Повислая) до 61,10 % (Нарядная Ефимова), при среднем значении 45,33 %.

Таблица

Биохимический состав сортов груши (2018-2019 гг.)

Сорт	Сахара		Кислотность		Сухое вещество		Аскорбиновая кислота		Сахаро-кислотный индекс
	%	V, %	%	V, %	%	V, %	мг/100 г	V, %	
Чижевская, к	14,01	60,42	0,95	11,90	17,75	9,51	2,64	94,28	14,73
Нарядная Ефимова	12,02	61,10	0,92	25,37	16,47	5,41	1,54	60,60	13,05
Ларинская	13,41	47,66	0,91	23,31	16,88	6,29	1,98	47,14	14,72
Видная	10,89	30,02	0,83	19,4	15,18	11,42	2,03	49,46	12,08
Купава	15,01	59,87	0,92	8,49	15,70	9,99	3,52	35,35	16,30
Каратаевская	12,13	50,42	0,80	17,00	13,38*	10,99	1,98	47,14	15,30
Перун	14,38	35,05	1,05	5,39	16,27	4,87	6,60	28,28	13,69
Сварог	12,78	34,35	1,00	12,04	15,95	5,63	2,20	28,28	12,78
Повислая	16,44	29,08	1,22	2,96	20,38	8,56	2,86	32,63	13,47
Среднее	13,15	45,33	0,95	13,98	16,44	8,07	2,82	47,01	13,99
CV, %	12,70	-	13,10	-	11,62	-	54,33	-	-

* - достоверно уступает контролю при уровне значимости 95 %

Почвенно-климатические условия региона способствуют накоплению в плодах большого количества органических кислот. Так, у 6 сортов отмечена высокая титруемая кислотность (0,51-1,00 %): Каратаевская – 0,80; Видная – 0,83; Ларинская – 0,91; Купава, Нарядная Ефимова – 0,92; Чижевская (контроль) – 0,95 %. У 3 сортов наблюдается очень высокая кислотность ($\geq 1,00$ %): Сварог – 1,0; Перун – 1,05; Повислая – 1,22 %. Отмечена средняя сортовая изменчивость по этому признаку (13 %). У сортов Повислая, Перун и Купава вариабельность кислотности по годам низкая (менее 10 %) – они отличаются стабильностью этого показателя. Сорта Ларинская и Нарядная Ефимова отличаются высокой изменчивостью уровня кислотности ($V \geq 20$ %).

По содержанию сухих веществ в плодах выделен сорт Повислая (20,38 %), отличающийся очень высоким уровнем данного признака (более 20,0 %). У 4 сортов, в том числе у контрольного сорта Чижевская, отмечено высокое содержание сухого вещества (16,0-20,0 %). Сорт Каратаевская достоверно уступил контролю по данному признаку. Накопление сухих веществ оказалось самым стабильным признаком – в среднем по коллекции вариабельность составила 8,07 %, только у сортов Каратаевская

(V = 10,96 %) и Видная (V = 11,42 %) отмечено среднее варьирование данного признака по годам.

Полезные свойства плодов груш обусловлены, в том числе, высоким содержанием природного антиоксиданта – витамина С. Погодно-климатические условия региона, а именно прохладное и дождливое лето, должны способствовать накоплению высокого количества аскорбиновой кислоты. Однако, у всех изученных сортов отмечено низкое содержание витамина С (менее 10 мг/100 г). Максимальным накоплением аскорбиновой кислоты отличился сорт Перун – 6,6 мг/100 г. Кроме того, содержание витамина С сильно зависит от погодных условий периода созревания плодов – средняя вариабельность по коллекции составила 47,01 %.

Органические кислоты и сахара формируют вкусовые качества плодов груши. Сахарокислотный индекс (отношение общего количества суммы сахаров к общему количеству кислот) изученных сортов составил от 12,08 у сорта Видная до 16,30 у сорта Купава. Данные показатели соответствуют слабокислому вкусу (10,0-20,0).

Выводы. Таким образом, в условиях Кировской области плоды изучаемых сортов груши способны накапливать до 16,44 % сахаров, 20,38 % сухих веществ и 6,6 % аскорбиновой кислоты. Установлено, что накопление суммы сахаров и аскорбиновой кислоты сильно варьирует в зависимости от погодных условий периода вегетации. Выделен сорт Повислая, отличающийся высоким накоплением суммы сахаров и сухого вещества.

Список литературы

1. Фирсова С.В., Софронов А.П. Изучение сортов груши в условиях Кировской области // Плодоводство и ягодоводство России. Т. XXXXVIII. Часть I. М., 2017. С. 280-284.
2. Вигоров Л.И. Сад лечебных культур. Свердловск, 1976. 172 с.
3. Москаленко Т.И., Притула З.В. Экологическая адаптация и химический состав плодов груши в субтропиках России // Основные направления и методы селекции семечковых культур. Орел: Издательство ВНИИСПК, 2001. С. 68-69.
4. Леонченко В.Г., Черенкова Т.А., Иванова Л.Н. Оценка генофонда и селекционного материала плодовых культур на содержание биологически активных веществ // Бюл. науч. инф. ВНИИГР и СПР. Мичуринск, 1995. Вып. 52. С. 30-33.
5. Леонченко В.Г. К вопросу оценки адаптивного потенциала плодовых культур // Тезисы докладов науч., посвящ. 70-летию Белорус. НИИ плодоводства, 9-13 окт.1985 г. Самохваловичи, 1995. С. 14.
6. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общей редакцией Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. 608 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 416 с.

ВЛИЯНИЕ ПОРАЖЕНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ЛИСТОВЫМИ БОЛЕЗНЯМИ НА СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ

А. В. Харина

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

Аннотация. В 2019 году в условиях Кировской области по устойчивости к основным видам листовых болезней и содержанию фотосинтетических пигментов были изучены 10 сортов яровой мягкой пшеницы из коллекции ВИР. Среди болезней наиболее распространёнными были септориоз и тёмно-бурая пятнистость, поражение которыми составило 51,3 %. У растений с признаками поражения листовыми болезнями выявлено снижение содержания в листьях Chl a (на 24,0 %) и Chl b (на 24,5 %), каротиноидов (на 17,9 %), соотношение хлорофиллов и каротиноидов (на 10,5 %), доля хлорофиллов в ССК (на 7,1 %). Содержание фотосинтетических пигментов в листьях яровой пшеницы на 49,0-64,0 % было детерминировано поражением растений септориозом. Масса зерна с растения на 25 % была детерминирована поражением листьев растений бурой ржавчиной и практически не зависела от поражения остальными листовыми болезнями. В средней степени этот показатель зависел от содержания каротиноидов ($r = 0,4$). Поражение листьев септориозом значительно повлияло на массу 1000 зёрен сортов яровой пшеницы ($r = -0,7$), в то время как другие листовые болезни влияли на данный показатель в средней степени ($r = -0,4-0,5$). Так же масса 1000 зёрен на 36 % была детерминирована долей хлорофиллов в ССК. Было установлено, что снижение содержания хлорофиллов и каротиноидов достоверно в средней степени ($r = 0,6$) снижало урожайность сортов яровой мягкой пшеницы в условиях данного года. Поражение растений бурой ржавчиной существенно снижало урожай сортов ($r = -0,7$). В средней степени на урожайность влияло поражение растений септориозом ($r = -0,5$).

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, септориоз, бурая ржавчина, мучнистая роса, тёмно-бурая пятнистость, фотосинтетические пигменты.

INFLUENCE OF SPRING WHEAT LEAF DISEASES ON THE CONTENT OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN PLANT LEAVES

A. V. Kharina

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

Annotation. In 2019 under the conditions of the Kirov region, 10 varieties of spring soft wheat from the VIR collection were studied for resistance to the main types of leaf diseases and the content of photosynthetic pigments. Among the most common diseases were *Septoria tritici* blotch and dark-brown spotting, the inoculation of which was 51.3 %. In plants with signs of leaf diseases, a decrease in the content of Chl a (on 24,0 %) and Chl b (on 24,5 %), carotenoids (on 17,9 %), the ratio of chlorophylls and carotenoids (on 10,5 %), the proportion of chlorophylls in LSC (on 7,1 %) was revealed. The content of photosynthetic pigments in leaf of spring wheat was on 49.0-64.0 % determined by infection of plants with *Septoria tritici* blotch. The weight of grain from the plant was 25 % determined by the inoculations of plants by brown rust and almost did not depend on the defeat of other leaf diseases. On average this

indicator depends on the content of carotinoids. Inoculations of leaf by Septoria tritici blotch significantly affected the weight of 1000 grains varieties of spring wheat ($r = -0.7$), while others leaf diseases affected this indicator to an average degree ($r = -0.4-0.5$). Also, the weight of 1000 grains on 36 % determined by proportion of chlorophylls in LSC. It was found, that the a decrease in the content of chlorophylls and carotinoids significantly to an average degree ($r = 0.6$) reduced the yield of varieties of spring soft wheat in the conditions of this year. Inoculations of plants by brown rust significantly reduced the yield of varieties ($r = -0.7$). The average yield was affected by inoculations of plants by Septoria tritici blotch ($r = -0.5$).

Keywords: spring soft wheat, Septoria leaf spot, brown rust, powdery mildew, dark-brown spotting, phytosynthetic pigments

Введение. Листовые болезни зерновых культур всё больше распространяются в посевах различных регионов страны. Самыми распространёнными листовыми болезнями в Кировской области являются бурая ржавчина, септориоз, мучнистая роса и тёмно-бурая пятнистость [1]. Симптомы этих болезней уменьшают ассимиляционную поверхность листьев, снижая фотосинтетическую активность растений, что приводит к снижению урожая и качества семян. Потери урожая зерна от этих болезней могут составлять 3-5 %, а в годы эпифитотий – 20-30 % [2]. Всестороннее изучение фотосинтетического аппарата растений и специфики его функционирования в конкретных экологических условиях является необходимой частью изучения селекционного материала. Содержание пигментов определяет интенсивность фотосинтеза и косвенно биологическую продуктивность растений. Изменение содержания пигментов, а также их распределение между светособирающими комплексами (ССК) и реакционными центрами (РЦ) фотосистем может быть частью адаптивного ответа растений на стрессовое воздействие, в том числе и поражение болезнями [3]. Протекание процесса фотосинтеза в стрессовых условиях можно оценить по содержанию фотосинтетических пигментов в листе, их доли в ССК хлоропластов в сравнении с нормальными условиями. Соотношение пигментов является важным показателем сформированности фотосинтетического аппарата.

Цель работы – выявить взаимосвязь степени поражения яровой мягкой пшеницы листовыми болезнями с содержанием фотосинтетических пигментов в листьях растений и урожайными качествами сортов.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2019 году на территории коллекционного питомника ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров). Объектом исследований были 10 сортов яровой мягкой пшеницы коллекции ВИР с различной степенью устойчивости к листовым болезням: бурая ржавчина (*Puccinia tritricina* Erikss.), мучнистая роса (*Erysiphe graminis* f. *tritici* Marchal), септориоз (*Zimoseptoria tritici* (Desm.)), тёмно-бурая пятнистость (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc in Sorok) Shoem). Площадь делянки составляла 0,45 м², повторность – двухкратная. На момент отбора проб листьев растения вступили в фазу цветения. Оценку состояния фотосинтетического аппарата осуществляли после проведения фотометрического анализа вытяжек листьев на спектрофотометре UV mini-1240 производства SHIMADZU Corporation

(Japan) при длинах волн 470, 644,8, 661,6 нм. Выделение пигментов (хлорофилл – *Chl*, каротиноиды - *Car*) и расчёт их содержания проводили по методике [4]. В качестве экстрагента использовали 100 % ацетон.

Данные обрабатывали статистически с использованием программы Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и обсуждение. В условиях 2019 года на посевах яровой мягкой пшеницы были диагностированы такие листовые болезни, как бурая ржавчина, септориоз, мучнистая роса и тёмно-бурая пятнистость. Обнаружено, что наиболее распространёнными были септориоз и тёмно-бурая пятнистость. Среднее поражение растений изучаемых сортов септориозом составило 51,3 %, варьируя от 0 у сорта Нива 2 до 86,7 % у стандартного сорта Баженка (табл. 1).

Таблица 1

**Поражение растений и развитие основных листовых болезней
у сортов яровой мягкой пшеницы, % (2019 г.)**

Сорт	Бурая ржавчина		Септориоз		Мучнистая роса		Тёмно-бурая пятнистость	
	поражённых растений	развитие болезни	поражённых растений	развитие болезни	поражённых растений	развитие болезни	поражённых растений	развитие болезни
Баженка - St	13,3	5,0	86,7	18,5	-	-	46,7	5,0
Epos	80,0	11,7	-	-	-	-	40,0	8,3
UL Alta Blanca	-	-	46,7	10,0*	-	-	66,7	10,5
Степная 50	13,3	7,5	60,0	10,6*	-	-	86,7	17,1
Эгисар 29	-	-	73,3	15,0	-	-	40,0	8,3
Дарья	46,7	12,1	33,3	6,0*	-	-	33,3	9,0
Нива 2	46,7	6,4	-	-	73,3	34,3	-	-
Росинка 2	13,3	10,0	73,3	9,5*	-	-	93,3	18,2
Терция	-	-	73,3	8,2*	66,7	14,0	6,7	5,0
Уйская	-	-	66,7	9,0*	-	-	100,0	13,7
Среднее	21,3	5,3	51,3	8,7	14,0	4,8	51,3	9,5
НСР ₀₅	-	3,3	-	3,8	-	5,6	-	3,1

- признаки поражения болезнью не обнаружены;

*-значимо на 5 %-ном уровне существенности

Интенсивность поражения листовой поверхности в среднем по сортам составила 8,7 %, изменяясь от 0 до 18,5 % у тех же сортов. Сорт Нива 2 проявил устойчивость и к тёмно-бурой пятнистости. Встречаемость симптомов этой болезни в среднем по сортам также составила 51,3 %, варьируя от 0 до 93,3 % (сорт Росинка 2). Средняя по сортам интенсивность поражения составила 9,5 %, изменяясь от 0 до 18,2 %. Процент поражённых растений сорта

Уйская достигал 100, в то время как интенсивность поражения листьев составила 13,7 %.

В 2019 году поражение мучнистой росой и бурой ржавчиной встречалось редко. Из изучаемых сортов лишь два сорта (Нива 2 и Терция) имели признаки поражения мучнистой росой. Устойчивый к септориозу и тёмно-бурой пятнистости сорт яровой пшеницы Нива 2 в условиях 2019 года сильно поразился этой болезнью (73,3 % поражённых растений при интенсивности поражения 34,3 %). Сорт Терция также сильно поразился мучнистой росой (66,7 % поражённых растений, развитие болезни – 14,0 %) и септориозом (поражение растений 73,3, интенсивность – 8,2 %), но не поразился бурой ржавчиной и слабо-тёмно-бурой пятнистостью (6,7 % поражённых растений и 5,0 % – интенсивность поражения). В среднем по сортам поражённые бурой ржавчиной растения составили 21,3 %, варьируя от 0 (сорта UL Alta Blanca, Эгисар 29, Терция и Уйская) до 80,0 % у сорта Eros.

Поражение листовыми болезнями приводит к нарушению процесса фотосинтеза и, следовательно, к изменению содержания фотосинтетических пигментов в листе, их доли в ССК хлоропластов. Содержание фотосинтетических пигментов в больных и здоровых листьях в фазу цветения растений яровой пшеницы значительно отличалось (табл. 2).

Таблица 2

Содержание фотосинтетических пигментов в листьях пшеницы в фазу цветения

Сорт	Содержание (мг/г сух. в-ва)						Chl a + b / каротиноиды		ССК, %	
	Chl a		Chl b		каротиноидов		здоровые растения	поражённые растения	здоровые растения	поражённые растения
	здоровые растения	поражённые растения	здоровые растения	поражённые растения	здоровые растения	поражённые растения				
Баженка	10,10	6,16	4,65	2,27	2,91	2,12	5,05	3,98	68,93	59,47
Eros	13,16	9,39	7,04	5,18	3,32	2,37	6,06	6,33	76,07	79,49
ULAlta Blanca	12,44	11,72	6,21	5,51	3,16	2,99	5,88	5,77	73,01	70,41
Степная 50	11,67	6,54	5,69	6,54	3,12	2,10	5,56	4,35	71,94	62,86
Эгисар 29	8,67	8,57	4,28	3,59	2,25	2,54	5,70	4,75	72,02	64,31
Дарья	12,16	11,16	6,39	5,95	3,26	2,93	5,64	5,82	75,08	76,13
Нива 2	13,26	11,06	7,25	5,19	3,28	2,85	6,27	5,7	77,57	70,24
Росинка 2	14,06	7,90	7,11	3,15	3,59	2,37	5,92	4,65	73,79	62,21
Терция	9,86	8,74	4,32	4,23	2,85	2,53	4,96	5,15	66,8	71,99
Уйская	12,31	8,13	6,72	3,35	3,0	2,41	6,35	4,74	77,52	63,25
Среднее	11,77	8,94	5,97	4,49	3,07	2,52	5,74	5,14	73,27	68,04
НСР ₀₅	2,36	2,25	1,43	1,56	0,26	0,48	0,53	0,80	4,31	9,12

Снижение содержания Chl a и Chl b в больных листьях составило 2,83 (24,0 %) и 1,48 (24,5 %) мг/г сухого вещества соответственно. Содержание

каротиноидов также снизилось на 0,55 мг (17,9 %) по сравнению с листьями здоровых растений.

Соотношение *Chl a*, *Chl b* и каротиноидов показывает воздействие стрессовых факторов окружающей среды на растения [5]. В наших исследованиях соотношение содержания хлорофиллов и каротиноидов у здоровых растений варьировало от 4,96 (сорт Терция) до 6,35 (сорт Уйская), а у больных от 3,98 (сорт Баженка) до 6,06 (сорт Ерос). Снижение данного показателя в среднем по сортам составило 0,6 (10,5 %), варьируя от 0,11 (1,9 %) у сорта UL Alta Blanca до 1,61 (25,4 %) у сорта Уйская.

Нужно отметить, что у трёх сортов (Ерос, Дарья и Терция) соотношение хлорофиллов и каротиноидов в больных растениях выросло по сравнению со здоровыми на 0,27 (4,5 %), 0,18 (3,2 %) и 0,19 (3,8 %) соответственно. У этих сортов доля хлорофиллов в ССК больных растений также была выше, чем у здоровых на 3,42, 1,05 и 5,19 %, соответственно.

Повышение доли хлорофиллов в светособирающем комплексе (ССК) позволяет растению более эффективно использовать свет. Это можно рассматривать как определённый механизм адаптации растений к условиям окружающей среды [6]. В наших исследованиях доля хлорофиллов в ССК у больных растений в среднем по сортам составила 68,04 %, что на 7,1 % ниже, чем у здоровых растений. Наибольшее снижение этого показателя (14,3 %) отмечено у сорта Уйская.

Корреляционная зависимость между содержанием фитосинтетических пигментов в листьях яровой пшеницы в 2019 году и поражением листовыми болезнями изменялась от слабой до сильной (табл. 3).

Таблица 3

Взаимосвязь поражения растений яровой мягкой пшеницы листовыми болезнями и содержанием фотосинтетических пигментов в листьях

Показатель		Содержание, мг/г сух. в-ва			<i>Chl a+b</i> / каротиноиды	ССК, %
		<i>Chl a</i>	<i>Chl b</i>	каротиноидов		
Поражение листовой поверхности, %	бурой ржавчиной	-0,4	-0,4	-0,1	-0,3	-0,4
	септориозом	-0,7*	-0,8*	-0,7*	-0,8*	-0,8*
	мучнистой росой	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,2
	тёмно-бурой пятнистостью	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,4

*-существенно на 5 %-ном уровне значимости

Корреляционный анализ экспериментальных данных показал, что показатели содержания фотосинтетических пигментов в листьях яровой пшеницы на 49,0-64,0 % детерминировано поражением растений септориозом. Связь между этими показателями говорит о том, что с увеличением поражения растений септориозом содержание хлорофиллов и каротиноидов существенно

снижается ($r = -0,7; -0,8$). Именно это заболевание листа растений в 2019 году было наиболее распространено на посевах яровой мягкой пшеницы. Поражение растений мучнистой росой в слабой ($r = -0,1-0,3$), а тёмно-бурой пятнистостью и бурой ржавчиной в средней степени ($r = -0,4$) влияло на содержание фитосинтетических пигментов.

Новые сорта обладают большей урожайностью, что объясняется многими факторами, в том числе и улучшением работы фотосинтетического аппарата растений [7, 8]. Нарушение его, вызванное поражением растений листовыми болезнями, приводит к снижению продуктивности и отдельных элементов структуры урожая (табл. 4).

Таблица 4

Влияние содержания фотосинтетических пигментов на урожайные качества сортов яровой пшеницы, г

Показатель	Содержание, мг/г сух. в-ва			<i>Chl a+b/</i> каротиноиды	ССК, %	Поражение, %			
	<i>Chl a</i>	<i>Chl b</i>	каротиноидов			бурой ржавчиной	септориозом	мучнистой росой	тёмно-бурой пятнистостью
Масса зерна с растения	0,3	0,3	0,4	-0,1	0,3	-0,5	0,1	0,1	0,1
Масса 1000 зёрен	0,5	0,6*	0,5	0,4	0,6*	-0,4	-0,7*	-0,5	-0,4
Масса зерна с 1 м ²	0,6*	0,6*	0,6*	-0,2	0,3	-0,7*	-0,5	-0,2	-0,1

*-существенно на 5 %-ном уровне значимости

Масса зерна с растения на 25 % была детерминирована поражением листьев растений бурой ржавчиной и практически не зависела от поражения остальными листовыми болезнями. В средней степени этот показатель зависел от содержания каротиноидов ($r = 0,4$).

Поражение листьев септориозом в значительной степени повлияло на массу 1000 зёрен сортов яровой пшеницы ($r = -0,7$), в то время как другие листовые болезни влияли на данный показатель в средней степени ($r = -0,4-0,5$). Также масса 1000 зёрен на 36 % была детерминирована долей хлорофиллов в ССК ($r = 0,6$).

Масса зерна с 1 м² существенно зависела от содержания *Chl a*, *Chl b* и каротиноидов в 1 грамме сухого вещества ($r = 0,6$), т.е. снижение содержания хлорофиллов и каротиноидов достоверно снижает урожайность сортов яровой мягкой пшеницы.

Поражение растений бурой ржавчиной существенно снижало урожай зерна ($r = -0,7$). В средней степени на урожайность влияло поражение септориозом ($r = -0,5$).

Заключение. Таким образом, в условиях 2019 года на растениях 10 изученных сортов яровой мягкой пшеницы наиболее распространёнными были септориоз и тёмно-бурая пятнистость, поражение которыми составило 51,3 %. Выявлено снижение содержания *Chl a*, *Chl b* и каротиноидов в больных листьях по сравнению со здоровыми, которое составило 24,0, 24,5 и 17,9 % соответственно. Соотношение *Chl a*, *Chl b* и каротиноидов, а также доля хлорофиллов в ССК снизились в среднем по сортам на 10,5 и 7,1 % соответственно. С увеличением поражения растений септориозом содержание хлорофиллов и каротиноидов существенно снижается ($r = -0,7$; $-0,8$).

Масса зерна с растения на 25 % была детерминирована поражением листьев растений бурой ржавчиной и практически не зависела от поражения остальными листовыми болезнями. В средней степени этот показатель зависел от содержания каротиноидов ($r = 0,4$). Поражение листьев септориозом в значительной степени повлияло на массу 1000 зёрен сортов яровой пшеницы ($r = -0,7$), в то время как другие листовые болезни влияли на данный показатель в средней степени ($r = -0,4-0,5$). Масса 1000 зёрен на 36 % была детерминирована долей хлорофиллов в ССК ($r = 0,6$).

Масса зерна с 1 м² существенно зависела от содержания *Chl a*, *Chl b* и каротиноидов в 1 грамме сухого вещества ($r = 0,6$), т. е. снижение содержания хлорофиллов и каротиноидов достоверно снижает урожайность сортов яровой мягкой пшеницы. Поражение растений бурой ржавчиной существенно снижало урожай зерна ($r = -0,7$). В средней степени на урожайность влияло поражение септориозом ($r = -0,5$).

Список литературы

1. Шешегова Т.К. Анализ фитосанитарного состояния посевов яровых зерновых культур в Кировской области (аналитический обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. №5. С. 10-14.
2. Кекало А.Ю., Немченко В.В., Заргарян Н.Ю., Цыпышева М.Ю. Защита зерновых культур от болезней. Куртамыш: ООО "Куртамышская типография"; 2017. 172 с.
3. Richardson A.D., Duigan S.P., Berlyn G.P. An evaluation noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content // New Phytologist. 2002. No. 1. P. 185-194.
4. Lichtenthaler H.K., Buschmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS Spectroscopy // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. 2001. F 4.3.1. F 4.3.8.
5. Волкова Л.В., Шешегова Т.К. Урожайность и содержание фитосинтетических пигментов в листьях яровой пшеницы при поражении септориозом // Вестник НГАУ. 2019. № 3. С. 17-25.
6. Golovko T., Dymova O., Tabalenkova G., Vestnik Instituta biologii Komi NTs Uro RAN. 2007. No. 8. P. 7-10.
7. Прядкина Г.А. Пигменты, эффективность фотосинтеза и продуктивность пшеницы // Plant Varieties Studying and Protection. 2018. № 1. С. 97-108.
8. Моргунов В.В., Стасик О.О., Киризий Д.А., Прядкина Г.А. Функциональные особенности фотосинтетического аппарата новых высокоэффективных сортов озимой пшеницы // Plant Varieties Studying and Protection. 2016. № 1. С. 79-88.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И ПРОТРАВИТЕЛЕЙ СЕМЯН НА ПЛОЩАДЬ ЛИСТЬЕВ ЯЧМЕНЯ

М. В. Черемисинов, С. А. Емелев

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *В ходе полевых исследований при обработке семян ячменя регуляторами роста агат-25К, эпин, иммуноцитопит установлено их влияние на увеличение площади листьев и чистой продуктивности фотосинтеза. Наибольшее влияние на исследуемые показатели оказал препарат агат-25К.*

Ключевые слова: *регуляторы роста, площадь листьев, чистая продуктивность фотосинтеза.*

INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS AND SEED PROTECTANTS ON THE AREA OF BARLEY LEAVES

M. V. Cheremisinov, S. A. Emelev

*Vyatka state agricultural Academy,
Kirov, Russian Federation*

Annotation: *in the course of field studies when treating barley seeds with growth regulators, their influence on the increase in leaf area and the net productivity of photosynthesis was established. The greatest impact was made by the drug*

Keywords: *growth regulators, leaf area, net photosynthesis productivity.*

В последнее время все большей популярностью пользуются микробиологические препараты [1, 2, 3, 4]. Невозможность использования химических пестицидов при получении оригинальных семян вызвана мутагенным действием некоторых протравителей семян [5, 6]. Поэтому отдельные препараты могут использоваться для получения исходного материала ярового ячменя, что подтверждается рядом работ кафедры биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии Вятской ГСХА [7, 8].

Условием повышения продуктивности растений является развитая надземная вегетативная масса, способная создать большое количество ассимилятов. Основой формирования любого урожая различных культур является фотосинтетическая деятельность и чистая продуктивность фотосинтеза растений. Важным показателем фотосинтетической деятельности растений в посевах считается площадь листьев и чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). Максимальная площадь листьев обеспечивает наивысший урожай в конкретных условиях. На меняющиеся условия среды и климата растения, прежде всего, реагируют изменением площади листьев.

Фотосинтетическая деятельность посевов тесно связана с размерами листовой поверхности до оптимальных размеров сопровождается ростом урожая. Увеличение размера листьев, как органа фотосинтеза, заканчивается

раньше роста стебля. Максимальную поверхность листьев ячмень образует во влажные годы в фазу колошения, в сухие годы – в фазу выхода в трубку. Затем происходит уменьшение поверхности и массы листьев, а уже к фазе колошения отмирают первые листья.

По многочисленным исследованиям у ячменя одновременно функционирует не более 4-5 листьев. Ячмень формирует от 30,0-55,0 тысяч м² на гектар листовой поверхности. Именно листья являются продуцентами продуктов фотосинтеза. Неблагоприятные условия налива зерна могут перечеркнуть связь между площадью листьев и продуктивностью.

Материалы и методы. Для изучения влияния протравителей и регуляторов роста на площадь листьев и чистую продуктивность фотосинтеза был заложен полевой опыт на ячмене. Семена протравливали за один день до посева, расход рабочей жидкости 10 л/т. В качестве протравителей использовались препараты: 1. Контроль (обработка водой с нормой расхода 10 л/т). 2. Винцит (2 л/т). 3. Иммуноцитифит (0,3 г/т). 4. Агат-25К (40 г/т). 5. Эпин (200 мл/т).

Посев проводили на делянках площадью 25 м². Размещение делянок систематическое в 1 ярус, повторность опыта четырехкратная. Норма посева 5 млн всхожих зерен на гектар. Площадь листьев определялась у 60 растений в каждом варианте расчетным методом:

$$П = Д \times Ш \times к,$$

где Д – длина листа, см, Ш – ширина листа, см, к – коэффициент для злаковых культур (0,67)

Чистую продуктивность фотосинтеза определяли по формуле:

$$ЧПФ = B_2 - B_1 / 0,5 \times (Л_1 + Л_2) \times n,$$

где B₁, B₂ – сухая масса растений в начале и конце учетного периода; Л₁, Л₂ – площадь листьев в начале и конце периода; n – число дней между двумя наблюдениями.

Результаты и обсуждение. Препараты оказывали неоднозначное влияние на листовую поверхность ячменя. В первые фазы (всходы-кущение) вегетации ассимиляционная поверхность увеличивается медленно, а начиная с фазы кушения, резко возрастает и достигает максимума к фазе выхода в трубку. В последующие фазы вегетации листовая поверхность уменьшалась, т. к. происходило отмирание нижних листьев.

Наибольшая площадь листьев в фазу кушения в 1,1-1,2 раза больше, чем в контроле получена в варианте с обработкой препаратами агат, иммуноцитифит, эпин: 17,9; 19,4; 19,9 тыс. м²/га по сравнению с контролем 16,7 тыс. м²/га. В фазу выхода в трубку препараты иммуноцитифит, агат-25К увеличивали в 1,3-1,5 раза площадь листьев (31,9; 27,5 тыс. м²/га) соответственно. Препарат иммуноцитифит в фазу выхода в трубку способствовал увеличению площади листьев до 28,8 тыс. м²/га, в результате чего произошло увеличение чистой продуктивности фотосинтеза в этом варианте на 2,1 г/м². Остальные варианты находились на уровне контроля.

К концу вегетации в фазу молочной спелости отмечалось действие препаратов агат-25К, иммуноцитифит, площадь листьев у растений была выше контроля на 3,1; 3,5 тыс. м²/га. Разница между вариантами по чистой продуктивности фотосинтеза в фазу выхода в трубку находилась в пределах ошибки опыта.

Заключение. Таким образом, под действием регуляторов роста агат-25К и иммуноцитифит сформировалась наибольшая площадь листьев в фазу молочной спелости по сравнению с контролем. Это оказалось возможным благодаря значительному накоплению абсолютно сухого вещества. Другие препараты незначительно увеличивали площадь листьев и чистую продуктивность фотосинтеза.

Список литературы

1. Емелев С.А., Помелов А.В., Черемисинов М.В., Дудин Г.П. Реакция проростков ячменя на обработку семян биопрепаратами на основе ризобактерий // Экология родного края: проблемы и пути их решения. Киров, 2018. С. 152-156.
2. Емелев С.А., Помелов А.В., Черемисинов М.В., Дудин Г.П. Влияние биопрепаратов на яровой ячмень Белгородский 100 // Экология родного края: проблемы и пути их решения Киров, 2019. С. 203-208.
3. Черемисинов М.В., Помелов А.В. Росторегулирующее действие препаратов на ячмене сорта Биос-1 // Науке нового века - знания молодых. Киров, 2002. С. 36-38.
4. Черемисинов М.В. Микробиологические препараты и регуляторы роста против возбудителей корневых гнилей на ячмене // Адаптивные технологии в растениеводстве - итоги и перспективы. Ижевск, 2003. С. 152-155.
5. Черемисинов М.В., Тагакова Л.А.. Мутационное и защитное влияние протравителей семян на растения ячменя сорта Нур в третьем поколении // Актуальные проблемы региональной экологии и биодиагностика живых систем. Киров, 2015. С. 113-116.
6. Черемисинов М.В., Помелов А.В. Реакция растений ячменя нулевого и первого поколений на обработку фунгицидами стробилуринами // Инновационные технологии - в практику сельского хозяйства. Киров, 2009. С. 106-110.
7. Черемисинов М.В., Дудин Г.П., Помелов А.В. Использование пестицидов как один из способов быстрого получения исходного материала в селекции ярового ячменя // Экология родного края: проблемы и пути их решения. Киров, 2017. С. 173-178.
8. Черемисинов М.В., Гайтукаев Р.С. Поражаемость мутантов ярового ячменя корневыми гнилями // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. Киров, 2016. С. 187-190.

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА И СРЕДЫ НА СОСТОЯНИЕ ПИГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА ЛИСТЬЕВ ОВСА

С. А. Чуракова, Л. Н. Тиунова

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

Аннотация. На примере 29 сортов овса посевного изучено относительное влияние погодных условий и генотипа на формирование структурных элементов пигментного комплекса флаговых листьев. Засушливые условия вызывали значительно более высокие (в 1,1...2,3 раза) уровни варьирования содержания пигментов, чем условия повышенной влажности. Более сильное влияние условий роста по сравнению с генотипом на содержание хлорофилла *b* и долю хлорофилла, входящего в состав светособирающих комплексов, свидетельствует о высокой значимости этих компонентов в адаптации растений к стрессовым абиотическим условиям. Отсутствие статистически значимого влияния генотипа на последний из указанных признаков может указывать на необходимость расширения генетической базы сортов овса в ходе селекции на экологическую устойчивость.

Ключевые слова: хлорофилл, каротиноиды, светособирающий комплекс, селекция, адаптация, засуха, переувлажнение

EFFECT OF GENOTYPE AND ENVIRONMENT ON STATE OF PIGMENT COMPLEX OF OATS LEAVES

S.A. Churakova, L.N. Tiunova

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

Annotation. On the example of 29 oats cultivars, the relative influence of weather conditions and genotype on the formation of structural elements of the pigment complex of flag leaves was studied. Dry conditions caused significantly higher (1.1...2.3) levels of variation in pigment content than high humidity conditions. The stronger effect of growth conditions compared to the genotype on the content of chlorophyll *b* and the part of chlorophyll included in light-harvesting complexes indicates the high importance of these components in adapting plants to stressful abiotic conditions. The absence of a statistically significant effect of the genotype on the last of these features may indicate the need to expand the genetic base of oat cultivars during breeding on environmental resistance.

Keywords: chlorophyll, carotenoids, light-harvesting complex, breeding, adaptation, drought, overwetting

Введение. Эффективность работы фотосинтетического аппарата зависит от степени развития пигментного комплекса листьев и ассимиляционной поверхности растения, особенно после фазы выметывания [1]. К настоящему времени не удалось показать четкой связи между величиной получаемого урожая и степенью развития пигментного комплекса листьев. В то же время есть указания на необходимость учета параметров, физиологически связанных с продукционным процессом (площадь листьев, содержание хлорофилла, продолжительность жизни листьев и т.д.) при селекции высокоурожайных

генотипов зерновых культур [2, 3, 4]. Пигменты листьев (хлорофиллы, каротиноиды и т.д.) играют важнейшую роль в развитии растений, участвуя в реакциях фотосинтеза. В связи с этим, постоянно разрабатываются новые и модернизируются имеющиеся методы оценки содержания и функционирования фотосинтетических пигментов в листьях растений [5, 6, 7] в нормальных и стрессовых условиях среды выращивания. Данные по содержанию хлорофилла в листьях овса чаще всего используются в работах по стресс-физиологии в качестве параметров оценки устойчивости генотипов к неблагоприятным факторам среды выращивания [8, 9, 10]. В предлагаемой статье на основе данных трех контрастных по погодным условиям лет (2015-2017 гг.) полевых опытов рассмотрен вклад генотипа и среды в формирование отдельных элементов пигментного комплекса листьев овса.

Материалы и методы. Поскольку для статистической обработки данных необходимо использование большого набора одних и тех же сортов, выращиваемых в одном месте в течение нескольких лет, нами, совместно с сотрудниками отдела овса ФАНЦ Северо-Востока в условиях полевых опытов 2015-2017 гг. было изучено состояние пигментного комплекса флаговых листьев 29 сортов и селекционных линий овса. Наименования образцов приведены в таблице. Образцы флаговых листьев для анализа состояния пигментного комплекса отбирались в фазу цветения. Погодные условия роста в период выметывание – созревание для разных лет исследования значительно различались по гидротермическому режиму. В 2015 году отмечено избыточное увлажнение и повышенные температуры (ГТК = 1,68). В 2016 году ГТК составил 1,01, что можно оценить как нормальные условия вегетации, а в 2017 г. в этот период отмечена засуха (ГТК = 0,38). Для анализа пигментного состава на двадцати пяти индивидуальных растениях четырех повторностей каждого генотипа оценивали содержание пигментов (хлорофилл *a*, хлорофилл *b*, каротиноиды) с использованием спектрофотометра UVmini-1240 (SHIMADZU Corporation, Japan). Выделение пигментов и расчет их содержания проводили по [11] в ацетоновых вытяжках (100 % ацетон). Расчетным методом определяли величины массовых соотношений групп пигментов и долю хлорофиллов, приходящуюся на светособирающие комплексы (ССК) фотосистем. Полученные данные обрабатывали методом двухфакторного дисперсионного анализа с использованием пакета программ Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и обсуждение. Данные, приведенные в таблице 1, наглядно демонстрируют, как сильно влияют на синтез разных групп пигментов гидротермические условия года выращивания.

Вариабельность показателей содержания пигментов в нормальных по увлажнению условиях составила 6,94 % для каротиноидов, 9,02 % – для хлорофилла *a* и 12,52 % – для хлорофилла *b*. В засушливый период от выметывания до созревания 2017 г. коэффициенты вариации величин признаков возросли вдвое (12,28; 19,39 и 28,09 % соответственно). Избыточное увлажнение и повышенные температуры 2015 года в большей степени повлияли на содержание каротиноидов, тогда как вариабельность содержания хлорофил-

лов была близка к нормальным условиям роста (11,65; 10,42 и 11,74 % соответственно). Вероятно, повышение влажности и температуры в небольших пределах оказывает такое же по величине влияние на синтез и накопление каротиноидов, как и сильная засуха, тогда как для хлорофилльных пигментов засуха является значительно большим стрессом, чем переувлажнение.

Таблица 1

**Средние показатели развития пигментного комплекса
флагового листа растений овса в условиях Кировской области (2015-2017 гг.)**

Сорт, линия	<i>Chl a</i>			<i>Chl b</i>			<i>Car</i>		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
168h10	14,25	12,56	7,62	8,75	7,63	2,75	3,32	3,01	2,42
397h07	12,66	13,28	9,05	7,61	7,93	3,33	3,15	3,25	2,74
2h09	14,04	11,88	9,48	8,51	6,94	3,85	3,32	2,95	2,85
378h08	13,46	12,47	12,31	8,86	7,98	5,55	2,99	2,82	3,36
3h14	13,85	13,93	11,09	8,39	7,96	4,76	3,26	3,51	3,25
И-4584	16,10	14,74	14,48	10,15	9,54	7,17	4,19	3,30	3,74
И-4592	12,92	12,97	8,55	7,83	8,48	3,44	3,14	2,93	2,73
И-4595	15,86	14,13	8,17	8,74	8,60	3,35	4,01	3,35	2,68
И-4618	19,10	13,82	6,57	10,52	8,50	2,74	4,64	3,27	2,2
Корифей	14,22	15,30	9,82	8,97	10,04	4,36	3,28	3,36	2,87
Льговский 72	13,69	14,25	6,68	8,44	9,61	2,30	3,18	3,16	2,21
АНТ	15,37	13,16	9,20	9,29	8,56	4,12	3,45	3,01	2,92
SW Betania	12,47	10,07	8,77	6,63	5,97	4,09	3,00	2,53	2,65
Zvolen	14,53	13,29	9,45	9,54	8,61	4,23	3,25	2,97	2,86
Лев	14,65	13,09	9,10	9,26	7,78	4,24	3,37	3,23	2,74
Бегунок	13,98	12,84	9,69	8,23	8,70	3,91	3,27	2,85	2,88
Пируэт	14,42	14,90	9,12	8,22	9,44	3,44	3,53	3,38	2,73
АС-7	13,88	13,80	10,16	8,15	8,54	4,69	3,28	3,22	2,91
Альтаир	12,46	13,71	12,21	6,71	9,00	5,66	3,11	2,98	3,16
Яков	13,54	14,17	9,59	8,59	8,55	4,11	3,15	3,34	2,79
Буланый	12,89	10,79	6,56	7,92	5,95	2,49	3,08	2,85	2,22
Аргамак	13,29	13,67	10,03	8,50	8,28	4,32	3,02	3,23	2,90
1h07	13,96	14,29	11,33	8,57	9,31	5,77	3,28	3,22	3,04
857h05	15,31	14,41	9,23	10,39	9,71	4,17	3,37	3,19	2,78
7h12o	14,95	14,07	12,08	9,57	9,34	6,02	3,42	3,13	3,26
683h05	14,75	15,49	13,35	9,95	10,14	7,07	3,23	3,43	3,42
629h09	10,73	14,66	10,38	6,52	9,94	4,92	2,61	3,18	2,96
14h12o	13,86	14,20	9,02	8,50	9,14	4,00	3,23	3,19	2,77
Вятский	13,75	14,78	10,58	9,17	9,74	4,92	3,04	3,28	3,11

Вывод о преимущественном влиянии погодных условий на состояние пигментного комплекса листьев овса подтверждается данными двухфакторного дисперсионного анализа (табл. 2), показавшего, что условия года (температура и количество осадков) имеют значительно более высокую долю влияния на 5 из 7 оцениваемых показателей развития пигментного комплекса листьев.

Таблица 2

Доля влияния условий года и генотипа на вариабельность показателей пигментного комплекса флаговых листьев овса, % (2015-2017 гг.)

Показатель	Условия года	Генотип
Содержание <i>Chl a</i>	36,7	33,7
Содержание <i>Chl b</i>	51,7	27,1
Сумма <i>Chl a + b</i>	40,1	28,2
Содержание <i>Car</i>	33,6	34,4
Соотношение <i>Chl a/b</i>	50,8	18,6
Соотношение <i>Chl / Car</i>	48,7	н/з
Доля <i>Chl</i> в ССК	50,8	н/з

Примечание: ССК – светособирающие комплексы фотосистем;
н/з – незначимо на уровне $p \leq 0,05$

В использованном наборе сортов овса посевного только два показателя испытывали примерно равное влияние условий выращивания и генотипа – это содержание хлорофилла *a* (*Chl a*) и каротиноидов (*Car*).

Высокие доли влияния погодных условий на вариабельность таких показателей, как содержание хлорофилла *b* (*Chl b*) и доля хлорофилла, входящего в состав светособирающих комплексов может свидетельствовать об относительно более высокой роли этих структурных параметров пигментного комплекса в процессах адаптации растений овса к условиям выращивания по сравнению с остальными пятью параметрами.

Следует отметить незначимость влияния генотипа растений на параметры массового соотношения зеленых и желтых пигментов, а также долю хлорофилла, принадлежащего светособирающим комплексам антенн фотосистем. Этот факт может говорить об относительно стабильной структуре пигментного комплекса в изученном наборе сортов, для изменения которой необходимо привлекать в скрещивания новый исходный материал, желательно происходящий из других эколого-географических местностей.

Выводы. Структурные компоненты пигментного комплекса флаговых листьев овса посевного испытывают сильное влияние условий выращивания, причем засушливые условия вызывают значительно более высокие (в 1,1...2,3 раза) уровни варьирования содержания пигментов, чем условия повышенной влажности. Более сильное влияние условий роста по сравнению

с генотипом на развитие параметров содержания хлорофилла *b* и доли хлорофилла, относящегося к светособирающим комплексам, свидетельствует об относительно более значимой их роли в адаптации растений к стрессовым абиотическим условиям. Отсутствие статистически значимого влияния генотипа на последний из выделенных признаков может указывать на необходимость расширения генетической базы сортов овса в ходе селекции на экологическую устойчивость.

Список литературы

1. Xie X.J., Shen S.H.H., Li Y.X., Zhao X.Y., Li B.B., Xu D.F. Effect of photosynthesis characteristics and dry matter accumulation of rice under high temperature heading stage // *Afr. J. Agric. Res.* 2011. V. 6(7). P. 1931-1940.
2. Hisir Y., Kara R., Dokvyucu T. Evaluation of oat (*Avena sativa* L.) genotypes for grain yield and physiological traits // *Zemdirbyste Agric.* 2012. V. 99. P. 55-60.
3. Щенникова И.Н., Назарова Н.Н., Лисицын Е.М. Приемы возделывания много-рядного ячменя в Волго-Вятском регионе // *Земледелие*, 2011, № 6: 20-22
4. Лисицын Е.М., Кедрова Л.И., Уткина Е.И., Злобина Н.А. Реакция пигментного аппарата листьев озимой ржи на эдафический стресс // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2010. №1(16). С.20-24
5. Holland J.E., Cammarano D., Fitzgerald G.J., Perry E.M., Poile G., Conyers M.K. Proximal fluorescence sensing of potassium responsive crops to develop improved predictions of biomass, yield and grain quality of wheat and barley // *Precision Agriculture*. 2019. 19(1). pp 1-19.
6. Liu B., Shen W., Yue Y., Li R., Tong Q., Zhang B. Combining spatial and spectral information to estimate chlorophyll contents of crop leaves with a field imaging spectroscopy system // *Precision Agriculture*. 2017. 18(4). P. 491–506.
7. 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.
8. Chauhan A., Rajput N., Kumar A., Verma J.S., Chaudhry A.K. Interactive effects of gibberellic acid and salt stress on growth parameters and chlorophyll content in oat cultivars // *Journal of Environmental Biology*. 2018. V. 39. P. 639-646.
9. Bai J., Yan W., Wang Y., Yin Q., Liu J., Wight C., Ma B. (2018) Screening Oat Genotypes for Tolerance to Salinity and Alkalinity // *Front. Plant Sci.* 2018. V. 9. P. 1302.
10. Амунова О.А., Лисицын Е.М. Пигментный комплекс листьев сортов мягкой яровой пшеницы разных групп спелости в различных условиях увлажнения // *Самарский научный вестник*. 2019. Т. 8. № 3 (28). С. 19-25
11. Lichtenthaler H.K., Buschmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy // *Current protocols in food analytical chemistry*. 2001. F. 4.3.1-F. 4.3.8.

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО 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 гидротермических условий 2018 и 2019 гг. на урожайность и качество зерна 22 сортов озимой ржи отечественной селекции. Установлено, что сорта по-разному реагировали на сложные условия вегетации. В 2018 г. максимальная регенерационная способность (70-85 %) отмечена у сортов Фаленская 4, Вятка 2, Роксана, Паром, Алиса и Янтарная, что благоприятно отразилось на формировании урожайности данных сортов (2,93-3,53 т/га). Урожайность высокостебельного сорта Вятка 2 достоверно уступила стандарту из-за раннего полегания посевов. Качественные характеристики зерна изучаемых сортов в условиях 2018 год были невысокими, зерно соответствовало 2 и 3 классам качества. В экстремальных условиях вегетации 2019 г. отрастание сортов в весенний период варьировало в широких пределах (5-85 %), что повлияло на величину урожайности. Максимальная урожайность отмечена у высокозимостойкого сорта Вятка 2 (3,97 т/га), стандарта Фаленская 4 (3,75 т/га), а также сортов Чулпан 7 (3,39 т/га), Короткостебельная популяция (3,35 т/га), Паром (3,22 т/га), Татьяна (3,18 т/га), Памяти Кунакбаева (3,17 т/га). Недостаток тепла и избыток влаги в период налива и созревания зерна привели к снижению их хлебопекарных характеристик до 4 класса качества, т. е. только для использования на кормовые цели. За 2 года изучения выделены сорта с высокой способностью к регенерации после поражения снежной плесенью и формирующие стабильную урожайность: Вятка 2, Фаленская 4 (ФАНЦ Северо-Востока), Паром, Алиса (Уральский НИИСХ). Выявлено, что показатели качества зерна находятся в большой зависимости от теплового и водного режимов в период созревания.

Ключевые слова: озимая рожь, сорт, погодные условия, зимостойкость, качество зерна, число падения, урожайность

INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON YIELD AND THE QUALITY OF WINTER RYE GRAIN

M. G. Shamova

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

Annotation. The article presents the results of a study of the influence of hydrothermal conditions in 2018 and 2019. For yield and grain quality of 22 varieties of winter rye of domestic selection. It was established that varieties reacted differently to difficult growing conditions. In 2018, the maximum regenerative capacity (70-85 %) was observed in the varieties Falenskaya 4, Vyatka 2, Roksana, Parom, Alisa and Yantarnaya, which favorably affected the formation of the yield of these varieties (2,93-3,53 t/ha). The productivity of the high-stemmed variety Vyatka 2 was reliably inferior to the standard due to early lodging of crops. The qualitative characteristics of the grains of the studied varieties in the conditions of 2018 were not high, the grain corresponded to grades 2 and 3. Under the extreme conditions of vegetation in 2019, the growth of varieties in the spring period varied over a wide range (5-85 %), which affected the yield. The maximum yield was observed in the highly winter-resistant variety Vyatka 2 (3,97 t/ha), the standard Falenskaya 4 (3,75 t/ha), as well as the varieties Chulpan 7 (3,39 t/ha), Kороткостебельная популяция (3,35 t/ha), Parom (3,22 t/ha), Татьяна (3,18 t/ha), Памяти Кунакбаева (3,17 t/ha). Lack of heat and excess of moisture during ripening and maturation of grain led to a decrease in their baking characteristics to grade 4 quality, i.e. only for use as feed. Over 2 years of study, varieties with high ability to regenerate after damage by snow mold and forming a stable yield were identified: Vyatka 2, Falenskaya 4 (FANZ North-East), Parom, Alisa (Ural Federal Scientific Center). It was found that grain quality indicators are highly dependent on thermal and water regimes during ripening.

Short-stemmed population (3,35 t/ha ha), Ferry (3,22 t/ha), Tatyana (3,18 t/ha), In memory of Kunakbaev (3,17 t/ha). Lack of heat and excess moisture during filling and ripening of grain led to a decrease in their baking characteristics to grade 4 quality, i.e. for feed use only. For 2 years of study, varieties with a high ability to regenerate after being affected by snow mold and forming stable productivity were identified: Vyatka 2, Falenskaya 4 (FANZ North-East), Ferry, Alice (Ural Scientific Research Institute of Agriculture). It was revealed that grain quality indicators are highly dependent on thermal and water conditions during the ripening period.

Keywords: winter rye, variety, weather conditions, winter hardiness, grain quality, fall number, yield

Введение. Северо-Восток европейской части страны является основным производителем зерна озимой ржи. В Кировской области эта культура, благодаря высокой адаптивности, зимостойкости и уникальным биологическим особенностям занимает особое место в сельскохозяйственном производстве. Основными причинами гибели растений озимой ржи при перезимовке являются выпревание и поражение снежной плесенью [1]. Формирование высокого снегового покрова в зимний период приводит к установлению повышенной температуры на глубине залегания узла кущения, ослабленные растения после выхода из-под снега являются благоприятной питательной средой для развития снежной плесени [2]. Поэтому при выборе сорта необходимо учитывать его адаптивные возможности, устойчивость к комплексу неблагоприятных факторов, способность максимально реализовать свои генетические возможности в условиях региона возделывания [3]. Озимая рожь среди зерновых культур занимает первое место по зимостойкости, однако проблема перезимовки из-за поражения ее грибными болезнями и, прежде всего, снежной плесенью остается нерешенной [4].

Цель исследований – выявить влияние погодных условий на урожайность и качество зерна сортов озимой ржи в условиях центральной зоны Кировской области.

Материалы и методы. Исходным материалом служили районированные и перспективные сорта озимой ржи отечественной селекции, которые проходили изучение в 2018-2019 гг. в экологическом сортоиспытании: Фаленская 4, Вятка 2 (ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого); Татьяна, Московская 12 (ФИЦ «Немчиновка»); Чулпан 7 и Памяти Кунакбаева (Башкирский НИИСХ), Таловская 33, Таловская 41 (НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева), Волхова, Короткостебельная популяция, Былина, Славия (Ленинградский НИИСХ «Белогорка»), Памяти Бамбышева, Саратовская 7 (НИИСХ Юго-Востока), Безенчукская 87, Антарес, Роксана (Самарский НИИСХ имени Н.М. Тулайкова), Чусовая, Паром, Алиса, Янтарная, Вираз (Уральский НИИСХ). В качестве стандарта использован сорт Фаленская 4. Питомник располагался на опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Посев произведен по предшественнику – чистый пар, агротехника, общепринятая для центральной зоны Кировской области. Учеты и оценки проведены в соответствии с "Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур" (1983); статистическая обработка результатов исследований –

методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием Пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.07.), 1998, Microsoft Office Excel. Анализы по определению «числа падения» проведены в аналитической лаборатории на приборе Хагберга Пертена (Folling Number 1500).

Результаты и обсуждение. Годы исследований (2018 и 2019) различались как условиями перезимовки, так и температурным и водным режимом периода весенне-летней вегетации.

Условия осенней вегетации 2017 г. способствовали хорошей подготовке растений к перезимовке. Однако отсутствие низких температур и высокий снеговой покров зимнего периода привели к повышению температуры на глубине залегания узла кущения до 0...-2 °С, при биологической норме -6...-8 °С, что увеличило риск выпревания озимой ржи и сильного развития снежной плесени на ослабленных растениях. Из-за возврата апрельских холодов и повторного установления снежного покрова в третьей декаде апреля, в дальнейшем прохождение основных фаз вегетации озимой ржи шло с задержкой на 12-17 дней несмотря на достаточное количество тепла и влаги в течение всей вегетации до момента уборки.

После схода снега отмечено сильное поражение (70-100 %) сортов снежной плесенью. Сорты по-разному отреагировали на стресс. Максимальная регенерационная способность (70-85 %) отмечена у сортов Фаленская 4, Вятка 2, Роксана, Паром, Алиса и Янтарная. В большей степени пострадали сорта Московская 12, Таловская 33 и Таловская 41, у которых сохранилось после перезимовки не более 10 % растений.

Урожайность сортов в опыте варьировала от 0,36 до 3,53 т/га, при показателе стандарта Фаленская 4 – 3,20 т/га. К наиболее урожайным в условиях данного года можно отнести сорта Паром (3,53 т/га), Алиса (3,08 т/га), Роксана (3,02 т/га) и Янтарная (2,93 т/га). Корреляционный анализ показал, что урожайность озимой ржи напрямую зависела от отрастания после поражения снежной плесенью ($r = 0,91$). Урожайность высокостебельного сорта Вятка 2 достоверно уступила стандарту из-за раннего полегания посевов.

Хлебопекарные качества во многом определяются генотипом, однако рожь, являясь голозерной культурой, в период формирования зерна подвержена непосредственному влиянию условий внешней среды, а также зависит от элементов технологии (сроков и способов уборки) [5]. 2018 год был относительно благоприятным для получения зерна высокого качества, однако сорта по показателю «число падения» разделились на следующие группы: 2 класс качества (число падения свыше 140 с) – Фаленская 4, Вятка 2, Славия, Алиса, Волхова и Короткостебельная популяция; остальные сорта относятся к 3 классу (число падения менее 140 с). В целом сформировано достаточно крупное и полновесное зерно (масса 1000 зерен – 30,4-42,2 г). Снижение качественных показателей произошло из-за растянутого периода налива и недостаточного количества тепла на завершающем этапе созревания.

Сезон 2018/2019 г. также характеризовался рядом климатических особенностей, которые негативно отразились на росте и развитии озимой ржи. Неблагоприятные условия закалки растений с осени привели к пониженному содержанию сахаров в узле кущения перед уходом в зиму (5-6 %). Условия зимнего периода были аналогичными предыдущему году. Теплая погода апреля и быстрое таяние снега способствовали началу активного отрастания озимой ржи. Однако 100 %-ное поражение посевов снежной плесенью и очаговое склеротинией привели к значительной изреженности многих сортов. В сильной степени пострадали сорта: Московская 12, Таловская 33, Таловская 41, Памяти Бамбышева и Саратовская 7 (регенерация 5-15 %). Наибольший процент отрастания отмечен у сортов Вятка 2, Фаленская 4, Памяти Кунакбаева и Чулпан 7 (70-85 %).

Лето 2019 г. характеризовалось резкими температурными перепадами. Июль (период налива зерна) был холодным (на 2,2° ниже нормы), что привело к удлинению периода созревания. К концу месяца растения оставались зелеными, процесс фотосинтеза в листьях и стеблях продолжался. Первая половина августа была холодная и насыщенная затяжными дождями, что привело к запаздыванию с уборкой и снижению качественных показателей зерна.

В экстремальных условиях формирования и налива зерна максимальная урожайность отмечена у высокозимостойкого сорта Вятка 2 (3,97 т/га) при урожайности стандарта Фаленская 4 - 3,75 т/га. К урожайным сортам в опыте можно отнести: Чулпан 7 (3,39 т/га), Короткостебельная популяция (3,35 т/га), Паром (3,22 т/га), Татьяна (3,18 т/га), Памяти Кунакбаева (3,17 т/га).

Нахождение посевов продолжительное время в условиях высокой влажности при недостатке положительных температур привело к повышению активности амилолитических ферментов в зерне и прорастанию его на корню. В результате анализа образцов зерна установлено, что все сорта по числу падения относились к 4 классу качества, т. е. пригодны только для использования на кормовые цели.

За 2 года изучения сортов разного эколого-географического происхождения в неблагоприятных условиях вегетации выделены сорта с высокой способностью к регенерации после поражения снежной плесенью и формирующие стабильную урожайность: Вятка 2, Фаленская 4, Паром, Алиса (табл. 1). Снижали показатели зимостойкости и урожайности до минимальных значений сорта: Московская 12, Таловская 33, Таловская 41, Памяти Бамбышева, Саратовская 7, Безенчукская 87.

Заключение. В условиях центральной зоны Кировской области сорта разных эколого-географических групп не стабильны по урожайности, которая находится в тесной зависимости от устойчивости к основному заболеванию, лимитирующему урожайность озимой ржи в условиях Кировской области – снежной плесени ($r = 0,93$). Выделена группа сортов, которые в неблагоприятных, а порой экстремальных (2019 г.) условиях способны активно отрастать после поражения посевов снежной плесенью и формировать стабильный урожай: Вятка 2, Фаленская 4, Паром, Алиса (2,99-3,49 т/га). Остальные сорта могут быть использованы в практической селекции в каче-

стве источников селекционно ценных признаков по другим показателям (крупности зерна, устойчивости к полеганию, болезням и т. д.).

Таблица

Основные хозяйственно ценные признаки сортов озимой ржи (2018-2019 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га	Отрастание после поражения снежной плесенью, %	Зимостойкость, балл	Масса 1000 зерен, г
Вятка 2	3,39	80,0	4,1	35,6
Фаленская 4	3,49	75,0	3,8	31,8
Татьяна	2,22	32,5	1,7	36,6
Московская 12	0,95	11,0	0,6	38,0
Чулпан 7	2,48	55,0	2,8	41,0
Памяти Кунакбаева	2,30	57,5	2,9	38,5
Таловская 33	0,89	12,5	0,7	36,9
Таловская 41	0,67	10,0	0,5	37,1
Волхова	2,35	57,5	2,9	39,4
Короткостеб.попул.	2,41	57,5	2,9	36,2
Былина	2,85	60,0	3,1	34,9
Славия	2,38	40,0	2,1	36,1
Памяти Бамбышева	0,87	22,5	1,2	40,3
Саратовская 7	0,40	16,0	0,9	39,9
Безенчукская 87	1,03	28,8	1,5	38,4
Антарес	1,22	38,8	2,0	37,1
Роксана	2,16	48,8	2,5	34,4
Паром	3,38	70,0	3,6	36,3
Алиса	2,99	70,0	3,5	36,0
Янтарная	2,47	47,5	2,4	36,7
Чусовая	1,58	42,5	2,2	36,8
Вираз	2,26	65,0	3,3	34,0

Для получения зерна высокого качества, принимая во внимание биологические особенности культуры, необходимо правильно установить срок уборки, учитывая физиологические показатели спелости зерна и погодные условия в период уборочных работ. Преждевременная уборка, так же, как и перестой зерна на корню может привести к необратимым последствиям и снизить хлебопекарные качества зерна до разряда «некондиционные».

Список литературы

1. Марьина-Чермных О.Г., Хисматуллина Г.М. Снежная плесень на посевах озимых зерновых культур // Вестник Марийского государственного университета. 2016. Т. 2. № 3(7). С. 35-38.
2. Уткина Е.И., Кедрова Л.И., Парфенова Е.С., Шамова М.Г. Влияние снежной плесени на урожайность озимой ржи в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20(4). С. 315-323.
3. Мамаев В.В. Выявление сортов озимой ржи с экологической адресностью для юго-запада центра России // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3(43). С. 78-83.
4. Кедрова Л.И., Уткина Е.И., Шешегова Т.К., Парфенова Е.С., Шамова М.Г. Проблемы зимостойкости озимой ржи в условиях изменяющегося климата на Северо-Востоке НЗ РФ // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка. Уфа: ГНУ Баш НИИСХ; 2009. С. 143-146.
5. Исмагилов Р.Р., Ахиярова Л.М., Аюпов Д.С., Исмагилов К.Р. Хлебопекарные качества зерна озимой ржи и приемы их повышения. 2010. № 3(69). С. 54-55.

БИОКОНВЕРСИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ КСИЛОТРОФНЫМИ БАЗИДИОМИЦЕТАМИ

А. А. Широких, И. Г. Широких

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

Аннотация. В результате первичного скрининга природных изолятов ксилотрофных базидиомицетов на целлюлазную активность были отобраны три культуры: *Trametes versicolor* ($168,4 \pm 26,46$ ед./10 мин/мл), *Fomitopsis pinicola* ($643,7 \pm 105,85$ ед./10 мин/мл) и *Hericium erinaceus* ($793,4 \pm 42,34$ ед./10 мин/мл). Проведен эксперимент по разложению ими лигноцеллюлозных субстратов, приготовленных из отходов растениеводства и лесопереработки. Установлено, что скорость и степень разложения растительных отходов находятся в зависимости от доли легкогидролизуемого зернового компонента (10-30 %) в составе субстрата. Афиллофоровые трутовики *F. pinicola* и *T. versicolor* обеспечили более высокую степень разложения субстрата (72-75 и 57-61 % соответственно), чем представитель руссулальных грибов *H. erinaceus* (23 %) за тот же период твердофазного культивирования. Обсуждаются перспективы использования грибных культур в технологиях биоконверсии растительных отходов.

Ключевые слова: лигноцеллюлоза, целлюлазная активность, степень разложения, грибы белой гнили

BIOCONVERSION OF PLANT WASTE BY XYLOTROPHIC BASIDIOMYCETES

A. A. Shirokikh, I. G. Shirokikh

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

Annotation. Among the natural isolates of xylotrophic basidiomycetes, three cultures were selected during the screening for cellulase activity: *Trametes versicolor* (168.4 ± 26.46 units / 10 min / ml), *Fomitopsis pinicola* (643.7 ± 105.85 units / 10 min / ml) and *Hericium erinaceus* (793.4 ± 42.34 units / 10 min / ml). In an experiment on the decomposition of lignocellulosic substrates from plant waste and forest products, it was found that the rate and degree of decomposition of plant waste depends on the mass fraction of easily hydrolyzed grain component (10-30 %) in the composition of the substrate. Aphyllophore tinder *F. pinicola* and *T. versicolor* provided a higher degree of substrate decomposition (72-75 % and 57-61 %, respectively) than the representative of russulal fungi *H. erinaceus* (23 %) for the same period of solid-phase cultivation. The prospects of using mushroom cultures in bioconversion technologies of plant wastes are discussed.

Keywords: lignocellulose, cellulase activity, degree of decomposition, porcini mushrooms, brown rot fungi

Введение. В лесных экосистемах различных природно-климатических зон широко распространены ксилотрофные (древоразрушающие) базидиомицеты, экологические функции которых в природе связаны с полной минерализацией отмершей древесины [1]. Только эти организмы способны полностью разлагать субстраты, основным компонентом которых является лигноцеллюлоза [2]. Эта способность ксилотрофных базидиомицетов привлекает внимание исследователей в связи с разработкой технологий биоконверсии

древесных и растительных отходов. Выращивание ксилотрофных базидиомицетов на лигноцеллюлозных отходах позволяет не только решать экологические проблемы, но и получать в процессе переработки отходов новые хозяйственно ценные продукты. Обогащенный грибным белком, легкоусвояемыми углеводами, витаминами и минеральными компонентами субстрат, после завершения технологического цикла можно использовать в качестве кормовых добавок, органических удобрений в растениеводстве или для культивирования других грибов и микроорганизмов с различной целевой активностью [3]. Кроме того, плодовые тела многих видов ксилотрофных грибов пригодны к пищевому и лекарственному использованию, вследствие чего в настоящее время возрос интерес к культивированию высших грибов как основы ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий биоконверсии, сопряженных с получением биологически активных биопрепаратов [4]. Цель работы – поиск штаммов ксилотрофных базидиомицетов, способных эффективно разлагать растительные отходы и обладающих потенциалом практического использования.

Материалы и методы. Сбор ксилотрофных базидиомицетов для выделения мицелиальных культур и выявления перспективных штаммов осуществляли в лесных экосистемах Кировской области (*Trametes versicolor*, *Fomitopsis pinicola*, *Daedaleopsis confragosa*) и за ее пределами (*Hericium erinaceus*). Из плодовых тел грибов методом тканевой культуры и/или проращивания спор на сусло-агаре были изолированы штаммы, которые использовали в экспериментах. Мицелиальная культура *Ganoderma lucidum* была получена из Института биологии провинции Цзилинь (КНР).

Целлюлазную активность грибных культур определяли с использованием 3,5–динитросалициловой кислоты [5]. Культуры выращивали в течение 10 суток в жидкой среде следующего состава (г/л): 2 – K_2HPO_4 , 2 – $NaCl$, 1 – $MgSO_4 \times 7H_2O$, 0,05 – $MnSO_4$, 0,05 – $FeSO_4 \times 7H_2O$, 2 – NH_4Cl , 2 – $CaCl_2 \times 2H_2O$, 10 – карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) или микрокристаллической целлюлозы (МКЦ). Биомассу мицелия отделяли центрифугированием в течение 10 мин при 7000 об./мин. Для анализа использовали супернатант.

Для твёрдофазного культивирования мицелия использовали смеси соломы и дубовых опилок (опилки 50 об. %: солома 50 об. % – контроль), добавляя в опытных вариантах к ним зерно в различных соотношениях: 50/10/40; 20/20/60; 10/30/60 (опилки/зерно/солома, об. %).

Опыт закладывали в стеклoбанках, объёмом 0,5 л. Фасовку увлажненного замачиванием субстрата (влажность 75-80 %) проводили на площадочных весах (точность учета 10 г). Масса субстрата, при достаточно плотной набивке, составляла 170 г на 1 стеклoбанку. Повторность 5-кратная. Субстратные смеси стерилизовали автоклавированием при 1,0 атм в течение 0,5 час. В стерильных условиях субстрат инокулировали из расчёта 2 агаровых блока с мицелием на банку, культивировали при комнатной температуре (20 ± 2 °C) в течение 60 суток. Ежедневно отмечали глубину колонизации субстрата и гравиметрически определяли его массу и влажность по окончании культивирования гриба и высушивания субстрата до постоянного веса.

Данные обработаны стандартными методами статистического анализа с использованием пакета Excel (MS Office 2007).

Результаты и обсуждение. Процесс разложения лигноцеллюлозного комплекса протекает в несколько стадий и требует участия большого набора гидролитических и окислительных ферментов, которым часто располагают ксилотрофные базидиомицеты. Однако очень немногие виды ксилотрофных базидиомицетов обладают полным набором целлюлозо- и лигнолитических ферментов и соответственно способностью полностью разлагать растительные отходы. Ксилотрофов, в соответствии с их «вкусовыми» предпочтениями, принято разделять на грибы белой и бурой гнили [6], но четкой границы между ними нет. В природе они способны одновременно активировать ферментативные системы, работающие как с лигнином, так и с целлюлозой. При разложении лигноцеллюлозы ксилотрофы, в первую очередь, разлагают лигнин и лишь затем – целлюлозу. Очевидно, с этим связаны относительно низкие показатели целлюлазной активности *F. pinicola* (44,91±89,98 ед./10 мин/мл) и *T. versicolor* (24,91±5,98 ед./10 мин/мл) в нашем эксперименте с использованием в качестве утилизируемого субстрата МКЦ (табл. 1).

Таблица 1

**Сравнительная активность комплекса целлюлозолитических ферментов
у различных видов базидиальных ксилотрофов**

Культура гриба	Целлюлазная активность по отношению к субстрату, ед./10 мин/ мл	
	КМЦ	МКЦ
<i>Trametes versicolor</i>	168,40±26,46	24,91±5,98
<i>Fomitopsis pinicola</i>	643,70±105,85	44,91±89,98
<i>Daedaleopsis confragosa</i>	305,00±103,21	215,20±29,11
<i>Ganoderma lucidum</i>	20,60±6,86	559,50±246,11
<i>Hericium erinaceus</i>	793,40±42,34	969,30±158,78

В этих же условиях на порядок выше была целлюлазная активность гриба *D. confragosa* (215,20±29,11 ед./10 мин/мл). Большинство исследуемых культур грибов более активно производилась утилизация КМЦ (от 168,40±26,46 до 643,70±105,85 ед./10 мин/мл), чем МКЦ, что может объясняться структурными особенностями молекул данных субстратов, в частности, различным соотношением их кристаллической и аморфной частей. Только у гриба белой гнили *G. lucidum* активность разложения КМЦ в 27 раз была ниже активности разложения МКЦ.

Независимо от вида утилизируемого субстрата (МКЦ или КМЦ), наиболее высокими значениями целлюлазной активности (793,4-969,3 ед./10 мин/мл) отличался изолят из Беловежской Пущи *H. Erinaceus* – представитель порядка *Russulales*, который, в отличие от местных афиллофоровых трутовиков произрастает только на лиственных породах и образует светлую трухляво-волокнистую гниль древесины [6, 7].

Таким образом, целлюлазная активность изучаемых штаммов колебалась в зависимости от вида гриба и утилизируемого субстрата. Различия можно объяснить тем, что ксилотрофные базидиомицеты, обитая на разных породах деревьев с различной структурой лигноцеллюлозного комплекса древесины, обладают специфическими целлюлазными комплексами ферментов деградации. Высокой активностью характеризовался комплекс целлюлозолитических ферментов у культур *F. pinicola*, *T. versicolor* и *H. erinaceus*. На следующем этапе исследований эти грибы, с учетом их биологического потенциала для хозяйственного использования мицелиальной массы и/или плодовых тел, выращивали на лигноцеллюлозных субстратах, приготовленных из отходов растениеводства и лесопереработки.

Скорость колонизации ксилотрофными базидиомицетами композитного субстрата существенно зависела от соотношения в его составе соломы, опилок и зернового компонента (табл. 2).

Таблица 2

Степень биodeградации субстратов в результате культивирования ксилотрофных базидиомицетов

Состав субстрата: опилки/зерно/солома, %	Масса субстрата до культивирования гриба, г	Убыль субстрата, г	Степень разложения субстрата, %
<i>Fomitopsis pinicola</i>			
Контроль 50/0/50	120,7	84,60±3,81	70,2
10/30/60	127,4	96,60±2,74	75,8
20/20/60	127,6	92,40±2,14	72,4
50/10/40	131,0	96,60±1,91	73,7
<i>Trametes versicolor</i>			
Контроль 50/0/50	41,9	24,10±1,51	57,5
10/30/60	46,8	28,30±0,99	60,4
20/20/60	44,0	27,00±2,10	61,4
50/10/40	42,9	25,70±1,72	59,9
<i>Hericium erinaceus</i>			
Контроль 50/0/50	153,1	17,30±0,91	11,3
10/30/60	142,4	28,20±1,10	19,8
20/20/60	140,2	29,30±0,82	20,8
50/10/40	118,5	51,10±2,30	43,1

Медленнее всего мицелий гриба колонизировал субстрат в контрольном варианте, без добавления легкогидролизуемой зерновой затравки. Пропорционально доле добавленного зернового компонента скорость колонизации увеличивалась от 2,9 см/нед. при 10 %-ной до 4,7 см/нед. при 30 %-ной добавке. При культивировании афиллофоровых трутовиков существенные на первых этапах заращивания субстрата различия между вариантами сглаживались в течение 1 месяца. Различия между вариантами при колонизации субстрата мицелием руссулального гриба *H. erinaceus* оставались существенными до

восьмой недели. Исследуемые культуры по-разному влияли на степень разложения и убыль конвертируемого субстрата (см. табл. 2). Максимальную степень разложения субстрата обеспечили афиллофоровые трутовики *F. pinicola* (72,4-75,8 %) и *T. versicolor* (57,5-61,4 %). Отзывчивость этих грибов на добавление в субстрат зернового компонента была слабая и выразилась увеличением степени разложения, не превышающим 3-6 % к контролю за период наблюдений.

При культивировании руссулального гриба *H. erinaceus* степень разложения субстрата была существенно ниже, и в среднем по вариантам составила всего 23,7 %. Наличие в составе субстрата легкогидролизуемой «затравки» увеличивало степень разложения растительных отходов более существенно, чем у афиллофоровых трутовиков – на 8,5-31,8 % к контролю. При этом зависимость не носила прямо пропорциональный характер. Наиболее эффективна зерновая затравка была в количестве 10 %, а при увеличении ее массовой доли до 20 и 30 % эффективность добавки стала значительно ниже.

Заключение. В результате проведенных исследований выявлены штаммы ксилотрофных базидиомицетов *F. pinicola*, *T. versicolor* и *H. erinaceus*, способных эффективно разлагать растительные отходы. Согласно имеющимся в литературе сведениям [8, 9], данные виды могут давать урожай плодовых тел (мицелия), которые можно использовать в пищу (в кормопроизводстве) или как сырьё для получения физиологически активных соединений.

Установлены различия между исследуемыми штаммами афиллофоровых (*F. pinicola*, *T. versicolor*) и руссулального (*H. erinaceus*) грибов в активности комплекса целлюлаз и скорости разложении лигноцеллюлозного субстрата. Полученные данные дают основание считать, что использование для биоконверсии грибов разного таксономического положения, обладающих разным набором гидролаз и оксидаз, позволит провести более глубокую переработку растительных отходов, чем технологический процесс с применением грибов одного вида.

Анализ данных по культивированию грибов на лигноцеллюлозных отходах с различным содержанием зерновой крупки показал, что 10 %-ное добавление в субстрат зернового компонента является достаточным для запуска прайм-эффекта и ускорения разложения растительных отходов.

Список литературы

1. Baldrian P., Valášková V. Degradation of cellulose by basidiomycetous fungi // FEMS microbiology reviews. 2008. V. 32(3). P. 501-521.
2. Li C., Chen C., Wu X., Tsang C.W., Mou J., Yan J., Liu Y. Lin C.S.K. Recent advancement in lignin biorefinery: With special focus on enzymatic degradation and valorization // Bioresource Technology. 2019. 121898
3. Sánchez C. Modern aspects of mushroom culture technology // Applied Microbiology and Biotechnology. 2004. V. 64(6). P. 756-762.
4. Титова Ю.А., Новикова И.И., Бойкова И.В., Павлюшин В.А., Краснобаева И.Л. Мультиконверсионные твёрдофазные биопрепараты нового поколения на основе *Bacillus subtilis* и *Trichoderma asperellum* повышают эффективность защиты картофеля от фитофтороза // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54(5). С. 1002-1013.

5. Практикум по физиологии и биохимии грибов / ред. А.В. Кураков. М: Изд. Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2017. 215 с.
6. Атлас-определитель дереворазрушающих грибов лесов Русской равнины / В.Г. Стороженко, В.И. Крутов, А.В. Руколайнен, и др. М.: «Аквариус», 2016. 200 с.
7. Boddy L., Crockatt M.E., Ainsworth M.A. Ecology of *Hericium cirrhatum*, *H. coralloides*, *H. erinaceus* in the UK // Fungal Ecology. 2011. V. 4. P. 163-173.
8. Wasser S.P. Medicinal mushroom science: history, current status, future trends, and unsolved problems // International Journal of Medicinal Mushrooms. 2010. V. 12(1). P. 1-16.
9. Khan M.A., Tania M., Liu R., Rahman M. M. *Hericium erinaceus*: an edible mushroom with medicinal values // Journal of Complementary and Integrative Medicine. 2013. V. 10(1). P. 253-258.

УДК 633.14:632.4:551.58

ЗАВИСИМОСТЬ БОЛЕЗНЕЙ ОЗИМОЙ РЖИ ОТ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Л. М. Щеклеина

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

Аннотация. В статье представлен анализ фитосанитарного мониторинга 25-30 сортов озимой ржи в период 2015-2019 гг. Динамичность и нестабильность климатических факторов оказала непосредственное влияние на патогенные комплексы и поражение растений грибными болезнями. Установлено, что достоверное влияние на развитие мучнистой росы оказывает избыточное количество осадков в мае, т. е. в период интенсивного роста растений ($r = -0,44$). Развитие септориоза на листьях усиливается в условиях относительно тёплого мая, способствующих активному росту биомассы ($r = 0,57$). Ринхоспориоз также сильнее развивается при жаркой погоде в мае-июне ($r = 0,57$). Развитие бурой ржавчины усиливается при повышенном температурном фоне ($r = 0,49$) и относительно сухом июле ($r = -0,37$). Фузариозные корневые гнили усиливаются при повышении температуры в мае-июне ($r = 0,66$). Что касается спорыньи, то на начальном этапе патогенеза наибольшее значение имеет июньская температура: чем она выше, тем меньше инфицируется колос ($r = 0,24$). Связь между осадками и поражением спорыньей также положительная, но достоверное влияние имеет количество осадков в конце патологического процесса, который приходится на июль ($r = 0,40$). Установленные закономерности могут быть использованы при проведении фитосанитарного мониторинга и анализе его результатов, а также для прогноза возможных эпифитотий.

Ключевые слова: озимая рожь, грибные болезни, поражение, зависимость от климатических факторов.

THE DEPENDENCE OF WINTER RYE DISEASES ON SEASONAL DYNAMICS CLIMATIC FACTORS

L. M. Schekleina

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

Abstraction: The article presents the analysis of phytosanitary monitoring of 25-30 varieties of winter rye in the period 2015 - 2019. The dynamism and instability of climatic factors had a direct impact on pathogenic complexes and plant damage by fungal diseases. It was found that a significant effect on the development of powdery mildew is exerted by an excess

sive amount of precipitation in may, i. e., during the period of intensive plant growth ($r = -0.44$). The development of septoria on the leaves is enhanced under conditions of relatively warm may, contributing to the active growth of biomass ($r = 0.57$). Rhinosporiasis also develops more strongly in hot weather in may-june ($r = 0.57$). The development of brown rust is enhanced with an increased temperature background ($r = 0.49$) and relatively dry July ($r = -0.37$). Fusarium root rot intensifies with increasing temperature in may-june ($r = 0.66$). As for ergot, at the initial stage of pathogenesis the June temperature is of the greatest importance: the higher it is, the less the ear is infected ($r = 0.24$). The relationship between precipitation and ergot damage is also positive, but the amount of precipitation at the end of the pathological process, which occurs in July ($r = 0.40$), has a significant effect. The established patterns can be used in phytosanitary monitoring and analysis of its results, as well as for the forecast of possible epiphytoticities.

Keywords: winter rye, fungal diseases, damage, dependence on climatic factors.

Введение. Проблема изменения климата существует и её значимость определяется в большей степени региональными особенностями [1, 2]. Особое внимание следует уделять созданию сортов с более широкой способностью адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды [3]. При анализе процесса потепления было обнаружено, что теплеет климат, в основном, не за счёт летних, а за счет зимних месяцев. Поэтому вероятность зимних оттепелей, а значит и гибели озимых культур в таких условиях от преждевременного выхода из состояния покоя или выпревания, значительно повышается [4]. Для прогноза потенциального развития того или иного заболевания в новых экологических условиях необходимо обратить особое внимание на детальное изучение требований к температуре у каждой стадии патогена [3]. Потепление может стать причиной и появления новых болезней. Исходя из биологии возбудителей болезней (требования к температуре, влажности, инсоляции в разные периоды инфекционного цикла), можно полагать, что умеренно тёплые зимние месяцы будут способствовать выживанию грибов из родов *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Alternaria*, *Sclerotinia*, *Septoria*, *Claviceps* и ряда других холодостойких микромицетов. Уже сейчас мы отмечаем расширение ареала распространения септориоза и других пятнистостей, альтернариоза различных органов растений, склеротинии и спорыньи [5]. В Кировской области вследствие особых агроклиматических условий посевы озимой ржи ежегодно с различной интенсивностью поражаются снежной плесенью, склеротинией, корневыми гнилями, болезнями листьев, колоса и стебля (мучнистой росой, фузариозом колоса, септориозом, бурой и стеблевой ржавчиной, фузариозом колоса и спорыньей). В связи с нарастающей динамикой климатических изменений, целью наших исследований являлся мониторинг развития грибных болезней озимой ржи.

Материалы и методы. Мониторинг проводили на районированных в Кировской области сортах и перспективных популяциях озимой ржи селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Анализ фитосанитарного состояния генофонда проведен за период с 2015 по 2019 гг. Ежегодно в изучении было

по 25-30 сортов конкурсного испытания. Оценку поражения грибными болезнями проводили в условиях естественной инфекционной нагрузки патогенов с использованием Методики ГСИ и общеизвестных шкал. Анализ метеорологических условий выполнен по данным Кировского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Для количественной оценки изменения климатических условий и их влияния на развитие грибных болезней использовали среднесуточную температуру воздуха и среднеемесячное количество осадков в период весенне-летней вегетации растений. Как известно, влажность и температура, соединённые в одном индексе, очень важны для сравнительной оценки среды. Для оценки степени увлажнения и засушливости применяли гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова.

Результаты и обсуждение. Состояние погоды весенне-летнего периода анализируемого периода было весьма нестабильно: среднесуточная температура воздуха в мае варьировала от 7,6 до 14,9 °С (среднее значение за период вегетации – 12,3 °С), июне – от 13,7 до 18,7 °С (15,8 °С), июле – от 15,6 до 20,8 °С (18,2 °С), августе – от 12,4 до 22,5 °С (17,0 °С); осадки – от 26,6 до 54,5 мм (36,7 мм), от 24,4 до 95,7 мм (73,3 мм), от 55,3 до 159,7 мм (109,1 мм), от 22,1 до 104,0 мм (43,4 мм). Судя по показателю ГТК, засушливые условия в период вегетации были в 2016 г. (ГТК = 0,84), влажные – в 2015 и 2019 гг. (ГТК = 1,58 и 1,38), а избыточное увлажнение – в 2017 и 2018 гг. (ГТК = 2,22 и 1,70) (рис. 1).

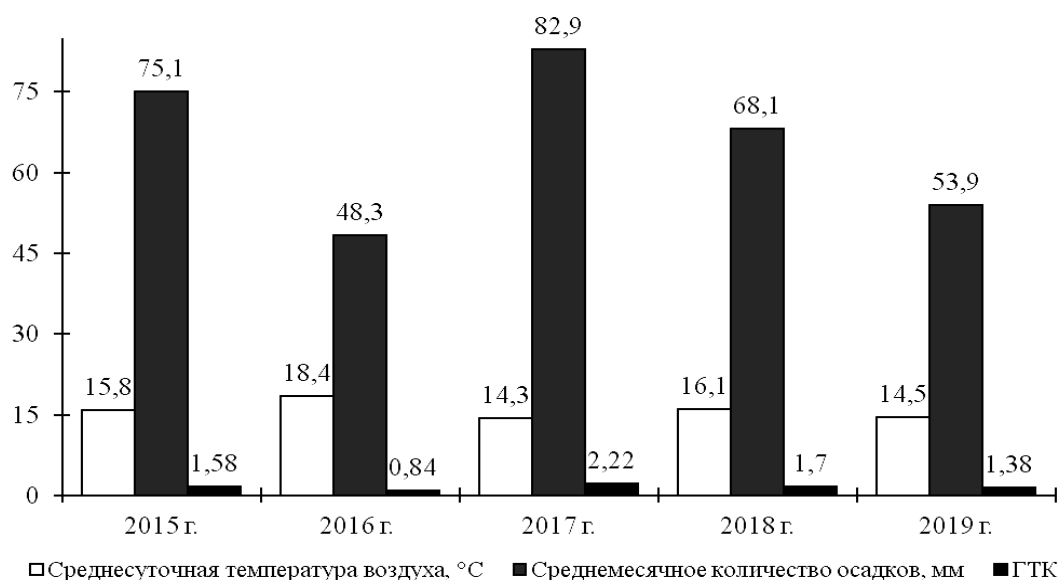


Рис 1. Климатические условия развития озимой ржи (в среднем за май-август)

Широкая вариабельность климатических факторов соответствующим образом повлияла на патогенные комплексы и поражение растений грибными болезнями. Так, развитие бурой ржавчины от 9,2 до 36,1 % отмечали в достаточно и избыточно увлажнённых условиях 2015, 2017, 2018 и 2019 гг.

при среднем значении признака 23,6 % (рис. 2). Наибольшее поражение сортов мучнистой росой отмечали в 2019 г., которое составило 28,0 % при среднем значении – 18,1 %. Развитие ринхоспориоза в избыточно увлажнённых условиях 2017 и 2018 гг. также было на уровне 12,9-20,1 %. Проявление септориоза листьев за анализируемый период было слабое – от 2,1 до 6,9 %.

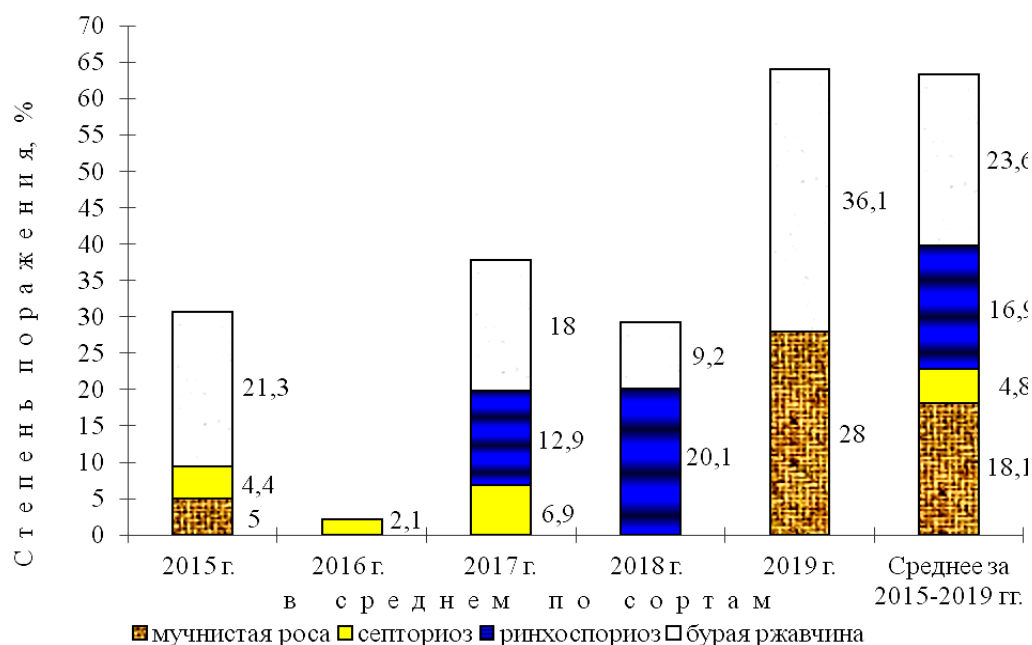


Рис. 2. Степень поражения сортов озимой ржи листовыми болезнями

В последние годы повсеместно усиливается поражение посевов озимой ржи спорыньей [6]. В 2019 г. поражение сортов конкурсного испытания составило от 0,02 до 0,19 % при среднем значении признака 0,07 %.

Стоит заметить, что действие усреднённых показателей климатических факторов определяет лишь общую тенденцию развития болезней. Более детальный анализ их влияния на проявление грибных болезней озимой ржи был проведён с учётом среднесуточных значений температуры воздуха и среднемесячного количества осадков в период вегетации растений.

Зависимость проявления болезней от факторов среды, установленная в ходе корреляционного анализа, свидетельствует, что действие температуры и осадков носило избирательное влияние на изучаемые болезни (рис. 3). Обнаружено, что достоверное (при $P \geq 0,95$) снижение мучнистой росы оказывает избыточное количество осадков в мае, т. е. в период интенсивного роста растений ($r = -0,44$). Развитие септориоза на листьях усиливается в условиях относительно тёплого мая, способствующих активному росту биомассы ($r = 0,57$). Ринхоспориоз также сильнее развивается при жаркой погоде в мае - июне ($r = 0,57$). Развитие бурой ржавчины усиливается при повышенном температурном фоне ($r = 0,49$) и относительно сухом июле ($r = -0,37$). Фузариозные корневые гнили усиливаются при повышенном температурном фоне в мае - июне ($r = 0,66$).

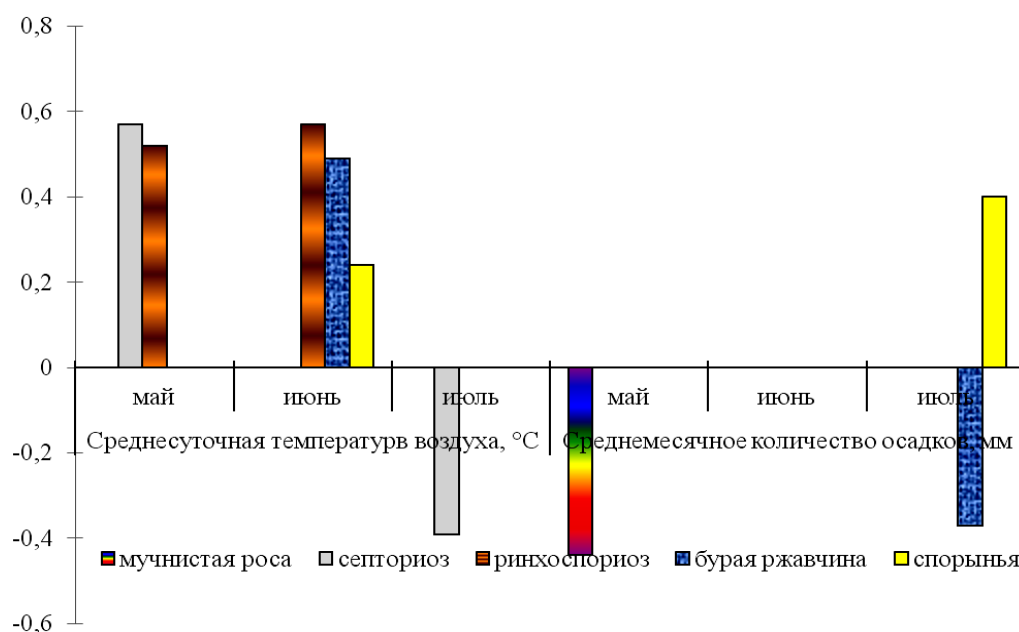


Рис. 3. Значимые зависимости между развитием грибных болезней озимой ржи и состоянием климатических факторов в период весенне-летней вегетации

Что касается спорыньи, то на начальном этапе патогенеза наибольшее значение имеет июньская температура: чем она выше, тем меньше инфицируется колос ($r = 0,24$). Связь между осадками и поражением спорыньей также положительная, но достоверное влияние имеет количество осадков в конце патологического процесса, который приходится на июль ($r = 0,40$).

Заключение. Таким образом, динамику развития грибных болезней озимой ржи в той или иной степени определяют погодные условия в критически важные периоды вегетации растений. Рассчитанные коэффициенты корреляции между среднемесячной температурой, осадками и развитием болезней показывает характер зависимости патоконплексов от факторов среды в весенне-летний период вегетации. Связь между этими признаками может быть использована при проведении и анализе результатов фитосанитарного мониторинга и прогноза возможных эпифитотий.

Список литературы

1. Левитин М.М. Микроорганизмы в условиях глобального изменения климата // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50(5). С. 641-647.
2. Самофалова Н.Е., Дубинина О.А., Самофалов А.П., Иличкина Н.П. Роль метеофакторов в формировании продуктивности озимой твёрдой пшеницы // Зерновое хозяйство. 2019. № 5(65). С. 18-23.
3. Туктарова Н.Г. Влияние современных тенденций изменения климата на урожайность озимых зерновых культур // Пермский аграрный вестник. 2019. № 1(25). С. 80-86.
4. Овсянников Ю.А. Возможные последствия изменения климата для сельского хозяйственного производства // Аграрный вестник Урала. 2006. №1(31). С. 15-17.
5. Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М., Щенникова И.Г., Мартянова А.Н. Зависимость грибной инфекции зерновых культур от сезонной динамики климатических факторов // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31(4). С. 58-62.
6. Щеклеина Л.М. Влияние погодных факторов на отдельные периоды развития гриба *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul и уровень вредоносности спорыньи в Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20(2). С. 134-143.

УСТОЙЧИВЫЕ К ФУЗАРИОЗНЫМ КОРНЕВЫМ ГНИЛЯМ СОРТА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ОЗИМОЙ РЖИ

Л. М. Щеклеина¹, Е. В. Рыженков², Т. К. Шешегова^{1,2}

¹Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
г. Киров, Российская Федерация

²Вятская государственная сельскохозяйственная академия
г. Киров, Российская Федерация

Аннотация. В лабораторном экспресс-тесте при искусственной инокуляции *Fusarium* spp. выявлено 7 новых перспективных сортов яровой пшеницы селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (Н-154, П-57, С-65, Т-38, Т-66, У-103, У-259) и 10 сортов озимой ржи (Вятка 2, Фаленская 4, Кировская 89, Дымка, Снежана, Флора, Графиня, Роса, Перепел, С-30/07) с высокой устойчивостью к фузариозным корневым гнилям в начале онтогенеза. Данный генофонд представляет определенную ценность для дальнейшей селекционной работы с культурами в данном направлении.

Ключевые слова: яровая пшеница, озимая рожь, поражение корневыми гнилями, ювенильная устойчивость, источники устойчивости.

RESISTANT TO FUSARIUM ROOT ROT VARIETIES OF SPRING WHEAT AND WINTER RYE

L. M. Shckeleina¹, E. V. Ryzhenkov², T. K. Sheshegova^{1,2}

¹Federal Agricultural Research Center of the North-East,
Kirov, Russian Federation

²Vyatka State Agricultural Academy,
Kirov, Russian Federation

Annotation. In a laboratory rapid test for artificial inoculation of *Fusarium* spp. 7 new promising varieties of spring wheat breeding FARC of the North-East (N-154, P-57, S-65, T-38, T-66, U-103, U-259) and 10 varieties of winter rye (Vyatka 2, Falenskaya 4, Kirovskaya 89, Dymka, Snezana, flora, Countess, Dew, Quail, C-30/07) with high resistance to *Fusarium* root rot at the beginning of ontogenesis were identified. This gene pool is of some value for further selection work with crops in this direction.

Keywords: spring wheat, winter rye, root rot, juvenile resistance, sources of resistance.

Введение. Корневые гнили – одна из наиболее распространенных болезней зерновых культур, нарастание которой происходит в течение всего вегетационного периода растений. В Кировской области этиология корневых гнилей озимой ржи и яровой пшеницы чаще всего фузариозная (*Fusarium* Link.: *F. culmorum* (W.G.Sm.) Sacc, *F. sporotrichioides* Sherb., *Fusarium graminearum* Schwabe., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. poae* (Peck) Wollenw. и др.) [1]. Корневые инфекции начинают развиваться на самых ранних этапах онтогенеза растений. Болезнь может проявляться в виде раннего поражения листьев, загнивания стеблевых узлов и междоузлий в пазухах листьев. Сильно пораженные стебли размягчаются и надламываются в узлах; может наблюдаться отмирание части стеблей. Во влажную погоду в местах поражения

образуется розовый налет. На органах растений появляются бурые или коричневые штрихи и полосы, которые сливаются и окольцовывают. В посеве увеличивается количество сильнопораженных стеблей, которые образуют недоразвитый колос со щуплым зерном или остаются белоколосыми и пустоколосыми. Пораженные растения стоят прямо, корневая система бурая, рыхлая, слабообразованная [2, 3].

Характерными чертами почвенных инфекций являются относительно медленное распространение и приуроченность к определенной макро- и микротерритории. Условия окружающей среды (температура, влажность, реакция почвенного раствора, содержание углекислого газа и другие факторы) существенно влияют на количество и соотношение инфекционных структур в почве, патогенность и агрессивность микроорганизмов. Заражение растений происходит при температуре +13...+20°C и умеренной влажности воздуха 15-25 %. Усилению поражения корней способствует резкое колебание влажности [4].

Н. И. Вавилов [5] считал невозможным иммунитет растений к подобным возбудителям болезней, так как патогенность у них определяется не столько генотипом хозяина, сколько физиологическим состоянием растений и условиями среды. В этом случае особое внимание нужно уделять не патогену, а условиям выращивания. Кроме того, из-за усиливающейся тенденции изменения климата доля природной составляющей в патогенезе тоже возрастает, а условия вегетации значительно влияют на фенотипическое проявление резистентности к корневым инфекциям [6].

Цель исследований – выявление сортов яровой пшеницы и озимой ржи, устойчивых к фузариозным корневым гнилям в начале онтогенеза.

Материал и методы. Исследования выполнены в лаборатории иммунитета и защиты растений ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2019-2020 годах. Материалом исследований были 38 новых перспективных сортов яровой пшеницы и озимой ржи селекции ФАНЦ Северо-Востока. Изучение их проводили в лабораторных условиях на естественном и инфекционном фоне развития фузариозной инфекции по методике ВИЗР [7]. Объем выборки в каждом повторении – 25 зерен, повторность 2-кратная. Продолжительность опыта 14 дней. Оценку сортов проводили после инокуляции семян яровой пшеницы суспензией конидий фузариозных грибов *F. sporotrichoides* штамм А-120-60/з и *F. sporotrichoides* штамм Р-19/к.ч. Концентрация спор в инокуляте 10^5 конидий на 1 мл при равном соотношении грибов видов *Fusarium spp.* Учитывали распространение (поражение) и развитие корневых гнилей. Поражение (Р, %) рассчитывали как отношение числа проростков с симптомами болезни к общему количеству анализируемых в повторности растений:

$$P = n / N \times 100 \%,$$

где: *n* – количество пораженных растений; *N* – общее количество учтенных растений.

Степень развития болезни (R , %) – качественная оценка болезни, при которой использовали шкалу Э. Гоймана (1954) [8]:

$$R = \Sigma (a \times b) / \kappa \times 4 \times 100 \%,$$

где: $\Sigma (a \times b)$ – сумма произведений числа растений; κ – общее количество всхожих семян; 4 – максимальный балл поражения по шкале.

Оценку сортов по устойчивости давали по развитию болезни: высокоустойчивые (развитие болезни 5...10 %); умеренноустойчивые (11...15 %); среднеустойчивые (16...25 %); слабоустойчивые образцы (более 25 %) [9].

Результаты и обсуждение. В варианте без инфекции иммунных сортов яровой пшеницы не обнаружено (табл. 1). Во всех сортах были инфицированные растения с частотой от 11,5 % (У-200) до 63,9 % (Т-154), при значении этого показателя у стандартных сортов Маргарита и Баженка – 4,3 и 9,8 % соответственно.

Таблица 1

**Проявление корневых гнилей на сортах яровой пшеницы
у 14-дневных проростков, %**

Сорт	Контроль – без инфекции		Инфекционный фон (<i>Fusarium spp.</i>)	
	поражение	развитие болезни	поражение	развитие болезни
Маргарита – стандарт	17,0	4,3	68,9	21,6
Баженка – стандарт	32,6	9,8	26,8	10,2
Н-154	33,3	10,9	30,3	7,6
П-57	22,0	5,5	14,6	3,7
С-65	41,7	10,4	30,7	7,7
С-84	47,2	17,1	86,1	29,9
Т-38	26,8	6,7	30,6	9,2
Популяция	39,9	9,9	48,5	14,7
Т-66	16,1	4,1	34,7	8,7
Т-79	60,2	15,1	70,0	23,4
Т-141	25,8	6,5	45,6	14,4
У-28	29,2	7,4	72,8	26,4
У-80	30,6	11,2	32,3	11,0
Т-15	44,2	20,1	44,9	17,8
Т-123	27,2	10,5	43,7	14,6
Т-154	63,9	26,0	56,1	18,1
У-103	15,8	3,9	29,4	8,7
У-112	47,5	13,6	79,8	25,1
У-120	35,1	8,8	51,5	21,7
У-163	21,6	5,4	30,0	10,3
У-259	35,5	15,7	37,3	9,3
У-200	11,5	4,3	60,1	23,5
Среднее по сортам	32,9	10,3	46,6	15,3

По степени развития болезни сорта различались значительно: от 3,9 % (У-103) до 26,0 % (Т-154). Выявлено, что большинство их характеризовались как умеренно и среднеустойчивые к фузариозным корневым гнилям в начале онтогенеза растений. Особую ценность представляют 10 высокоустойчивых: П-57, Т-38, Популяция, Т-66, Т-141, У-28, У-103, У-120, У-163, У-200. На инфекционном фоне доля инфицированных проростков в сортах пшеницы изменялась от 14,6 % (П-57) до 86,1 % (С-84), а развитие болезни – от 3,7 % (П-57) до 29,9 % (С-84). У 7 сортов (Н-154, П-57, С-65, Т-38, Т-66, У-103, У-259) степень поражения составила от 3,7 % (П-57) до 9,3 % (У-259), что говорит об их высокой устойчивости к болезни в ювенильной стадии.

У сортов озимой ржи в контрольном варианте иммунных образцов также не обнаружено (табл. 2). Доля инфицированных растений проявлялась с частотой от 6,4 % (Дымка) до 26,8 % (Рада), а степень поражения от 1,6 % (Дымка) до 6,9 % (Леда).

Таблица 2

**Распространение и развитие фузариозных корневых гнилей
у сортов озимой ржи в онтогенезе растений, %**

Сорт	Контроль – без инфекции		Инфекционный фон (<i>Fusarium spp.</i>)	
	поражение	развитие болезни	поражение	развитие болезни
Вятка 2 – стандарт	14,7	3,7	25,1	6,3
Фаленская 4 – стандарт	22,2	5,5	35,4	5,5
Кировская 89	14,6	5,8	23,2	3,7
Дымка	6,4	1,6	40,4	10,0
Снежана	6,6	1,7	17,8	4,5
Рушник	19,1	4,8	40,3	11,5
Флора	10,1	2,6	15,2	3,8
Рада	26,8	4,6	18,4	10,8
Графиня	8,5	2,2	25,9	7,1
Кипрез	11,0	2,8	52,3	21,7
Ниоба	13,1	4,0	40,9	13,5
Леда	22,2	6,9	29,9	12,1
Садко	15,1	3,8	31,4	10,5
Роса	17,1	4,3	22,4	9,7
Перепел	19,2	4,8	18,0	5,5
С-30/07	13,1	3,3	33,4	9,4
Среднее	15,0	3,9	29,4	9,1

Таким образом, на фоне без искусственной инфекции все изученные сорта характеризовались как высокоустойчивые к фузариозным корневым гнилям, что свидетельствует о слабой исходной инфицированности семян.

На инфекционном фоне развитие фузариозной инфекции на проростках озимой ржи существенно увеличилось, варьируя от 15,2 % (Флора) до 52,3 %

(Кипрез), при среднем значении – 29,4 %, а развитие болезни было от 3,7 % (Кировская 89) до 10,0 % (Дымка). Выделяются 10 сортов (Вятка 2, Фаленская 4, Кировская 89, Дымка, Снежана, Флора, Графиня, Роса, Перепел и С-30/07) с высокой устойчивостью к болезни в ювенильной стадии.

Заключение. Таким образом, при искусственной инокуляции семян видами *Fusarium spp.* дальнейшую иммунологическую ценность представляют 7 сортов яровой пшеницы: Н-154, П-57, С-65, Т-38, Т-66, У-103, У-259 и 10 сортов озимой ржи: Вятка 2, Фаленская 4, Кировская 89, Дымка, Снежана, Флора, Графиня, Роса, Перепел, С-30/07, характеризующие высокую устойчивость к фузариозным корневым гнилям в начале онтогенеза растений. Данный генофонд должен быть протестирован в полевых условиях с целью выявления генотипов с возрастной устойчивостью к болезни и генотипов, сочетающих возрастную и ювенильную устойчивость.

Список литературы

1. Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М. Зависимость развития корневой гнили зерновых культур от погодных условий и сорта // Защита и карантин растений. 2016. № 10. С. 17-19.
2. Щеклеина Л.М., Шешегова Т.К. Белоколосость на сортах озимой ржи в агроэкологических условиях Кировской области // Аграрный вестник Урала. 2020. № 2(193). С. 27-36.
3. Щеклеина Л.М., Вотинцева Ан.К., Шешегова Т.К. Изучение сортов озимой ржи по устойчивости к фузариозным корневым гнилям в онтогенезе растений / Знания молодых: наука, практика и инновации: сборник научных трудов XVIII международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых. Киров: ВГСХА. 2019. Ч. 1. С. 54-56.
4. Чулкина В.А. Защита зерновых культур от обыкновенной гнили. М.: Россельхозиздат. 1979. 71 с.
5. Вавилов Н.И. Иммуниет растений к инфекционным заболеваниям. М.: Наука, 1986. 520 с.
6. Бенкен А.А. Типы грибных эпифитотий // Микология и фитопатология. 1980. Т. 14. Вып. 2. С. 141-151.
7. Бенкен А.А., Хрустовская В.Н. Лабораторная оценка болезнеустойчивых растений и паразитических свойств возбудителей обыкновенной корневой гнили злаков // Труды ВИЗР. 1977. С. 9-13.
8. Гойман Э. Инфекционные болезни растений. М.: Иностранная литература, 1954. 608 с.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985; Вып. 2. Ч. 2. 230 с.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, ЭКОНОМИКА АПК

УДК 633.13:631[531.04+811.1]:581.1

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОСЕВОВ ОВСА (*AVENA SATIVA* L.) РАЗЛИЧНЫХ СРОКОВ СЕВА И УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

А. Г. Власов, С. П. Халецкий, Т. М. Булавина

*Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию,
г. Жодино, Республика Беларусь*

Аннотация. *Представлены результаты исследований по изучению формирования фотосинтетического потенциала посевов пленчатого овса (*Avena sativa* L.) в зависимости от различных сроков сева и уровня азотного питания. Выявлено, что фотосинтетический потенциал посевов был наибольшим при раннем сроке сева (наступления физической спелости почвы) 1934-2451 тыс. м²/га x дней, достигая максимального значения при внесении N₉₀₊₃₀.*

Ключевые слова: *овес, срок сева, азотное питание, площадь листового аппарата, фотосинтетический потенциал*

PHOTOSYNTHETIC POTENTIAL OF OAT CROPS (*AVENA SATIVA* L.) OF DIFFERENT SOWING DATES AND NITROGEN NUTRITION LEVELS

A. G. Vlasov, S. P. Khaletsky, T. M. Bulavina

*Research and Practical Center of National Academy of Sciences
of the Republic of Belarus for Arable Farming, Zhodino, Republic of Belarus*

Summary. *The results of research on the formation of photosynthetic potential of crops of filmy oats (*Avena sativa* L.) depending on different sowing dates and the level of nitrogen nutrition are presented. It was found that the photosynthetic potential of crops was greatest at an early sowing period (the onset of physical ripeness of the soil) of 1934-2451 thousand m² / ha x days, reaching the maximum value when N₉₀₊₃₀ was applied.*

Keywords: *oats, sowing period, nitrogen nutrition, leaf area, photosynthetic potential*

В технологии возделывания овса стабильное получение высокой урожайности возможно только при соблюдении всего комплекса агротехнических мероприятий. Среди них ведущая роль в реализации продуктивного потенциала сорта приходится на азотное питание растений и оптимальные сроки сева. Оптимальное сочетание этих элементов в технологии возделывания направлено на формирование максимальной ассимилирующей листовой поверхности посева овса, а также обеспечение лучшей полевой всхожести семян и выживаемости растений [1-3].

Наши исследования направлены на изучение продукционных процессов, проходящих в посевах овса современных сортов, с целью получения максимальной урожайности в условиях Беларуси.

Материалы и методы. Исследования проводили в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2017-2019 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная (гумус – 2,31-2,95%, подвижные формы P_2O_5 – 213-230 мг/кг, K_2O – 268-310 мг/кг почвы, pH (в KCL) – 5,4-5,8). Предшественник – озимая пшеница. Минеральные удобрения $P_{60}K_{100}$ вносили под зяблевую вспашку. Весной при наступлении физической спелости почвы под предпосевную обработку вносили азотное удобрение карбамид в соответствии со схемой опытов, подкормку проводили этим же удобрением в фазу кущения овса. Норма высева семян овса пленчатого сорта Фристайл составляла 5,0 млн/га всхожих семян. Уход за посевами овса проводили в соответствии с отраслевым регламентом возделывания этой культуры, определение площади листовой поверхности и фотосинтетический потенциал посевов овса по А.А. Ничипоровичу.

Результаты и обсуждение. Исследованиями установлено, что посев овса, проведенный в ранний срок (сразу после наступления физической спелости почвы) отличался лучшей полевой всхожестью семян и выживаемостью растений. В среднем за 3 года по вариантам с использованием доз азота эти показатели составили 88,9 и 73,2% соответственно (табл. 1).

Таблица 1

**Полевая всхожесть семян и выживаемость растений овса
в зависимости от срока сева и доз азота, % (среднее за 2017-2019 гг.)**

Доза азота	Полевая всхожесть семян			Выживаемость		
	ранний	через 7 дней	через 14 дней	ранний	через 7 дней	через 14 дней
N_{60}	89,5	77,6	77,9	72,4	68,4	66,8
N_{90}	88,0	76,5	77,1	73,2	67,5	67,9
N_{60+30} (кущение)	89,3	78,5	77,2	73,5	70,0	66,8
N_{90+30} (кущение)	88,9	77,6	76,7	73,5	68,3	67,6
Среднее	88,9	77,6	77,2	73,2	68,6	67,3

Сев, проведенный позже на 7 и 14 дней после раннего, приводил к снижению полевой всхожести семян на 11,3 и 11,7%, а выживаемости растений на 4,6 и 5,9% соответственно. В то же время изменение уровня азотного питания не оказывало влияния на эти показатели.

Запаздывание с посевом на 7 и 14 дней уменьшило количество продуктивных стеблей на 1 м² к уборке в среднем на 20,2 шт. (4,7%) и 13,2 шт. (3,1%) соответственно. Увеличение дозы предпосевного внесения азота и проведение подкормки посевов способствовало увеличению числа продуктивных стеблей. Количество их по срокам сева при увеличении дозы азота предпосевного внесения с 60 до 90 кг/га д. в. возросло на 14,0 шт. (3,5%). При проведении подкормки в дозе N_{30} в указанных выше вариантах число продуктивных стеблей увеличилось на 9,3-12,0 шт./м² (2,2-3,0%) (табл. 2).

Таблица 2

**Число продуктивных стеблей в посевах овса различных сроков сева
и уровня азотного питания (среднее за 2017-2019 гг.)**

Доза азота	Срок сева			
	ранний	через 7 дней	через 14 дней	среднее
N ₆₀	410,7	396,0	404,0	403,6
N ₉₀	432,7	405,3	414,7	417,6
N ₆₀₊₃₀ (кущение)	426,0	410,7	410,0	415,6
N ₉₀₊₃₀ (кущение)	438,7	415,3	426,7	426,9
Среднее	427,0	406,8	413,8	415,9

Сроки сева оказывали непосредственное влияние на площадь листового аппарата посевов овса. При севе в ранний срок максимальная площадь листьев формировалась в фазу флагового листа и в среднем за 3 года при дозе азота 90 кг/га д.в. составила 51,8 тыс. м²/га. При посеве культуры спустя 7 и 14 дней после раннего срока наибольшая листовая поверхность формировалась в фазу выметывания (42,0 тыс.м²/га) и флагового листа (40,3 тыс.м²/га) (рис. 1).

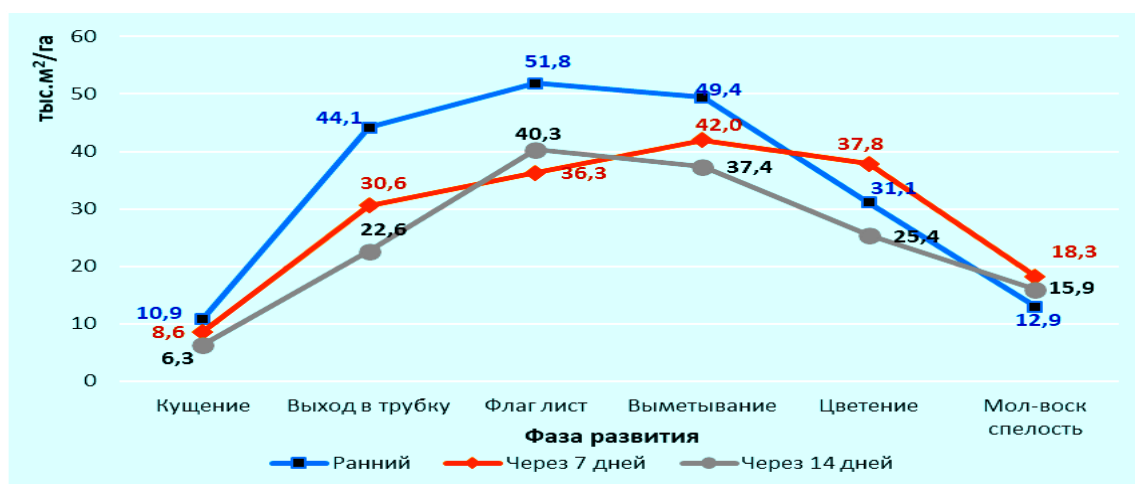


Рис. 1. Динамика формирования листовой поверхности посева овса в зависимости от срока сева и дозы N₉₀ (среднее за 2017-2019 гг.)

Различия в максимальном уровне формирующейся площади листьев по фазам развития в зависимости от сроков сева связаны с конкурентными отношениями между растениями в самом посеве, в результате чего с разной скоростью происходил процесс отмирания побегов кущения в период вегетации (рис. 2). Наибольшее количество побегов у растений овса формировалось в фазу выхода в трубку при раннем севе – 2,79 шт./растение, а наименьшее в случае, когда он проводился спустя 14 дней – 2,01 шт./растение. В дальнейшем до фазы флагового листа по всем срокам сева отмечалось постепенное их снижение. В фазе выметывания при раннем сроке сева происходило резкое уменьшение количества побегов за счет отмирания недоразвитых стеблей. Растения в посевах овса, высеянных на 7 дней позже раннего срока, в меньшей степени сбрасывали вторичные побеги, благодаря чему

площадь листового аппарата в эту фазу была максимальной. Посевы, высеванные спустя 14 дней после раннего срока, формировали в среднем 1,57 стеблей на одно растение к фазе флагового листа, которое оставалось на этом уровне и в фазе выметывания. Это может свидетельствовать об отсутствии конкурентных отношений между растениями в этот период. Следует отметить, что к моменту созревания культуры непродуктивные побеги отмирали, и в посевах в расчете на одно растение оставалось примерно равное количество стеблей (1,19-1,21 шт./растение), несмотря на различия по срокам сева.

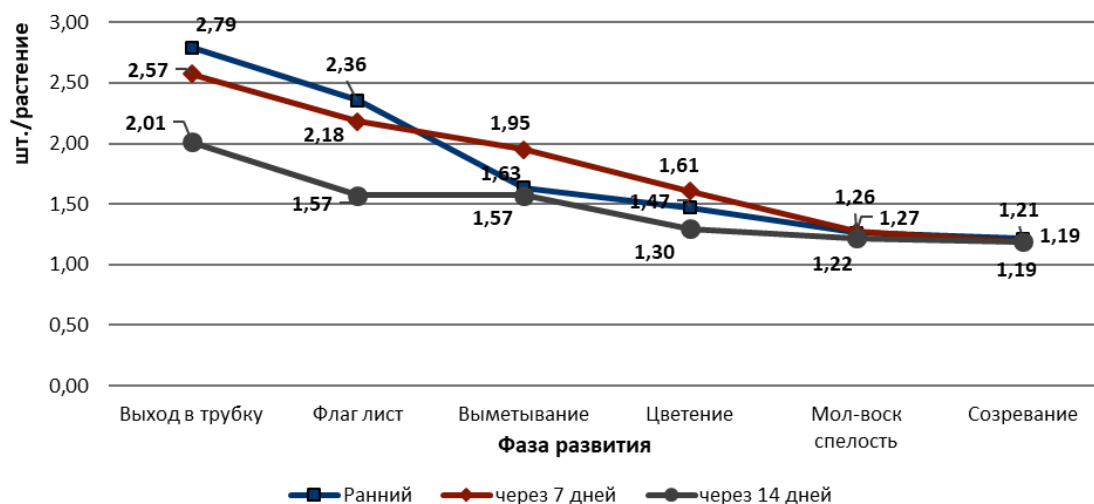


Рис. 2. Динамика побегов кушения растений овса в зависимости от срока сева и дозы N_{90} (среднее за 2017-2019 гг.)

Уровень азотного питания, как и срок сева, оказывал влияние на формирование площади листовой поверхности посева овса. Дозы азота 60 и 90 кг/га д.в., внесенные разово перед посевом, позволили сформировать максимальную площадь в фазе флагового листа при раннем севе – 48,1 и 51,8 тыс.м²/га соответственно. Внесение дополнительно N_{30} в фазу кушения на этих фонах способствовало росту листовой поверхности на 5,2 и 5,8 тыс.м²/га (рис. 3).

Максимальное количество побегов у растений овса формировалось в фазу выхода в трубку при внесении N_{90+30} – 2,81 шт./растение, а наименьшее при дозе N_{60} – 2,38 шт./растение. В дальнейшем побеги кушения отмирали, достигая минимальных значений к созреванию культуры. Наибольшее их количество (1,21 шт./растение) сформировалось при внесении азота в дозе 90 кг/га д.в. однократно или дробно, а наименьшее при внесении N_{60} – 1,18 шт./растение (рис. 4).

Важным критерием оценки интенсивности биологических продукционных процессов посева овса наряду с формированием листовой поверхности является фотосинтетический потенциал посева, который учитывает время работы ассимиляционного аппарата. Наибольшее значение этого показателя отмечалось при посеве культуры в ранний срок – 1934-2451 тыс. м²/га х дней,

а наименьшим в случае, если он осуществлялся через 14 дней после раннего – 1466-1842 тыс. м²/га х дней (рис. 5).

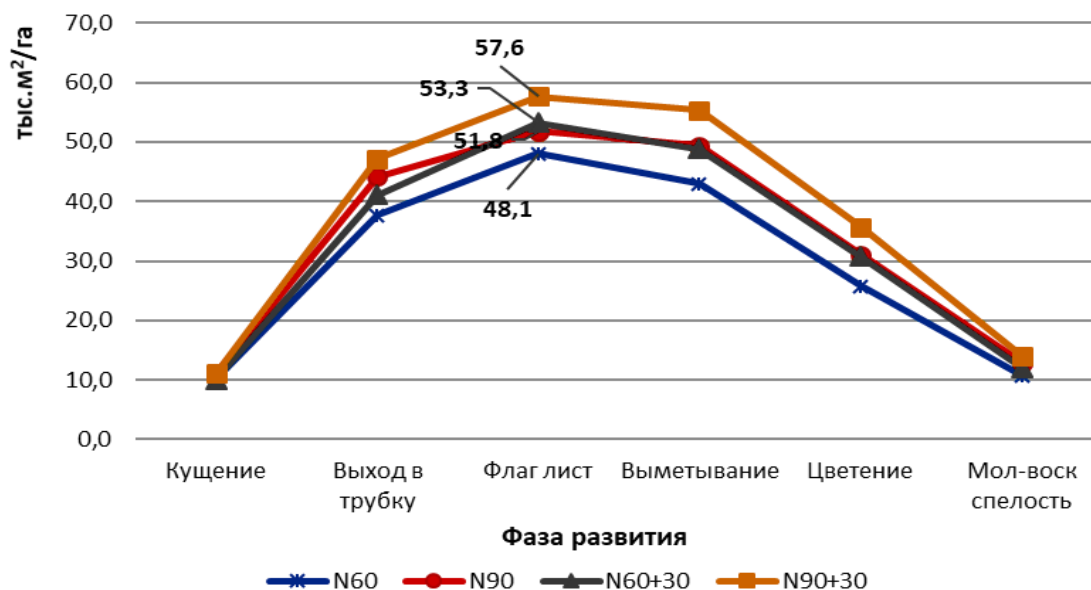


Рис. 3. Динамика формирования листовой поверхности посева овса в зависимости от уровня азотного питания при раннем сроке сева (среднее за 2017-2019 гг.)

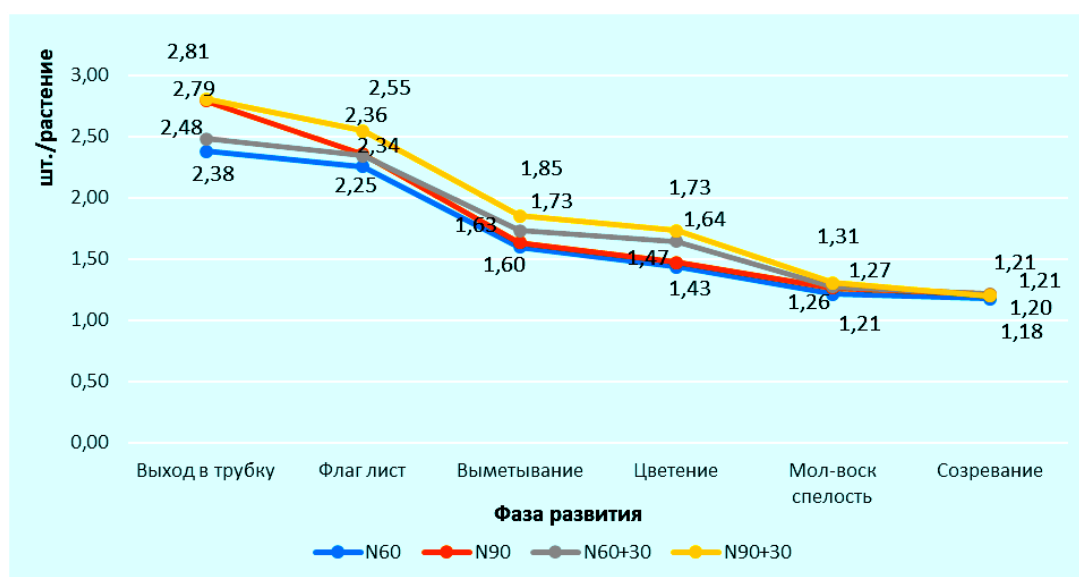


Рис. 4. Динамика побегов растения овса в зависимости от уровня азотного питания при раннем сроке сева (среднее за 2017-2019 гг.)

Дозы азотного питания также оказывали влияние на ФПП. Максимальным он был при внесении N₉₀₊₃₀ – 1842-2451 тыс. м²/га х дней. Увеличение предпосевной дозы азота с N₆₀ до N₉₀ способствовало росту фотосинтетического потенциала посева на 162-379 тыс. м²/га х дней, а при проведении на этих фонах подкормки N₃₀ – на 169-230 и 214-230 тыс. м²/га х дней соответственно.

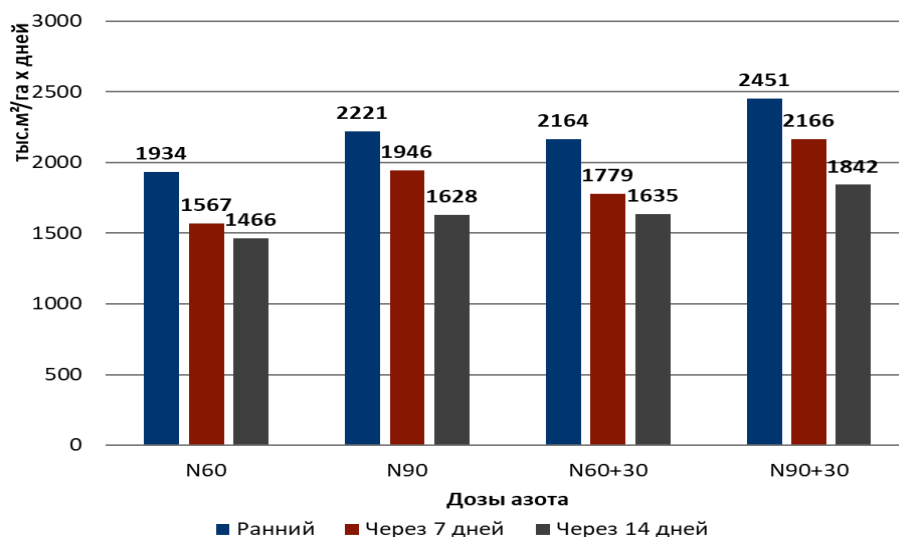


Рис. 5. Фотосинтетический потенциал посева овса в зависимости от срока сева и уровня азотного питания (среднее за 2017-2019 гг.)

Закключение. Посевы овса пленчатого (*Avena sativa* L.) раннего срока сева характеризуются наилучшей полевой всхожестью семян (88,9%) и выживаемостью растений к уборке (73,2%) по сравнению с посеянными на 7 и 14 дней позже. При этом формировалась наибольшая площадь листового аппарата в фазу флагового листа, а при проведении сева через 7 дней и 14 дней после раннего срока в фазу выметывания и флагового листа соответственно. Предпосевное внесение 60 и 90 кг/га д. в. азота позволило образовать максимальную площадь листового аппарата при раннем сроке сева в фазе флагового листа – 48,1 и 51,8 тыс. м²/га соответственно. Внесение дополнительно N₃₀ в фазу кущения на этих фонах увеличивало листовую поверхность на 5,2 и 5,8 тыс. м²/га. Фотосинтетический потенциал посевов овса был наибольшим при раннем сроке сева – 1934-2451 тыс. м²/га x дней, достигая максимального значения при внесении N₉₀₊₃₀.

Список литературы

1. Баталова Г. А. Овес в Волго-Вятском регионе. Киров: Орма, 2013. 287 с.
2. Богачков В. И. Овес в Сибири и на Дальнем Востоке. М.: Россельхозиздат, 1986. 127 с.
3. Романова И. Н. Управление формированием высокой урожайности яровых зерновых культур для решения проблемы производства качественного зерна в Западной части Центрального региона России: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М: Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева, 1999. 43 с.

90 ЛЕТ АГРАРНОЙ НАУКЕ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ: ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ

А. М. Гурьянов, А.А. Артемьев

*Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр
Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», р.п. Ялга,
Республика Мордовия, Российская Федерация*

Аннотация. В 2020 г. исполняется 90 лет аграрной науке Республики Мордовия, история которой начинается с создания Мордовской овощной зональной опытной станции, ныне Мордовский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Организация научной деятельности была обусловлено необходимостью развития формирующейся Мордовской автономии. Вместе со всей страной наука прошла сложный исторический путь, пережив военные годы и решив амбициозные задачи 1970-80-е гг. С ней связана жизнь нескольких поколений ученых-аграрников и организаторов производства. Сегодня аграрная наука играет важную роль в развитии Мордовии, обеспечивая разработку эффективных систем и технологий в растениеводстве и животноводстве.

Ключевые слова: сельскохозяйственная наука, этапы становления, современное состояние.

90 YEARS OF AGRARIAN SCIENCE OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA: PAST AND PRESENT

A.M. Guryanov, A.A. Artemyev

*Mordovian Research Institute of agriculture –
a branch of the Federal Agricultural
Research Center named N. V. Rudnitsky, Russian Federation*

Annotation. In 2020, 90 years of agricultural science of the Republic of Mordovia will be celebrated, the history of which begins with the creation of the Mordovian vegetable zonal experimental station, now the Mordovian research Institute – branch of Federal Agrarian Research Center of the North-East. The organization of scientific activities was determined by the need to develop the emerging Mordovian autonomy. Together with the whole country, science has passed a difficult historical path, having survived the war years and solved the ambitious tasks of the 1970-80 years. The life of several generations of agricultural scientists and production organizers is associated with it. Today agricultural science plays an important role in the development of Mordovia, providing the development of effective systems and technologies in plant growing and farming.

Keywords: agricultural science, stages of formation, current state

История сельскохозяйственной науки на территории современной Республики Мордовия теснейшим образом связана с процессами национально-государственного строительства: выделением в 1928 г. Мордовского автономного округа в составе Средне-Волжского края, его преобразованием в Мордовскую автономную область в 1930 г. и, наконец, созданием Мордовской Автономной Советской Социалистической Республики в 1934 г. Территория автономии в то время была преимущественно крестьянским краем. Экономика базировалась на малопродуктивном сельском хозяйстве. Средняя многолетняя

урожайность зерновых составляла 7,5 ц/га. Без дополнительного ввоза продовольственного хлеба Мордовский округ обходился лишь в редкие годы. Низким был уровень технической оснащенности сельского хозяйства. Полеводство характеризовалось чрезвычайно слабым распространением севооборотов.

18 апреля 1929 г. Мордовский окружной исполнительный комитет Совета депутатов принял постановление, в котором предписывалось увеличить в округе число агрономических участков, в каждый из которых должно было входить 5,5 тыс. крестьянских дворов. Были намечены меры по созданию агрохимлаборатории, контрольно-семенной станции, станции по защите растений и метеорологического бюро.

С 25 июня 1929 года начинается история Российской академии сельскохозяйственных наук. По поручению Совета народных комиссаров СССР создается сеть научно-исследовательских учреждений в основных зонах страны. 3 января 1930 г. Средне-Волжский краевой исполнительный комитет принимает решение об организации сельскохозяйственной опытной станции в Мордовской автономной области. 17 июля 1930 г. уже по решению Президиума Наркомата земледелия СССР и Президиума ВАСХНИЛа в районе г. Саранска (п. Ялга) была организована Мордовская овощная зональная опытная станция, ныне Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, первое сельскохозяйственное научное учреждение Мордовии. За свою историю организация подвергалась многочисленным преобразованиям и переименованиям, менялись ее цели, задачи, приоритеты деятельности.

С деятельностью опытной станции связана жизнь, научный и профессиональный рост нескольких поколений ученых-аграрников и организаторов сельскохозяйственного производства республики. Среди них Г.М. Головин, Д.Д. Широков, С.Н. Базаров, А.Т. Ивашкин, В.А. Скопцов и др. На Мордовской опытной станции начинали свою научную деятельность член-корреспондент Россельхозакадемии А.М. Коршунов, известный ученый-селекционер Г.Ф. Никитенко, первый заведующий кафедрой растениеводства Мордовского госуниверситета Н.К. Корабицкий. В историю республики навсегда вписаны имена М.С. Малышкина, В.П. Магницкого, М.И. Сорокина, Я.А. Полежаева, П.А. Ковальчука, К.А. Кострова, А.В. Маловой, Ю.В. Чапаева, В.И. Рузаева и многих других, которые своим самоотверженным трудом способствовали развитию агропромышленного комплекса нашей республики.

В первые годы работа опытной станции строилась на основе решения теоретических и практических задач подъема сельского хозяйства края. Основным направлением являлось изучение приемов, обеспечивающих повышение урожайности и улучшение качества овощных культур в колхозах и совхозах, увеличение производства сырья для консервных и овощесушильных заводов республики.

В 1932 г. при опытной станции был создан совхоз («Мозос»). Здесь занимались повышением плодородия почв, разработкой системы внесения удобрений и приемов агротехники, изучением озимой ржи и пшеницы,

внедрением в практику местных органических удобрений – торфа, лесной подстилки, фосфоритной муки и др. Отделом овощных культур велась селекция местных сортов томатов, огурцов, перца, арбузов, дыни и др. культур.

С развитием отраслей сельского хозяйства масштабы овощной станции с каждым годом расширялись. Однако, все планы сорвала Великая Отечественная война. Несмотря на это, научные исследования на станции продолжались. Однако количество научных направлений и масштабы исследований существенно уменьшились. Тяжелыми были и первые послевоенные годы – исключительно остро стояла проблема с производственной и научной базой.

Кадровый потенциал станции был укреплен только в начале 1950-х гг. за счет выпускников Московской сельскохозяйственной академии. Значительно улучшились производственная и научно-исследовательская деятельность станции, работа по обобщению, пропаганде и внедрению в производство достижений науки и передового опыта.

Важнейшим направлением работы коллектива являлась разработка научных основ земледелия в агроэкологических условиях Мордовии. Научные сотрудники проводили землеустройство территории станции, ее почвенное обследование, закладку лесных полос, строительство водоемов и прудов. Активно внедрялись в производство приемы обработки почвы, известкования и фосфоритования. Положительную оценку получили сорта зерновых, зернобобовых и кормовых культур, выведенные сотрудниками станции. Многие из них возделывались за пределами Мордовии.

В 1956 г. в связи с реорганизацией селекционной станции в сельскохозяйственную опытную станцию и ее переподчинением Министерству сельского хозяйства республики, отдел селекции прекратил свою работу. В 1959 г. Правительством республики было принято решение об увеличении земельных площадей станции. На базе бывших колхозов им. Ленина, им. Кирова и им. Ухтомского было создано опытно-производственное хозяйство «Ялга», которое стало основным экспериментальным подразделением опытной станции. Вместе с тем встали вопросы укрепления материальной базы опытного хозяйства, перевода его на полную самоокупаемость, улучшения структуры посевных площадей, внедрения пропашных севооборотов. В результате были увеличены объемы производства, из года в год росли производительность труда, прибыль и рентабельность.

В 1960-1962 гг. на станции начался новый этап исследований по эколого-агрохимической оценке удобрений, севооборотов, приемов обработки почвы. Впервые в республике стали закладываться длительные стационарные опыты. Коллектив был нацелен на широкое внедрение в производство технологий, обеспечивавших увеличение урожая и продуктивности скота.

К 1970 г. все хозяйства Мордовской АССР по своей производственной структуре были многоотраслевыми и универсальными. В связи с нерациональным сочетанием основных отраслей дополнительно Правительством республики коллективу станции была поручена разработка оптимальной структуры колхозов и совхозов в соответствии с природными и экономическими условиями.

Строительство крупных ферм и комплексов по производству молока, говядины и свинины вызвала необходимость разработки поточной системы содержания и кормления животных. Отдел животноводства приступил к созданию типов молочного скота, приспособленных к промышленной технологии.

В 1979 году с целью разрешения многочисленных научных и производственных вопросов на базе отсталых колхозов Кочкуровского района было создано второе опытно-производственное хозяйство — «1-е Мая».

К 1983 году под руководством ВАСХНИЛ специалисты и ученые Мордовии разработали и опубликовали рекомендации «Система ведения сельского хозяйства Мордовской АССР», которые представляли собой комплекс взаимосвязанных мероприятий, направленных на увеличение объемов производства сельскохозяйственных продукции, улучшение ее качества и снижения себестоимости.

В соответствии с приказом по отделению ВАСХНИЛ по Нечерноземной зоне РСФСР от 14 ноября 1985 г. опытная станция была преобразована в научно-производственное объединение «Нива», где ученые одновременно вели научные исследования и практическое внедрение результатов в производство. В 1990-е гг. НПО «Нива» было вновь преобразовано в Мордовскую государственную сельскохозяйственную опытную станцию, а затем, 25 октября 1996 года, в Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства.

Реформирование аграрного сектора в 90-е годы прошлого столетия как в целом по стране, так и в республике привело к значительному снижению производственного потенциала и его материально-технической базы. Были сведены к минимуму работы по сохранению и повышению плодородия почв, мелиорации земель, социальному развитию и обустройству сельских поселений и территорий. Резкое снижение капитальных вложений в АПК привело к социальной напряженности в сельской местности. Все это обусловило низкую востребованность научно-технических достижений в производстве. Коллектив, как и в целом, сельское хозяйство России, пережил в этот период трудное время. Была нарушена преемственность поколений, закрывались научные направления, уходили из науки подготовленные специалисты. Прекратилось поступление новых приборов и оборудования. Изношенность сельскохозяйственной техники к концу 1990-х гг. составляла более 85 %, лабораторного оборудования — 100 %, в критическом состоянии находились складские помещения. Неплатежеспособность сельхозпредприятий привела к резкому падению спроса на научную продукцию и семена. В конце 90-х годов урожайность зерновых составляла только 16,6 ц/га. Все это ставило под сомнение дальнейшее существование, как института, так и ОПХ.

В начале 2000-х гг., благодаря усилиям Главы и Правительства Республики Мордовия, приостановилась деградация сельского хозяйства и, в частности, в научной сфере. В науку начали приходить квалифицированные и молодые кадры. Положительная динамика наметилась и в производственных показателях, повысилась до 35-40 ц/га урожайность зерновых, возросли надои. Заработанные средства направляются на финансирование научных исследований,

совершенствование производственной и развитие материально-технической базы института и опытно-производственных хозяйств «Ялга» и «1 Мая».

В настоящее время научное обеспечение аграрного сектора Республики Мордовия, кроме Мордовского НИИСХ, осуществляют ученые аграрники Мордовского госуниверситета. За последние годы коллективами учреждений разработаны и переданы для освоения в сельскохозяйственное производство значительное число различных технологий. Из них наиболее значимые адаптивно-ландшафтные системы земледелия, ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии возделывания зерновых и зернобобовых культур, многолетних трав и картофеля, технологии полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием в рационах премиксов, белково-витаминно-минеральных добавок и комбикормов и т.д.

Сегодня основным направлением исследований в области растениеводства является разработка эффективных, ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий возделывания зерновых культур, рапса, картофеля, обеспечивающих повышение урожайности, экономию азотных удобрений, энергии и ресурсов. Региональным Центром координатного земледелия разрабатывается технологии точного земледелия. Работа в области земледелия проводится в длительных стационарных опытах, где изучаются приемы управления продукционным процессом сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах. За последние годы существенно активизировалась деятельность отдела животноводства. Появились новые направления работы в селекции и кормлении сельскохозяйственных животных. Создается новый тип красно-пестрого скота с надоем выше 7 тыс. кг молока в год от одной коровы.

Активизация научных исследований сопровождалась организацией масштабных научных мероприятий регионального, федерального и даже международного значения. За последние годы в регионе проведены международные и всероссийские конференции и более 20 семинаров-совещаний.

Ключевым направлением в деятельности остается первичное семеноводство. Здесь Мордовский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока является единственным в Мордовии учреждением, которое ведет семеноводство сортов возделываемых в республике зерновых, зернобобовых, крупяных культур и многолетних трав. Объемы производства оригинальных семян ежегодно превышают 650 т.

Оценивая аграрную науку, следует отметить и некоторые проблемы и недостатки. Так, например, в исследованиях по земледелию недостаточно решаются научные проблемы борьбы с деградацией почв и повышения их плодородия, совершенствования технологий обработки почвы, разработки систем земледелия нового поколения на агроландшафтной ресурсосберегающей основе. Снижается уровень теоретических разработок ввиду слабой материальной и аналитической базы научно-исследовательских учреждений.

В растениеводстве разрабатываемые технологии возделывания сельскохозяйственных культур не в полной мере адаптированы к местным природным условиям и требованиям производства. Имеется отставание в решении проблем энергетических ресурсов, сокращения набора биоресурсов и

высокой зависимости межгодовой вариабельности величины и качества урожая от погодных условий.

В области зоотехнии и ветеринарной медицине требуется усилие исследований по созданию высокопродуктивных и устойчивых к болезням новых пород и типов животных и кроссов птицы, разработке ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий производства животноводческой продукции, получении новых высокоэффективных вакцин и препаратов. В области механизации агропромышленного производства недостаточно внимания уделяется исследованиям по созданию высокопроизводительной техники нового поколения с использованием электронных и информационных технологий, систем машин, адаптированных к местным условиям и формам хозяйствования.

Опыт стран с развитой рыночной экономикой свидетельствует о том, что наука, наукоемкие технологии, активная инновационная деятельность являются исходной движущей силой всей хозяйственной жизни каждого субъекта государства. Реализация научно-технических достижений обеспечивает прирост сельскохозяйственного производства. Выработка и реализация приоритетных направлений исследований, сохранение и развитие научного потенциала НИУ, переориентация аграрного сектора на инновационный, наукоемкий путь является главным фактором развития АПК республики. Поэтому решение сложных вопросов должно осуществляться на основе привлечения научного потенциала НИУ, использования новейших достижений науки в производстве.

С началом второго десятилетия 21-го века стабилизация и подъем агропромышленного комплекса Российской Федерации, в том числе и Республики Мордовия, еще больше стали заметнее. В этих условиях от научных учреждений требуется ускоренного получения и внедрения новых знаний для дальнейшего развития производства. Однако отставание и несоответствие материально-технической базы учреждений предъявляемым требованиям не позволяют в полном объеме выполнять работу на высоком уровне. Кроме того, проведенные вышестоящими ведомствами реформы по оптимизации учреждений, еще больше создали трудностей. Содержание науки становится роскошью. В результате это привело к тому, что в сельском хозяйстве уровень использования отечественных научных достижений не превышает 10-15 %.

Сегодня аграрной науке Мордовии исполняется 90 лет. За весь период деятельности коллективами учреждений пройден насыщенный исторический путь, проделана огромная фундаментальная и прикладная научно-исследовательская работа. Полученные результаты не потеряли свою актуальность, а многие из них имеют большое теоретическое и практическое значение не только в условиях Мордовии, но других регионах России.

В заключении хочется отметить, что последние десять лет аграрная наука переживает не лучшие времена. Нынешнее ее состояние вызывает тревогу. Развитие аграрных институтов должно происходить с поддержкой государства, чего в реальности не происходит. Наука как никогда сегодня нуждается в государственной поддержке.

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

А. Ю. Ефимова, С. А. Замятин

*Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого», п. Руэм,
Республика Марий Эл, Российская Федерация*

Аннотация. В статье рассматривались исследования по изучению агротехнических приемов на урожайность зерна ярового ячменя. Целью исследований являлось изучение влияния разных предшественников, минеральных удобрений, а также пожнивно-корневые остатки предшествующих культур на урожайность ярового ячменя на дерново-подзолистых почвах Республики Марий Эл. Исследования выполнены на стационарном участке опытного поля Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2019 г. Схема опыта: Фактор А – предшественник: 1. Яровая пшеница. 2. Унавоженный картофель. Фактор В – минеральные удобрения: 1. Контроль (без удобрений). 2. $N_{60}P_{60}K_{60}$. Объектом исследования был районированный сорт ячменя Владимир. Наибольшее накопление пожнивно-корневых остатков было после яровой пшеницы 1,75 т/га, наименьшее – после картофеля. Наибольшее поступление азота с растительными остатками было после картофеля – 30,45 кг/га. Это достоверно на 13,8 кг/га больше чем после яровой пшеницы. Накопление фосфора после яровой пшеницы было в пределах 7,65 кг/га, после картофеля – 3,8 кг/га при $НСП_{05} = 2,54$. В среднем поступление калия с пожнивно-корневыми остатками яровой пшеницы составило 12,2 кг/га, после картофеля – 12,05 кг/га. На неудобренном фоне наименьшая урожайность ячменя в среднем была получена при размещении его после яровой пшеницы – 1,78 т/га. Унавоженный картофель дал существенную прибавку 0,78 т/га. Внесение минеральных удобрений в дозе 60 кг д. в. способствовало увеличению урожайности по всем предшественникам. Наибольшая урожайность ячменя сформирована в этом варианте – 2,85 т/га. Это на 0,29 т/га выше, чем на делянках без внесения минеральных удобрений. Применение минеральных удобрений после яровой пшеницы показало наибольшую прибавку урожая – 0,57 т/га по сравнению с естественным фоном плодородия. Лучшим предшественником ярового ячменя оказался унавоженный картофель, после которого урожайность составила 2,70 т/га, удовлетворительным – яровая пшеница, урожайность составила 2,06 т/га.

Ключевые слова: ячмень, урожайность, предшественник, культура, яровая пшеница, озимая рожь, картофель, минеральные удобрения

INFLUENCE OF PRECURSORS AND MINERAL FERTILIZERS ON THE YIELD OF SPRING BARLEY

A. Yu. Efimova, S. A. Zamyatin

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

Annotation: The article examined the results of the study of agricultural techniques for the yield of spring barley grain. The aim of the research was to study the influence of various precursors, mineral fertilizers, and also the crop-root residues of previous crops on the yield of spring barley on sod-podzolic soils of the Republic of Mari El. The studies were per-

formed on a stationary site of the experimental field of the Mari Research Institute of Agriculture – a branch of the Federal State Budgetary Institution of Science and Technology of the North-East in 2019. Experiment design: Factor A – predecessor. 1. Spring wheat; 2. Deleted potatoes. Factor B – mineral fertilizers: 1. Control (without fertilizers); 2. N60P60K60. The object of the study was the regionalized barley variety Vladimir. The greatest accumulation of crop-root residues was after spring wheat 1.75 t/ha, the smallest – after potatoes. The greatest influx of nitrogen with plant residues was after potatoes – 30.45 kg/ha. This is significantly 13.8 kg/ha more than after spring wheat. The accumulation of phosphorus after spring wheat was within 7.65 kg/ha, after potatoes - 3.8 kg / ha, with HCP05 = 2.54. On average, the intake of potassium with crop-root residues in spring wheat amounted to 12.2 kg/ha, after the potato accumulated 12.05 kg/ha of potassium. Against an unfertilized background, the lowest yield of barley on average was obtained when it was placed after spring wheat – 1.78 t/ha. Manured manure produced a substantial increase of 0.78 t/ha. The introduction of mineral fertilizers in a dose of 60 kg ai contributed to an increase in yield for all predecessors. The highest barley yield is formed on this option in the amount of 2.85 t/ha. This is 0.29 t / ha higher than in plots without mineral fertilizers. The use of mineral fertilizers after spring wheat showed the largest increase in yield – 0.57 t/ha, compared with the natural background of fertility. The best predecessor of spring barley was dehydrated potatoes, where the yield was 2.70 t/ha. Satisfactory is spring wheat with a yield of 2.06 t/ha.

Keywords: *barley, yield, precursor, crop, spring wheat, winter rye, potatoes, mineral fertilizers*

Ячмень является уникальной культурой как по своим биологическим особенностям, так и по хозяйственно полезным признакам. Его основным достоинством является засухоустойчивость, высокая продуктивность, хорошие кормовые качества и возможность универсального использования [1].

Разностороннее использование ячменя на кормовые и пищевые цели определяет его важное значение в зерновом балансе. В общей структуре посевных площадей ячмень по республике занимает около 15 %, т. е. более 73 тыс. га. Посевы ячменя можно встретить в каждом хозяйстве Республики Марий Эл. Средние массовые урожаи ячменя по республике в благоприятные годы доходят до 18,5 ц/га, но в засушливые годы они падают до 9-6 ц/га [2, 3].

Актуальной проблемой является выбор предшественника и разработка системы удобрения ячменя, которая позволит получить высокий урожай зерна ячменя. Качество предшественника определяется степенью и характером его влияния на последующую культуру, которое зависит от биологических особенностей предшественника и осуществляется через почву [4].

Высокие требования к минеральному питанию обусловлены слабой усваивающей способностью корней и коротким периодом вегетации. Ячмень является хорошим компонентом в наборе полевого севооборота, одной из лучших покровных и страховых культур [5].

Включение в севообороты сидеральных паров, бобовых трав, зернобобовых и промежуточных культур, позволяет активизировать биологические факторы плодородия почв. Это даст возможность за счет накопления питательных веществ с элементами биологизации сократить до минимума применение минеральных удобрений, сохраняя при этом продуктивность пашни на достаточно высоком уровне [6].

Исследования, проведенные Ж. А. Арьковым, показали, что хорошими предшественниками для ярового ячменя были такие культуры, как горох, сахарная свекла и кукуруза. При посеве ярового ячменя после озимой пшеницы урожайность по изучаемым вариантам была наименьшей [7].

Цель исследований – изучение влияния разных предшественников, минеральных удобрений, а также пожнивно-корневые остатки предшествующих культур на урожайность ярового ячменя на дерново-подзолистых почвах Республики Марий Эл.

Материалы и методы. Исследования выполнены на стационарном участке опытного поля Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2019 г.

Схема опыта:

Фактор А – предшественник: 1. Яровая пшеница. 2. Картофель.

Фактор В – минеральные удобрения: 1. Контроль (без удобрений).

2. $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Объектом исследования был районированный сорт ячменя Владимир. Норма высева – 5 млн всхожих семян на 1 га. Повторность вариантов в опыте трехкратная, расположение делянок в повторностях – систематическое. Общая и учетная площади делянок составляет 165 м^2 , почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая. Показатель pH почвенного раствора – 5,67. Гидролитическая кислотность – 1,7 мг-экв. Содержание гумуса в пахотном слое почвы – 1,72 %, общего фосфора – 269, обменного калия – 130 мг/кг почвы.

Минеральные удобрения под каждую культуру севооборотов вносили по деляночно, согласно схеме опыта. Из азотных удобрений использовали аммиачную селитру, из фосфорных – двойной суперфосфат, из калийных – хлористый калий. Под картофель (предшественник) внесли 80 т/га подстильного навоза с влажностью 75 %. Агротехника возделывания культур, общепринятая для условий Республики Марий Эл. Учеты и наблюдения проводились общепринятыми методами по Б.А. Доспехову [8].

Результаты и обсуждение. Урожайность сельскохозяйственных культур выступает основным интегрирующим показателем, характеризующим плодородие почвы и эффективность агротехнических приемов. В результате исследований получены данные, приведенные в таблицах 1 и 2. Накопление пожнивно-корневых остатков (ПКО) полевых культур во многом определялось предшествующей культурой (табл. 1.).

Таблица 1

Пожнивно-корневые остатки предшествующей культурой, среднее

Предшественник	Сбор сухого вещества ПКО, т/га	Элементы питания, кг/га		
		N	P_2O_5	K_2O
Яровая пшеница	1,96	16,65	7,65	12,20
Картофель	1,75	30,45	3,80	12,05
$НСП_{05}$	0,15	8,48	2,54	0,14

С увеличением содержания пожнивно-корневых остатков в почве улучшаются ее физические и физико-химические свойства (улучшается структура, уменьшается кислотность), улучшается пищевой режим и повышается биологическая активность почвы. Результаты исследований показывают, что наибольшее накопление органической массы было после яровой пшеницы – 1,96 т/га, после картофеля – 1,75 т/га. Поступление питательных веществ в почву с пожнивно-корневыми остатками также различалось. Наибольшее поступление азота с растительными остатками было после картофеля – 30,45 кг/га. Это достоверно на 13,8 кг/га больше, чем после яровой пшеницы. Поступление фосфора после яровой пшеницы было в пределах 7,65 кг/га, после картофеля – 3,8 кг/га при $НСП_{05} = 2,54$. Содержание калия в растениях значительно выше, чем фосфора, поэтому накопление этого элемента в корнестерневых остатках выше. В среднем поступление калия с пожнивно-корневыми остатками после яровой пшеницы составило 12,2 кг/га, после картофеля осталось 12,05 кг/га. Учет массы оставляемых растениями пожнивно-корневых остатков показал, что после яровой пшеницы поступило наименьшее количество органической массы и, следовательно, питательных веществ. Внесение 80 т/га подстилочного навоза под картофель способствовало некоторому повышению биомассы пожнивно-корневых остатков под этой культурой. Предшественники и минеральные удобрения оказали существенное влияние на урожайность ячменя (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность зерна ярового ячменя в зависимости от предшественника и фона питания

Предшественник (фактор А)	Удобрения (фактор В)	Повторность			Среднее
		I	II	III	
Яровая пшеница	Без удобрений	1,95	1,76	1,64	1,78
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,48	2,35	2,21	2,35
Картофель	Без удобрений	2,58	2,63	2,48	2,56
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,86	2,96	2,74	2,85
$НСП_{\text{частных различий}}$	0,15				
$НСП_{0,5 A}$	0,10				
$НСП_{0,5 B}$	0,10				

Комплекс изучаемых агротехнических приемов оказал влияние на урожайность ярового ячменя. На неудобренном фоне наименьшая урожайность ячменя в среднем была получена при размещении его после яровой пшеницы – 1,78 т/га. Унавоженный картофель дал существенную прибавку 0,78 т/га.

Внесение минеральных удобрений в дозе 60 кг действующего вещества способствовало увеличению урожайности по всем предшественникам. Особенно после картофеля, где вносили минеральные и органические удобрения.

Наибольшая урожайность ячменя сформирована в этом варианте 2,85 т/га, что на 0,29 т/га выше, чем на делянках без внесения минеральных удобрений. Применение минеральных удобрений по яровой пшенице показало наибольшую прибавку урожая – 0,57 т/га, по сравнению с естественным фоном плодородия.

Лучшим предшественником ярового ячменя оказался унавоженный картофель, где урожайность составила 2,70 т/га. Удовлетворительным предшественником – яровая пшеница, у которой урожайность составила 2,06 т/га.

Заключение. На основании полученных результатов можно сказать, что для получения высокого урожая ярового ячменя сорта Владимир целесообразно использовать в качестве предшественников: унавоженный картофель, а использование в качестве предшественника яровую пшеницу нежелательно. Применение минеральных удобрений существенно увеличивает урожайность. Прибавка от внесения минеральных удобрений составила: после яровой пшеницы – 0,57 т/га, после унавоженного картофеля – 0,27 т/га.

Наибольшее накопление органической массы было после яровой пшеницы и составило 1,96 т/га. Несколько меньше абсолютно сухой органической массы поступило после картофеля – 1,75 т/га.

Список литературы

1. Замайдинов А. А., Нафиков М. М., Саматов З. А. Предшественники, минеральное питание и качество зерна ячменя. Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. 2015; 2.
2. Максимов В. А., Замятин С. А., Марьин Г. С., Апаева Н. Н. Поражение ячменя корневой гнилью и урожайность в различных севооборотах. Вестник АГАУ. 2011. № 5. С. 18-20.
3. Свечников А.К., Максимова Р.Б., Соколова Е.А. Продуктивность зерна ячменя в структуре кормовых севооборотов. Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2019. № 21. С. 107-109.
4. Евдокимова М. А. Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя. Вестник Ульяновской ГСХА. 2015. № 1 (29).
5. Вислобокова Л.Н., Скорочкин Ю.П., Воронцов В.А. Влияние элементов агротехники на урожайность ячменя. Земледелие. 2010. № 6. С. 25-27.
6. Постников П.А., Попова В.В. Воздействие предшественников на плодородие почвы и урожайность ярового ячменя в севооборотах. АПК России. 2016. № 23 (2). С. 321-325.
7. Арькова Ж.А., Машутиков Е.И., Арьков К.А. Влияние предшественников на формирование урожая ярового ячменя. Наука и Образование. 2019; 2; 271.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

СИСТЕМА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ – КАК СРЕДСТВО ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ

Л. М. Козлова

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

Аннотация. На примере хозяйства области рассмотрены методические подходы к совершенствованию адаптивно-ландшафтных систем земледелия, способствующих формированию более продуктивных, экологически сбалансированных агроландшафтов.

Ключевые слова: землеустройство, структура посевных площадей, севообороты, ресурсосбережение, система удобрений, агроландшафтные участки

FARMING SYSTEM - AS A MEANS OF AGRO-LANDSCAPES' OPTIMIZATION

L. M. Kozlova

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

Annotation. On the example of the region's farm, methodological approaches to the improvement of adaptive-and-landscape farming systems, which contribute to the formation of more productive, ecologically balanced agro-landscapes, are considered.

Keywords: land management, structure of sown areas, crop rotations, resource-saving, fertilizer system, agro-landscape sites

Введение. Адаптивно-ландшафтные системы стали новым этапом развития земледелия, которые служат средством управления режимами функционирования и оптимизации агроландшафтов. Новые системы выполняют функции сохранения и воспроизводства плодородия почв, увеличения производства экологически безопасной продукции, охраны окружающей среды в сбалансированных агроландшафтах.

По мнению академика В. И. Кирюшина [1], в рамках методологии ландшафтно-экологической оптимизации природопользования научному сообществу необходимо в ближайшее время рассмотреть проблему дальнейшего развития адаптивно-ландшафтных систем земледелия и обосновать создание научно-инновационных систем, включающих фундаментальные и прикладные исследования.

Главной целью разработки и освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия должно стать формирование более устойчивых продуктивных агроэкосистем.

Анализ современного состояния земледелия показывает, что развитие сельскохозяйственного производства в сложившихся эколого-экономических условиях (необходимость повышения рентабельности с одной стороны,

и существенное обострение экологической ситуации, с другой) требует перехода к адаптивно-ландшафтным системам земледелия, которые являются следующим этапом ландшафтно-экологической детализации и хозяйственно-экономической адаптации ранее разработанных зональных систем земледелия [2].

Цель исследований – рассмотреть методические подходы к совершенствованию адаптивно-ландшафтных систем земледелия на примере ЗАО «Зыковское» Нолинского района Кировской области.

Материал и методы. Обобщение и научный анализ результатов исследований в стационарных опытах по изучению систем севооборотов, обработки почвы, различных видов удобрений на дерново-подзолистых почвах Кировской области, входящей в центральную зону Северо-Восточного региона европейской части России.

Результаты и обсуждение. Первая система земледелия совхоза «Зыковский» была разработана в 1986 году. Системы земледелия, разработанные в 80-е годы, были основаны на интенсификации производства, где ведущее место отводилось пашне – наиболее уязвимому звену экосистемы. Высокая распаханность земель усилила эрозионные процессы, нарушила экологически оптимальное соотношение пашни и кормовых угодий [3].

Площадь сельскохозяйственных угодий ЗАО «Зыковское» на момент разработки системы земледелия составляла 1643 га. Вся площадь числится под пашней. В структуре сельскохозяйственных угодий не было сенокосов и пастбищ. Такое положение сложилось в результате выделения земельных паев под фермерские и крестьянские хозяйства, значительная часть пашни заросла лесом и кустарником.

Производственное направление хозяйства – молочное. Основная задача растениеводства – заготовка необходимого количества кормов для существующего поголовья скота с учетом намеченного его увеличения, а также производство зерна на семенные, фуражные, продовольственные и товарные нужды, производство семян многолетних трав. Урожайность зерновых в среднем за 3 года до разработки системы земледелия составляла 15,0 ц/га, многолетних трав на сено – 23,4 ц/га.

Разработку системы земледелия начали с оптимизации соотношения площадей путем разумного научно обоснованного сокращения удельного веса пашни и выведения луговых угодий путем искусственного залужения.

Предложили проект рационального землепользования, основанного на выделении агроландшафтных участков. Учитывали геоморфологические особенности каждого рабочего участка, крутизну, экспозицию склонов, состояние водного режима, тип и плодородие почвы, ее гранулометрический состав и агрохимические показатели, эрозионную опасность.

Для севооборотного использования было выделено 28 агроландшафтных участков пашни на площади 1250 га (табл. 1).

Изменение структуры сельскохозяйственных угодий

Вид угодий	До разработки АДЛСЗ* по отчету на 01.01.2011 г.		По системе земледелия	
	га	%	га	%
Пашня, всего	1643	100	1250	76,1
в т.ч. арендуемая	1643	100	1250	76,1
Сенокосы, всего	-	-	282	17,2
Пастбища, всего	-	-	111	6,7
Всего сельхозугодий	1643	100	1643	100
в т.ч. в аренде	1643	100	1643	100

* АДЛСЗ – адаптивно-ландшафтная система земледелия

На этой площади сформированы два шестипольных севооборота: полевой 786 га и кормовой – 464 га. Под постоянное залужение многолетними травами для сенокосного использования отведено 2 выводных участка общей площадью 282 га. При стойловом содержании скота наблюдается высокий процент заболеваемости. Поэтому рекомендуется выделять некоторые площади вблизи животноводческих комплексов под пастбищное использование.

По каждому агроландшафтному контуру приводится полная характеристика, которая используется при размещении культур в севообороте, при расчете баланса гумуса, доз удобрений, при разработке технологий возделывания культур.

В ЗАО «Зыковское» земли зачастую использовались бессистемно. Культуры чередовались в пространстве, не учитывались предшественники, плодородие почвы. Анализ качественного состояния земель показал, что почвы имеют низкое и среднее плодородие, что должно учитываться при организации севооборотов. После расчета потребности скота в кормах производится расчет необходимых площадей сельскохозяйственных культур в севооборотах (табл. 2).

После расчета обеспеченности скота кормами рассчитывается баланс зерна на год освоения адаптивно-ландшафтной системы земледелия, который показывает, что хозяйство будет производить зерна в полной потребности на корм скоту, семена и продажу.

Структура посевных площадей определяется по среднему размеру полей севооборотов и составляет: зерновые – 43,2 %, кормовые – 51,9 %, сидеральные – 4,9 %.

На следующем этапе составляется научно обоснованная система севооборотов (табл. 3). В полевом севообороте используется клевер розовый в качестве сидерата, часть парового поля занята горохом. В кормовом севообороте 50 % засеяно многолетними травами, в т.ч. часть – суданской травой. На корм будут использоваться смесь яровых зерновых и зернобобовых, озимая рожь на зеленый корм с поукосным рапсом в смеси с викой и овсом. Для каждого севооборота даны планы перехода.

Таблица 2

**Потребность и обеспеченность скота кормами
на год освоения системы земледелия, тонн**

Показатель	Всего кормовых единиц	Перева- римого протеина	В том числе по видам кормов						
			концент- рированные	сено	солома	сенаж	силос	зеленые	пастбищные
Потребность в кормах	2404	221	640	650	260	630	2600	900	2850
Обеспеченность	2465	225	690	653	300	640	2600	900	2820
Обеспеченность, %	102	102	108	100	115	102	100	100	99

Таблица 3

Схемы севооборотов

№ поля	Чередование культур (полевой) Средний размер поля 131 га	№ поля	Чередование культур (кормовой) Средний размер поля 77,3 га
1	Сидеральный пар (клевер розовый), горох (70 га)	1	Однолетние травы (смесь яровых зерновых и зернобобовых)
2	Озимая рожь	2	Озимая рожь на зеленый корм, поукосно смесь рапса с викой и овсом
3	Ячмень с подсевом клевера	3	Яровые зерновые с подсевом многолетних трав
4	Клевер 1 г.п.	4	Многолетние травы 1 г.п.
5	Клевер 2 г.п.	5	Многолетние травы 2 г.п.
6	Яровая пшеница, овес с подсевом клевера розового	6	Многолетние травы 3 г.п., суданка (60 га)

Планируется уровень урожайности на год освоения системы земледелия довести в среднем по зерновым до 25 ц/га, многолетним травам на сено 25 ц/га, озимой ржи на зеленый корм – 100 ц/га.

В системе земледелия для каждого севооборота разработана своя система обработки почвы с учетом характеристики участков полей севооборота и чередованием в нем культур.

В ЗАО «Зыковское» основная часть пашни обрабатывается по традиционной технологии со вспашкой (60 %), культивацией и посевом зерновыми сеялками СЗУ-3,6 и СЗТ-3,6, остальная часть пашни – с применением культиваторов Лидер, комбинированным агрегатом RapidRD 400 С. Вспашку используют для заделки сидератов, многолетних трав, соломы. Один раз за ротацию севооборота для уничтожения плужной подошвы рекомендуется проводить глубокое безотвальное рыхление или чизелевание на глубину 30-32 см.

Для определения потребности в органических и минеральных удобрениях проводили расчет баланса гумуса в севооборотах и расчет потребности в минеральных удобрениях. Баланс гумуса в севооборотах рассчитан по каждой культуре с учетом ее площади, содержания гумуса на каждом агроландшафтном участке и его минерализации под культурой за вегетационный период, поступления в почву органического вещества на каждом поле севооборота в виде корнеостатков, сидеральных и промежуточных культур, а также их гумификации. Рассчитаны потери гумуса за счет минерализации и эрозионных процессов. На некоторых агроландшафтных участках баланс может быть отрицательным, но в целом по севооборотам создается положительный баланс с приходом гумуса 131,84 и 180,41 т/га.

Источниками пополнения гумуса в севооборотах является сидеральный пар, посевы многолетних трав, отава клевера II г.п., солома яровых культур, промежуточная поукосная смесь рапса с викой и овсом, навоз (40 т/га).

Система удобрения в севооборотах рассчитана для определения общей потребности в минеральных удобрениях по хозяйству для получения намеченного уровня урожайности. Расчет потребности внесения минеральных удобрений под культуру рассчитан на каждый элементарный участок с учетом его агрохимической характеристики, типа почвы, гранулометрического состава, предшественника.

В системе земледелия предлагаются меры по использованию выводных участков, показана технология залужения, ухода и уборки. В таблице 4 показаны рекомендованные травосмеси для выводных участков.

Таблица 4

**Травы и травосмеси для залужения выводных участков
и нормы высева, кг/га**

Номер агроландшафтного участка, площадь га	Клевер луговой	Ляденец рогатый	Люцерна гибридная	Тимофеевка луговая	Овсяница луговая	Кострец безостый	Ежа сборная	Всего
№1 – 35,5	4	4	-	8	-	12	-	28
№2 – 75,5	-	6	-	8	12	-	-	26
№3 – 161,0	-	5	10	-	12	-	8	35
№4 – 121,0	-	5	-	6	8	-	12	31

Проведен расчет потребности сельскохозяйственной техники в растениеводстве при освоении адаптивно-ландшафтной системы земледелия. Техника в хозяйстве имеет большой износ и требует постепенного обновления. Рекомендуется при учете переводных коэффициентов приобретение новой техники. Для выполнения всего объема сельскохозяйственных работ

в агротехнические сроки необходимо приобрести кормоуборочный комбайн FCT-1500, трактор JohnDeere, сеялку Feat.

Подробно расписаны мероприятия по защите растений. Выбор протравителей необходимо проводить на основании фитосанитарной экспертизы семян, с учетом погодных условий. Мероприятия по защите сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней необходимо проводить по сигналам специалистов фитосанитарного отдела станции защиты растений и при достижении экономического порога вредоносности. Мероприятия по борьбе с сорной растительностью проводят после обследования посевов сельскохозяйственных культур на степень засоренности и определения ее видового состава.

Системой земледелия рекомендуется использование районированных сортов зерновых культур или многолетних трав. Приводятся списки сортов зерновых культур, трав, пригодных для условий хозяйства.

Выводы. Таким образом, разработка адаптивно-ландшафтных систем земледелия должна быть направлена на организацию экологически сбалансированных более продуктивных агроландшафтов.

На примере корректировки системы земледелия для агрофирмы «Зыковское» Нолинского района показано, что основными направлениями формирования систем земледелия являются: адаптивно-ландшафтное землеустройство территории, оптимизация соотношения сельскохозяйственных угодий и посевных площадей, адаптивный подбор севооборотов (культур, сортов) и технологий возделывания, биологизация земледелия, консервация неиспользованных пахотных земель.

При соблюдении всех намеченных мероприятий прибавка урожайности зерновых культур составит 0,33-1,50 т/га, сформируется положительный баланс гумуса, снизится негативное влияние антропогенной нагрузки на природную среду.

Список литературы

1. Кирюшин В.И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С. 3-8.
2. Черкасов Г.Н., Масютенко Н.П., Акименко А.С. и др. Адаптивно-ландшафтная система земледелия СПК «Русь» Советского района Курской области. Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН. 2012. 92 с.
3. Козлова Л. М., Рубцова Н. Е., Соболева Н. Н. Опыт разработки и подходы к совершенствованию адаптивных систем земледелия на ландшафтной основе в условиях центральной зоны Северо-Восточного региона европейской части РФ // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – №5 (54). 2016. С. 56-62.

МЕХАНИЗАЦИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ХМЕЛЯ В РОССИИ

Т. С. Кукушкина

Российский государственный аграрный университет

– МСХА имени К.А. Тимирязева

г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены отрасли хмелеводства в России. Одна из перспективных регионов возделывания хмеля является Чувашская Республика. Развитие отрасли хмелеводства в России, где сохранено промышленное производство, коллекция сортов хмеля. Отечественное хмелеводство намного отстает от зарубежных. Одна из причин – низкая рентабельность отрасли хмелеводства и недостаточная механизация работ на технологических операциях. Машины используются для возделывания хмеля по существующей технологии и не обеспечивают должный уровень и выполнение современных технологий по возделыванию хмеля. Предлагаются основные пути подъема отрасли хмелеводства на основе внедрения в производство современных высокоэффективных малозатратных машинных технологий. Необходимо усовершенствовать технологии производства хмеля и машины, которые позволяют сократить материальные и трудовые затраты на возделывание хмеля, которые приведут к значительному повышению урожайности хмеля.

Ключевые слова: сельское хозяйство, хмелеводство, хмель, механизация хмелеводства, технология производства хмеля, хмелесырье, возделывание хмеля

MECHANIZATION OF HOP CULTIVATION IN RUSSIA

T. S. Kukushkina

Russian state agrarian university –

Moscow State agrarian University name after

K. A. Timiryazev, Moscow, Russia

Annotation: The article deals with the hop growing industry in Russia. One of the most promising hop growing regions is the Chuvash Republic. Development of the hop industry in Russia, where industrial production is preserved, a collection of hop varieties. Domestic hop growing is far behind foreign ones. One of the reasons is the low profitability of the hop growing industry and insufficient mechanization of operations. Machines are used for cultivation of hops according to the existing technology and do not provide the proper level and implementation of modern technologies for the cultivation of hops. It is proposed to recommend the main ways of raising the hop industry based on the introduction of modern highly efficient low-cost machine technologies into production. It is necessary to improve hop production technologies and machines that reduce material and labor costs for hop cultivation, which will lead to a significant increase in hop yield.

Keywords: agriculture, hop growing, hops, hop mechanization, hop production technology, hop raw materials, cultivation of hops

В хмелепроизводящих странах мира хмелеводство ведется эффективно на высоком техническом уровне. При больших объемах производства хмеля достигнута высокая продуктивность хмельников, которая обеспечивается конкурентоспособностью на мировом рынке и дает окупаемость вложенных средств в производство хмеля.

Хмелеводство в России за последние 25 лет снизилось площадями, которые были заняты хмелем, и валовым сбором шишкового сырья (рис. 1). Отсутствие должного механизма экономического стимулирования хмелеводческих предприятий, явное ухудшение материально-технического обеспечения привели к большому сокращению насаждений хмеля и снижению эффективности отрасли хмелеводства.

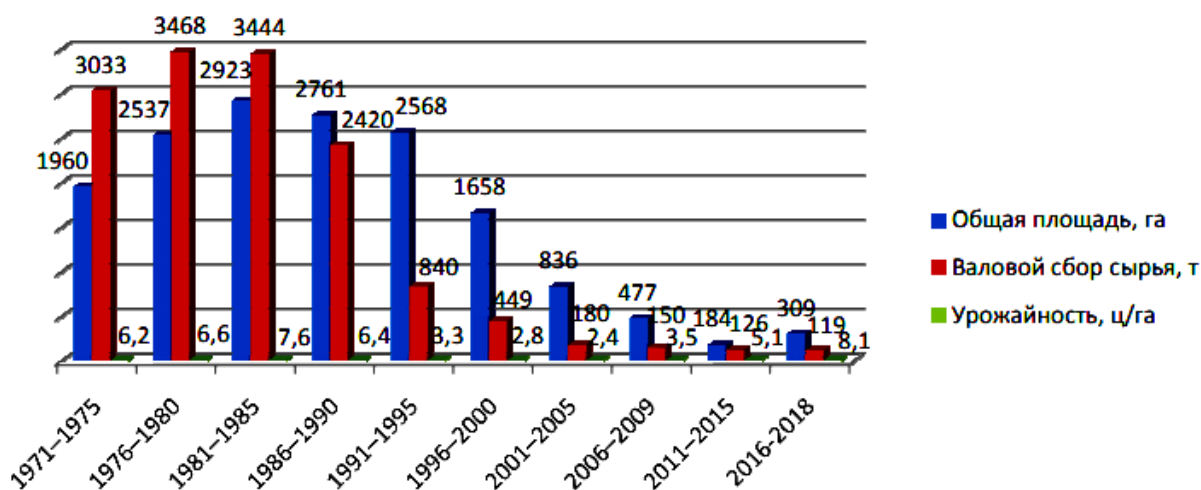


Рис. 1. Посевные площади, валовый сбор и урожайность хмеля в России, 1971-2018 гг.

Общая площадь под хмельниками в мире сегодня превышает 60 тысяч га – впервые за более чем 20 лет. На всех мировых рынках степень будущих урожаев очень высока – урожаи 2018-2020 гг. уже практически полностью распроданы [1]. В Российской Федерации основное производство хмеля в Чувашской Республике, в которой хмелеводство наиболее высокопродуктивная отрасль сельского хозяйства, значительно укрепляющая экономику колхозов и совхозов. Чувашия является основным хмелепроизводящим регионом России, где производилось более 75 % валового сбора хмеля РФ. Почвенно-климатические условия Чувашии благоприятствуют возделыванию хмеля.

В хмелеводческих хозяйствах очень слабо используются новые технологические приемы возделывания хмеля, насаждения используются неэффективно, средняя урожайность хмельников не превышает 10 ц/га.

В связи с потребностями в хмелевом сырье в России необходимо:

- 1) осваивать ресурсосберегающие технологии производства;
- 2) возделывание хмеля и эффективно использовать сырье по всей цепи его продвижения до конечного продукта;
- 3) использование интенсивных технологий, основанных на ресурсосберегающих принципах;
- 4) переработку и использование хмелесырья.

В настоящее время производством хмеля в Чувашской Республике занимаются сельскохозяйственные предприятия в 8 районах республики. Основные массивы этой культуры расположены в Вурнарском, Урмарском, Цивильском и Ядринском районах (рис. 2).

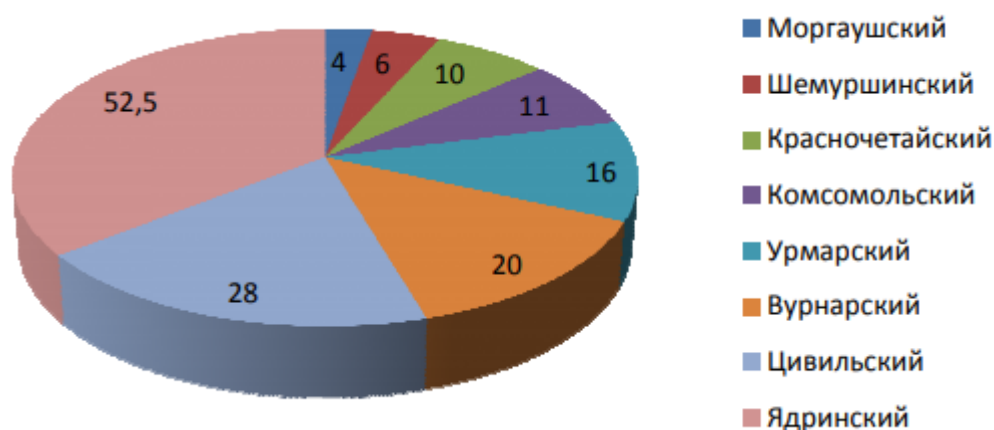


Рис. 2. Районы возделывания хмеля в Чувашской Республике, га

Соблюдение технологических операций при возделывания хмеля требует больших затрат капитального характера, что стало не под силу многим хозяйствам. Это привело:

- к переходу на примитивные технологии возделывания хмеля;
- снижению уровня квалификации кадров.

Внедрение прогрессивных технологических процессов и передового опыта в хмелеводство позволит значительно сократить затраты ручного труда и снизить себестоимость продукции. Усовершенствование существующей механизированной технологии возделывания хмеля путем совмещения технологических операций значительно сокращает материальные и трудовые затраты и повышает урожайность хмеля.

Хмелеводческие отрасли требуют технического переоборудования сельскохозяйственного парка. Соблюдение всего комплекса технологических операций при производстве хмеля требует существенных затрат, в том числе и капитальных.

Сельскохозяйственные машины, применяемые в хмелеводстве, не соответствуют современным требованиям с агротехнической и энергетической точек зрения. Выпускаемые машины не универсальны, а узкого назначения и имеют небольшой диапазон регулировок для обработки почвы, внесения минеральных удобрений и конструктивно не предназначены для глубокого рыхления междурядий с послойным внесением удобрений в почву [2]. Чтобы существенно снизить себестоимость, необходимо применять взаимосвязанные механизированные приемы и организационные мероприятия, направленные на получение высокого урожая с минимальными затратами труда и средств.

Внедрение интенсивных технологий возделывания хмеля предусматривает:

- поэтапное выполнение всех операций в строгой последовательности;
- соблюдение оптимальных сроков;
- все виды работ должны быть выполнены на высоком уровне качества работ.

Всесторонний анализ существующих способов и технологических операций в производстве хмеля, исследование конструкции машин для обработки почвы, внесения минеральных удобрений (рис. 3) позволили выявить значительные резервы усовершенствования технологических операций, способных значительно улучшить качественные и энергетические показатели проводимых работ.

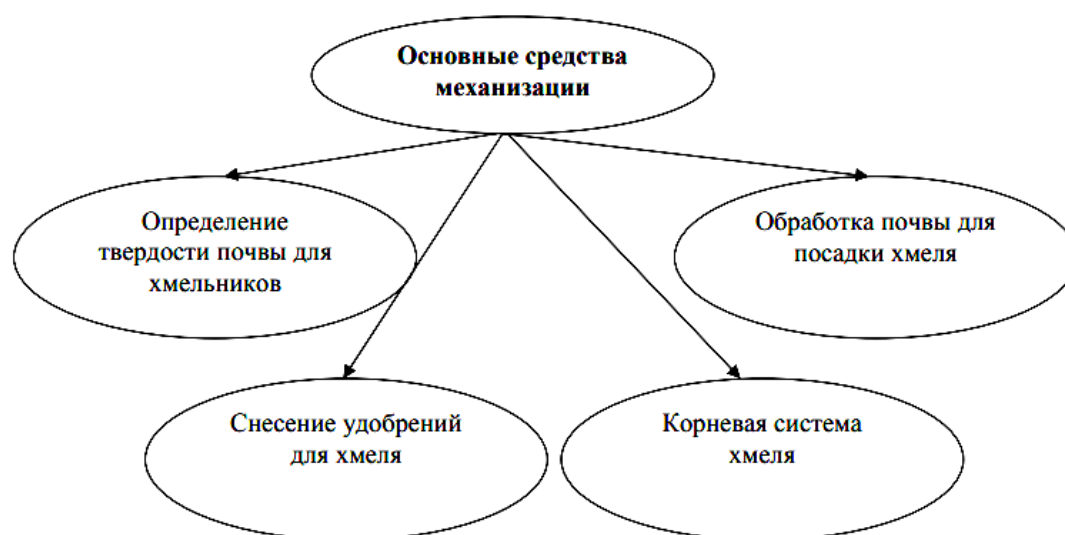


Рис. 3. Основные способы и технологические операции при возделывании хмеля

Достижение этих целей возможно лишь при внедрении в производство современных высокоэффективных малозатратных технологий, позволяющих:

- 1) увеличить производительность труда и повысить его качество;
- 2) уменьшить расход топлива.

Механизация трудоемких процессов по возделыванию, уборке и первичной обработке хмеля (рис. 4) является одним из основных факторов снижения себестоимости и повышения качества продукции.

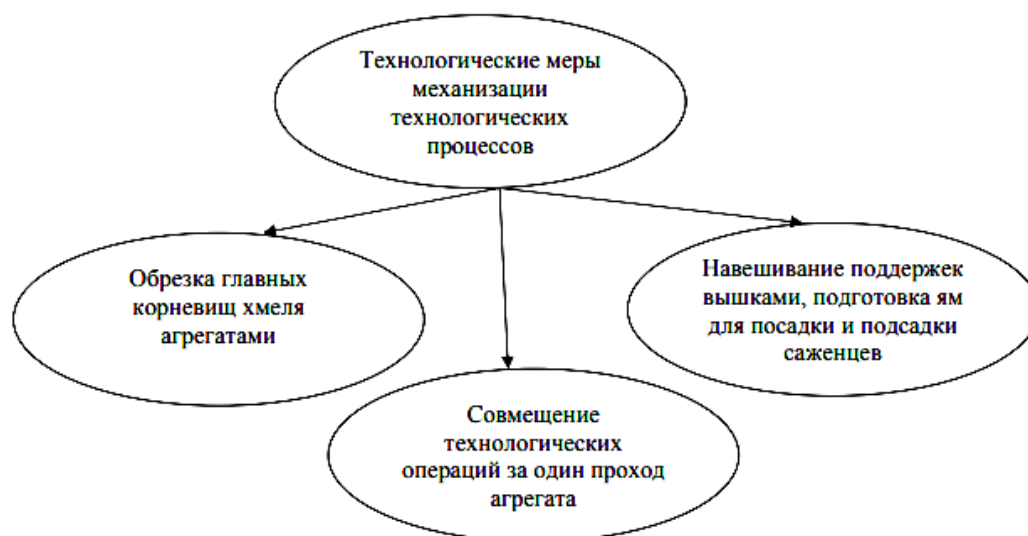


Рис. 4. Направление развития механизации возделывания хмеля в хозяйствах Чувашской Республики

Основные технологические проблемы по совершенствованию возделывания хмеля в регионе:

1. Высокий уровень износа имеющихся в хозяйствах агрегатов и машин.
2. Отсутствие их производства и аналогов.
3. Низкий уровень модернизации современных технологических процессов выращивания хмеля.
4. Недостаточный уровень развития системы повышения квалификации специалистов агрономических и инженерных служб хмелеводческих предприятий.
5. Отсутствие возможностей ознакомления специалистов хозяйств с передовыми технологиями.

Ресурсосберегающая технология возделывания хмеля с применением комплекса машин позволит сократить трудозатраты с 500-600 до 180 чел.-дней на 1 га, способствует повышению урожайности шишек на 30-40 % и качество хмелесырья на 15-20 % за счёт своевременного проведения агротехнических мероприятий [3].

Заключение. Внедрение механизации возделывания хмеля, своевременное и высококачественное выполнение всех технологических процессов позволит в ближайшие годы значительно увеличить валовый сбор и заготовки хмеля. Интенсификация связана с рациональным использованием всех затрачиваемых на производство средств и живого труда, скорейшим переводом производства на промышленную основу. Разрешимость этих вопросов, обуславливающих дальнейшее развитие хмелеводства на перспективу. Внедрение усовершенствованной малозатратной технологии при производстве хмеля, применение метода совмещения технологических операций с использованием комбинированных машин.

Для увеличения производства и переработки хмеля и стратегического развития сельскохозяйственного производства Чувашской Республики необходимо внедрение в производство ресурсосберегающей технологии возделывания и первичной обработки хмеля, которая заключается в широком использовании на хмельниках современной техники, передовых агротехнических приемов и др.

Список литературы

1. Захаров А.И., Макушев А.Е., Захаров Д.А., Толстова М.Л. Факторы повышения эффективности производства хмеля в Чувашской республике // Вестник Казанского ГАУ (Экономические науки). 2017. № 4(46). С. 106-109.
2. Захаров А.И., Макушев А.Е., Васильева А.В., Кириллова К.В. Перспективы повышения эффективности хмелеводческого кластера Чувашской республики // Вестник Казанского ГАУ (Технические науки). 2018. № 2(49). С. 93-98.
3. Каратаева О.Г., Кукушкина Т.С., Каратаев Г.С. Ресурсосберегающие технологии и техника в хмелеводстве // Доклады ТСХА. 2019. С. 158-162.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ПОДВИЖНОСТИ ФОСФАТОВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СРЕДНЕСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

И. В. Лыскова, Т. В. Лыскова

Фалёнская селекционная станция –
филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
п. Фалёнки, Кировская область, Российская Федерация

Аннотация. В условиях Кировской области на дерново-подзолистой почве, сформированной на покровных суглинках, в длительном стационарном опыте (год закладки 1971) изучали степень подвижности фосфатов методами Скофилда, Карпинского и Замятиной. Исследования проводили в 2008...2014 гг. на почвенных фонах с различной кислотностью и обеспеченностью подвижным фосфором: без внесения извести (рН 3,9) и произвесткованном (рН 5,2...6,5). В вариантах без внесения фосфорных удобрений обеспеченность подвижным фосфором составила 74...97 мг/кг на кислом, на произвесткованном 71...89 мг/кг. Установлено, что степень подвижности фосфатов дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы зависела от обеспеченности почвы данным элементом ($r = 0,49...0,93$). При содержании подвижного фосфора от 51 до 100 мг/кг почвы степень подвижности фосфатов отмечена на уровне 0,14...0,32 г/л, при 101...150 мг/кг – 0,33...0,49 г/л, при 151...250 мг/кг – 0,40...0,67 г/л (метод Скофилда). Между данными обоих методов установлена достоверная корреляционная зависимость ($r = 0,75...0,99$), указывающая на равноценность этих методов. Определение степени подвижности фосфатов методом Карпинского и Замятиной не выявило больше фосфат-ионов из почвы, чем методом Скофилда.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, дозы суперфосфата, степень подвижности фосфатов, метод Скофилда, метод Карпинского и Замятиной

DETERMINATION OF THE DEGREE OF PHOSPHATE MOBILITY OF SOD-PODZOLIC MEDIUM LOAMY SOIL

I. V. Lyskova., T. V. Lyskova

Falenki Breeding Station – Branch of «Federal Agricultural Research Center
of the North-East named N.V. Rudnitskogo»,
s. Falenki, Kirov region, Russian Federation

Annotation. In the Kirov region on sod-podzolic soils formed on cover loams, in a long stationary experience (was laid in 1971) the degree of phosphate mobility was studied by the methods of Scofield, Karpinsky and Zamyatina. The studies were carried out in 2008-2014 on soils backgrounds with different acidity and the sufficiency of mobile phosphorus: without lime application (pH 3,9) and with lime application (pH 5,2...6,5). In variants without the use of phosphoric fertilizers the sufficiency of mobile phosphorus on acidic soils was 74...97 mg/kg and 71...89 mg/kg on calcareous soils. It was established that the degree of mobile phosphates on sod-podzolic loam soils depends on the soils sufficiency with this element ($r = 0,49...0,93$). In soils with mobile phosphorus at 51...100 mg/kg the degree of phosphate mobility was 0,14...0,32 g/l, at 100...150 mg/kg – 0,33...0,49 g/l, at 151...250 mg/kg – 0,40...0,67 g/l (Scofield method). The high-quality correlation dependence between the statistics of both methods was established ($r = 0,75...0,99$), indicating the equivalence of these methods. Determination of the degree of phosphate mobility by the Karpinsky and Zamyatina method did not reveal more phosphate ions from the soil than the Scofield method.

Keywords: sod-podzolic soil, doses of superphosphate, the degree of phosphate mobility, Scofield method, Karpinskiy and Zamyatina method

Дерново-подзолистые почвы на покровных суглинках и глинах имеют самое широкое распространение в Кировской области и занимают наиболее обширные и высокие водораздельные пространства (водоразделы рек Вятки и Камы, Чепецко-Кильмезский) [1]. По результатам последнего цикла агрохимического обследования (2015 г.), кислые почвы занимают в области 75 % площади пашни, с низким содержанием фосфора – 26 % [2]. Эти два показателя имеют определяющее значение, когда речь идет об уровне плодородия дерново-подзолистых почв. В связи с этим в изучении агрохимических свойств почвы особое место отводится ее фосфатному режиму [3]. При изучении фосфатного режима почвы большое значение имеет определение не только запаса доступных фосфатов в почве, но и степени их подвижности в почвенном растворе. Концентрация фосфора в почвенном растворе – наиболее важный показатель оценки обеспеченности растений фосфором, особенно в начальные фазы их роста и развития. Уровень содержания фосфора в почвенном растворе получил название *фактора интенсивности* [4]. Выделить почвенный раствор сложно, поэтому используют слабосолевые вытяжки при узком соотношении почвы к экстрагенту. Это дает возможность судить о содержании фосфора в почвенном растворе.

Цель исследований – определить степень подвижности фосфатов в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве методами Скофилда, Карпинского и Замятиной, выявить наиболее информативный.

Материалы и методы. Исследования проведены на базе длительного стационарного опыта (год закладки 1971 г.). Подробная методика и некоторые результаты были изложены ранее [5, 6]. Агрохимическая характеристика почвы перед закладкой опыта: pH_{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. Чередование культур в опыте: озимая рожь по чистому пару, пшеница с подсевом клевера, клевер 1 г.п., клевер 2 г.п., пшеница, овес. В течение 2008...2014 гг. созданы (восстановлены) варианты с различным содержанием подвижного фосфора в почве (фоновая насыщенность составила 300, 600, 900, 1200 кг д.в. на га), в связи с этим агрохимические показатели почвы в 2008 г. считаем условно фоновыми по отношению к последующим отборам почвы. 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 г.к. (известь внесена в 1971, 1979, 1987, 2009 гг. в форме доломитовой муки). Дозы фосфорных и калийных удобрений в 2010 г. (пшеница с подсевом клевера) были увеличены в 3 раза с учетом последующей вегетации клевера в 2011 и 2012 гг. Отбор почвенных образцов проводили после уборки с.-х. культур (в 2008 г. в паровом поле – до внесения минеральных удобрений). При определении степени подвижности фосфатов методом Скофилда использовали 0,01 М (0,02 н.) $CaCl_2$ [7]. Метод Карпинского и Замятиной основан на определении концентрации фосфат-ионов в вытяжке 0,015 М (0,03 н.) раствора K_2SO_4 [8].

В обоих методах соотношении почвы к раствору 1:5. Оба метода используют для определения степени подвижности и запаса растворимых фосфатов в почвах с кислой и нейтральной реакцией среды. Дальнейшее определение фосфат-ионов проводили колориметрически по методу Труога-Мейера [8].

Результаты и обсуждение. Внесение извести по полной величине гидролитической кислотности в 2009 г. обеспечило увеличение показателя pH_{KCl} в слое почвы 0-20 см на 1,3 единицы (табл. 1). Тогда как на фоне без извести в почве наблюдали стабилизацию кислотности в пределах pH_{KCl} 3,85...3,95 (в среднем по фону 3,90), без существенной разницы по вариантам опыта и в нижележащем слое (20-40 см).

При длительном (более 40 лет) сельскохозяйственном использовании дерново-подзолистой почвы без применения удобрений (вариант 1) и одностороннем применении N_{90} (вариант 2) обеспеченность подвижными формами фосфора составила 74...79 мг/кг на кислом фоне, на известкованной почве 71...76 мг/кг почвы. Внесение новых доз фосфорных удобрений (суперфосфата) для создания (восстановления) фосфатных фонов в опыте привело к существенному повышению содержания подвижного фосфора в почве по сравнению с 2008 г.

На фоне без извести в 2010 г. произошло снижение подвижности фосфатов (метод Скофилда) по отношению к 2008 г. в вариантах, где фосфорные удобрения не вносили и в варианте с дозой P_{150} на 0,03...0,09 мг/л. Снижение фосфатного уровня связано с выносом фосфора растениями. Существенно выше концентрация в вариантах с повышенным внесением фосфора (варианты 4, 5, 6) на обоих фонах 0,19...0,47 и 0,40...0,67 мг/л, соответственно на фоне без извести и известь по 1 г.к. (табл. 1). Надо отметить, что повторное известкование фона в 2009 г. не оказало существенного влияния на степень подвижности фосфатов в 2010 г. По результатам исследований других авторов [9] установлено, что на дерново-подзолистой почве с высоким содержанием фосфора известкование снижает подвижность фосфатов.

Наши исследования подтвердили, что степень подвижности фосфатов в первую очередь определялась обеспеченностью почвы фосфором. С увеличением содержания подвижного фосфора (фон известь по 1 г.к.) повышалась его подвижность с 0,21 (вариант без удобрений) до 0,67 мг/л (вариант 6). Практически в 2 раза снижалась степень подвижности фосфатов в слое почвы 20-40 см.

Анализ почвенных образцов по методу Карпинского и Замятиной использовали в связи с тем, что по литературным данным [7] считается, что раствор сульфата калия извлекает примерно в 1,5...2 раза больше фосфора, чем раствор хлорида кальция. В наших исследованиях такое утверждение не подтвердилось. При этом корреляционный анализ экспериментальных данных показал, что между содержанием подвижного фосфора и степенью подвижности фосфатов существует сильная корреляционная зависимость (табл. 2). Исключение 2008 г., где коэффициент корреляции составил 0,49 (метод Карпинского и Замятиной).

Таблица 1

Степень подвижности фосфатов, мг/л

Вариант (фактор В)	Глубина, см (фактор С)	2008 г.			2010 г.		
		P ₂ O ₅ мг/кг	1	2	P ₂ O ₅ мг/кг	1	2
Без извести (фактор А)							
рН _{KCl}	0-20	3,9			3,9		
	20-40	3,9			3,9		
1. Без удобрений	0-20	74	0,20	0,13	97	0,12	0,14
	20-40	71	0,08	0,06	82	0,04	0,09
2. N ₉₀	0-20	79	0,19	0,13	80	0,10	0,12
	20-40	60	0,05	0,06	71	0,04	0,10
3. N ₉₀ P ₁₅₀ K ₂₇₀	0-20	59	0,14	0,11	113	0,11	0,16
	20-40	74	0,11	0,07	74	0,04	0,08
4. N ₉₀ P ₃₀₀ K ₂₇₀	0-20	70	0,16	0,11	149	0,19	0,21
	20-40	76	0,07	0,06	96	0,04	0,09
5. N ₉₀ P ₄₅₀ K ₂₇₀	0-20	84	0,32	0,12	260	0,40	0,39
	20-40	77	0,05	0,05	100	0,05	0,08
6. N ₉₀ P ₆₀₀ K ₂₇₀	0-20	101	0,25	0,16	283	0,47	0,41
	20-40	80	0,08	0,07	116	0,06	0,10
Известь по 1 г.к.							
рН _{KCl}	0-20	5,2			6,5		
	20-40	5,1			5,4		
1. Без удобрений	0-20	71	0,15	0,26	89	0,21	0,17
	20-40	68	0,04	0,12	76	0,08	0,09
2. N ₉₀	0-20	76	0,28	0,28	68	0,19	0,16
	20-40	71	0,09	0,08	63	0,13	0,11
3. N ₉₀ P ₁₅₀ K ₂₇₀	0-20	74	0,23	0,16	102	0,22	0,17
	20-40	60	0,14	0,11	94	0,05	0,07
4. N ₉₀ P ₃₀₀ K ₂₇₀	0-20	86	0,29	0,18	244	0,40	0,37
	20-40	76	0,09	0,06	96	0,04	0,05
5. N ₉₀ P ₄₅₀ K ₂₇₀	0-20	114	0,33	0,22	259	0,50	0,39
	20-40	76	0,11	0,09	107	0,04	0,07
6. N ₉₀ P ₆₀₀ K ₂₇₀	0-20	122	0,49	0,25	292	0,67	0,56
	20-40	94	0,22	0,12	125	0,04	0,06
НСР ₀₅		С = 5	В = 0,08 С = 0,05	С = 0,03	В = 30 С = 17	В = 0,13 С = 0,06	В = 0,10 С = 0,04

Примечание: приведена НСР₀₅, где F фак. > F теор.;

1 – метод Скофилда, 2 – метод Карпинского и Замятиной

Таблица 2

Коэффициенты корреляции (r) между содержанием подвижного фосфора и степенью подвижности фосфатов

Метод определения	2008 г.	2010 г.
Скофилда	0,77**	0,90**
Карпинского и Замятиной	0,49**	0,93**
Между методами	0,75**	0,99**

** - значимо на 1 % уровне.

Между данными обоих методов также существует достоверная корреляционная зависимость ($r = 0,75^{**} \dots 0,99^{**}$), указывающая на равноценность этих методов. Заметная разница между коэффициентами корреляции в 2008 г. и 2010 г., на наш взгляд, в виду того, что в 2010 г. были внесены фосфорные удобрения в трехкратной дозе, в отличие от образцов 2008 г., где удобрения не вносили с 1976 г.

Выводы. Степень подвижности фосфатов дерново-подзолистой средне-суглинистой почвы зависела от обеспеченности почвы данным элементом ($r = 0,49 \dots 0,93$). При содержании подвижного фосфора от 51 до 100 мг/кг почвы степень подвижности фосфатов отмечена на уровне 0,14...0,32 г/л, при 101...150 мг/кг – 0,33...0,49 г/л, при 151...250 мг/кг – 0,40...0,67 г/л (метод Скофилда). Определение степени подвижности фосфатов методом Карпинского и Замятиной не выявило больше фосфат-ионов из почвы, чем методом Скофилда.

Список литературы

1. Тюлин В.В. Почвы Кировской области. Киров: Волго-Вятское кн. изд-во, Кировское отд., 1976. 288 с.
2. Молодкин В.Н., Бусыгин А.С. Плодородие пахотных почв Кировской области. Земледелие. 2016. №8. С. 16-18.
3. Калинин А.И. Агрохимические свойства дерново-подзолистых почв и продуктивность растений. Киров, 2004. 220 с.
4. Карпинский Н.П., Замятина В.Б. Фосфатный уровень почвы // Почвоведение, 1958. № 11. С. 27-39.
5. Лыскова И.В., Рылова О.Н., Веселкова Н.А., Лыскова Т.В. Влияние удобрений и извести на агрохимические показатели и фосфатный режим дерново-подзолистой средне-суглинистой почвы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. №2(45). С. 27-32
6. 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.
7. Агрохимические методы исследования почв. М.: «Наука», 1975. 656 с.
8. Практикум по агрохимии / Под ред. В.В. Кидина. М.: КолосС, 2008. 599 с.
9. Михайлова Л.А., Дербенева Л.В. Влияние известкования на фосфатный режим дерново-подзолистых почв разной степени окультуренности // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2007. № 10. С. 28-32.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ СЕВЕРНОГО ЭКОТИПА

Н. Н. Михайлова, И. И. Никифорова, А. А. Фадеев

*Чувашский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
– филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр
Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого»,
п. Опытный, Российская Федерация*

Аннотация. В статье рассматриваются основные приемы возделывания сои северного экотипа. Изучено влияние предшественников на урожайность сои, изучены основные агротехнические приемы возделывания сои северного экотипа. Выявлено, что лучшим предшественником является озимая пшеница по черному пару. Оптимальная норма высева сои северного экотипа при достаточном количестве тепла и влаги для широкорядных и ленточных способов посева находится в пределах 500-550 тыс. всхожих семян на га. Наиболее продуктивны посевы с междурядьями 45-50 см, при этом предпочтение отдается двустрочно-ленточному способу посева – 45+15 см. На чистых от сорняков полях, особенно от многолетних корнеотпрысковых, и при использовании гербицидов возможно проведение посева узкорядным способом (междурядья 15 см). Чистые сплошные посевы по сбору зерна не уступают широкорядным, а в иные годы и превосходят. Соя – одна из ценнейших культур по хозяйственным и биологическим свойствам. Так как выведены сорта сои северного экотипа, она возделывается не только на юге России и Дальнем Востоке, но и в других регионах. Получение высокоурожайной и качественной продукции основная задача в возделывании сои. Обозначенные в статье особенности технологии возделывания сои могут применяться как рекомендация в производство.

Ключевые слова: соя северного экотипа, технология возделывания, севооборот, норма высева, срок посева

FEATURES OF THE TECHNOLOGY OF CULTIVATION OF SOYA NORTH ECOTYPE

N. N. Mikhailova, I. I. Nikiforova, A. A. Fadeev

*Chuvash Research Agricultural Institute – Branch of the Federal Agrarian
Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky,
Opytny settlement, Russian Federation*

Annotation. The article describes the main methods of cultivating soybean of the northern ecotype. The influence of predecessors on productivity was studied, the basic agrotechnical methods of cultivating soybean of the northern ecotype were studied. It was revealed that the best predecessor is winter wheat in black steam. The optimal norm of heights from the northern ecotype with sufficient heat and the owner for broadband and tape methods of sowing is in the range of 500-550 thousand germinating seeds per ha. The most productive crops with aisles of 45-50 cm, while the preference is given to the two-line-tape method of sowing – 45 + 15 cm. It is possible to carry out crops in a narrow-eater way (15 cm aisle). Pure continuous crops in grains do not give broadband, and in other years superiority. Soy is one of the valuable and cultural properties. It was discovered not only in the south of Russia, but also in other regions. Obtaining high-yielding and high-quality products is the main task in the cultivation of soy. Cultivation technologies can be recommended in production.

Keywords: soybean of the northern ecotype, cultivation technology, crop rotation, seedling rate, sowing date

Соя – одна из ценнейших культур по хозяйственным и биологическим свойствам. На сегодняшний день важнейшим направлением в преодолении дефицита кормового и пищевого белка является расширение области распространения возделывания сои. В связи с расширением ареала создаются сорта, которые адаптированы к возделыванию в разных широтах [1]. Технология возделывания сои северного экотипа различается от технологии традиционных районов выращивания сои, поэтому важно изучить технологию выращивания этой культуры в северных широтах.

Цель работы – выявить основные особенности возделывания сои северного экотипа.

Залогом успешного возделывания сои является правильный подбор предшественника. Недопустимо размещение сои после бобовых культур (зернобобовые – горох, вика, нут, фасоль, многолетние бобовые травы). Также нежелательно выращивать после культур, которые сильно иссушают почву (суданская трава, гречиха, подсолнечник). При возделывании как монокультура, опытным путем установлено, что существенно снижается урожайность сои [2]. В условиях южной части Волго-Вятского региона соя размещается после озимых культур, которые идут по черному пару. Соответственно, идет очищение полей от многолетних корневищных и корнеотпрысковых сорняков (бодяк полевой, осоты, вьюнок полевой, пырей и др.). По данным Чувашского НИИСХ, наличие этих сорняков ведет к резкому снижению урожайности сои: на одну треть снижение сбора семян наблюдается при численности осота желтого 5-7 шт./м² и в 2 раза уменьшается урожай, когда количество сорняков превышает 10 шт. на 1 м² [3].

При правильном чередовании сои в севообороте с другими культурами улучшается азотный баланс почвы, снижаются затраты на минеральные удобрения и снижается себестоимость продукции. Включение сои в кормовой севооборот для посева в смеси со злаковыми культурами способствует получению сбалансированного по белку корма на корню [4].

Своевременная и качественная обработка почвы является важным условием получения высокого урожая. Основная обработка почвы под сою направлена на создание благоприятного водно-воздушного, теплового и пищевого режимов, заделку растительных остатков, накопление и сбережение влаги, поддержание почвы в чистом от сорняков состоянии.

Система предпосевной обработки почвы включает ранневесеннее боронование, культивацию с целью выравнивания и заделки гербицидов и улучшение теплового режима почвы. Внесение гербицидов в почву – одна из важнейших операций технологии возделывания сои [5]. Почти все препараты требуют перемешивание их с верхним слоем почвы. Заделку выполняют культиваторами на глубину 5-8 см.

Наибольшая потребность сои в макроэлементах: от всходов до появления третьего настоящего листа – в фосфоре; ветвление – в азоте и калии;

бутонизация – в азоте и от цветения до образования бобов и налива семян – во всех трех элементах [6].

Соя особенно отзывчива на дробное внесение удобрений: фосфорно-калийные удобрения под основную обработку ($P_{40-60}K_{60-90}$) или локально при посеве, азотные – весной, под культивацию (N_{20-30}) и сложные удобрения ($N_{20}P_{20}K_{20}$) – в подкормку при последней междурядной обработке. Азот в подкормку (N_{20}) включают, когда на корнях мало клубеньков (меньше пяти на одно растение) и они мелкие и серые. При наличии на корнях крупных розовых клубеньков более 10 шт. на растении соя в минеральном азоте не нуждается.

Производительность клубеньков зависит от многих факторов: плотность почвы, плохая аэрация, недостаток или избыток влаги, резкое колебание температуры. Даже такой фактор, как плотность травостоя имеет влияние на количество клубеньков и их массу. По результатам исследований в Чувашском НИИСХ на посевах с густотой 50 растений на 1 м^2 установлено накопление азота 75 кг/га, а при уплотнении посева до 85 шт./ м^2 – всего 37 кг/га [7].

Главная особенность возделывания сои на кислых почвах – своевременное регулярное известкование ее через каждые 5 лет.

Подготовленный семенной материал необходимо протравливать при наличии патогенов. При низкой инфицированности семян их лучше обрабатывать биопрепаратами, например, Альбит – универсальный регулятор роста растений, со свойствами комплексного удобрения и фунгицида [8].

Прорастание семян сои начинается при достижении температуры почвы на глубине заделки семян (5-6 см) $8-10^{\circ}\text{C}$. Наиболее благоприятные условия создаются при повышении температуры почвы до $14-16^{\circ}\text{C}$.

При любых сроках посева растения сои для периода всходы-цветение требуют накопления суммы активных температур (выше 10°C) не менее 700°C , только в этом случае они переходят в другую фазу развития. Независимо от погодных условий, ранние сроки сева стабильно дают более высокий урожай зерна сои, чем более поздние. В Чувашии наиболее продуктивные посевы можно получить при посеве сои в первой декаде мая.

Существенное влияние на величину урожая сои оказывают и способы посева. Ширококорядные посевы с междурядьями 70 см в зоне выращивания $52-57^{\circ}$ северной широты неэффективны, так как растения раннеспелых сортов сои северного экотипа имеют компактные небольшие кусты, которые не в состоянии использовать полностью площадь питания. Наиболее продуктивны посевы с междурядьями 45-50 см, при этом предпочтение отдается двустрочно-ленточному способу посева – $45+15\text{ см}$. На чистых от сорняков полях, особенно от многолетних корнеотпрысковых, и при использовании гербицидов возможно проведение посева узкорядным способом (междурядья 15 см).

Для посева используют овощные, свекловичные, кукурузные, соевые, зерновые сеялки.

Оптимальная норма высева семян сои при достаточном количестве тепла и влаги для широкорядных и ленточных способов посева находится в пределах 500-550 тыс. всхожих семян на га. Снижение нормы высева ведет к существенному недобору урожая, а дальнейшее повышение нормы расхода семян не оправданы увеличением сбора бобов. В зависимости от массы бобов норма высева кондиционных семян в среднем у сорта Чера 1 составляет: 55-60 кг/га для широкорядного и 65-70 кг/га для рядового посева, у Памяти Фадеева – 70-75 и 80-85 кг/га соответственно [9, 10].

Учитывая, что у сои при прорастании семядоли выносятся на поверхность почвы, глубина заделки семян на тяжелых почвах должна быть не большой – 4-5 см, на легких – 6-7 см. Посев необходимо проводить во влажную почву, сразу же после предпосевной культивации. Равномерное распределение семян как по глубине, так и по площади достигается при скорости посевного агрегата 5-6 км/час.

Соя является культурой очень чувствительной к засоренности посева и неконкурентоспособной в борьбе за жизненное место со многими сорняками. Ассортимент гербицидов, разрешенных для применения при возделывании сои, включает гербициды общего действия и специализированные препараты для опрыскивания почвы (почвенные) или вегетирующих растений (по посевам) [11].

Раннеспелые сорта при благоприятных погодных условиях созревают в первой половине сентября. В годы с ненастной погодой сроки уборки могут перенестись на более поздний период. Полная спелость растений наступает при побурении всех бобов и влажности зерна 15-16 %. В хорошую сухую погоду можно снизить влажность зерна до 12-14 %. В этом случае убранное зерно не подвергается сушке.

Уборку сои ведут прямым комбайнированием поперек рядков, режущий аппарат жатки устанавливают на самый низкий срез во избежание потерь низко расположенных бобов. Частоту вращения барабана снижают до 500-600 оборотов в минуту, а наилучшие результаты получаются при ходе комбайна по диагонали посевных рядков. Скорость движения комбайна должна быть не более 4-5 км/час.

Повышение температуры на сушилках выше 35⁰С ухудшает посевные качества семян, в виду высокого содержания белка. Очистку и сортировку лучше выполнять на поточной линии, скомплектованных из зерноочистительных машин предварительной очистки, сортировальных машин и сушиллки.

На хранение сою закладывают с влажностью семян менее 14 %. Всхожесть семян сои даже при оптимальных условиях хранения резко снижается на третий-четвертый годы после уборки урожая, поэтому их следует использовать на посевные цели в первый же год после уборки.

Рассмотренные в статье особенности технологии возделывания сои северного экотипа могут быть применены в производстве.

Список литературы

1. Costa R.F., Silva A.G.D., Simon G.A., Bessa O.R., Dias M.O. Agronomic performance of transgenic soybean cultivars in Brazilian Cerrado. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 2019;41.
2. Никульчев К.А., Банецкая Е.В. Влияние культур севооборота на микробиологическую активность, агрофизические свойства почвы и урожайность сои. *Земледелие*. 2020; 1: 11-13.
3. Фадеев А.А., Фадеева М.Ф., Воробьева А.В. Изучение мер борьбы с многолетними сорняками в звене севооборота черный пар - озимые - соя Аграрная наука Северо-Востока. 2006; 8: 126-132.
4. Чаплыгин М.Е., Давыдова С.А. Техничко-технологическое оснащение возделывания сои и кукурузы в двухпольном севообороте. *Техническое обеспечение сельского хозяйства*. 2019; 1(1): 209-214.
5. Епифанцев В.В., Панасюк А.Н., Осипов Я.А., Вайтехович Ю.А., Андриенко С.В. Влияние гербицидов на видовой состав сорняков и продуктивность посевов сои. *Земледелие*. 2020; 1: 22-26.
6. Кокорина А.Л., Петрова Н.А., Демьянова-Рой Г.Б. Влияние микроэлементов на формирование проростков семян сои сортов северного экотипа. *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2015; 40: 28-33.
7. Фадеева М.Ф., Воробьева Л.В. Оценка азотфиксирующей активности перспективных линий сои. *Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки*. 2015; 4(4): 51-54.
8. Ляшко М.У., Цветкова Ю.В., Гресис В.О. Влияние различных доз биостимулирующего вещества Альбит на формирование проростков сои и гороха. *Успехи современной науки*. 2017; 2(4): 168-172.
9. Фадеев А.А., Фадеева М.Ф., Воробьева Л.В. Оценка раннеспелых сортообразцов сои северного экотипа чувашской селекции по основным хозяйственно ценным признакам в конкурсном сортоиспытании. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*. 2016; 2(166): 57-62.
10. Фадеева М.Ф., Воробьева Л.В., Матвеева О.Л. Нормы высева и способы посева раннего сорта сои северного экотипа "Памяти Фадеева" в условиях Чувашии. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2019; 2(30): 62-67.
11. Салманова И.А. Гербициды на сое. *Защита и карантин растений*. 2016; 3: 25-26.

ПРИЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ ЗВЕНА СЕВООБОРОТА

Е. Н. Носкова, Ф. А. Попов

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

Аннотация. В условиях современного интенсивного земледелия борьба с сорняками – один из важнейших элементов системы земледелия, от которого зависит увеличение урожайности сельскохозяйственных культур. Изучено влияние основной и предпосевной обработок почвы на фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы, горохоовсяной смеси и ячменя. Применение изучаемых почвообрабатывающих агрегатов не оказало существенного влияния на количество малолетних сорняков в посевах культур. Отмечено достоверное увеличение засоренности многолетними сорняками при применении плоскорезной обработки почвы. В посевах яровой пшеницы количество многолетних сорняков при энергосберегающем способе обработки почвы более чем в 2 раза превысило засоренность по вспашке. При возделывании горохоовса на зерносе-наж и ярового ячменя наблюдалась аналогичная картина. Урожайность культур колебалась по годам. Обработка почвы плугом ПЛН-3-35 способствовала увеличению урожайности яровой пшеницы и ячменя. Отмечена зависимость урожайности зерновых культур от количества многолетних сорняков ($r = -0,46...-0,76$).

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, засоренность посевов, урожайность, яровая пшеница, горохоовсяная смесь, яровой ячмень

SOIL TREATMENT TECHNIQUES AND PHYTOSANITARY STATE OF SOWINGS OF THE CROP ROTATION LINK

E. N. Noskova, F. A. Popov

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

Abstract. In modern intensive farming, weed control is one of the most important elements of the farming system on which increased crop yields depend. The influence of the main and pre-sowing soil treatments on the phytosanitary state of spring wheat, pea-oat mixture and barley sowings has been studied. The use of soil processing units under study did not have a significant impact on the number of juvenile weeds in sowings. There has been a significant increase in weed infestation with perennial weeds at surface soil treatment. In spring wheat sowings, the number of perennial weeds at an energy-saving method of soil cultivation was more than 2 times higher than weed infestation at ploughing. A similar pattern was observed in the cultivation of pea-oat mixture for grain-hay and spring barley. Crop yields fluctuated by year. Ploughing with PLN-3-35 contributed to increased yields of spring wheat and barley. The grain crop yield depends on the number of perennial weeds ($r = -0.46...-0.76$).

Keywords: sod-podzolic soil, weed infestation of sowings, yield capacity, spring wheat, pea-oat mixture, spring barley

Одна из главных причин снижения урожайности сельскохозяйственных культур во многих хозяйствах Кировской области – высокая засоренность посевов. Большая засоренность сельскохозяйственных угодий, особенно

пахотных земель, не позволяет обеспечить высокую культуру земледелия на полях.

Совместное произрастание культурных и сорных растений вызывает определенные экологические взаимоотношения, которые выражаются в конкуренции за влагу, свет, элементы минерального питания и др. [1]. Засоренность посевов в наибольшей мере ограничивает эффективное плодородие почвы и приводит к снижению урожая и ухудшению его качества [2].

Все более важное значение в борьбе с сорной растительностью приобретают различные агротехнические приемы. Так, исследования Т. С. Библик [1] показали, что ежегодное лушение стерни и подъем зяби почти в два раза сократили количество малолетних двудольных сорняков в посевах яровой пшеницы по сравнению обработкой, включающей дискование и глубокое рыхление почвы. Е. П. Денисов [3], А.Н. Воронин [4], Ф.П. Четвериков [5] считают, что снижение интенсивности обработки почвы приводит к увеличению засоренности. Применение минимальной и нулевой обработок почвы приводит к высокой засоренности, что затрудняет использование энергосберегающих обработок почвы в производственных условиях. Поэтому приемы энергосберегающих обработок почвы должны сочетаться с химическими мерами борьбы с сорняками, т. е. с применением гербицидов.

Помимо уничтожения сорной растительности целями обработки почвы являются создание благоприятных агрофизических и агрохимических свойств агрофитоценозов, усиление жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, рациональная минерализация органического вещества и перевод питательных веществ в доступную для растений форму [6].

Материалы и методы. Исследования проводили в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2011-2017 гг. в полевом шестипольном севообороте: вико-овсяная смесь на зеленый корм – озимая рожь – пшеница – горохоовсяная смесь на зерносеянец – ячмень – овес. В статье приведены исследования по возделыванию культур в звене севооборота яровая пшеница – ячмень.

Схема опыта: Фактор А – основная обработка: 1 – вспашка на 20-22 см (контроль); 2 – комбинированная плоскорезная обработка на 14-16 см.

Фактор В – предпосевная обработка: 1 – культивация КПС-4 (контроль); 2 – культивация КБМ-4,2; 3 – обработка комбинированным агрегатом АППН-2,1.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая. Агрохимические показатели почвы: рН (солевое) – 5,0; гидролитическая кислотность – 3,6; сумма поглощенных оснований – 14,3 мг-экв.; содержание P_{2O_5} – 140-180 мг и K_2O – 150-200 мг на 1 кг почвы, гумуса – 1,7 %.

Вспашку проводили плугом ПЛН-3-35, комбинированную плоскорезную обработку – плугом-плоскорезом КПА-2,2. Данное орудие универсального типа, имеет сменные рабочие органы – отвальные корпуса и плоскорезные лапы, при агрегатировании в качестве плоскореза устанавливается дополнительно дисковая секция. Весеннее боронование зяби сцепкой борон БЗСС-1,0. Культивация – культиваторами КПС-4 и КБМ-4,2. Комбинированный агрегат

АППН-2,1 проводит рыхление полосами нижнего и фрезерование верхнего слоев почвы на глубину, превышающую на 2-4 см глубину посева семян зерновых культур, с созданием между ними уплотненной прослойки и одновременным с культивацией локальным внесением туков, посев семян зерновых культур с последующим укрытием их почвой и послепосевным прикатыванием.

Результаты и обсуждение. Преобладающими малолетними сорняками были пикульники (*Galeopsis* L.), ромашка непахучая (*Matricaria perforata*). Из многолетних сорняков преобладали полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*) и хвощ полевой (*Equisetum arvense*).

В 2013 году способы основной и предпосевной обработок почвы не оказали существенного влияния на засоренность посевов малолетними сорняками (табл. 1). Количество сорняков колебалось от 21 до 44 шт./м². Количество многолетних сорняков зависело от способа основной обработки почвы: самая высокая засоренность отмечена при плоскорезной обработке – 14 шт./м², в контроле – 5 шт./м² (НСР₀₅A = 2). Аналогичная картина отмечена в 2014 году: количество малолетних сорняков не зависело от изучаемых факторов. Количество многолетних сорняков по вариантам колебалось от 9 до 36 шт./м² и было достоверно выше при применении плоскорезной обработки – на 18 шт./м² больше, чем по вспашке (НСР₀₅A = 7). Отмечена сильная отрицательная корреляционная связь между количеством многолетних сорняков и урожайностью яровой пшеницы ($r = -0,76$).

Таблица 1

Засоренность посевов яровой пшеницы, шт/м²

Основная обработка (А)	Предпосевная обработка (В)	2013 г.		2014 г.		Среднее за 2 года	
		мал.*	мн.*	мал.	мн.	мал.	мн.
Вспашка ПЛН-3-35	КПС-4	35	7	32	9	34	8
	КБМ-4,2	26	4	20	13	23	8
	АППН-2,1	44	4	20	23	32	14
Плоскорезная обработка КПА-2,2	КПС-4	34	14	16	36	25	25
	КБМ-4,2	21	15	24	34	22	24
	АППН-2,1	36	12	18	28	27	20
2013 г.: мал. НСР ₀₅ A = F _φ <F ₀₅ ; НСР ₀₅ B = F _φ <F ₀₅ ; мн. НСР ₀₅ A = 2; НСР ₀₅ B = F _φ <F ₀₅ 2014 г.: мал. НСР ₀₅ A = F _φ <F ₀₅ ; НСР ₀₅ B = F _φ <F ₀₅ ; мн. НСР ₀₅ A = 7; НСР ₀₅ B = F _φ <F ₀₅ 2013-2014 гг.: мал. НСР ₀₅ A = F _φ <F ₀₅ ; НСР ₀₅ B = F _φ <F ₀₅ ; мн. НСР ₀₅ A = 6; НСР ₀₅ B = F _φ <F ₀₅							

* мал. – малолетние сорняки; мн. – многолетние сорняки.

Анализируя данные в среднем за 2 года можно отметить, что ресурсосберегающая обработка повышает засоренность почвы многолетними сорняками в большей мере, чем вспашка (на 13 шт./м², НСР₀₅A = 6).

На засоренность посевов горохоовсяной смеси способы предпосевной обработки почвы достоверного влияния не оказали (табл. 2). Способы основной обработки почвы существенно повлияли на количество многолетних

сорняков в посевах горохоовсяной смеси. В 2014 году при проведении плоскорезной обработки засоренность увеличилась на 7 шт./м² по сравнению с контролем ($HCP_{05A} = 4$). Аналогичная картина наблюдалась в 2015 году: обработка почвы агрегатом КПА-2,2 способствовала увеличению численности сорняков в посевах – на 15 шт./м² по сравнению со вспашкой ($HCP_{05A} = 13$). В среднем за 2 года исследований достоверных различий между изучаемыми вариантами как по количеству малолетних, так и многолетних сорняков отмечено не было.

Таблица 2

Засоренность посевов горохоовсяной смеси, шт./м²

Основная обработка (А)	Предпосевная обработка (В)	2014 г.		2015 г.		Среднее за 2 года	
		мал.	мн.	мал.	мн.	мал.	мн.
Вспашка ПЛН-3-35	КПС-4	41	4	27	10	34	7
	КБМ-4,2	35	2	21	15	28	8
	АППН-2,1	33	9	27	20	30	14
Плоскорезная обработка КПА-2,2	КПС-4	18	8	36	26	27	17
	КБМ-4,2	16	11	45	35	30	23
	АППН-2,1	10	18	39	29	24	24
2014 г.: мал. $HCP_{05A} = F_{\phi} < F_{05}$; $HCP_{05B} = F_{\phi} < F_{05}$; мн. $HCP_{05A} = 4$; $HCP_{05B} = F_{\phi} < F_{05}$ 2015 г.: мал. $HCP_{05A} = F_{\phi} < F_{05}$; $HCP_{05B} = F_{\phi} < F_{05}$; мн. $HCP_{05A} = 13,5$; $HCP_{05B} = F_{\phi} < F_{05}$ 2014-2015 гг.: мал. $HCP_{05A} = F_{\phi} < F_{05}$; $HCP_{05B} = F_{\phi} < F_{05}$; мн. $HCP_{05A} = F_{\phi} < F_{05}$; $HCP_{05B} = F_{\phi} < F_{05}$							

На засоренность сорняками в посевах ярового ячменя изучаемые факторы влияли по-разному (табл. 3). На засоренность малолетними сорняками способы предпосевной обработки почвы не влияли ни в 2015, ни в 2016 годах.

Таблица 3

Засоренность посевов ячменя, шт./м²

Основная обработка (А)	Предпосевная обработка (В)	2015 г.		2016 г.		Среднее за 2 года	
		мал.	мн.	мал.	мн.	мал.	мн.
Вспашка ПЛН-3-35	КПС-4	14	10	18	7	16	8
	КБМ-4,2	22	9	12	16	17	12
	АППН-2,1	11	14	12	16	12	15
Плоскорезная обработка КПА-2,2	КПС-4	5	16	10	16	8	16
	КБМ-4,2	15	17	13	17	14	17
	АППН-2,1	16	27	16	20	16	24
2015 г.: мал. $HCP_{05A} = F_{\phi} < F_{05}$; $HCP_{05B} = F_{\phi} < F_{05}$; мн. $HCP_{05A} = 6$; $HCP_{05B} = F_{\phi} < F_{05}$ 2016 г.: мал. $HCP_{05A} = F_{\phi} < F_{05}$; $HCP_{05B} = F_{\phi} < F_{05}$; мн. $HCP_{05A} = F_{\phi} < F_{05}$; $HCP_{05B} = F_{\phi} < F_{05}$ 2015-2016 гг.: мал. $HCP_{05A} = F_{\phi} < F_{05}$; $HCP_{05B} = F_{\phi} < F_{05}$; мн. $HCP_{05A} = F_{\phi} < F_{05}$; $HCP_{05B} = F_{\phi} < F_{05}$							

В 2015 году отмечено достоверное снижение засоренности при применении для основной обработки почвы ПЛН-3-35 – на 9 шт./м² по сравнению с

обработкой КПА-2,2 ($НСР_{05A} = 6$). В среднем за 2 года количество малолетних сорняков колебалось от 8 до 17 шт./м², многолетних от 8 до 24 шт./м² и не зависело от способов обработки почвы.

Анализ урожайности яровой пшеницы показал, что в 2013 году изучаемые варианты достоверно не влияли на этот показатель, он колебался от 2,61 до 3,08 т/га. На урожайность пшеницы в 2014 году оказал способ основной обработки почвы. Так, по вариантам с плоскорезной обработкой почвы собрали на 0,38 т/га меньше, чем по вариантам со вспашкой ($НСР_{05A} = 0,29$).

Урожайность зерносенажа горохоовсяной смеси в 2014 году составила 9,81-12,09 т/га сухого вещества и не зависела от способов основной и предпосевной обработок почвы. В 2015 году урожайность была значительно ниже и составила 5,35-6,00 т/га с.в. и также не зависела от изучаемых факторов.

Урожайность ярового ячменя в 2015 году колебалась от 2,70 до 4,09 т/га ($НСР_{05\text{частн.разл.}} = 0,51$). Наименьший сбор зерна (2,60 т/га) был в варианте, сочетающем плоскорезную обработку почвы с культивацией КБМ-4,2. В вариантах с обработкой почвы КПА-2,2 в сочетании с КПС-4 и АППН-2,1 урожайность составила 3,16 и 3,49 т/га соответственно, что на 0,93 и 0,6 т/га ниже, чем в контрольном варианте (вспашка плугом ПЛН-3-35 в сочетании с культивацией КПС-4). В среднем по вспашке урожайность составила 3,87 т/га, что на 0,75 т/га выше, чем по плоскорезной обработке ($НСР_{05A} = 0,17$). Отмечена зависимость урожайности от количества многолетних сорняков ($r = -0,46$). В 2016 году урожайность ячменя была ниже и составила 2,08-2,97 т/га и не зависела от изучаемых факторов.

Заключение. Таким образом, применение в качестве основной обработки почвы плуга-плоскореза КПА-2,2 способствовало увеличению засоренности посевов сельскохозяйственных культур многолетними сорняками и снижало урожайность яровой пшеницы и ячменя. На количество малолетних сорняков ни способы основной обработки почвы, ни предпосевная существенного влияния не оказали.

Список литературы

1. Бибик Т.С., Шаркевич В.В., Петросян Р.Д. Влияние систем обработки почвы на засоренность посевов яровой пшеницы / Актуальные проблемы экологии в XXI веке. Тр. Международной научной конференции. 2014. С. 141-145.
2. Ненайденко Г.Н., Судакова Л.П. Удобрение зерновых в интенсивных технологиях. Иваново: «Талка», 1991 132 с.
3. Воронин А.Н., Соловиченко В.Д., Уваров Г.И. Приемы регулирования урожайности и качества зерна, ячменя в Белгородской области // Земледелие. 2010. №6. С 11-13.
4. Четвериков Ф.П. Основные проблемы современного земледелия при освоении ресурсосберегающих технологий. Саратов. 2010. 98 с.
5. Денисов Е.П. Повышение эффективности и устойчивости земледелия в производстве растениеводческой продукции. Саратов. 2008. 97 с.
6. Ладонин В.Ф и др. Щелевание почвы на посевах озимых на склонах // Земледелие. 2000. №2. С. 24-25.

125 ЛЕТ ИССЛЕДОВАНИЯМ ПО ЗЕМЛЕДЕЛИЮ, АГРОХИМИИ И КОРМОПРОИЗВОДСТВУ

Ф. А. Попов, Л. М. Козлова

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

Аннотация. *Представлены основные результаты исследования по вопросам земледелия, агрохимии, кормопроизводства с 1895 по 2019 годы.*

Ключевые слова: *севооборот, обработка почвы, минеральные удобрения, кормовые культуры, мелиорация, агротехника, системы земледелия*

125 YEARS OF RESEARCH IN AGRICULTURE, AGROCHEMISTRY AND FEED PRODUCTION

F.A. Popov, L.M. Kozlova

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

Annotation. *The main results of research on agriculture, agrochemistry, and feed production from 1895 to 2019 are presented.*

Keywords: *crop rotation, soil treatment, mineral fertilizers, forage crops, land reclamation, agricultural engineering, farming systems*

С первых дней создания Вятской сельскохозяйственной опытной станции (1895 г.) проводились исследования по изучению различных предшественников, чередованию культур, способам углубления пахотного слоя, срокам подъема зяби. В последующие годы способы обработки почвы продолжали совершенствоваться и систематизировать в зависимости от условий года, типа почв, рельефа, предшественников. Результаты исследований отражены в трудах А. Л. Великолепова, П. А. Бельцех, В. П. Алкина, Т. А. Пашина, А. И. Шевлягина.

В 1948 г. Кировская областная комплексная опытная станция по растениеводству была преобразована в Зональный НИИ земледелия европейской части России, в это же время был организован отдел агротехники и агрохимии полевых культур, где стали проводиться более глубокие и комплексные исследования под руководством кандидата с.-х. наук А. И. Логинычева. В 1960 г. после объединения с Кировским СХИ исследования по окультуриванию дерново-подзолистых почв проводились совместно с преподавателями кафедры земледелия под руководством академика РАСХН И. П. Макарова.

В 1967 г. была создана лаборатория земледелия. Первым руководителем ее назначен кандидат с.-х. наук Ф. И. Метельский. Изучались способы и сроки обработки почвы под зерновые культуры, приемы углубления и окультуривания пахотного слоя в сочетании с внесением удобрений и извести, было установлено преимущество ранней зяблевой вспашки.

В 1971-1981 гг. лабораторию возглавила кандидат с.-х. наук И. А. Шенина. В эти годы разработаны и внедрены в ряде хозяйств области системы агротехнических и химических мер борьбы с вредными организмами, приемы минимальной обработки паровых полей под озимую рожь, минимизации предпосевной обработки и посева яровых зерновых. Выявлена эффективность периодического чередования мелкой плоскорезной обработки со вспашкой через 2-3 года. Установлена возможность максимального насыщения специализированных севооборотов зерновыми культурами до 67 %. В 1977 году И. А. Шенина за плодотворную научную деятельность награждена орденом «Знак Почета».

С 1981 г. по 2002 г. лабораторией руководил кандидат с.-х. наук Б.П. Мальцев. За эти годы проведен значительный объем исследований по изучению систем обработки почвы, полевым севооборотам, что успешно внедрялось в хозяйствах Кировской области. Выявлен эффективный способ предпосадочной обработки суглинистых почв фрезерными культиваторами при возделывании картофеля. Получено авторское свидетельство на комбинированное орудие для предпосевной обработки почвы на запашеченных участках. Доказана эффективность обработки склоновых земель плугом с почвоуглубителями, установленными через корпус. Выявлено влияние ходовых систем тракторов на уплотнение почвы и урожайность яровых зерновых. Изучен совместный посев зерновых культур. Разработан интенсивный способ возделывания зерновых злаковых культур на основе отвальных и безотвальных обработок почвы при разных дозах минеральных удобрений, некорневых подкормках азотными удобрениями в сочетании с пестицидами и агрохимикатами. При обработке суглинистых смытых почв на склонах 3-5⁰ рекомендована безотвально-отвальная разноглубинная система обработки в севооборотах. Разработаны севообороты с занятыми и сидеральными парами с высоким (до 50 %) насыщением бобовыми культурами. Разработаны первые системы земледелия для хозяйств двух районов области и подсобных хозяйств промышленных предприятий г. Кирова.

В 1996-1998 годах разработаны первые адаптивно-ландшафтные системы земледелия (АЛСЗ) в пяти базовых хозяйствах области. На основании полученного практического опыта в 2000 г. была издана «Методика разработки АЛСЗ в хозяйствах Кировской области», переработанная и дополненная в 2006 г. Всего за 1996-2004 гг. разработаны АЛСЗ в 22 хозяйствах 10 районов области на общей площади 111 тысяч га.

С 2003 г. лабораторию земледелия и мелиорации возглавляет Л. М. Козлова, защитившая докторскую диссертацию в 2004 г. Под её руководством продолжается совершенствование полевых севооборотов с максимальным насыщением бобовыми культурами, использованием промежуточных крестоцветных культур на обычных и мелиорированных землях. Разрабатываются рекомендации по формированию севооборотов в АЛСЗ, по выращиванию сидеральных и промежуточных культур, усовершенствованные технологии обработки почвы и применения биопрепаратов. Полученные в этот

период научные результаты используются при разработке и корректировке АЛСЗ для племенных хозяйств Кировской области на площади свыше 260 тыс. гектаров. В 2010 г. за эту работу коллектив авторов удостоен Премии Кировской области.

В 2006 г. при институте открыта аспирантура по специальности «Общее земледелие, растениеводство». За период с 2008 г. по 2018 г. защищено 5 диссертаций на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук.

В 1971 г. при лаборатории земледелия создана группа мелиоративного земледелия. Изучались методы обработки и системы удобрения осушенных земель в полевых севооборотах. В 1978 г. группа преобразована в лабораторию мелиорации почв, под руководством кандидата с.-х. наук И.Г. Юлушева. В 1982 г. создана экспериментальная осушительная система на площади 15 га со смотровыми колодцами, скважинами и постоянным метеопостом. В 1979-1989 гг. разработана система земледелия на мелиорированных землях Кировской области. Изданы рекомендации по созданию и использованию орошаемых культурных пастбищ. Установлена зависимость продуктивности севооборотов от химических мелиорантов и фосфорных удобрений. Выявлены оптимальные способы предпосевной обработки почвы под яровую пшеницу, доказана эффективность нейтрализации кислых почв карбонатом кальция химсинтеза.

С 1989 г. по 1993 г. лабораторией руководил В. Д. Абашев, защитивший докторскую диссертацию в 2006 году. В 1993 г. лаборатория преобразована в группу и включена в состав лаборатории земледелия. В 1989-2010 гг. изучен режим работы осушительной системы по уровню грунтовых вод, объему и химическому составу дренажного стока, усовершенствованы системы земледелия на осушаемых почвах.

Год создания лаборатории агрохимии – 1895, с момента основания Вятской земской сельскохозяйственной опытной станции. Первым руководителем был А.Е. Шкляев. Под его руководством изучили отзывчивость возделываемых культур и сортов на различные дозы удобрений и местных фосфоритов. Определили уровни плодородия почв и потребности их в удобрениях.

В 1916-1933 гг. под редакцией С. П. Орлова опубликованы работы по процессам накопления нитратного азота в почве. Доказана эффективность локального применения удобрений и известкования кислых почв. Обоснована неэффективность внесения высоких доз фосфоритной муки из-за плохих на тот момент физических свойств и недостатка спецтехники.

В 1929-1935 гг. изучили эффективность известкования в зернопаротравном севообороте, выявлена роль органических удобрений в формировании урожая.

В 1949 г. заложили длительный стационарный опыт с фосфоритной мукой, показавший ее низкую эффективность против кислотности почв и существенное повышение содержания подвижного фосфора. В 1949-1953 гг. выявили эффективность припосевного внесения гранулированного суперфосфата.

В 1958-1972 гг. опытами руководил А. А. Лызин. Была разработана система удобрения в льняных севооборотах, выявлена отзывчивость зерновых культур на внесение торфонавозноминеральных компостов.

В 1965-1972 гг. в краткосрочных опытах по созданию искусственных фосфатных фонов, изучению отзывчивости основных культур на возрастающие дозы органических и минеральных удобрений выявили, что, прежде всего, необходимы азотные, затем фосфорные и в последнюю очередь, при высоких урожаях, калийные удобрения.

С 1972 г. по 1996 г. отдел агрохимии и почвоведения возглавлял кандидат с.-х. наук Н. Г. Суров. В 1972-1974 гг. был заложен длительный стационарный опыт по факториальной схеме из 54 вариантов. Изучается влияние возрастающих доз и соотношений минеральных удобрений на плодородие почвы, урожай и качество культур. Опыт включен в Госреестр длительных стационарных опытов России и продолжается по настоящее время. За это время определен баланс гумуса и питательных веществ в интенсивном земледелии, разработаны технологии локального внесения и рационального использования удобрений в хозяйствах области. Ведутся работы по программированию урожайности, почвенной и растительной диагностике минерального питания, динамике нитратов, тяжелых металлов.

С 1997 г. по 2011 г. отделом руководил А. В. Пасынков, защитивший в 2004 г. докторскую диссертацию. С учетом региональных особенностей разработаны элементы технологии возделывания озимой ржи, озимой и яровой пшеницы для получения хлебопекарного зерна, ячменя – для получения пивного солода, овса – для производства продуктов питания быстрого приготовления. В 1999 г. длительный стационарный опыт признан достоянием науки и внесен международный каталог. Начато изучение динамики органического вещества и изменения агрохимических показателей пахотного слоя дерново-подзолистых почв под действие возрастающих доз основных элементов питания растений.

В 2012-2015 гг. работами руководил доктор с.-х. наук В. Д. Абашев, с 2016 г. по настоящее время – кандидат с.-х. наук Ф. А. Попов. За это время разработаны практические руководства по применению минеральных удобрений под разные сорта озимой ржи, ячменя, яровой пшеницы, голозерного овса и в целом по звену зернопаротравяного севооборота.

Первыми исследователями кормовых культур были С. Н. Косарев и М. А. Дернов, которые в 1895-1910 гг. подобрали наиболее пригодные к местным условиям многолетние и однолетние травы при посеве их в чистом виде и смесях.

В 1918-1928 гг. было установлено, что на бедных почвах любое удобрение повышает урожай трав.

В 1948-1962 гг. под руководством доктора с.-х. наук А. Н. Тиунова установлена высокая эффективность воздействия переменных температур на полевую всхожесть семян трав. Доказано преимущество сложных травосмесей перед одновидовыми посевами. Выявлена эффективность внесения

известии в малых дозах перед посевом клевера. Осуществлен подбор гибридов кукурузы.

В 1967-1973 гг. разработана агротехника подсолнечника на силос и новых кормовых культур.

Год создания отдела кормопроизводства – 1977. Возглавил отдел В. А. Фигурин, защитивший докторскую диссертацию в 2003 г. В 1979-1983 гг. изучены новые сорта яровых зерновых культур в качестве покровных для клевера лугового. В 1978-1984 гг. обоснован выбор травосмесей при внесении высоких доз навоза. В 1980-1984 гг. доказана необходимость подсева люцерны под ячмень, посеянный черезрядным способом с применением гербицидов. В 1983-1998 гг. выявили наиболее энергоэффективное насыщение севооборотов многолетними травами. В 1996-2000 гг. изучили продуктивность и долголетие сортов клевера лугового нового поколения в одновидовых посевах и травосмесях. В 2001-2010 гг. изучались агрофитоценозы многолетних трав длительного срока содержания, сроки посева и режимы скашивания смеси озимой ржи с озимой викой. В 2010-2018 гг. исследования направлены на изучение лядвенце-тимopheечной смеси и новой для региона культуры – фестулолиума в чистом виде и в смеси с тимopheевкой луговой, с 2016 г. исследования ведутся по разработке приемов продления продуктивного долголетия многолетних агрофитоценозов.

Наиболее значимые результаты деятельности за 2009-2019 гг.:

- Звенья и схемы биологизированных севооборотов с лабильными звеньями, насыщенные бобовыми культурами до 50 % (2009 г.).
- Новый ресурсоэнергосберегающий способ обработки пласта многолетних трав (2011 г.) и способ предпосевной обработки почвы под яровые зерновые (2013 г.) с использованием новых комбинированных орудий и агрегатов.
- Схемы севооборотов с различными видами паров при введении пожнивных и поукосных промежуточных культур до 37,5 % (2017 г.).
- Улучшенная низкзатратная технология обработки почвы и применения биопрепаратов в севообороте (2017 г.).
- Принципы формирования севооборотов и системы обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии (2018 г.)
- Методические подходы к совершенствованию АЛСЗ для центральной зоны Северо-Восточного региона европейской части России (2019 г.)
- Адаптивно-ландшафтные системы земледелия для 45 хозяйств области на площади свыше 260 тыс. га сельхозугодий (2009-2014 гг.).
- Присуждена Премия Кировской области в области сельского хозяйства за работу «Разработка и внедрение адаптивно-ландшафтных систем земледелия в хозяйствах Кировской области» (2010 г.).
- Монография Абашева В. Д., Абашева Ю. В. «Оптимизация плодородия осушаемых почв» (2013 г.).
- Разработаны научно обоснованные подходы к выбору систем обработки почв в севооборотах для условий Евро-Северо-Востока РФ (2013 г.).

- Разработаны рекомендации по возделыванию сидеральных культур в условиях Кировской области (2014 г.).
- Разработаны рекомендации по формированию севооборотов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия. (2015 г.).
- Разработаны практические руководства по эффективному использованию минеральных удобрений под зерновые культуры (2012-2019 гг.).
- Рекомендации по выращиванию разных по скороспелости сортов клевера лугового на корм (2017г.).
- Новая технология по созданию устойчиво продуктивных агрофитоценозов клевера лугового с фестулолиумом (2018 г.)
- Новый энергосберегающий способ трансформации старовозрастных посевов лядвенца рогатого в высокопродуктивные агрофитоценозы (2019 г.)

В 2019 г. путем реорганизации образован отдел земледелия, агрохимии и кормопроизводства. Руководитель – доктор с.-х. наук Л. М. Козлова. Сотрудники: доктора с.-х. наук В. Д. Абашев, В. А. Фигурин, кандидаты с.-х. наук А. П. Кислицына, Е. Н. Носкова, Ф. А. Попов, м.н.с. Е. В. Светлакова.

Основные направления предстоящей деятельности отдела:

- Оптимизация структуры различных видов полевых и кормовых севооборотов, разработка севооборотов с нетрадиционными для условий региона культурами.
- Разработка различных ресурсосберегающих способов и систем обработки дерново-подзолистых почв.
- Совершенствование технологий выращивания сельскохозяйственных культур с использованием биологических препаратов, стимуляторов роста, новых видов органо-минеральных удобрений и агрохимикатов.
- Совершенствование научных основ адаптивно-ландшафтных систем земледелия для условий Кировской области, разработка проектов систем земледелия для хозяйств.
- Разработка практических руководств по эффективному применению минеральных удобрений для новых сортов зерновых культур.
- Конструирование высокопродуктивных агрофитоценозов многолетних трав.
- Разработка энергосберегающего способа трансформации старовозрастных посевов в высокопродуктивные агрофитоценозы.
- Разработка приёмов управления продукционным процессом травосмесей многолетних трав на сильнокислых дерново-подзолистых почвах.

ПРОДУКТИВНОСТЬ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО И ТРАВОСМЕСЕЙ С НИМ ПРИ РАЗНЫХ СРОКАХ УБОРКИ ПЕРВОГО УКОСА

В. А. Фигурин, А. П. Кислицына

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

Аннотация. В статье изложены результаты исследований по изучению продуктивности четырёх сортов клевера лугового разного срока созревания, как в одновидовом посеве, так и в травосмесях с люцерной гибридной, ежой сборной и тимopheевкой луговой при трёх сроках уборки первого укоса в фазы начало бутонизации, начало цветения и полное цветение. Установлено, что все сорта клевера лугового обладают высокой продуктивностью от 61,8 до 81,6 ГДж/га. Ещё выше продуктивность травосмесей сорта клевера Дымковский с люцерной во все сроки уборки первого укоса - от 80,1 до 82,4 ГДж/га, а также сорта Витязь с люцерной - от 82,0 до 86,0 ГДж/га и тимopheевкой - от 81,1 до 81,5 ГДж/га при уборке первого укоса в фазы начало цветения и полного цветения. Все сорта клевера лугового и травосмеси с ним обеспечивали высокие сборы сырого протеина – более 1,0 т/га, особенно травосмеси клевера лугового Дымковский с люцерной от 1,29 до 1,33 т/га во все сроки уборки первого укоса. Кормовая масса клевера лугового обладает высокой питательностью как в первом укосе при уборке в ранние фазы развития (начало бутонизации) – от 15,9 до 17,0 % в сухом веществе, так и во втором укосе при всех сроках уборки первого укоса. Включение злаковых трав в травосмеси, снижало содержание сырого протеина, особенно ежи сборной, в первом укосе и уборке в фазу полного цветения клевера с сортами Трио – до 10,6 %, Дымковский -11,9 %. Содержание обменной энергии было высоким у всех сортов клевера лугового как в первом, так и во вторых укосах при всех сроках уборки первого укоса от 9,7 до 10,4 МДж в 1 кг сухого вещества. Включение злаковых компонентов в травосмесь приводило к снижению питательности кормовой массы.

Ключевые слова: клевер луговой, злаковые травы, травосмеси, сроки уборки, сырой протеин, обменная энергия

PRODUCTIVITY OF RED CLOVER AND GRASS MIXTURES WITH IT AT VARIOUS HARVESTING TIMES OF THE FIRST CUT

V. A. Figurin, A. P. Kislitsyna

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

Annotation. The article presents the results of research into productivity of four varieties of red clover which ripen at different times, both in single-species sowing and in grass mixtures with bastard lucerne, cocksfoot, and timothy, the first cut being harvested at three phases – early budding, early flowering and full flowering. It has been found that all varieties of red clover are high-producing – from 61.8 to 81.6 GJ/ha. The productivity of grass mixtures of clover Dymkovsky with lucerne is still higher, at all harvesting times of the first cut - from 80.1 to 82.4 GJ/ha; the productivity of clover Vityaz mixed with lucerne is from 82.0 to 86.0 GJ/ha and with timothy - from 81.1 to 81.5 GJ/ha, the first cut being harvested in the phase of early flowering and full flowering. All varieties of red clover and grass mixtures with it ensured high yields of crude protein – over 1.0 t/ha, especially clover Dymkovsky mixed with lucerne – from 1.29 to 1.33 t/ha at all the phases of first cut harvesting. The forage mass of

red clover has high nutritive value, both in the first cut harvested in early phases (early budding) – from 15.9 to 17.0 % in dry matter, and in the second cut, in every phase of the first cut harvesting. Incorporating cereal grasses into grass mixtures, cocksfoot in particular, decreased crude protein content in the first cut harvested in the phase of full flowering of clover, Trio variety – by 10.6 %, Dymkovsky – 11.9 %. Metabolizable energy content was high in all varieties of clover, both in the first and in the second cut at all harvesting times of the first cut - from 9.7 to 10.4 MJ in 1 kg of dry matter. Incorporating cereal grains into grass mixtures resulted in lower nutritive value of the forage.

Key words: red clover, cereal grasses, grass mixture, harvesting times, crude protein, metabolizable energy

Основным направлением развития полевого кормопроизводства является расширение площадей многолетних бобовых трав [1]. Клевер луговой является основной бобовой культурой полевого травосеяния. Его значимость определяется ценнейшими биологическими особенностями. При благоприятных условиях произрастания формирует высокие урожаи высокопитательной кормовой массы [2, 3]. Клевер луговой считается «золотом крестьянина», так как обладает уникальной способностью к активной симбиотической азотфиксации и является основным накопителем биологического азота в почвах [4,5,6]. Выведение сортов клевера лугового нового поколения ставит задачу их эффективного использования. Такие скороспелые сорта как Трио, Ранний 2, Кудесник являются «прорывным» звеном в решении проблемы расширения клеверосеяния в северных регионах страны [7].

Цель исследований – выявить продуктивность сортов клевера лугового нового поколения в одновидовых посевах, определить лучшие травосмеси их с бобовыми и злаковыми травами при различных сроках уборки в первом укосе.

Материалы и методы. Исследования были проведены на опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. В опыте использовали районированные сорта трав и разно поспевающие сорта клевера лугового: ультрараннеспелый Трио, скороспелый Дымковский, позднеспелый одноукосный тетраплоидный Витязь и позднеспелый одноукосный Кировский 159. Их высевали как в одновидовом посеве, так и в травосмесях: с люцерной гибридной Северная гибридная, ежой сборной Хлыновская, тимофеевкой луговой Ленинградская 204.

Почва участка дерново-подзолистая среднесуглинистая на покровных суглинках с содержанием в пахотном слое гумуса 2,0...2,2 %, $pH_{\text{сол.}}$ 5,4...5,5, подвижного фосфора – 230...250 мг/кг, обменного калия – 120...140 мг/кг. Предшественник – однолетние травы. Покровная культура – овёс, который убирали в фазу вымётывания метёлки. Минеральные удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$) вносили под предпосевную культивацию. Под многолетние травы удобрения не вносили.

Травостои в первом укосе скашивали в три срока: начало бутонизации, начало цветения и полного цветения клевера лугового. Второй укос проводили одновременно по всем срокам скашивания первого укоса за 35-40 дней до прекращения вегетации.

Проведено три закладки опыта в трёх- и четырёхкратной повторности. Площадь делянки 33 м², учётная 21 м², размещение делянок рендомизированное. Учёты и наблюдения проводили на травостоях второго года пользования. В предыдущие годы травы скашивали одновременно по всем вариантам опыта в третьей декаде августа.

Погодные условия осенне-зимнего периода были удовлетворительными для перезимовки трав. Вегетационный период 1998 года отличался поздней весной, а в третьей декаде мая и двух первых декадах июня были отмечены высокие температуры воздуха. Погодные условия 1999 года характеризовались прохладной с частыми осадками весной и жарким летом. 2000 год отличался жаркой сухой погодой.

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что питательная ценность трав связана в первую очередь с онтогенетическим старением растений. По мере роста и развития трав, особенно при формировании первого укоса, происходило снижение содержания сырого протеина (табл. 1) и накопление клетчатки. Установлено, что для удовлетворения потребностей высокопродуктивных коров в протеине, его содержание в корме должно быть 12...15 % [8]. В наших опытах содержание протеина было высоким в одновидовых ценозах всех сортов клевера лугового при уборке первого укоса в фазу начала бутонизации (от 15,9 до 17,0 %), а также в травосмесях с люцерной и тимофеевкой луговой. С прохождением фаз развития растений содержание протеина снижалось, особенно в смесях со злаками, а с ежой сборной, как скороспелой культурой, значительно.

Во вторых укосах позднеспелых сортов клевера (Кировский 159 и Витязь), которые состояли из укороченных вегетативных побегов и розеточных листьев (отава), содержание сырого протеина было высоким, особенно в вариантах со скашиванием первого укоса в фазу полного цветения, у сорта Витязь – 22,1 %, Кировский 159 – 21,9 %.

У ультрараннеспелого сорта Трио в варианте с первым сроком скашивания преобладали генеративные побеги, а протеина содержалось столько же, сколько в первом укосе. Второй укос смесей с быстрорастущей ежой сборной значительно уступал по содержанию сырого протеина одновидовым посевам клевера.

Важнейшим показателем качества кормовой массы является концентрация обменной энергии в сухом веществе. Установлено, что в первом укосе высокую энергетическую питательность имеют все сорта клевера при скашивании в фазу начала бутонизации (табл. 2). К фазе полного цветения концентрация обменной энергии в одновидовых посевах клевера имеет тенденцию к снижению. Добавление злакового компонента приводило к снижению питательной ценности кормовой массы во все сроки уборки. Во вторых укосах концентрация обменной энергии в одновидовых посевах изучаемых сортов при всех сроках уборки первого укоса оставалась достаточно высокой. Добавление злакового компонента снижало концентрацию обменной энергии.

Таблица 1

**Питательная ценность травостоев с сортами клевера лугового
второго года пользования в зависимости от сроков уборки первого укоса
(средневзвешенные показатели по трём закладкам)**

Сорт клевера и травосмесь с ним	Сырой протеин, % в сухом веществе			МДж/кг сухого вещества		
	I	II	III	I	II	III
Первый укос						
Трио	16,9	16,8	14,3	10,4	10,0	9,9
Дымковский	17,0	14,8	14,4	10,1	10,0	10,0
Витязь	16,2	14,2	13,2	9,9	9,8	9,7
Кировский 159	15,3	15,6	14,1	10,0	9,9	9,8
Трио + тимофеевка луговая	16,7	14,3	13,3	9,6	9,2	9,1
Трио + ежа сборная	12,1	11,0	10,6	9,0	9,1	8,9
Дымковский + люцерна гибридная	17,0	15,6	14,0	9,8	9,8	9,4
Дымковский + тимофеевка луговая	15,6	14,8	12,6	9,6	9,2	9,0
Дымковский + ежа сборная	13,0	13,4	11,9	9,2	9,3	9,1
Витязь + люцерна гибридная	15,9	13,2	16,6	9,7	9,6	9,5
Витязь + тимофеевка луговая	15,3	13,3	11,2	9,5	9,4	9,4
Второй укос						
Трио	16,0	16,8	16,5	10,0	10,9	9,9
Дымковский	16,2	17,3	19,7	10,1	10,0	10,2
Витязь	18,0	18,8	22,1	10,2	10,2	10,4
Кировский 159	17,0	17,6	21,9	10,2	9,9	10,1
Трио + тимофеевка луговая	14,4	17,2	14,2	9,5	9,7	9,7
Трио + ежа сборная	14,7	14,5	14,0	9,4	9,2	9,3
Дымковский + люцерна гибридная	14,8	16,4	14,6	9,3	9,8	9,9
Дымковский + тимофеевка луговая	14,5	16,2	13,6	9,5	9,5	9,7
Дымковский + ежа сборная	14,6	14,4	13,9	9,5	9,5	9,7
Витязь + люцерна гибридная	15,2	14,9	15,0	9,7	9,7	9,7
Витязь + тимофеевка луговая	15,3	16,8	13,8	9,9	10,1	10,1

Примечание: I – фаза начала бутонизации клевера; II – фаза начала цветения клевера;
III – фаза полного цветения клевера

Расчёты показывают, что благодаря высокому содержанию сырого протеина в кормовой массе всех сортов клевера лугового и высокой их про-

дуктивности, валовой сбор сырого протеина был одинаково высоким при всех сроках уборки первого укоса одновидовых посевов, так и смешанных ценозов (табл. 2).

Таблица 2

**Продуктивность агрофитоценозов с сортами клевера лугового
(в среднем по трём закладкам)**

Сорт клевера и травосмесь с ним	Сбор сырого протеина, т/га			Выход обменной энергии, ГДж/га		
	фаза развития клевера лугового при уборке					
	I	II	III	I	II	III
Трио	0,99	1,11	1,11	61,8	66,7	71,7
Дымковский	1,17	1,12	1,26	71,3	70,4	81,6
Витязь	1,18	1,19	1,15	70,2	75,0	76,4
Кировский 159	1,06	1,21	1,15	65,2	74,4	74,2
Трио + тимофеевка луговая	0,97	1,05	0,95	59,1	60,8	61,7
Трио+ ежа сборная	0,83	0,93	0,78	57,8	59,4	59,3
Дымковский + люцерна гибридная	1,31	1,33	1,29	80,1	81,4	82,4
Дымковский + тимофеевка луговая	1,16	1,16	1,16	73,2	72,4	77,1
Дымковский + ежа сборная	0,97	1,02	0,92	65,8	68,4	69,9
Витязь + люцерна гибридная	1,01	1,21	1,29	70,1	82,0	86,0
Витязь + тимофеевка луговая	1,12	1,29	1,08	70,5	81,5	81,1

Из одновидовых посевов клевера более высокий сбор сырого протеина отмечен у сорта Дымковский при уборке первого укоса в фазу начала цветения – 1,26 т/га. Из травосмесей у сорта Дымковский с люцерной во все сроки уборки первого укоса от 1,29 до 1,33 т/га (что связано с близостью их темпов развития и высокой концентрацией протеина в зелёной массе), а также травосмеси позднеспелого сорта Витязь с люцерной в поздний срок уборки первого укоса – 1,29 т/га. Комплексным показателем оценки продуктивности трав является выход обменной энергии (ОЭ), который зависит как от сбора сухого вещества, так и содержания обменной энергии. Высоким выходом обменной энергии отличались травосмеси сорта Дымковский во все сроки уборки первого укоса от 80,1 до 82,4 ГДж/га, а так же сорта Витязь, как с люцерной, так и тимофеевкой луговой при уборке первого укоса в фазы начала цветения и полного цветения – от 81,1 до 86,0 ГДж/га. Травостой с сортом Трио как в одновидовом посеве, так и в смеси со злаковыми травами значительно уступали во все сроки уборки первого укоса средне- и позднеспелым сортам.

Заключение. Установлено, что все изучаемые сорта клевера лугового на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с содержанием в пахотном слое 2,1 % гумуса, pH-5,5, высоким содержанием фосфора и средним калия имели достаточно высокую продуктивность, особенно Дымковский и Витязь при всех сроках уборки первого укоса – от фазы начала бутонизации до фазы полного цветения – от 70,2 до 81,6 ГДж/га, несколько ниже Трио – от 61,8 до 71,7 ГДж/га.

Лучшими компонентами смесей с клевером луговым, обеспечивающим повышенную продуктивность травостоев была люцерна гибридная, до 86,0 ГДж/га и тимopheевка луговая до 81,1 ГДж/га с сортом Витязь, с сортом Дымковский – люцерна гибридная до 82,4 ГДж/га при уборке первого укоса в фазу полного цветения. Благоприятными компонентами, повышающими технологичность зелёной массы без снижения продуктивности для сортов Трио и Дымковский являлась тимopheевка луговая.

Кормовая масса всех сортов клевера лугового обладает высокой питательной ценностью и при скашивании первого укоса в фазу начала бутонизации клевера содержит в первом укосе 15,9...17,0 % сырого протеина, во втором – от 16,0 до 18,0 % в сухом веществе. Травосмеси, особенно с быстрорастущей ежой сборной снижали содержание сырого протеина при всех сроках скашивания первого укоса, особенно в фазу полного цветения с сортом Трио до 10,6 %, Дымковский – до 11,9 %.

Список литературы

1. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Кормопроизводство – важный фактор роста продуктивности и устойчивости земледелия. Земледелие. 2012;4: 20-22.
2. Новоселов М.Ю., Дробышева Л.В., Матвеева О.С., Зяткина Г.П., Старшинова О.А., Одноровова А.А., Засименко Е.М. Современные подходы к селекции клевера лугового для кормопроизводства России // Земледелие. 2014. № 2. С. 43-46.
3. Сысуев В.А., Фигурин В.А. Адаптивная стратегия устойчивой продуктивности многолетних трав на Северо-Востоке европейской части России. Достижения науки и техники АПК.2016; 30.12:79-82.
4. Прянишников Д.Н. Севооборот и его значение в поднятии урожайности. Избранные сочинения. М.: Сельхозгиз, 1953. Т. 3. 688 с.
5. Благовещенский Г.В. Формирование энергосберегающих агрозооэкосистем. Кормопроизводство.1995;4:8-11.
6. Фигурин В. А. Выращивание многолетних трав на корм. Киров: НИИСХ Северо-Востока; 2013. 188с.
7. Новосёлова А.С., Новосёлов М.Ю. Научные основы и практика экологической селекции и семеноводство клевера лугового. Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового: Результаты 25 – летних исследований творческого объединения ТОС «Клевер» М.: ООО «Эльф ИПР», 2012. С. 7-56.
8. Дмитроченко А.П., Пшеничный П.Д. Кормление сельскохозяйственных животных. М.-Л.: Сельхозиздат. 1961. 528 с.

АГРОХИМИЯ ВЯТСКО-КАМСКОЙ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ

И. Г. Юлушев,

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Киров, Российская Федерация*

Аннотация. *Почвенно-агрохимические основы адаптивно-ландшафтной системы земледелия ВКЗП. В условиях земледельческой провинции лимитирующими продуктивностью пашни факторами являются повышенная кислотность (сопровожаемое высоким содержанием подвижного алюминия), слабая гумусированность и низкое содержание элементов питания. Обработка аналитических данных (366 почвенных разреза) показала целесообразность объединения дерново-подзолистых почв в три агрогруппы*

Ключевые слова: *агрогруппировка почв, эффективность NPK удобрений и извести*

AGROCHEMI OF VYATKA-KAMA AGRICULTURAL PROVINCE

I. G. Yloushev

*Vyatka State Agricultural Academy,
Kirov, Russian Federation*

Annotation. *Soil-agrochemical framework of adaptive-landscape farming systems Vyatka-Kama agricultural province. In the conditions of Vyatka-Kama agricultural province, the main limiting efficiency of an arable land factors are the increased acidity (accompanied with the high content of mobile aluminum), a weak gumusirovannost and low supply of batteries. Processing of the array of analytical data (366 soil sections) showed existence of statistically demonstrable distinctions of acid characteristics of a profile on the basis of which the following concept of agrogroup of arable (cespitose) and podsolic soils is offered.*

Keywords: *agro groups of arable soils, reaction, mobile aluminum, NPK and lime effect*

За годы интенсивной химизации земледелия (после 1964 года) масштабы применения извести и минеральных удобрений возросли примерно в 9 раз, а урожайность зерновых – только на 25 % [1]. Менее эффективными были вложения капитала только в мелиоративное регулирование водного режима [2]. Можно утверждать, что это результат игнорирования агрономической наукой и практикой специфических природных условий земледельческих провинций. Д. Н. Прянишников [3] указывал: «Не может существовать одной системы (земледелия, И. Ю.), одинаково пригодной повсюду ... необходимо помнить ... о географическом размещении разных систем и связанных с ними севооборотов в соответствии с общегосударственными интересами и учетом местных естественноисторических и хозяйственных условий». Наиболее объективным представляется выделение земледельческих провинций согласно «Природно-сельскохозяйственное районирование» [4], в которые объединяются территорий с однотипными почвенно-климатическими условиями. В настоящей работе рассматриваются почвенно-агрохимические основы земледелия ВКЗП.

Материалы и методы. В работе использованы результаты научных исследований автора и коллективов, которыми он руководил: Фаленская ГСС (1960-1962), Кировский ЗАЛ (современный ФГУГЦА “Кировский” 1964-1966), НИИСХ СВ (1967-1989, научный руководитель), кафедра агрохимии и почвоведения ВГСХ (1990-2008). В естественных условиях почвенные таксоны пространственно разобщены, опыты, в однотипных стационарных полевых условиях на разных почвах организовать невозможно. Поэтому, действие удобрений и известки изучали, при одинаковых погодноклиматических условиях (1960-2012 годы) в севооборотах с 6-летним чередованием культур в вегетационных (почва – 1-ая агрогруппа, колхоз “Дружба” Унинский район), лизиметрическом (почва – 2-ая агрогруппа, колхоз “Знамя коммунизма” Куменского района) и стационарных полевых опытах на почвах 3-ей агрогруппы, опытное поле НИИСХ Северо-Востока [5]. Аналитическая обработка образцов почв, растений и удобрений на содержание тяжелых металлов, мышьяка и микроэлементов проведена в лабораториях МГУ им. Ломоносова, Почвенного института им. Докучаева.

Цели и задачи настоящей работы – выделение основных почвенноклиматических факторов, определяющих продуктивность полей; обобщение и анализ систем применения удобрительных средств, результатов полевых и лабораторных экспериментов, практики земледелия в рассматриваемой земледельческой провинции с целью **концептуализации положений локальной (провинциальной) агрономической химии.**

Результаты и обсуждение. Исторически земледельческая практика, а позднее и наука, берут свое начало на плодородных долинах Нила (Египет, Эфиопия), Месопотамии. И на Руси первые севообороты, новейшие для своего времени технологии также разрабатывались на Черноземах, где корневая система растений может процветать в 2-метровой толще обогащенной гумусом почвы. Беда в том, что установленные там постулаты земледелия, пригодные и приемлемые на черноземах, механически перенесли на вятские (не только) подзолы с 20 см гумусовым горизонтом. На просторах Сальских черноземов с гомогенным почвенным покровом можно нарезать севооборотные поля любой конфигурации и размера. А на Вятке мелко контурность, средний размер пахотного контура 24 га, мозаичность почвенного покрова - на территории, например, колхоза “Путь Ленина” Котельничского района почвоведы выделяют более 150 почвенных таксонов [6]. Севооборотные поля включают до 10-15 обособленных участков с разными почвами, схема чередования культур не учитывает эдафическую их совместимость с характером почвенного покрова.

Анализ информации об экспериментальных работах с известью и удобрениями в ВКЗП выявил необъяснимые лакуны при работе с ними. Так, в крестьянских коллективных опытах (Котельнический уезд) было установлено снижение урожая озимой ржи на фоне коровьего навоза [8]. На полях Соликамской опытной станции при систематическом применении азотных удобрений профессор В. Н. Прокошев отмечал появление «мертвых пятен», где даже сорняки не растут, [9]. В полевых опытах НИИСХ Северо-Востока

(1960-ые годы) на кислых почвах известкование не дает прибавок урожая, при низком содержании усвояемого фосфора в пахотном слое, фосфорные удобрения не обеспечивают прироста урожая [10]. Выводы из обзора были не утешительными:

- цель всех опытов – получение максимальной прибавки урожая, а работ по рациональному использованию удобрений с учетом продуктивного потенциала почв, растений, климатических ресурсов не было;

- чтобы рельефно показать положительное действие изучаемого приема, эксперименты проводились исключительно на малопродуктивных почвах;

- ни один опыт с удобрениями не сопровождался характеристикой почвенных условий эксперимента, в лучшем случае приводятся данные о содержании гумуса, фосфора и калия, величине рН и только пахотного слоя. Это дало основание автору утверждать, что у нас *агрохимия - беспочвенная*.

В ВКЗП набор с.-х. культур и сортов, световой и температурный режим, технологические элементы земледелия не являются ограничивающими урожаем (на уровне 6-7 т/га зерна) факторами, его величина определяется количеством продуктивной влаги и элементов питания. *Основной резерв повышения продуктивности полей – в наших почвах*. Однако, не всякое угодье, числящееся, как пахотное, пригодно для прибыльной работы на земле. На маргинальных почвах (гидроморфные, сильноэродированные - < 50 % площади, песчаные, подстилаемые породами легкого гранулометрического состава, а также мелкие, удаленные от хозяйственных центров участки) земледелие изначально убыточно. В ВКЗП разнообразие литолого-геоморфо-логических условий, растительного покрова предопределили неоднородность профиля (а не только пахотного слоя) почвенного покрова по составу и состоянию, по направлению и интенсивности процессов и режимов, происходящих в почвах. Низкое содержание гумуса сопровождается недостатком азота, в ряде случаев фосфора, калия и некоторых микроэлементов. В силу промывного водного режима значителен вынос из корнеобитаемого слоя нитратов, оснований (Ca, Mg), целого ряда других элементов питания, растворимых фракции гумуса, мелкодисперсных частиц [5]. Поэтому большая часть пахотных почв отличается повышенной кислотностью, сопровождаемая высоким содержанием Al^{+3} . Апах. даже на карбонатных породах в условиях промывного режима теряет былую карбонатность (табл. 1).

Чтобы установить степень различий в свойствах генетических горизонтов почв, сформированных на различных почвообразующих породах (а на двучленах при глубине подстилающей породы < 50 см), были обобщены и обработаны аналитические данные 366 разрезов дерново-подзолистых суглинистых почв. Использованы материалы почвенных обследований после 1985 года, когда эти работы проводились по единой методике [12], указанные выше маргинальные почвы были исключены. 147 разрезов были признаны как сформировавшиеся на карбонатных породах (с глубиной возрастания $pH_{\text{сол.}}$), 219 почвенных разрезов на бескарбонатных ($pH_{\text{сол.}}$ уменьшаются), из которых 16 разрезов характеризовались высоким содержанием Al^{+3} (табл. 2).

Таблица 1

Агрохимические свойства пахотного слоя дерново-подзолистых суглинистых почв на моренных отложениях [11]

Показатели \ Морена		Бескарбонатная			Карбонатная		
		п	L	М	п	L	М
Гумус	%	26	1,12-2,22	1,71	12	1,3-2,29	1,73
“Физ.” глина		10	21,2-38,3	26,7	6	20,6-31,9	23,9
ЕКО	мэкв/100	30	6,6-19,5	11,3	15	7,2-16,1	10,9
S		30	1,3-12,4	6,1	15	2,0-1,0	6,3
H _{гидр.}		30	3,5-2,5	5,5	15	2,4-0,2	4,6
H _{обмен.}		29	0,11-3,80	1,26	11	0,11-2,51	0,84
pH _{KCl}		30	4,0-5,5	4,5	15	4,1-5,7	4,6
Al _{подвиж.}	мг/100	29	0,14-28,3	10,5	11	0,1-21,43	1,5

Примечание. п – число выборок, L – лимиты колебаний, М – средние значения

Таблица 2

Содержание Al⁺³ и кислотность дерново-подзолистых почв [5]

Показатель	Апах. (0-20 см)	АВ (20-30 см)	В (30-50 см)
Al _{подвиж.} , мг/100 г	3,90	18,65	22,56
pH _{KCl}	4,11	3,83	3,73
H _{гидр.} , мэкв/100 г	5,31	7,83	8,68

Примечание. Средние значения pH рассчитаны по натуральным показателям концентрации H⁺

Результаты обработки большого числа выборок показали наличие статистически доказуемых различий в свойствах генетических горизонтов почв, сформированных на карбонатных и бескарбонатных породах (табл. 3).

Приведенные данные показывают, что по величине pH_{сол.} пахотного слоя эти почвы однородны, между тем, для подпахотных горизонтов почв на карбонатных породах характерен существенный, статистически достоверный сдвиг кислотных показателей в сторону щелочного интервала, повышение содержания обменного Ca⁺² и Mg⁺² в профиле. Подтверждается отмеченный многими исследователями факт большей насыщенности почв северо-востока основаниями в сравнении с подобными почвами других районов Нечерноземной зоны РФ [14, 15]. С учетом свойств генетических горизонтов почвенного профиля предлагается следующая концепция агрогруппировки пахотных дерново-подзолистых почв [5].

1-ая агрогруппа (16 разрезов, 4,4 % от общего). Величина pH_{сол.} в подгумусных горизонтах почвенного профиля смещается в сторону кислого интервала. Содержание подвижного алюминия в A_{пах} выше 4,0 мг/100 г почвы с возрастом в подпахотных горизонтах.

2-ая агрогруппа (203 разреза, 55,4 %). Показатель pH_{сол.} сохраняется по всему профилю на уровне пахотного слоя или смещается в сторону кислого интервала, содержание подвижного алюминия в A_{пах} ниже 4,0 мг/100 г почвы, в аллювиальных горизонтах почвенного профиля может быть больше.

**Некоторые агрохимические свойства дерново-подзолистых суглинистых почв
на карбонатных и бескарбонатных породах**

Показатель		Генетические горизонты			
		A _{пах.}	B _I	B ₂	C
На бескарбонатных породах (число наблюдений 203)					
Н гидролит., мЭКВ/100 г		4,75	5,09	4,95	4,07
Са + Mg, мЭКВ/100		13,9	20,2	24,1	26,0
P ₂ O ₅	мг/кг	92	125	168	188
K ₂ O		120	86	90	86
pH _{kcl}		4,56	4,15	4,10	4,38
На карбонатных породах (число наблюдений 147)					
Н _{гидролит.} , мЭКВ/100 г		3,78	3,13	1,46	0,76
t ^M ₀₅		0,43	0,43	0,33	0,29
Са + Mg, мЭКВ/100		16,2	26,7	28,8	35,1
t ^M ₀₅		1,61	1,72	1,88	1,82
P ₂ O ₅	мг/кг	66	82	153	173
K ₂ O		105	90	77	41
pH _{kcl}		4,70	4,74	5,83	6,58

Примечание. См. к табл. 2. t^M₀₅ – достоверный интервал при 95 % вероятности средней разности показателей соответствующих генетических горизонтов групп почв. Полужирным выделены показатели, где нулевая гипотеза отвергается.

3-я агрогруппа (147 разрезов, 40,2 %). Почвы, где показатель pH_{сол} нижних генетических горизонтов смещается в сторону щелочного интервала (при синхронном повышении насыщенности основаниями), подвижного алюминия нет.

Закономерности территориального формирования и распределения площадей выделенных агрогрупп не установлены. Параметры свойств генетических горизонтов почвенного профиля принятых почвоведомы таксонов, укладываются в одну из выделенных согласно нашей концепции агрогрупп. Примерный перечень почвенных таксонов по классификации 1977 года, которые могут быть отнесены к той или другой агрогруппе разработаны [5]. Интерполяция количественного распределения почвенных разрезов по агрогруппам к площади пашни в 1,4 млн га (без обозначенных выше маргинальных почв, Кировская область) позволяет ориентировочно оценить площадь этих групп в следующих размерах, тыс. га: 1-ая агрогруппа – 70; 2-ая агрогруппа – 770; 3-я агрогруппа – 560.

Агрономическая наука и практика для решения оперативных вопросов применения извести и удобрений пользуются показателями некоторых свойств только пахотного слоя. Между тем в условиях ВКЗП установлено:

- в период вегетации растения используют запасы элементов питания не только пахотного слоя, а всей корнеобитаемой толщи почвенного профиля, [5, 15];

- значительная часть корневой системы культурных растений развивается в подгумусных горизонтах [16];

- в процессе роста и развития растений в активный влагооборот вовлекаются запасы 0-60 см толщи профиля почвы [17];

- имеются почвы, у которых ниже пахотного слоя исчезает повышенная кислотность, содержание обменных оснований, фосфора возрастает и они доступны растениям [5];

- небольшая часть корневой системы растений при достижении очагов накопления влаги, элементов питания может удовлетворять потребность в них всего растения [18].

Эти положения нашли подтверждения в установленных на опытах и производственных посевах закономерностях действия извести и удобрений на почвах разных агрогрупп [5], принципиальными из которых представляются следующие.

Известкование. На почвах 1-ой агрогруппы известкование сопровождается повышением продуктивности всех культур полевого севооборота. На почвах 2-ой агрогруппы четко подтверждается классическое положение – известкование проявляется на урожайности бобовых культур. На почвах 3-ей агрогруппы, (независимо от величины рН Апах) ввиду сдвига реакции среды в сторону щелочного интервала в подпахотных горизонтах профиля (при отсутствии подвижного алюминия) известкование не обеспечивает агрономического и экономического эффекта. Земледелец располагает мелиорантами (известняковая мука из природных известняков и карбонат кальция химического синтеза, наш бренд – ККС) с различной скоростью взаимодействия с почвой и продолжительностью последствия [19], подбором мелиоранта он может оперативно регулировать реакцию почвенной среды во времени и в пространстве.

Показатель	ККС	Мука известняковая
Время последствия	3-4 года	Более 6-7 лет
Максимальный сдвиг рН	В год внесения (весной) или на 2-ой год	На 5-7 год

Азотные удобрения на почвах 1-ой агрогруппы без калия и извести со временем приводят к гибели посевов, на почвах 2-ой и 3-ей агрогрупп величина урожая, в основном определяется обеспеченностью азотом. На всех почвах и под все культуры азотные удобрений следует применять по системе САУ [5], которая позволяет, без ущерба урожаю, наполовину уменьшить дозу удобрения и на 10-15 % снизить норму высева семян (исключается потеря всхожести семян при их контакте с частицами удобрения). Схема применения азотных удобрений на разных почвах имеет следующий вид.

Агрогруппа	1-ая	2-ая	3-я
Условия применения	Только на фоне извести и калия	Для оптимизации соотношения NPK в питательной среде	
Прием повышения эффективности – применение по системе САУ			

Фосфорные удобрения. На почвах 3-ей (иногда и 2-ой) агрогруппы, ввиду высокого содержания фосфора в подгумусных горизонтах профиля, фосфорные удобрения не эффективны (можно ограничиться использованием припосевного фосфорного удобрения).

Агрогруппа	1-ая	2-ая	3-я
Фосфоритная мука			
Условия применения	На фоне извести: - внесение “в запас”; - в составе компостов.		Нет эффекта
Растворимые фосфорные удобрения			
Припосевное удобрение (для всех культур и на всех почвах)			
В качестве основного	На фоне извести и калия	С учетом фосфатного пула профиля для оптимизации соотношения NPK	
	В составе компостов с органическим субстратом		
Повышение эффективности удобрений – доведение содержания Р ₂ О ₅ до 150 мг/кг почвы в полевых, до 250 в овощных и кормовых севооборотах, на плантациях картофеля, плодово-ягодных насаждений			

Калийные удобрения. На почвах 1-ой агрогруппы, как правило, с повышенным содержанием Al^{+3} , только на фоне извести и калийных удобрений допустимо применение азотных (и фосфорных) удобрений.

Агрогруппа	1-ая	2-ая	3-я
Условия применения	Только на фоне извести и NP удобрений	При низком содержании в почве. Под картофель, кормовые, овощные и плодово-ягодные культуры	
Повышение эффективности удобрений – доведение содержания K ₂ O до 150 мг/кг в полевых, до 250 в овощных и кормовых севооборотах, на плантациях картофеля, плодово-ягодных насаждений			

В целом относительная продуктивность с.-х. культур под влиянием удобрений и извести на почвах выделенных агрогрупп изменяется следующим образом (табл. 4).

Таким образом, максимальный прирост относительного урожая рассматриваемых групп с.-х. культур под влиянием извести и удобрений наблюдается на почвах 1-ой агрогруппы – более чем 10-кратный рост продуктивности зерновых и клевера. Абсолютные урожаи всех культур были выше на почвах 2-ой и 3-ей агрогрупп.

Таблица 4

Относительная продуктивность с.-х. культур [5]

Агрогруппа	Вариант	Зерновые	Горох	Клевер
1	NPK	609	285	42
	Ca + NPK	1029	371	1144
2	NPK	316	142	111
	Ca + NPK	314	208	137
3	NPK	240	Нет данных	99
	Ca + NPK	248	Нет данных	109

Примечание. За 100 % принят урожай контрольного варианта – без NPKCa

Почвенные условия определяют элементный состав растительной продукции (табл. 5).

Таблица 5

Относительное содержание N, P, K и Ca в урожае

Вариант, агрогруппа		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca
Ячмень (зерно) без NPKCa	2	115	122	109	144
	3	115	122	87	92
NPK	2	193	135	89	119
	3	165	142	68	47
NPKCa	2	185	138	93	175
	3	156	154	67	75
Клевер (сено) без NPKCa	2	88	85	116	90
	3	111	177	130	144
NPK	2	97	76	106	57
	3	113	114	139	89
NPKCa	2	98	87	122	155
	3	111	102	145	183

Примечание. 100 % – содержание элементов в урожае соответственного варианта на почве 1-ой агрогруппы.

Из данных таблицы видно безусловное возрастание содержания азота и фосфора в зерне ячменя, выращенного на почвах 2 и 3-ей агрогрупп. Для клевера характерно повышение концентрации всех элементов на почве 3-ей агрогруппы.

В целом по всем культурам возрастание содержания исследуемых элементов в урожае под влиянием удобрений и извести было значимо при выращивании с.-х. культур на почве 3-ей, меньше – на почве 2-ой и еще меньше на почве 1-ой агрогруппы (табл. 6).

Таблица 6

**Возрастание содержания N, P, K, Ca в товарной продукции
на фоне удобрений и извести в почвах разных агрогрупп**

Агрогруппа	n = 100 %	Возрастание содержания			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca
1	54	85	50	40	35
2	67	80	85	45	55
3	80	100	79	71	64

Примечание. n – число наблюдений. Показатели - % от числа наблюдений (n = 100 %)

Ч. Дарвин, К. А. Тимирязев, Д. Н. Прянишников и многие другие корифеи биологических наук, указав на множество схожего в питании растительного и животного мира, подчеркивали значение условий окружающей среды в формировании типа питания живых существ. Элементный химический состав рассматривается как наследственное свойство растений, в разной степени корректируемое особенностями выделенных в начале XX века В. И. Вернадским и А. П. Виноградовым природных биогеохимических провинции [20-23], Последние характеризуются локальными особенностями окружающей среды, главные из которых: рельеф и климат, минералогический и элементный состав горных пород и почвенного покрова. За длительный период своего развития в конкретных условиях природной среды с определенным характером миграции элементов и соединений в трофической цепи, организм животных (включая аборигенов, т.е. населения), растений и микроорганизмов данного ареала приобрели специфическое морфологическое строение, элементный состав и содержание биологических соединений, направленность биохимических, физиологических процессов. При этом, в самой основе существования живых организмов заложено противоречие: с одной стороны - стремление сохранить эволюционно сформированные элементный и биохимический состав и свойства, тип питания; с другой - необходимость приспособления к существующей, изменчивой окружающей обстановке. К. А. Тимирязев писал: “Чем питается и как регулировать условия питания – вот основа рационального земледелия”. Состав растений дает представление о том, чем они питаются, а мониторинг их количественного соотношения позволяет регулировать круговорот и баланс биофильных элементов в земледелии. Так, в современных продуктах питания Европейских стран в 4 раза больше K, в 2 раза P, в 6 раз Na, в 3 раза Cu и в 2 раза меньше Mn, чем в тех же продуктах 100 лет тому назад [24]. Сейчас повсеместно наблюдается несбалансированность элементов питания в почвах (для животных в кормах), которая может сопровождаться как повышением, так и снижением продуктивности агроценозов, но, во всех случаях (и при недостатке и при избытке) с ярко выраженными изменениями состава целого или частей растения. Естествен-

но, эти изменения сохраняются для всей трофической (пищевой) цепи животных и человека в большинстве с неизвестными (пока не установленными) последствиями для здоровья.

Вещества, используемые в качестве удобрений, содержат соединения, встречающиеся в том или другом количестве в окружающей среде (NO_3^- , NH_4^+ , NH_2^+ , KCl , PO_4^{+3} разной замещенности, K^+ , Ca^{2+} , органическое вещество и др.) и необходимы растениям в определенном соотношении, которое иногда нарушаются. Так, ввиду видимого положительного действия на урожай, многие земледельцы масштабно применяют одни азотные удобрения. О не допустимости использования азота без фона калия на почвах 1-ой агрогруппы было указано выше, на всех почвах на фоне одного азота резко меняется подвижность и доступность растениям многих микроэлементов и тяжелых металлов, иногда в губительных для растений количествах. В наших опытах [5] на дерново-подзолистой суглинистой почве с достаточным содержанием фосфора и калия применение одних азотных удобрений сопровождалось статистически достоверным снижением в зерне озимой ржи содержания некоторых микроэлементов (Cu, Mo, Mn, Zn) и возрастанием концентрации ряда тяжелых металлов (Cd, Pb, Cr, Sr, табл. 6).

Таблица 6

Изменение содержания некоторых микроэлементов и тяжелых металлов в почве (Апах. 3-я агрогруппа), зерне и соломе озимой ржи: + возрастание, - убывание

Вариант	Почва		Зерно		Солома	
	+	-	+	-	+	-
N	Al	Mn, Cr, Zn, Ni	Al, K, Fe, Ni, Co, Sr, Pb, Cd, Cr	Mn, Zn, Mo, Cu	Sr, Fe	Co, Mo, Cu, Ni, Cr, Cd
NP	Al, Sr	Mn, Zn	Pb, K	Mn	Sr, Fe, K, Al, Co, Cd Cu, Zn, Pb	Mo, Ni
NK	Al, K	Mn, Mo, Cr	Ni, K Al, Cr	Mn, Zn	Sr, Fe, Co, Mn, Zn, K	Cr, Ni
NPK	Al, K, Sr, Fe, Mo	Mn, Ni Zn, Pb, Cd, Cr	Al	Mn, K, Zn	Sr, K, Mn	Co, Mo, Ni, Cd
Ca + NPK	K, Sr, Fe, Cu, Co	Mn, Zn, Ni	Cr	Mn, K,	Sr, Fe, K, Al, Cu, Pb, Cd,	Ni, Mn, Cr
Ca + ($\text{P}_\text{ф}\text{K}_\text{х}$) в запас + N (ежегодно)	Al, K, Sr, Fe, Mo, Cu Cr, Pb	Mn, Zn, Ni	Pb	Mn, K	Sr, Fe, K, Al, Co, Cu, Zn, Mn, Pb	Mo, Ni

Требует очень внимательного подхода применение *пестицидов*. В отличие от удобрений, практически все пестициды представляют собой синтетический материал, не имеющий аналогов в природе. В России из 400 пестицидов контролируются только 30, лишь для 35 % установлены ПДК.

Для сравнения, еще в 1947 г. в США приняли закон о пестицидах. С 1986 г. в Великобритании действует Единая служба производства, хранения и использования пестицидов. У нас пестицидами обрабатывают 87 % посевов технических культур, даже в США – менее 60 %. Потребность земледелия в пестицидах определяет наш безграмотный чиновник, результат - в 1976 году около Немы захоронили более 500 т неиспользованных пестицидов (мониторинг хранилища обходится налогоплательщику не дешево), а на начало 2003 года снова накопилось около 300 т (из них 183,5 т 1 и 2 классов опасности) излишков ядохимикатов (за последние годы нет данных). Хотя масштабно пестициды на пашне не применялись, тем более на сенокосах и пастбищах, очаги концентрированного их воздействия, несомненно, были. Это, прежде всего пахотные угодья овощеводческих и льноводческих хозяйств. Например, в колхозе Путь Ленина Котельничского района посевы льна занимали до 18 % пашни, т. е. на одно и то же поле культура возвращалась через 3-4 года. Знатоки льна голландцы говорят: фермер за свою жизнь должен видеть лен на одном и том же месте не более 2-х раз. Есть понятие – льноутомление, т. е. при частом выращивании льна на одном месте снижается урожайность, ухудшается качество волокна. Другое отрицательное последствие концентрации льна на ограниченной площади – загрязнение почвы пестицидами. На посевах льна применяют гербициды, фунгициды в широком ассортименте, иногда малоизученные (например, глины). Применяются они в малых дозах – от 50 г/га, нет аналитических методов обнаружения ничтожно малых их остатков в почвах. Неизвестен период полураспада большинства пестицидов, их последствие на культурные и другие растения, на животный мир. Использование кормов с полевых севооборотов (в рационах животных корма с естественных кормовых угодий в стойловый период составляют не более 5-10 %) провоцирует бесплодие и падеж молодняка, молоко получается повышенной кислотности (не пригодное, например, для приготовления сыра).

При обработке посевов лишь 0,1-1,0 % вносимых пестицидов достигают мест назначения, оставшиеся попадают в почву, атмосферу, в водоемы, наконец, в растениеводческую продукцию, а через корма и пищу – в организм животных и человека. Поэтому четко надо разграничить экологические проблемы пестицидов и удобрений, мелиорантов, прекратить спекуляцию обобщающими выражениями типа “химизация земледелия”.

Выводы. Освоение затронутых в статье разработок не требует дополнительных затрат, используя продуктивный потенциал почв позволяют рационально организовать систему удобрения с высокой экономической отдачей, например, в земледелии Кировской области в следующих объемах.

При определении нуждаемости почв в известковании существующими методическими указаниями, каждый третий гектар (до 500 тыс. га.) известкуется там, где в этом нет нужды, их исключение из фонда требующих известкования позволит уменьшить затраты на не менее 50 млн руб.

Использование азотных удобрений по системе САУ может снизить потребность в семенах и удобрениях (на 400 тыс. га) на сумму не менее 60 млн руб.

Примерно на 400-500 тыс. га пашни установлена высокая концентрация фосфора в подгумусных горизонтах профиля. Здесь можно ограничиться использованием припосевного фосфорного удобрения, потребуется примерно на 50 млн руб. меньше удобрений.

При устранении нарушения оптимального соотношения NPK на почвах 1-ой агрогруппы (использование азотно-фосфорных удобрений только на фоне калия и извести) возможен прирост урожая в 1,5-2,0 т/га зерна на сумму не менее 150 млн руб.

При оптимизации содержания фосфора и калия (внесением удобрений «в запас») в полевых севооборотах на уровне 150 мг/кг (250 мг/кг на плантациях плодово-овощных культур, прифермских севооборотах, картофеля) упрощается ежегодная работа с удобрениями, а уменьшение числа проходов туковысевающих агрегатов обеспечивает экономию затрат.

Все эти разработки обеспечивают положительный экологический эффект – снижение антропогенной нагрузки на пашню (физико-механическую, химическую), улучшение биологической активности почвы и др.

Таким образом, грамотно используя потенциал плодородия почв, удобрений и извести земледелие Кировской области может повысить продуктивность полей до уровня 2,0-2,5 т/га зерна. Это реально: в пяти ОПХ НИИСХ Северо-Востока в 80-ые годы XX века с площади более 25 тыс. га получали по 3,5 тонны зерна с га, в т. ч. масштабно используя представленные выше разработки. Труд коллективов ОПХ неоднократно был отмечен переходящим Красным Знаменем ВЦСПС, ВЛКСМ, ЦК КПСС и СМ СССР.

Список литературы

1. Никифоров О. С. Минеральные удобрения и экологически безопасное земледелие // Агрохимический вестник. 1999. № 1. С. 8-10.
2. Гайдар Е. А. Гибель империи. Уроки для современной России М.: "Российская политическая энциклопедия" (РОССПЭН), 2006. 439 с.
3. Прянишников. Д. Н. Травополье и агрохимия // Химизация соц. земледелия, 1937. № 9. С. 11.
4. Природно-сельскохозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР. М.: Колос, 1983. 336 с.
5. Юлушев И. Г. Агрохимия ВКЗП. 2-ое дополненное издание. Киров, 2015. 179 с.
6. Почвенный очерк колхоза Путь Ленина Котельничского района Кировской области. 1985 г. 248 с. (рукопись).
7. Тимирязев К. А.. Чарльз Дарвин и его учение. Госиздательство колхозной и совхозной литературы «Сельхозгиз». М., 1937 (с. 22).
8. Великолепов А. А., Иванов В. А. Сводный отчет по полевым опытам с минеральными удобрениями в северо-восточной с.-х. области за 1919-1928 годы. // Труды Северо-Восточной (Вятской) с.-х. опытной станции. Вып. XV. Вятка. 1929.

9. Прокошев В. Н. Повышение плодородия песчаных и супесчаных почв дерново-подзолистого типа. М.: Изд-во АН СССР, 1952. 342 с.
10. Суров Н. Г. Солдатов В. П. Агрохимические условия повышения урожаев на дерново-подзолистых почвах Кировской области //Эффективное использование минеральных удобрений. Тр. НИИСХ СВ. Киров, 1976. С. 15-18.
11. Тюлин В. В. Почвы Кировской области. Киров: Волго-Вят. кн. изд-во, 1976. 283 с.
12. Методика комплексной агрономической характеристики почв// Почвенный институт им. В.В. Докучаева/ Отв. редакторы Л. Л. Шишов, И. И. Карманов. М., 1985. 74 с.
13. Коротаев Н. Я. Почвы Пермской области /Пермь,1962. 278 с.
14. Ливеровский Ю. А. Почвы Волжско-Камской лесной области / Почвы СССР. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1939. Т. II. С. 217-253.
15. Гаврилов К. А., Карпинский Н. П. Агрохимическая характеристика почв СССР / Центральные области Нечерноземной зоны РСФСР. М.: Наука, 1972. С. 5-156.
16. Станков Н. З., Ладонина Т. П., Ахмадеева А. К., Осипова Е. В. Распределение в почве корней и удобрений //Химия в сельском хозяйстве. 1974. № 5. С. 20-22.
17. Тюлин В. В, Кузнецов Н. К. Севообороты, мелиорация, обработка и удобрение почв в условиях северо-востока Нечерноземной зоны РСФСР // Труды Кировского СХИ. Пермь, 1974. С. 62-68.
18. Сабинин Д. А. О значении корневой системы в жизнедеятельности растений // IX Тимирязевские чтения. М.: Изд-во АН СССР, 1949. 35 с.
19. Юлушев И. Г. Рекомендации по использованию карбоната кальция химического синтеза в системе удобрений севооборота. Киров, 1987. 50 с.
20. Вернадский В. И. Химический состав живого вещества в связи с химией земной коры // Избранное соч., М.: изд-во АН СССР, 1960. Т.5. С. 143-150.
21. Виноградов А. П. Биогеохимические провинции // Труды юбилейной сессии, посвященной 100-летию со дня рождения В. В. Докучаева. М.: Издательство АН СССР, 1949. С. 59-84.
22. Виноградов А. П. основные закономерности в распределении микроэлементов между растениями и средой //Микроэлементы в жизни растений и животных. М.: Изд-во АН СССР, 1952. С. 7-20.
23. Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1957. С. 95-102.
24. Демолон А. Рост и развитие культурных растений. Сельхозгиз, 1961. 349 с

УДК 636.221.28.034

ВЛИЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОЛОЧНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА В СТАДЕ КРАСНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ

*А. А. Некрасов, Н. А. Попов
ФНЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста
г. Москва, Российская Федерация*

Аннотация. Изложены материалы исследований о влиянии отдельных факторов на эффективность молочного скотоводства в стаде красно-пёстрой породы. Оздоровление молодняка от желудочно-кишечных и респираторных заболеваний способствовало повышению среднесуточных приростов живой массы тёлочек. Среднесуточные приросты живой массы тёлочек возросли на 26 %, а у переболевших – на 8,2 %. Эти факторы снизили возраст их плодотворного осеменения с 22,5 месяца (при живой массе 360-415 кг) в начале исследований в 2007 году до 13-14 месяцев в 2019 году при достижении живой массы 380-420 кг, что привело к снижению затрат на их кормление и содержание. Наряду с селекционной работой адаптивная система кормления позволила в целом повысить продуктивность дойного стада, по сравнению с 2014 годом, более чем на 2200 кг молока на одну корову и в 2018 году ими преодолен рубеж продуктивности 8500 кг молока за 305 дней. Высокий уровень выхода телят на 100 коров – 93 % и низкий отход молодняка обеспечивают племпродажу сверхремонтного молодняка, что способствует росту рентабельности молочного скотоводства.

Ключевые слова: среднесуточный прирост живой массы, тёлки, возраст осеменения, адаптивная система кормления, молочная продуктивность, цена реализации, племпродажа, прибыль.

IMPACT OF INDIVIDUAL FACTORS ON EFFECTIVENESS OF DAIRY BREEDING IN THE HERD OF RED-MOTLEY BREED

*A. A. Nekrasov, N. A. Popov
FNC VIZ named after L.K. Ernst
Moscow, Russian Federation*

Annotation. The materials of studies on the influence of individual factors on the effectiveness of dairy cattle breeding in the herd of red-moth breed are presented. The recovery of young animals from gastrointestinal and respiratory diseases contributed to an increase in the average daily increase in the live weight of heifers. The average daily increases in the live weight of heifers increased by 26%, and in the sick - by 8.2%. These factors reduced the age of their fruitful insemination from 22.5 months (with a live mass of 360-415 kg) at the beginning of research in 2007 to 13-14 months in 2019 when the live mass of 380-420 kg was reached, which led to a decrease in the cost of their feeding and maintaining. Along with breeding work, the adaptive feeding system made it possible to generally increase the productivity of the milking herd, compared to 2014 by more than 2200 kg of milk per cow and in 2018 they overcame the productivity line of 8500 kg of milk in 305 days. The high output rate of calves per 100 cows -

93 per cent and the low output of young cows provide for the sale of supermounty young cows, which contributes to the increase in the profitability of dairy cattle breeding.

Keywords: *average daily growth of live mass, heifers, age of insemination, adaptive feeding system, milk productivity, sale price, sales and profit.*

При определении эффективности ведения молочного скотоводства большинство ученых и специалистов сельского хозяйства делают акцент на таком показателе, как продуктивность. Высокая продуктивность – необходимый, но не единственный фактор конкурентоспособности производства молока. Не менее существенное значение имеет срок продуктивного использования коров, полная реализация их породного (генетического) потенциала, от которых зависят удельные издержки, связанные с воспроизводством стада и рентабельности отрасли в целом. Более продолжительное продуктивное использование коров позволяет увеличить денежную выручку, рентабельность отрасли за счет племпродажи и большего валового производства молока от взрослых коров.

В свою очередь низкий срок продолжительности хозяйственного использования (ПХИ) не позволяет полностью реализовать производственно-экономический потенциал племенной продажи, который в большей степени обеспечивает рентабельность отрасли. Это явление ведет к задержке прогресса в молочном скотоводстве, так как при этом ограничиваются отбор и выранжировка ремонтных телок при формировании стада [1].

Основными проблемами молочного скотоводства РФ являются низкая рентабельность и недостаточное инвестирование в данную отрасль. Инвестиции преимущественно направляются в системы интенсивного производства молока, а затраты на улучшение здоровья животных, их воспроизводительные функции осуществляются по остаточному принципу [2, 3, 4]. Для достижения конкурентоспособности хозяйствам, производящим молоко, необходима мобилизация усилий поиска оптимальных систем производства с учетом реальных возможностей. В данной ситуации все более актуальной становится задача снижения издержек [3].

Одной из основных причин неудовлетворительных финансово-экономических результатов ряда предприятий является сокращение срока продуктивного использования коров и, как следствие, низкие темпы роста производства молока [5].

Выбраковка молодых коров ведет к увеличению убыточности молочной отрасли. Продажа племенного молодняка способствует повышению уровня рентабельности, однако объем прибыли от его реализации остается низким в связи с высоким процентом выбытия коров по причинам, не связанным с низкой продуктивностью и старостью, а также из-за неудовлетворительных показателей выхода и последующей сохранности молодняка. Эти явления снижают прогресс в молочном скотоводстве, так как практически не ведется выранжировка низкопродуктивных коров и телок при формировании стад. В связи с этим была поставлена цель исследований: изучить влияние

отдельных факторов на эффективность молочного животноводства в стаде красно-пёстрой породы.

Материалы и методы. Факторы, влияющие на продуктивность и доходность ведения молочного скотоводства, изучали в ООО «Ермоловское» Воронежской области. Поголовье крупного рогатого скота на 01.01.2019 года составляло 1162 головы, в том числе 500 коров. Выбытие животных составляло от 21,8 % в 2015 до 31,6 % в 2018 году. Удой коров первотелок в 2018 году в среднем за 305 дней лактации составил 8155 кг молока с массовой долей жира (МДЖ) 3,71 % и массовой долей белка (МДБ) – 3,24 %. Рентабельность – от 16,4 % в 2016 году до 7,19 % в 2018 году (табл. 1).

Таблица 1

Производственные показатели в ООО «Ермоловское» за 5 лет

Показатель	Ед. изм.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Среднесуточный прирост живой массы телят от 0 до 18 месяцев	г	825	869	870	856	866
Ввод в стадо первотёлочек	%	24,6	28,1	23,4	22,7	23,2
Выход телят на 100 коров	гол.	85	86	86	89	93
Продажа племенного молодняка	гол.	65	107	64	64	96
Удой за 305 дней лактации по всем коровам, в среднем	кг	6440	6703	6890	7679	8681
Массовая доля жира в молоке	%	4,05	3,93	3,82	3,75	3,69
Массовая доля белка в молоке	%	3,20	3,21	3,12	3,26	3,21
Живая масса коров, в среднем	кг	604	620	627	648	649
Себестоимость 1 ц молока	руб.	1872,26	1877,38	1988,56	1951,30	1969,87
Себестоимость 1 ц привеса	руб.	18682,5	11084,7	13875,2	10111,0	7538,2
Прибыль (+), убыток (-)	тыс. руб.	+5746	+4675	+2796	+14490	+6193
в т.ч. от реализации молока	тыс. руб.	+5655	+4675	+4369	+478	+736
от реализации племенного молодняка	тыс. руб.	+1481	+4878	+2176	+2261	+4376
Рентабельность молочного скотоводства	%	11,04	8,6	16,3	9,7	7,1

Результаты и обсуждения. Высокую продуктивность у коров можно достичь на протяжении всей лактации. Особенность кормления высокопродуктивных коров заключается в том, что в рационе необходимо увеличивать концентрацию энергии и питательных веществ. Задача решается путём распределения объёмистых кормов разных видов и качества и за счёт ввода в рационы адресных комбикормов, энергетических, белковых, минеральных и витаминных добавок.

Экономические результаты ведения молочного скотоводства зависят от многих факторов. В первую очередь эффективность отрасли необходимо

оценивать с учетом такого основного параметра расходов, как затраты кормов на получение 1 кг молока: 1,11 ЭКЕ (энергетическая кормовая единица) и выше – неудовлетворительно, 1,01-1,10 ЭКЕ – удовлетворительно, 0,91-1,0 ЭКЕ – хорошо, 0,9 ЭКЕ и ниже отлично [6].

Внедрение на племзаводе ООО «Ермоловское» адаптивной системы кормления позволило за последние годы повысить продуктивность дойного стада более чем на 2500 кг молока на одну корову. В 2018 году в хозяйстве преодолен рубеж продуктивности 8500 кг молока.

Адаптивная система кормления молочного скота разрабатывалась в течение ряда предшествующих лет доктором сельскохозяйственных наук, профессором В. М. Дуборезовым [7]. Она основана на создании прочной кормовой базы и организации нормированного кормления коров (балансирование рационов в соответствии с детализированными нормами), что позволяет более полно реализовать генетический потенциал продуктивности животных и повысить рентабельность производства молока в хозяйстве.

При адаптивной системе кормления содержание обменной энергии в сухом веществе рациона для высокопродуктивных коров составляло 11,5 МДж, для лактирующих – 10,5 МДж, для сухостойных – 11,1 МДж; концентрация протеина и жира соответственно 17,1 и 4,4 %; 14,2 и 3,9 %; 16,5 и 3,6 %.

Рационы и рецепты комбикормов корректируются по мере повышения продуктивности стада. Особое внимание уделяется таким показателям, как количество обменной энергии и уровень протеина в сухом веществе.

При анализе причин выбытия коров в ООО «Ермоловское» установили, что наибольшую долю выбытия животных составляли заболевания печени (гепатит, жировая дистрофия, цирроз), обусловленные нарушениями обмена веществ. В 2018 году на эти заболевания пришлось 30,7 %. На следующем месте оказались патологические отелы и осложнения после них – 15,8 %. Кроме того, 13,2 % коров были выбракованы по заболеваниям органов пищеварения. По низкой продуктивности и зообраку выбыли лишь 5,3 %, а по старости – 3,5 % (табл. 2). Низкие проценты выбраковки по этим причинам не дают возможности вести полноценную селекционно-племенную работу [1].

По первой лактации за 2018 год выбраковано 27,2 % коров-первотелок от числа выбывающих коров; эти животные не успели компенсировать затраты на выращивание и принесли хозяйству убытки. Выбракованные по второй лактации коровы составили 21,9 %, и они окупили собственные затраты на выращивание. Таким образом, почти половина коров в хозяйстве выбыли по первой и второй лактации, в основном, по заболеваниям и невозможности их дальнейшего использования. Это означает, что выбраковка молодых коров вынужденная и в целом снижены возможности управления стадом.

При снижении срока продуктивного использования коров возрастают экономические потери в связи с выбраковкой на мясо. Разница между денежной выручкой от реализации молока от коров первой лактации и себестоимо-

стью нетели (за вычетом выручки от реализации выбракованной первотелки) составляет в среднем 30 тыс. рублей на голову, если доля коров в стаде по первой лактации составляет 33 % [4]. При ранней выбраковке высокопродуктивных коров-первотелок убытки существенно выше, чем при выбытии низко продуктивных сверстниц.

Таблица 2

Причины выбытия коров в ООО «Ермоловское» в 2018 году

Причины выбытия	Ед. изм.	Лактация по счёту						
		первая	вторая	третья	чет-вёртая	пятая	шестая и более	всего
Заболевания печени	гол.	8	8	7	7	3	2	35
	%	22,8	22,8	20,0	20,0	8,6	5,7	30,7
Заболевания органов пищеварения	гол.	6	2	2	2	2	1	15
	%	40,0	13,3	13,3	13,3	13,3	6,7	13,2
Лёгочные заболевания	гол.	2	2	2	1	1	-	8
	%	25	25	25	12,5	12,5	-	7,0
Патологические отёлы и осложнения после них	гол.	8	4	2	2	1	1	18
	%	44,4	22,2	11,1	11,1	5,6	5,6	15,8
Родильные парезы	гол.	-	4	2	-	2	-	8
	%	-	50	25	-	25	-	7,0
Травмы	гол.	1	-	1	-	1	1	4
	%	25	-	25	-	25	25	3,5
Ортопедические заболевания	гол.	2	2	1	1	2	2	10
	%	20	20	10	10	20	20	8,8
Маститы	гол.	1	1	1	1	-	-	4
	%	25	25	25	25	-	-	3,5
Гинекологические заболевания	гол.	1	1	-	-	-	-	2
	%	50	50	-	-	-	-	1,7
Зообрак и низкая продуктивность	гол.	2	1	1	1	1	-	6
	%	33,3	16,7	16,7	16,7	16,7	-	5,3
Выбраковка по старости	гол.	-	-	-	-	2	2	4
	%	-	-	-	-	50	50	3,5
Итого выбыло коров	гол.	31	25	19	15	15	9	114
	%	27,2	21,9	16,7	13,2	13,2	7,9	100,0

В хозяйстве, по данным учёта 2007 года, более 40 % поголовья молодняка было поражено респираторными заболеваниями, а вынужденная выбраковка и даже падёж телят по этой причине составляли более 5 %. После проведения комплекса иммунно-профилактических мероприятий, улучшения условий кормления и содержания произошло существенное повышение производственных показателей в хозяйстве. Среднесуточные приросты живой

массы у телят возросли на 26 %, а у переболевших за этот же период времени – на 8,2 %. Значительно уменьшились отход и выбраковка молодняка. Повышение среднесуточных приростов тёлочек позволило снизить возраст их плодотворного осеменения с 22,5 месяца (при живой массе 360-415 кг) в 2007 году до 13-14 месяцев при достижении живой массы 380-420 кг в 2018 году. Высокая энергия роста позволила наилучшим образом реализовать генетический потенциал молочной продуктивности коров. Удой первотёлок, не переболевших в раннем возрасте, оказался на $27,1 \div 61,1$ % выше, чем у переболевших, а выход молочного жира и белка больше в среднем, соответственно, на 299,5 кг и 261,5 кг за всю лактацию (табл. 3).

Высокая продуктивность коров – это необходимый и один из самых важных факторов конкурентоспособности производства молока. Существенное значение имеет также срок продуктивного использования коров, от которого зависят издержки, связанные с воспроизводством стада в расчете на 1 кг молока, и рентабельность молочной отрасли. Более продолжительное использование коров в племенном хозяйстве позволяет увеличить денежные поступления и прибыль за счет племпродажи сврхремонтного молодняка и выранжированных молодых коров.

Себестоимость телёнка, независимо от пола при рождении, составляет около 10 тыс. рублей [8]. Если бычок предназначен на племпродажу, то до 15-месячного возраста на его выращивание будет израсходовано около 17 тыс. рублей, а на выращивание нетели потребуется 47 тыс. рублей. Таким образом, к моменту продажи племенного быка будет израсходовано около 26 тыс. рублей, а к моменту первого отёла коровы общая себестоимость составит около 56 тыс. рублей.

Если 15-месячный бычок будет продан на мясо, то общая выручка от реализации составит около 60-65 тыс. рублей, а если он будет поставляться на племенные цели, то денежная выручка возрастет до 100-120 тыс. рублей. Таким образом разница между выручкой от реализации на мясо и на племпродажу по быкам составит в среднем 40-50 тыс. рублей на 1 голову.

Экономические расчёты по тёлкам показывают, что, если тёлка, а впоследствии нетель, будет определена на племпродажу по цене 260 рублей за 1 кг живой массы в 2018 году (при 2-3 месяцах стельности она весит в среднем 440-480 кг), то стоимость её реализации составит 114,4 – 124,8 тыс. рублей. Если нетель будет оставлена для ремонта стада, то от реализации молока уже от первотёлки получим в среднем 172 тыс. рублей при себестоимости 1 ц молока 1969 рублей, или в целом за лактацию около 160 тыс. руб. Таким образом, разница между ценой реализации и себестоимостью полученного от первотёлки молока составит всего лишь 12 тыс. рублей. Эти расчёты свидетельствуют о предпочтительности племенной продажи сврхремонтного молодняка и, что особенно важно, – для ремонта стада необходимы животные с высоким генетическим потенциалом.

Молочная продуктивность здоровых первотелок и переболевших желудочно-кишечными и респираторными заболеваниями в 2011-2018 годах, ООО «Ермоловское»

Показатель	Ед. изм.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Здоровые (не переболевшие) первотёлки									
Число голов (n)	гол.	118	121	128	135	146	148	152	154
Живая масса	кг	539±4,1	541±3,6	543±3,7	546±4,1	549±3,9	553±3,7	558±3,8	576±4,2
Удой за 305 дней лактации	кг	6369±52	6447±44	6648±46	6697±37	6789±46	6979±47	7347±53	8073±46
Массовая доля жира	%	3,93±0,03	3,98±0,03	4,01±0,03	4,06±0,04	4,08±0,03	4,14±0,04	3,96±0,03	3,71±0,03
Массовая доля белка	%	3,09±0,02	3,11±0,02	3,12±0,03	3,13±0,03	3,14±0,02	3,16±0,03	3,17±0,03	3,24±0,03
Выход молочного жира	кг	250,3±4,2	256,6±4,1	266,6±5,6	271,9±5,3	277,0±4,8	288,9±5,1	290,9±6,1	299,5±5,4
Выход молочного белка	кг	196,8±4,5	200,5±3,8	207,4±3,9	209,6±4,2	213,2±5,2	220,5±5,3	232,9±5,4	261,5±6,4
Переболевшие первотёлки									
Число голов (n)	гол.	18	16	15	11	9	8	6	4
Живая масса, кг	кг	475±8,9	480±9,9	479±11,6	487±13,4	486±12,1	487±10,3	491±9,6	489±10,1
Удой за 305 дней лактации, кг	кг	4654±151	4697±142	4718±147	4764±153	4796±141	4863±137	4889±126	4933±138
Массовая доля жира, %	%	3,76±0,14	3,77±0,15	3,77±0,14	3,78±0,15	3,79±0,14	3,79±0,13	3,81±0,14	3,87±0,15
Массовая доля белка, %	%	3,04±0,08	3,06±0,09	3,07±0,08	3,09±0,08	3,08±0,09	3,09±0,10	3,10±0,11	3,11±0,12
Выход молочного жира, кг	кг	175,0±16,6	177,1±15,8	177,8±16,7	180,0±17,9	181,7±18,3	189,2±19,1	186,3±17,8	190,9±16,1
Выход молочного белка, кг	кг	141,5±17,2	143,7±16,1	144,8±15,9	147,2±16,8	147,7±19,3	150,3±20,1	151,5±16,6	153,4±15,8
Отношение по молочной продуктивности между здоровыми и переболевшими первотёлками									
Разность по удою, ±	кг	+1715	+1750	+1930	+1933	+1993	+2116	+2414	+3140
Доля прироста по удою	%	26,9	27,1	29,0	28,8	29,3	30,3	66,5	61,1
Разность по массов. доле жира, ±	%	+0,17	+0,21	+0,24	+0,28	+0,29	+0,35	+0,15	-0,16
Доля прироста по МДЖ	%	4,52	5,57	6,36	7,40	7,65	9,23	4,30	-2,70
Разность по массов. доле белка, ±	%	+0,05	+0,05	+0,05	+0,04	+0,06	+0,07	+0,07	+0,13
Доля прироста по МДБ	%	1,64	1,63	1,60	1,29	1,95	2,26	2,32	4,10

Увеличить подходную статью от реализации племенного молодняка в ООО «Ермоловское» возможно за счёт увеличения общего поголовья коров и использования сексированной спермы, а также есть возможность увеличить выход телят на 5 % и улучшить сохранность молодняка.

Заключение. Эффективность молочного животноводства зависит не только от высокой продуктивности коров, но и от организации ведения отрасли. Одним из важных моментов в технологии молочного животноводства является воспроизводство. Оно включает в себя организацию получения необходимого поголовья полноценных телят, их сохранность, создание идеальных условий полноценного кормления и содержания, своевременное осеменение тёлочек и получение от них приплода. Главными результатами всего процесса производства в ООО «Ермоловское» являются продолжительность хозяйственного использования коров и себестоимость получаемой продукции.

Таким образом, для дальнейшего повышения эффективности молочного скотоводства в хозяйстве необходимо строго исполнять План племенной работы, что позволит:

1. Провести комплекс мероприятий по профилактике нарушений обмена веществ у высокопродуктивных коров.
2. Племенную работу в хозяйстве организовать таким образом, чтобы за счёт целенаправленного отбора и подбора создать генофонд животных, устойчивых к заболеваниям и воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Список литературы

1. Некрасов А.А. Продолжительность хозяйственного использования коров в стаде красно-пестрой породы в зависимости от ряда факторов / А.А. Некрасов, Н.А. Попов, Е.Г. Федотова // Повышение конкурентоспособности животноводства и задачи кадрового обеспечения: Материалы Международной научно-практической конференции Г.о. Подольск, Московской обл., пос. Быково. 2019. С. 175-183.
2. Гаглова О.В. Связь продуктивного долголетия коров с воспроизводительными качествами / О.В. Гаглова, Ф.Н. Абрампальский // Зоотехния. 2010. №4. С. 18-19.
3. Суровцев В. Продуктивное долголетие коров: помогут инновации / В. Суровцев, Ю. Никулина // Животноводство России. Тематический выпуск Молочное и мясное скотоводство. 2017. С.21-22.
4. Суровцев В.Н. Экономические аспекты продуктивного долголетия молочных коров / В.Н. Суровцев, Ю.Н. Никулина // Молочное и мясное скотоводство. 2014. №8. С. 2-5.
5. Лещук Л. Оптимальные сроки использования молочных коров. // Молочное и мясное скотоводство. 2002. №1. С. 22-23.
6. Дуборезов В. Грамотное кормление высокопродуктивной коровы / В. Дуборезов, А. Рыхлик // Животноводство России. 2019. №9. С. 41-42.
7. Дуборезов В. Адаптивная система кормления / В. Дуборезов, И. Кирнос, Н. Пономарёв // Животноводство России. 2018. №12. С. 49-50.
8. Олейник А. Экономика ветеринарии современного молочного комплекса // Молочное и мясное скотоводство. Спецвыпуск по молочному скотоводству. 2012. С. 37-38.

ПРИЗНАК БЕЛКОВОМОЛОЧНОСТИ ПРИ РАЗВЕДЕНИИ ПЛЕМЕННОГО СТАДА

Н. А. Попов

ФНЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста
г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Дан анализ содержания белка в молоке по стаду черно-пестрой породы за три поколения. При совершенствовании признаков молочности массовая доля белка (МДБ) фактически при отборе коров не учитывалась, а у быков-производителей она ограничивалась пороговыми уровнями отбора по родительским индексам. Дифференциация маточного поголовья выявила селекционную значимость величин МДБ, при которых проявлялась отрицательная регрессия с дочерьми. Показаны аллели EAB-локуса коров, превосходящих средний показатель стада на 0,05-0,35 % по МДБ. В их число входили аллели, взаимосвязанные с величиной удоев, они отражали эволюцию формирования стада, объединившую аллелофонд холмогорской, черно-пестрой и голштинской пород. МДБ положительно коррелировала с живой массой, удоем и массовой долей жира (МДЖ) в молоке. За 2014-2019 годы суммарный выход молочного жира и белка за стандартную лактацию коровы увеличился на 80,47 кг. Наблюдался рост белка в молоке на 0,10 % при повышении кровности по голштинской породе с 50 до 88 и более процентов. Дана оценка и характеристика лучших 13 быков-производителей. Группы их дочерей в сравнении методом «дочери – матери» и «дочери – сверстницы» значительно увеличили в молоке МДБ и МДЖ. Быки-производители преимущественно происходили из Нидерландов и России. Общий генетический тренд по МДБ в стаде за год составлял 0,006 %. Программой селекции со стадом предусмотрено увеличение селекционного «веса» признака «массовая доля белка в молоке».

Ключевые слова: чёрно-пёстрая порода, массовая доля белка в молоке, селекция, аллели, EAB-локус, изменчивость, генетический тренд, быки-производители, оценка по качеству потомства, генетическая ценность в популяции

A TRAIT OF ABILITY FOR MILK PROTEINS IN PEDIGREE CATTLE HERD MANAGEMENT

N. A. Popov

Ernst VIZh Federal Science Center for Animal Husbandry,
Moscow Region, Russia

Annotation. The milk protein content traced over three generations of Black-and-White cattle herd has been analyzed. In fact, the mass fraction of protein (MFP) was not taken into consideration when selecting the cows to improve the milkability traits. With respect to the bull sires, it was limited by the threshold selection according to the parent indices. Differentiation in the broodstock revealed the importance of selection for the MFP values, which could cause the negative regression for the daughters. The cow EAB-locus alleles associated with the greater MFP values that exceed the average value for the herd by 0.05--0.35 % are present. In addition, they included the alleles associated with the milk yields, since they reflected the herd formation and evolution, which combined the allele pools of Kholmogory, Black-and-White, and Holstein breeds. The MFP expression positively correlated to the liveweight, the milk yield, and the mass fraction of milk fat (MFF). From 2014 to 2019, the total milk fat and protein yield per standard lactation of a cow increased by 80.47 kg. A 0.10% milk-protein frac-

tion increase associated with increasing the percentage of Holstein blood from 50 to 88 % and higher was observed. Evaluation and characteristics of the best 13 bull sires has been reported. A powerful boost of MFP and MFF with their daughter groups was received, when compared that to the “daughters-mothers” and “daughters-peers” evaluation methods. The bulls were predominantly originated from Netherlands and Russia. The annual genetic trend for MFP in a herd comprised 0.006 %. The herd breeding-management program makes a specific provision for increasing importance of selection for the protein mass-fraction trait.

Keywords: *Black-and-White Cattle, MFP, selection, alleles, EAB-locus, variability, genetic trend, bull sires, evaluation based on the progeny performance, genetic value for a population*

Молоко крупного рогатого скота большей частью обеспечивает народонаселение полноценным белком, в том числе с этим продуктом питания для всех возрастных групп поступают незаменимые аминокислоты, без которых невозможно существование здорового человека. На фоне ежегодного снижения валового производства молока в стране острее проявляется неудовлетворённость относительно низким содержанием массовой доли белка в молоке (МДБ) у коров наиболее распространённой чёрно-пёстрой породы. Решать задачу увеличения белкомолочности предстоит длительной направленной селекцией и улучшением качества и питательности кормов [1, 2].

На эффект селекции МДБ, главным образом, влияют в подборе к маткам быки-производители, которые (по расчётам) создают повышенный селекционный дифференциал. Для селекционеров племенных заводов актуальна разработка оценки коров, а также мониторинг отцов и отцов матерей по этому признаку. Но официального определения племенной ценности быков-производителей по МДБ у дочерей чёрно-пёстрой породы пока не существует. Решение проблемы практической разработки критериев оценок по всем отечественным молочным породам задерживается, при том, что в цену и зачёт сдаточного молока уже включена составляющая компонента, целиком зависящая от его МДБ [1, 3].

В этой связи представляется важным изучить изменение величин признака «белкомолочность» в одном из племенных стад и оценить вектор и тренд его улучшения отбором коров и ранее используемых быков-производителей отечественной и зарубежной селекции. На племенном заводе СПК «Соколовка» Кировской области определена модельная корова будущего стада с удоем 9717 кг молока, массовой долей жира (МДЖ) – 3,89 % и МДБ – 3,12 % при скорости молокоотдачи 2,07 кг/мин и живой массе 650 кг. В эту группу входили коровы Пашня 266 с удоем 11517 кг и соответственно 3,96 и 3,11 %; Коса 2600 с параметрами 10647 – 3,82 – 3,00 и скоростью молокоотдачи 2,24 кг/мин и другие. Целесообразно за чередой уже перечисленных значимых признаков у коров поднять уровень МДБ в целом по стаду.

Материал и методы. Объектом исследования являлись коровы чёрно-пёстрой породы племенного завода СПК «Соколовка» Кировской области. Их ($n = 1000 \div 1220$) удой, МДЖ и МДБ за последние 3 года составляли соответственно 6500-7330 кг, 3,85-3,93 % и 3,07-3,11 %. Выведено путём поглотительного, элементов воспроизводительного и возвратного скре-

щиваний. С 2006 года стадо нормативно переведено из состава холмогорской в чёрно-пёструю породу без изменения статуса хозяйства. За шесть лет суммарный выход молочного жира и белка на корову за стандартную лактацию вырос с 428,8 кг (2014 г.) до 509,3 кг (2019 г.) на 80,5 кг.

На всём протяжении работы со стадом осуществлялся мониторинг аллелей (ЕАВ-локуса) групп крови, в качестве улучшающей использовался генофонд голштинской породы [4]. Аллели ЕАВ-локуса определялись по методике П. Ф. Сорокового (1973 г.) в аккредитованных лабораториях ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста и ОАО «Кировское», там же анализировались пробы молока контрольных доек [5]. Разбивка групп коров по МДБ среди матерей и лактирующей группы дочерей проводилась с классным промежутком 0,10 %.

Оценку молодых и оценённых быков-производителей [2] проводили по индексу генетической ценности признака в популяции (Б) по авторской методике [6], а их оценку в стаде осуществляли по лактации дочерей в три смежных года. Учитывали разности между группами дочерей и их матерями, а также показатели «дочери-сверстницы». Вычисление коэффициентов изменчивости, наследуемости, регрессии и средних величин признаков проводили на персональном компьютере по ведущим группам коров, отобранным в соответствии с целевыми стандартами программы селекции.

Результаты и обсуждение. Продолжение непрерывной селекционной работы со стадом СПК «Соколовка» на повышение молочной продуктивности и совершенствование типа экстерьера с 2005 года за три поколения позволили добиться роста удоев по наивысшим лактациям от 6245 кг молока у матерей матерей матерей (МММ) до 8350 кг за стандартную лактацию уже к 2015 году. Темп совершенствования по МДБ составлял от 3,01 % у матерей матерей (ММ) до 3,11 % у лактирующих коров (рис. 1).

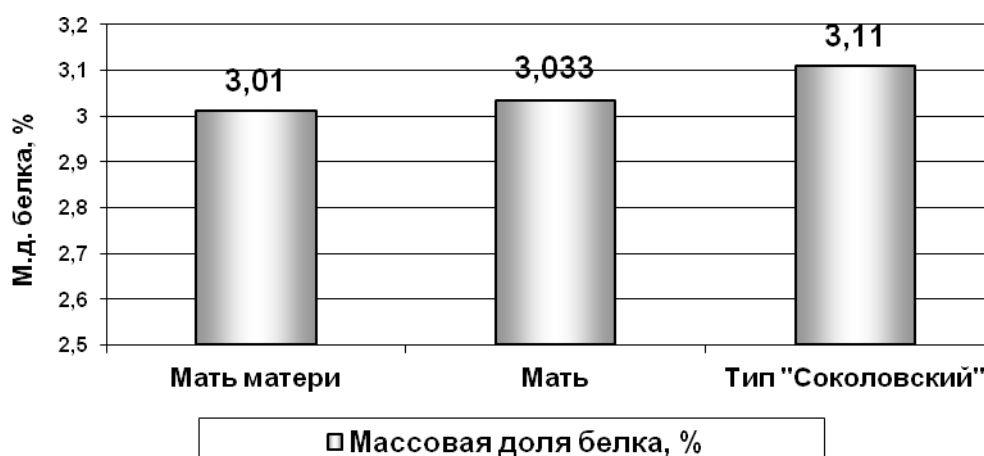


Рис. 1. Изменение массовой доли белка в молоке коров за высшую лактацию, по родословным животных современного стада

Проявление трендов по удоюм обеспечивалось отбором в стадо быков-производителей, у которых матери отцов имели превосходство над матерями отцов матерей на 485 кг, МДЖ – на 0,16 % и МДБ – на 0,15 % (рис. 2).

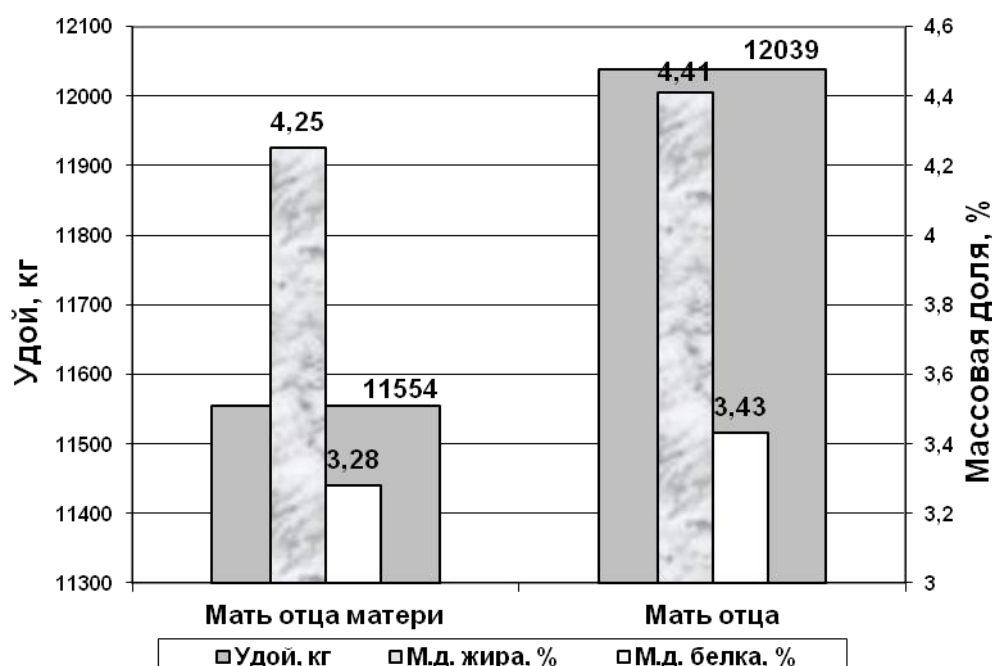


Рис. 2. Молочность матерей отцов матерей и матерей отцов по родословным коров современного стада

Отбор коров по величине МДБ не проводился и в первых поколениях, следуя за приоритетами по «удою» и «живой массе», удалось повысить эти показатели соответственно на 1797 кг и 91,3 кг. Изменение приоритетов наступило к третьему поколению, т. к. был учтён высокий коэффициент корреляции между МДЖ и МДБ, составлявший $r = 0,785$, а также величин удоя и живой массы – $r = 0,282$. Первенство было отдано признаку «массовая доля белка» в молоке (МДБ). Это выразилось в изменении числа подборов на улучшение этого признака до 45 % от всех пар за год.

На этапах совершенствования признаков молочности и экстерьера коров стада племенного завода «Соколовка» с середины 80-х годов использовались элементы скрещивания с улучшающими породами (чёрно-пёстрой, голштинской [7, 3]), и генетического мониторинга аллелей ЕАВ-локуса [4]. Отбор быков-производителей происходил по величине индексов МДБ, сначала родительского, а затем и генетической ценности в популяции. В 2019 году по всем производственным и возрастным группам коров МДБ выросла на 0,04-0,08 %.

Ранги индексов генетической ценности быков-производителей и выделение аллелей ЕАВ-локуса, сопряжённых у коров стада СПК «Соколовка» с величиной МДБ, позволили проводить подбор. Формальными улучшателями линий считали тех, у которых сумма выхода молочного жира и молочного белка по величинам индексов выводила их в лидеры отобранной группы

быков. В таблице 1 представлены аллели ЕАВ-локуса, сопряжённые у коров с величиной МДБ. Первые 4 ранга заняли аллели, наиболее часто встречающиеся в холмогорской породе B_2QQ' , $G_2E'_1$, чёрно-пёстрой – G_1O_1 , $D'G'I'Q'$ и голштинские $G_2O_1Y_2I''$, $O_4Y_2A'_1I''$ [6]. Коровы холмогорской породы выбрали из стада в 2011 году, однако аллели ЕАВ-локуса этой породы присутствуют в аллелотипе стада.

Генетические маркёры представляют собой инструмент контроля за состоянием стада, возможности своевременного анализа эффективности проводимых селекционных мероприятий, расчётов степени генетической и фенотипической однородности стада и др. [7, 4].

Таблица 1

Аллели ЕАВ-локуса коров, сопряжённые с уровнем белковомолочности (первые 15 рангов)

Ранг	Аллели ЕАВ-локуса	F	Удой за 350 дней, кг	Массовая доля, %		Суммарный выход жира и белка, кг
				жира	белка	
По массовой доле белка						
1	B ₂ QQ'	1	8275	3,72	3,42	590,8
2	A' ₁ B'D'E' ₃ F' ₂ G	1	8333	4,01	3,36	614,1
3	A' ₁ O'I''	1	8985	4,26	3,32	681,1
4	G ₂ O ₄ Y ₂ E' ₃ O'G''	6	9129	3,80	3,31	634,4
5	E' ₃ G'	1	9088	3,86	3,27	648,0
6	E' ₁	1	9088	3,86	3,27	648,0
7	O ₂ A' ₂ J' ₁ K'O'	1	8389	4,34	3,26	645,1
8	O ₁ I''	4	9051	3,40	3,22	619,8
9	O ₄ Y ₂ A' ₁ I''	5	9048	3,64	3,21	620,0
10	G ₁ O ₁	4	8455	4,01	3,20	609,7
11	I'I''	2	8833	3,34	3,17	575,0
12	E' ₃ O'	3	8955	3,52	3,16	596,2
13	G ₂ O ₁ Y ₂ I''	12	9201	3,72	3,15	632,1
14	B ₁ O ₃ A' ₂ E' ₃ I'P' ₂ Q'	4	8930	3,78	3,14	617,2
15	D'G'I'Q'	3	9129	3,86	3,13	638,1

В настоящее время более 30 коров быковоспроизводящей группы с массовой долей жира и массовой долей белка отвечают требованиям «матерей отцов»; их удой за стандартную лактацию приблизился к 11,5 т молока с МДЖ 4,03 % и МДБ – 3,12 %. Они являются представительницами всех плановых линий.

В целом изменчивость по удою ($C_v = 15,3$ %), МДЖ (7,5 %) и МДБ (4,5 %) остаётся невысокой [1, 8]. Тенденция увеличения МДБ дочерей относительно матерей наблюдалась при показателях матерей 2,81-3,15 %, а при 3,16-3,60 – регрессия: $R_{м/д} = -0,14 \div -0,25$ %.

Условия подбора позволяют удерживать положительную корреляцию между удоем и МДБ ($r = 0,109$), а между МДЖ и МДБ она составляет 0,748, обеспечивая величину коэффициента регрессии «удой – МДБ» на уровне 1692 кг, а «содержание жира – содержание белка» – 0,828 %. В этой связи распределение коров в стаде по классам белковомолочности (табл. 2) позволяло уверенно отбирать лучших быков-производителей по индексам генетической ценности (Б), а также моделировать выборки по селекционным группам коров.

Таблица 2

Молочная продуктивность коров, распределённых по классам белковомолочности

Признак	Классы по содержанию белка (МДБ) в молоке, %						Разница	
	2,810-2,901	2,902-2,946	2,946-2,989	2,989-3,034	3,034-3,078	3,078-3,112	по крайним (Δ) классам	td
Поголовье, гол.	6	52	159	220	58	5	-	-
Удой за 305 дней лучшей лактации, кг	7095±227,3	7410±138,9	7431±68,1	7458±63,6	7571±129,9	7579±386,2	484 кг	1,08
Массовая доля жира в молоке, %	3,76±0,019	3,75±0,007	3,78±0,003	3,82±0,002	3,87±0,004	3,82±0,022	0,06 %	7,5
Массовая доля белка в молоке, %	2,86±0,011	2,93±0,0018	2,97±0,0008	3,00±0,0007	3,04±0,0014	3,22±0,0649	0,36 %	180,0
Суммарный выход молочного жира и белка за 305 дней лактации, кг	469,69	494,98	501,54	508,27	523,16	533,56	63,87 кг	-

Величина удоев имела тенденцию совместного роста МДБ по классам (+484 кг), то же наблюдалось с МДЖ в молоке (+0,06 %). Соответственно увеличение суммарного выхода молочного жира и белка составило +63,87 кг. Всё это позволило разработать программу для дальнейшей селекции в увязке с высококровными коровами по голштинской породе стада СПК «Соколовка». Реализуется годовой генетический тренд МДБ на уровне 0,016 %. Динамика содержания белка в молоке в разрезе увеличения доли генов голштинской породы и по годам показана на рисунке 3.

Массовая доля белка в молоке приблизилась к планируемому уровню в 3,20 %, достигнута достаточная изменчивость для последующего отбора по данному признаку в лучшей части стада (2,70-3,50 %) [3, 4]. Её привносили быки-производители чёрно-пёстрой породы отечественной селекции с равной стаду кровностью по улучшающей породе [1, 6]. Для поддержания лучшей генеалогической структуры и определения ориентиров на разведение ветвей линий выделены 13 быков-улучшателей (25,5 %), которые увеличили МДЖ и МДБ. Характеристика групп их дочерей, матерей и сверстниц приведена в таблице 3.

Таблица 3

Быки-улучшатели массовой доли жира и белка в молоке по стаду СПК «Соколовка»

Кличка, инв. № быка- производителя	Страна происхож- дения	Число дочерей	Массовая доля, %		Разница по I лактации				Генетическая ценность быка в популяции (Б)		
			жира в молоке, I лактация	белка в молоке, I лактация	дочери-матери		дочери- сверстницы		по удою, кг	по м.д. жира, %	по м.д. по м.д. белка, %
					по м.д. жира, %	по удою, кг	по м.д. жира, %	по м.д. белка, %			
Марсель 3405*	Нидерланды	17	3,85±0,010	3,02±0,006	0,055	408	0,050	0,002	8905	4,49	3,56
Медик 484*	Россия	8	3,85±0,013	3,02±0,005	0,050	-612	0,046	0,044	8621	3,74	3,02
Блэкман 6206*	Нидерланды	7	3,85±0,012	3,01±0,004	0,049	696	0,045	0,038	9595	4,14	3,32
Норик 7075*	Нидерланды	21	3,84±0,012	3,01±0,007	0,041	731	0,038	0,035	9320	4,22	3,46
Леон 8028**	Нидерланды	7	3,82±0,007	3,00±0,006	0,022	-17	0,018	0,028	7616	4,05	3,25
Оскар 899**	Нидерланды	35	3,82±0,007	3,00±0,005	0,023	1043	0,020	0,024	10229	4,22	3,39
Пепел 1754**	Россия	28	3,80±0,019	2,98±0,017	0,020	583	0,002	-0,002	7420	3,89	3,07
Кристофер 206**	Канада	18	3,84±0,017	2,98±0,033	0,038	1434	0,035	0,001	10307	3,87	3,11
Тёрн 251***	США	28	3,83±0,015	2,95±0,031	0,033	1616	0,031	-0,030	11129	4,23	3,12
Вираз 616**	Россия	18	3,83±0,026	2,94±0,009	0,030	970	0,033	-0,040	7886	4,01	3,19
Полонез 3003***	Германия	34	3,81±0,009	2,99±0,008	0,012	293	0,009	0,019	8067	4,06	3,13
Диджей 506***	Россия	35	3,81±0,008	2,99±0,005	0,010	1163	0,007	0,018	8794	4,00	3,07
Ажур 7851**	Нидерланды	56	3,82±0,007	2,99±0,005	0,018	1147	0,015	0,037	11184	4,07	3,51

Примечания. Принадлежит: * — ОАО «Кировское»; ** — АО «ГЦВ»; *** — АО «Московское».



Рис. 3. Содержание массовой доли белка (%) в молоке полновозрастных коров с различной кровностью по голштинской породе

Большая часть отцов родилась в Нидерландах ($n = 6$) и России ($n = 4$), а также по одному из Канады, США и Германии. Выдающимися из них являлись Марсель 3405, Блэкман 6206, Норик 7075 и Ажур 7851. Они значительно улучшили показатели дочерей в сравнении с матерями по трём основным признакам молочной продуктивности.

Племенную ценность быков-производителей определяли по индексам генетической ценности в популяции (Б). Так, у Марселя 3405 генетическая ценность составляла по удою 8905 кг, по МДЖ – 4,49 % и МДБ – 3,56 %, а у Ажура 7851 и у Норика 7075, соответственно, 11184 – 4,07 – 3,51 и 9320 – 4,22 – 3,46. Их показатели позволили определить пороговые уровни отбора для молодых и проверенных по качеству потомства быков на предстоящий период.

Заключение. Селекция по массовой доле белка является составной частью комплекса мероприятий, определяющих доходность отрасли. Этот признак в условиях тандемной селекции является одним из приоритетных, в подборках родительских пар ему придан селекционный «вес» до 45 %. На племенном заводе СПК «Соколовка» МДБ положительно коррелирует с другими значимыми для отбора признаками: с удоем – $r = 0,109$; МДЖ – $r = 0,748$ и с живой массой – $r = 0,118$. Эти показатели ориентируют специалистов на отбор среди коров матерей и быков из племпредприятий согласно величинам их генетической ценности в популяции. Увеличение за поколение МДБ обеспечивали молодые быки-производители голштинской породы с индексами (Б) от 3,07 до 3,56 %, преимущественно Нидерландской и Российской селекции, при этом годовой генетический тренд составлял 0,016 %.

Список литературы

1. Гринь М.П. Эффективность применяемых методов племенного подбора в селекции скота / Научные основы развития животноводства в БССР. Минск, 1991. Вып. 21. С. 3-9.
2. Каталог быков-производителей ОАО «ГЦВ» 2014-2015 гг. / Г.В. Ескин, Е. В. Фёдорова, Г.С. Турбина и др. Подольск, 2014. 115с.
3. Попов Н.А. Признаки селекции молочности порознь и вместе // Повышение конкурентоспособности животноводства и задачи кадрового обеспечения: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Быково: РАМЖ, 2015. Вып.21. С. 24-26.
4. Система разведения черно-пестрого скота с использованием генетических маркеров. Рекомендации / Попов Н.А., Иванов В.А., Шахин А.В., Уливанова Г.В., Антипова Н.С., Турбина Г.С. Дубровицы, 2003. 42 с.
5. Селекция крупного рогатого скота по белковомолочности (Методические указания). Под руководством М.М. Лебедева, Л.С. Жебровского. Л.: Изд-во ВНИИГРЖ, 1972. 161 с.
6. Попов Н.А. Методические указания по оценке реализации признаков роста, развития и молочной продуктивности у потомков быков-производителей голштинской породы / Н.А. Попов, А.А. Некрасов, Е.Г. Федотова, В.А. Иванов, В.Ю. Сидорова. Дубровицы: Изд-во ООО «МУП Инфосервис», 2019 г. 80 с.
7. Охапкин С.К. Значение показателя уровня гетерозиготности в проявлении некоторых хозяйственно полезных признаков коров // Доклады ВАСХНИЛ. 1988. №1. С. 30-31.
8. Кисловский Д.А. Проблемы породы и её улучшения. Избранные сочинения. М.: «Колос», 1965. С. 277-300.
9. Лэсли Дж.Ф. Генетические основы селекции сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1982. 392 с.
10. Попов Н.А., Федотова Е.Г. Реальность селекции по белковомолочности крупного рогатого скота молочных пород // Пути продления продуктивной жизни молочных коров на основе оптимизации разведения, технологий содержания и кормления животных: Материалы междунар. науч.-практ. конф. 28-29 мая. Дубровицы: ВИЖ, 2015. С. 95-100.

**ВЛИЯНИЕ ДОБАВЛЕНИЯ В РАЦИОН КОРОВ ЭНЕРГЕТИКА,
SPIRULINA PLATENSIS И АНТИОКСИДАНТА
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МОЛОКА**

Ю. П. Фомичев¹ И. Ю. Ермаков²

¹ Федеральный научный центр животноводства –
ВИЖ им. Л. К. Эрнста, Подольск, Российская Федерация,

² Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский
ветеринарный институт.

г. Новочеркасск, Российская Федерация

Аннотация. Изучено влияние энергетика на основе пропиленгликоля в смеси с *Spirulina platensis* и дигидрокверцетином на молочную продуктивность, химический состав, физические и санитарно-гигиенические параметры молока при включении их в состав рациона коров черно-пестрой породы в транзитный период. В результате было получено от коров в среднем за 3 месяца лактации по 2503 кг молока при среднесуточном удое 27,8 кг против 2361 и 26,2 кг у коров контрольной группы при содержании в молоке массовой доли жира 3,78, белка 3,15, в т. ч. казеина 2,46 % против 3,84, 3,14 и 2,43 % соответственно в молоке коров контрольной группы. По физическим и санитарно-гигиеническим параметрам молоко коров обеих групп соответствовало нормативным требованиям. В то же время молоко коров, получавших энергобиоактивную добавку, отличалось пониженной кислотностью и значительно меньшим, более чем в 1,5 раза, содержанием соматических клеток.

Ключевые слова: молочные коровы, продуктивность, химический состав, физические и санитарные показатели, кормовые факторы

**EFFECT OF ADDING ENERGY TO THE DIET OF COWS,
SPIRULINA PLATENSIS AND ANTIOXIDANT
ON MILK PRODUCTIVITY AND QUALITY**

Yu. Fomichev,¹ I. Yermakov²

¹ Federal scientific center of animal husbandry-VIZ named L. K. Ernst,
Podolsk, Russian Federation,

² Orth-Caucasian zonal research veterinary Institute.
Novocherkassk, Russian Federation

Annotation: The influence of propylene glycol-based Energizer mixed with *Spirulina platensis* and dihydroquercetin on milk productivity, chemical composition, physical and sanitary parameters of milk was studied. when they are included in the diet of black-breed cows in the transit period. As a result, 2503 kg of milk was obtained from cows on average for 3 months of lactation with an average daily milk yield of 27.8 kg against 2361 and 26.2 kg in the control group cows with a mass fraction of fat 3.78, protein 3.15, including casein 2.46 % vs. 3.84, 3.14 and 2.43 %, respectively, in the milk of control group cows. In terms of physical and sanitary parameters, the milk of both groups of cows met the regulatory requirements. At the same time, the milk of cows that received energy bioactive Supplement was characterized by low acidity and significantly lower, more than 1.5 times, the content of somatic cells

Keywords: dairy cows, productivity, chemical composition, physical and sanitary indicators, feed factors

Реализация генетически обусловленного потенциала молочной продуктивности и состояния здоровья коров непосредственно зависит от степени удовлетворения в послеотельный период быстро возрастающих физиологических потребностей организма в питательных веществах и, прежде всего в энергии, обусловленных повышением интенсивности и направленностью метаболических процессов, обеспечивающих синтез и секрецию молока. Одной из причин нарушений обмена веществ в организме высокопродуктивных коров в ранний послеродовой период, как установлено многочисленными исследованиями [1, 2], является недостаток энергии потребляемой коровой с рационом, что связано не только с необходимостью повышения ее содержания, но и, как правило, с потерей аппетита в этот период. Поэтому повышение энергетической питательности рациона путем включения в него кормов с высокой концентрацией энергии и в биодоступной форме может нормализовать метаболизм и, следовательно, улучшить функциональное состояние органов и систем организма и таким образом способствовать реализации продуктивного потенциала коров [3, 4, 5, 6]. При этом также важно придание определенных функциональных свойств рациона путем включения в него биологически активных веществ, способных улучшить ферментативные и микробиологические процессы в рубце и поддерживать метаболические процессы в организме в пределах физиологической нормы [7, 8, 9, 10].

Материалы и методы. Исследования проведены в ФГУП э/х Кленово-Чегодаево на 2-х группах коров черно-пестрой пород по 7 голов в каждой, одна была контрольной, другая опытной. Коровам опытной группы дополнительно к основному рациону (ОР) в течение 3-х недель до отела и 3-х месяцев после давали по 150 и 250 мл соответственно энергетик на основе пропиленгликоля [11] с содержанием 23 МДж ОЭ/кг с добавлением *Spirulina Platensis* и антиоксиданта-дигидрохверцетина в форме КД «Экостимул-2» (производитель АО «Аметис») в концентрации по 0,1 % от массы. Учет и оценка молочной продуктивности коров в опыте проводили по ежемесячным контрольным дойкам. В молоке определяли: содержание жира, белка в т. ч. казеин и лактозы, количество соматических клеток, мочевины, кетоновых тел на анализаторе Milko ScanTM, 7RM, FossomaticTM 7DC., титруемую кислотность по А. А. Кабышеву окислительно-восстановительный потенциал на ОВП-метре, степень окисленности молока по реакции с ТБК.

Результаты и обсуждение. Включение в рацион коров энергокорма с добавлением сухой массы *Spirulina Platensis* и дигидрохверцетина оказало положительное влияние на молочную продуктивность, химико-физические свойства и санитарно-гигиенические показатели молока. На 1-м месяце лактации среднесуточный удой коров опытной группы составил 26, 8 кг молока и был выше, чем в контрольной на 2,85 кг, или 11,8 %. На 2-м месяце среднесуточный удой у коров обеих групп продолжал повышаться и увеличился на 2,5 и 2,2 кг и составил у коров контрольной группы 26,5, у опытной – 29,0 кг,

что превышало удой коров контрольной группы на 9,4 %. На 1-ом месяце лактации содержание жира в молоке у коров опытной группы составило 3,74 % и было меньше, чем в контроле на 0,17 %. На 2-ом месяце содержание жира в молоке у коров контрольной группы снизилось с 3,91 до 3,71 %, в то время как у коров опытной группы его содержание практически не изменилось и составило 3,78 %, что было выше, чем в контроле на 0,04 %. Содержание белка в молоке коров опытной группы на 1-ом месяце лактации составило 3,32 %, что было выше на 0,16 % по сравнению с контролем (табл. 1).

Таблица 1

Продуктивность, химико-физические и санитарно-гигиенические показатели качества молока

Показатель	Группа коров (M±m)		Отношение опытной группы к контрольной	
	контрольная	опытная		
			±	%
1-й месяц лактации				
Среднесуточный удой, кг	24,00±2,04	26,83±3,95	+2,83	111.8
Массовая доля: жира, %	3,91±0,40	3,74±0,16	-0,17	-

Это увеличение произошло за счет истинного белка и, в частности, за счет казеина на 0,15 и 0,10 % соответственно. На 2-м месяце лактации у коров опытной группы содержание белка в молоке по отношению к контрольной снизилось на 0,11 %, в основном за счет сывороточных белков, но при этом отмечалось некоторое повышение в содержании истинного белка и, в частности, казеина. Содержание лактозы в молоке коров обеих групп было близким и колебалось в пределах 4,78 % и практически не изменялось в течение периода наблюдений. На 3-м месяце лактации среднесуточный удой у коров контрольной группы повысился на 1,7 кг, а у опытной снизился на 1,4 кг при повышении содержания массовой доли жира в молоке у коров обеих групп на 0,13 и 0,06 % соответственно. В результате чего их продуктивность и химсостав молока сравнялись. Изменения химсостава молока у коров в группах по месяцам лактации адекватно отразились на СОМО и массовой доле сухого вещества, которого у коров опытной группы на 1-ом месяце было меньше на 0,09 %, на 2-м оно сравнялось с контролем и составило 12,51 % против 12,49 %, а на 3-ем вновь снизилось и составило 12,61 против 12,77 % в контроле.

Энергобиоактивная добавка (ЭБА КД) также оказала заметное влияние на физические свойства и санитарно-гигиенические показатели молока. Показателем натуральности молока является его точка замерзания, которая равна в среднем $-0,54^{\circ}\text{C}$ с отклонениями от $-0,525$ до $-0,565^{\circ}\text{C}$, которые зависят от его состава. В данных исследованиях точка замерзания молока на 1-ом месяце лактации составила $-0,536$ и $-0,540$, на 2-ом $-0,529$ и $-0,531$ и на 3-ем $-0,529$ и $-0,530^{\circ}\text{C}$ соответственно у коров контрольной и опытной групп, что полностью соответствует нормативному показателю. Кислотность молока в ед. рН у коров обеих групп в течение периода наблюдения соответствовала норме и варьировала в пределах 6,54-6,61. При этом степень окисленности молока у коров опытной группы была ниже на 25,9 и 9,1 % соответственно на 1-ом и 2-ом месяце лактации, что можно связать с непосредственным действием антиоксиданта. Однако на 3-ем месяце у коров опытной группы степень окисленности молока была выше на 0,017 ед., или на 68,0 %. С этими данными согласуется и величина ОВП, которая смещена в сторону восстановительного потенциала. В содержании кетоновых тел в молоке также наблюдались различия как по сумме, так и по динамике их содержания. На 1-ом месяце лактации концентрация ацетона и β -оксимасляной кислоты в молоке коров опытной группы по отношению к контрольной была выше на 35,2 и 4,4 %, на 2-ом ниже на 17,0 и 10,0 %, а на 3-ем при равном содержании ацетона наблюдалась более высокая концентрация β -оксимасляной кислоты на 0,006 ммоль/л соответственно. Титрование молока по Кабышеву является тестом состояния фосфорно-кальциевого обмена в организме коров. На 1-ом месяце лактации титруемая кислотность молока у коров обеих групп в среднем была равной и соответствовала норме (8-9), но у части коров были отклонения от нормы, указывающие на степень нарушения данного обмена (табл. 2).

Таблица 2

Физико-химические и санитарно-гигиенические показатели качества молока

Показатель	Группа коров (M±m)		Отношение опытной группы к контрольной	
	контрольная	опытная	±	%
1-й месяц лактации				
Точка замерзания, °C	-0,536±0,001	-0,540±0,003	+0,004	100,7
Мочевина, ммоль/л	7,00±0,56	7,50±0,48	+0,50	107,1
Ацетон, ммоль/л	0,068±0,014	0,092±0,021	+0,03	135,2
β-оксимасляная кислота, ммоль/л	0,045±0,006	0,047±0,014	+0,002	104,4
Кислотность, pH	6,57±0,01	6,60±0,02	+0,03	-
Степень окисленности, ед.	0,031±0,003	0,023±0,001	-0,008	74,1
ОВП, мв	+015	-001	-	-
Титруемая кислотность по Кабышеву, T° (M. Lim.)	8,8 (8-10)	8,2 (6-10)	-0,6	-
Соматические клетки, ед./мл	151±67	113±36	-38	74,8
в т.ч.: лимфоциты и полиморфные нейтрофилы, %	59,4±5,98	53,4±8,06	-4,9	-
макрофаги, %	40,6±5,23	46,6±8,06	+7,5	-
2-й месяц лактации				
Точка замерзания, °C	-0,529±0,003	-0,531±0,002	+0,002	100,3
Мочевина, ммоль/л	7,30±0,509	7,47±0,540	+0,17	102,3
Ацетон, ммоль/л	0,06±0,016	0,05±0,009	-0,01	83,0
β-оксимасляная кислота, ммоль/л	0,030±0,008	0,027±0,008	-0,003	90,0
Кислотность, pH	6,61±0,02	6,54±0,01	-0,1	-
Степень окисленности, ед.	0,022	0,020	-0,002	90,9
ОВП, мв	-0,24	-0,23	-0,01	-
Титруемая кислотность по Кабышеву, T° (M. Lim.)	10,7 (10-13)	10,05 (10-12)	-0,02	-
Соматические клетки, ед./мл.	307±75	153±49	-154	49,8
в т.ч.: лимфоциты и полиморфные нейтрофилы, %	61±11	60±10	-1	-
макрофаги, %	39±5	40±5	+1	-
3-й месяц лактации				
Точка замерзания, °C	-0,529±0,002	-0,530±0,002	+0,001	-
Мочевина, ммоль/л	7,21±0,46	7,59±0,51	+0,38	105,4
Ацетон, ммоль/л	0,055±0,015	0,053±0,008	-0,002	96,3
β-оксимасляная кислота, ммоль/л	0,029±0,014	0,035±0,006	+0,006	120,6
Кислотность, pH	6,57±0,03	6,54±0,008	-0,03	-
Степень окисленности ед	0,025	0,042	+0,017	-
ОВП, мв	-009	-009	±	-
Титруемая кислотность по Кабышеву, T° (M. Lim.)	10,8	9,6	-1,2	88,8
Соматические клетки, ед./мл.	251±123	166±50	-85	66,1
в т.ч.: лимфоциты и полиморфные нейтрофилы, %	59,1	52,3	-6,8	-
макрофаги, %	48,9	47,7	+6,8	-

На 2-ом месяце лактации состояние фосфорно-кальциевого обмена обострилось у коров обеих групп и составило 10,7 и 10,2, а на 3-ем у коров контрольной группы этот показатель остался на прежнем уровне, в то время как у коров опытной группы он понизился до 9,6, что указывает на улучшение минерального обмена. Уровень содержания мочевины в молоке отражает полноценность рациона по обеспеченности организма коров протеином и энергией, а также сахаро-протеиновое отношение. У коров обеих групп концентрация мочевины в молоке на 1-м, 2-м и 3-м месяцах лактации, была близкой и равнялась 7,0 и 7,30, 7,5 и 7,45, 7,21 и 7,59 ммоль/л соответственно у коров контрольной и опытной групп, что указывает при содержании белка в молоке 3,2 % и менее на неадекватность сахаро-протеинового отношения в рационе.

Причем у коров, получавших дополнительно энергокорм с добавлением биологически активных веществ, потребность в энергии вероятно возрас- тала. Включение в рацион коров ЭБА КД положительно повлияло на здо- ровье молочной железы, о чем может свидетельствовать снижение содержания соматических клеток в молоке коров опытной группы на 25,2 и 50,2 % по от- ношению к контролю [12]. Их количество в молоке на 1-ом месяце лактации составило 151 и 113, на 2-ом 307 и 153, а на 3-ем 251 и 166 ед/мл соответ- ственно у коров контрольной и опытной групп. При этом изменилось и соот- ношение количества лимфоцитов и полиморфных нейтрофилов к количеству макрофагов, которое составило у коров контрольной группы на 1-м месяце лактации 59,4:40,6, на 2-м – 61:39, и на 3-ем – 59,1:48,9 %, у коров опытной 53,4:46,6, 60:40 % и 52,3:47,7 % соответственно.

Заключение. Таким образом, повышение энергетической и биологиче- ской ценности рациона путем внесения в него энергетика, *Spirulina Platensis* и дигидрокверцетина в транзитный период позволило получить от коров в среднем за 3 месяца лактации по 2503 кг молока при среднесуточном удое 27,8 кг против 2361 и 26,2 кг у коров контрольной группы при содержании в молоке массовой доли жира 3,78, белка 3,15, в т. ч казеина 2,46 % против 3,84, 3,14 и 2.43 % соответственно в молоке коров контрольной группы. По физическим и санитарно-гигиеническим параметрам молоко коров обеих групп соответствовало нормативным требованиям. В то же время молоко коров, получавших энергобиоактивную добавку, отличалось пониженной кислотностью и значительно меньшим, более чем в 1,5 раза, содержанием соматических клеток

Список литературы

1. Рядчиков В.Г. Питание и здоровье высокопродуктивных коров. // Политематиче- ский сетевой электронный научный журнал, Кубанский ГАУ, 2012. №79. Р. 147-165.
2. Overton T.R., Waldron M.R. Nutritional management of transition dairy cows; strageggies to optimize methabolic health // J. Dairy Sci. 2004. Vol. 87. E.Suppl. P. 103-119.

3. Кирилов М., Головин А., Кузнецов Ю., Перцев С. Лакто-Энергия для лактирующих коров // Комбикорма. 2007. № 2. С. 60-61
4. Некрасов Р.В., Вареников М., Чабаев М. и др., Восполнение уровня обменной энергии в рационах высокопродуктивных коров в начале лактации. // Молочное и мясное скотоводство. 2013. №3. С. 9-13.
5. Максимов Р.Т. Новые кормовые добавки // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2008. №3. С. 64-65.
6. Кедик,С.А., Ярцев,Е.И. Гульяева. Н.В. Спирулина пища XXI века. Москва «ФармаЦентр», 2006. 166 с.
7. Фомичев Ю.П., Никанова Л.А., Дорожкин В.И. и др., Дигидрокверцетин и арабиногалактан -природные биорегуляторы: применение в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Монография. М.:«Научная библиотека», 2017. 700 с.
8. Simkus, A., Oberauskas, V., Laugalis, J. et al. 2007. The Effect of *Spirulina Platensis* on the Milk Production in Cows. *Veterinarija ir zootechnika*. Kaunas, 38(60), 74-77.
9. Kulpys,J., Paulauskas.E., Pilipavicius,V., Stankevicius,R. Influence of cyanobacteria *Arthrospira (Spirulina) platensis* biomass additives towards the body condition of lactation cows and biochemical milk indexes. *Agronomy Research* 7(2), 823-835, 2009.
10. Rimkus M.,Simkus A., Syvys R., Birutis S. Dry powdery fodder additive, supplement or fodder containing algae *spirulina platensis* . WO2010106468A1
11. Ермаков И.Ю., Фомичев Ю.П., Харитонов Е.Л., Сулима Н.Н. Разработка и технология применения высокоэнергетического корма и его влияние на рубцовое пищеварение и молочную продуктивность // Вестник сельскохозяйственной науки. 2017. №6. С. 38-43.
- 12.. Архипов А.В., Организация контроля полноценности кормления высокопродуктивных коров. // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2005. №8. С. 61-67.

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК: 631.319

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

С. Л. Дёмшин, Д. И. Тимшин

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

Аннотация. *Проведен анализ существующих многофункциональных почвообрабатывающих агрегатов, способных осуществлять основную, мелкую и поверхностную обработки почвы. В результате изучения перспективных универсальных технических средств для почвообработки выявлено, что большинство из них реализовано на основе принципа блочно-модульности конструкции. Данное направление при разработке почвообрабатывающей техники базируется на использовании универсальной рамы, позволяющей формировать на её базе несколько вариантов размещения быстросменных рабочих органов. Состав и последовательность размещения сменных рабочих органов позволяет реализовать в проектируемой машине требуемые технологические функции. Обзор конструкций почвообрабатывающей техники показал, что для природно-климатических условий Евро-Северо-Востока перспективно сочетание в одном орудии со сменными рабочими органами возможности выполнения основной безотвальной, мелкой и поверхностной обработки почвы. В качестве базовой модели наиболее подходит многофункциональный почвообрабатывающий агрегат МПА-2,2/3,0, способный выполнять основную и мелкую обработку почвы на уровне агротехнических требований. Оснащение данного агрегата сменными адаптерами для обработки верхнего слоя почвы позволит формировать на его основе более узкоспециализированные варианты агрегата для качественной подготовки почвы к посеву, нарезанию гряд и т.д.*

Ключевые слова: *основная безотвальная обработка почвы, предпосевная обработка почвы, многофункциональный агрегат, лапа плоскорезирующая, дисковые рабочие органы, лапа стрельчатая, прикатывающий каток*

ANALYSIS OF THE DESIGN OF MULTIFUNCTIONAL TILLAGE UNITS

S. L. Dyomshin, D. I. Timshin

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

Annotation. *The analysis of existing multifunctional tillage units capable of performing basic, shallow and surface tillage is carried out. As a result of the study of promising universal technical means for soil treatment, it is revealed that most of them are implemented on the basis of the principle of modular design. This direction in the development of tillage equipment is based on the use of a universal frame, which allows forming on its basis several options for the placement of quick-change working bodies. The composition and sequence of placement of replaceable working bodies allows to implement the required technological functions in the designed machine. A review of the designs of tillage equipment showed that for the natural and climatic conditions of the Euro-North-East, it is promising to combine in one tool with*

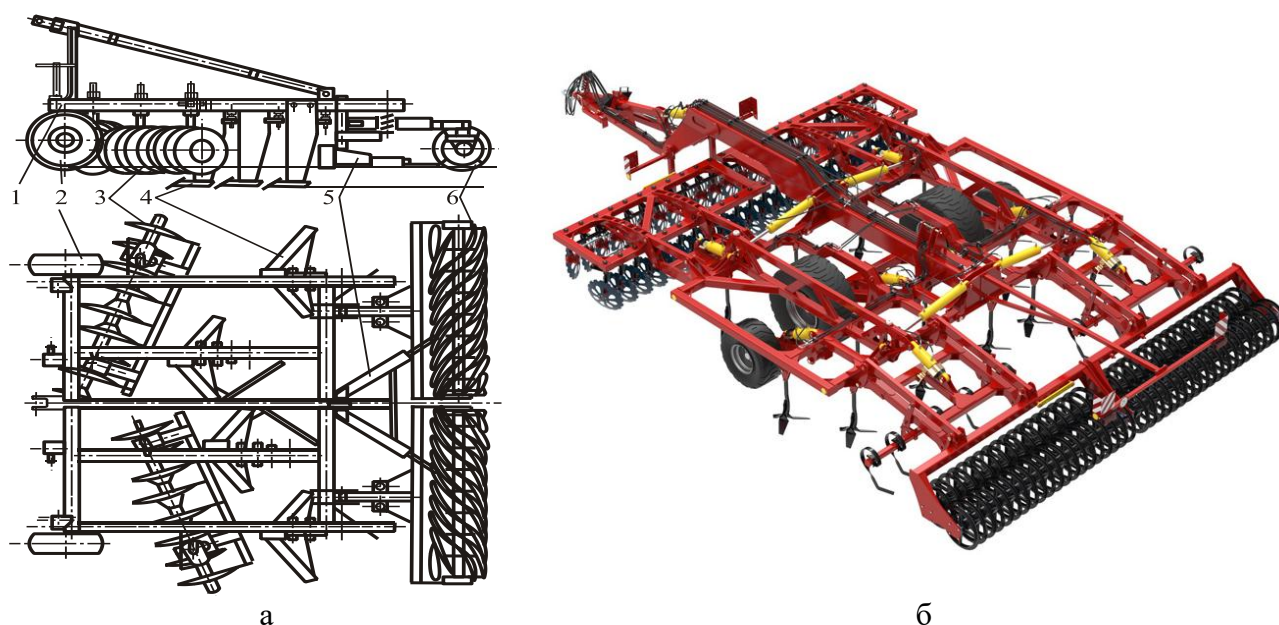
replaceable working bodies the ability to perform basic subsurface, shallow and surface tillage. The multifunctional soil cultivating unit MPA-2.2 / 3.0, which is capable of performing basic and shallow tillage at the level of agrotechnical requirements, is most suitable as a basic model. Equipping this unit with interchangeable adapters for processing the top layer of soil will allow us to create more specialized versions of the unit on its basis for high-quality soil preparation for sowing, cutting ridges, etc.

Keywords: basic subsurface tillage, pre-sowing tillage, multifunctional soil-cultivating unit, flat hoe, disk sections, duckfoot shovel, rolling packer

Основными задачами почвообработки являются оптимизация фракционного состава почвы, регулирование водно-воздушного, теплового и питательного баланса, создание благоприятствующих развитию культивируемых растений фитосанитарных условий, снижение негативных последствий эрозии почвы. Для природно-климатических условий Евро-Северо-Востока России целесообразно применение системы почвообработки, предполагающей чередование безотвальной и отвальной основной обработки почвы, что позволяет наиболее рационально использовать их положительные стороны и минимизировать влияние отрицательных свойств. Также отличительной чертой региона является высокий процент мелкоконтурных полей, обладающих неровным рельефом и сложной конфигурацией, что снижает эффективность и ограничивает применение широкозахватной техники [1]. Применение вспашки обуславливает использование традиционных приёмов предпосевной почвообработки, проведение которых требует наличия значительной номенклатуры технических средств. В связи с этим актуальным является использование навесных многофункциональных агрегатов для выполнения основной безотвальной обработки почвы и комплекса операций мелкой и поверхностной почвообработки. Также к положительным особенностям использования многофункциональных агрегатов, кроме уменьшения вредного воздействия на почву движителей МТА, можно отнести повышение качества работ и производительности труда, сокращение сроков проведения операций, что ведет к снижению производственных затрат.

Материалы и методы. Существующие комбинированные почвообрабатывающие агрегаты можно разделить на три типа. К первому типу относятся агрегаты, составленные из нескольких последовательно соединенных простых, выполняющих отдельные операции орудий, ко второму – агрегаты, на раме которых последовательно закреплены разные по назначению рабочие органы, к последнему – машины со специальными комбинированными рабочими органами для выполнения всех операций технологического цикла. Анализ конструкций многофункциональных почвообрабатывающих машин показал, что агрегаты, способные осуществлять основную безотвальную почвообработку, и комплекс операций поверхностной и мелкой почвообработки будут производиться на основе принципа блочно-модульных конструкций, т. е. при использовании универсальной рамы, позволяющей формировать на своей базе несколько вариантов размещения рабочих органов.

Результаты и обсуждение. В 60-е годы XX века разработана технологическая схема комбинированных агрегатов АКП. Её развитием стали почвообрабатывающие комбинированные агрегаты АПК-1,5, АПК-3 (рис. 1), АПК-6, предназначенные для почвовлагосберегающей обработки полей под озимые, яровые и поукосные посевы, послеуборочного рыхления, а также зяблевой обработки и весновспашки [2]. При установке щелерезов агрегат эффективен для обработки склоновых участков, с чизельными лапами – для глубокой зяблевой обработки. Агрегат состоит из рамы, опорных колес, секций дисков с чистиками и плоскорезных лап на жёстких стойках. На задней балке рамы установлен V-образный выравниватель и две секции планчато-зубчатых катков. Агрегаты могут комплектоваться рамками для зубовых борон (для засорённых и переувлажнённых почв), а также щелерезами (для обработки склонов) или чизельными лапами (для зяблевой обработки).



1 – рама; 2 – колесо; 3 – секция дисков; 4 – лапа плоскорезная; 5 – выравниватель; 6 – каток

Рис. 1. Агрегаты почвообрабатывающие АПК-3 (а) и АДЛ-6 (б)

Недостатком данной схемы расположения рабочих органов является недостаточное крошение почвы, так как при обработке уплотнённых почв диски плохо проникают в монолит почвы и недостаточно рыхлят верхний слой, а последующий проход плоскорезных лап зачастую приводит лишь к подрезанию слоя почвы, без его рыхления.

В ВИМ разработаны дисколаповые агрегаты АДЛ со сменными рабочими органами (табл. 1) [3], состоящие из рамы с двухдисковыми подпружиненными секциями и секции со сменными лапами, шарнирно соединенных между собой (рис 1, б). В первом ряду второй секции могут быть установлены глубокорыхлители с лапами или долотами, во втором – стрельчатые лапы, далее трубчатый или спиральный прикатывающий каток. Секции рам соединены гидроцилиндрами, что снижает размеры агрегата в транспортном положении.

Таблица 1

Техническая характеристика агрегатов АДЛ

Показатель	АДЛ-3	АДЛ-4	АДЛ-6
Производительность, га/ч	2-2,9	2,8-3,9	3,5-5
Ширина захвата, м	3	4	6
Класс трактора	2	3	5
Рабочая скорость, км/ч	8-12		
Глубина обработки, см			
- плоскорезными лапами - глубокорыхлителями	до 16 30-35		
Габаритные размеры, мм	1620x4100x1540	2140x4100x1540	3600x6300x1100
Масса (без щелерезов), кг	3300	4300	6300

Основным отличием данных агрегатов является возможность изменения угла атаки дисковых секций, что позволило решить проблему с их забиванием при обработке почвы разной влажности. В ходе экспериментальных исследований были определены углы атаки многодисковых секций: для обработки сухих уплотненных почв рекомендуется максимальный угол атаки секций, для стерневых фонов с повышенной влажностью – минимальный 16°.

Стерневой культиватор Bomet (Польша) способен выполнять три технологических операции (рис. 2). Его рама обеспечивает сборку культиватора с рабочей шириной 3,0 м, а также 4-рядового окучивания или нарезания гребней (табл. 2). Прикручиваемые стойки рабочих органов позволяют менять их размещение в поперечном положении, а на выносных балках могут размещаться каток, зубовая пружинная борона или гребнеобразователи [4].

Таблица 2

Техническая характеристика стерневого культиватора Bomet

Показатель	Стерневой культиватор с катком	Культиватор с зубовой бороной	Окучник
Глубина обработки, см	14-16	8-12	до 12
Ширина захвата, м	3,0/3,8*	3,0/3,7	3,0
Количество лап, шт.	7/9	9/11	5
Ширина лапы, мм	425	335	13
Габаритные размеры, мм	2990x2860x1250 3850x2860x1250	2995x2700x1230 3785x2700x1230	3180x2220x1250
Масса, кг	880/1050	670/800	790

* в числителе значение показателя без установки расширяющих элементов,
в знаменателе – при их установке

В первой версии культиватор снабжен плоскорежущими лапами шириной захвата 425 мм, а на выносных балках крепятся каток и сферические диски для устранения гребней после прохода лап (рис. 2, а). Во втором случае на культиватор устанавливаются стрельчатые культиваторные лапы шириной захвата 335 мм, а на выносные балки монтируется 3-рядная вычесывающая борона с пружинными зубьями (рис. 2, б). Эта версия культиватора оснащается опорными колесами для фиксирования глубины обработки, в первом случае опорным органом является прикатывающий каток. Для нарезания гребней или окучивания на первой балке рамы культиватора крепятся рыхлительные пружинные лапы, на второй – гребнеобразующие корпуса, а на выносных балках расположена оснастка для профилирования гребня (рис. 2, в).



а



б



в

Рис. 2. Культиватор Bomet с плоскорежущими лапами (а), стрельчатыми лапами (б), рыхлительными лапами и гребнеобразующей приставкой (в)

Основным недостатком данного культиватора является недостаточная глубина обработки почвы плоскорежущими лапами и возможность применения его лишь на лёгких или средних по составу почвах.

Для агроландшафтных условий Евро-Северо-Востока разработана базовая модель многофункционального почвообрабатывающего агрегата МПА-2,2/3,0 (рис. 3), способного выполнять как мелкую почвообработку на 5-14 см, так и основную обработку почвы на 16-25 см. Агрегат состоит из рамы, опорных колёс с механизмом регулирования глубины почвообработки, сменных рабочих органов: плоскорежущих или культиваторных лап и дисковых секций [5].



а



б

Рис. 3. Многофункциональный агрегат МПА-2,2/3,0 с рабочими органами для основной (а) и мелкой (б) обработки почвы

Особенностью агрегата заключается в том, что плоскорежущие лапы или культиваторные лапы, которые подрезают слой почвы, установлены впереди дисковых рабочих органов. Полевые испытания показали, что базовая модель агрегата осуществляет основную и мелкую обработку почвы с соблюдением агротехнических требований без сменных адаптеров для дополнительной обработки верхнего слоя почвы. Однако в определенных условиях работы у данного агрегата имеются недостатки: при предпосевной обработке почвы необходимо повысить степень крошения почвы и выровненности поля, при основной обработке тяжелых суглинистых почв – степень крошения среднего слоя почвы недостаточна из-за малого заглубления дисковых рабочих органов.

Заключение. Для разработки многофункционального почвообрабатывающего агрегата, адаптированного к природно-климатическим условиям Евро-Северо-Востока, наиболее перспективна конструкция орудия МПА-2,2/3,0, которая позволяет за счет его оборудования сменными адаптерами для обработки верхнего слоя почвы - катками, штригель-бороны, цепными шлейфами и т.д., достичь высокой универсальности агрегата.

Список литературы

1. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ в Кировской области / Под ред. В. А. Сысуева. Киров: НИИСХ Северо-Востока; 2013. 68 с.
2. Жук А. Ф. Почвовлагодобывающие агроприемы, технологии и комбинированные машины. М.: ФГБНУ «Росинформагротех»; 2012. 144 с.
3. Мосяков М. А., Зволинский В. Н. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат для основной и предпосевной обработки почвы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 6. С. 30-35.
4. Talarczyk W., Zbytek Z. Uniwersalna konstrukcja kultywatora podorywkowego i obsypnika do ziemniaków // Zeszyty problemowe postępyw nauk rolniczych. 2009; 543: 355-364 р.
5. Дёмшин С. Л., Черемисинов Д. А. Результаты исследования базовой модели многофункционального почвообрабатывающего агрегата // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. № 2(20). С. 172-182.

ВЕНТИЛЯТОР С ИЗМЕНЯЕМЫМ УГЛОМ АТАКИ ЛОПАТОК И РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

П. А. Савиных¹, А. Ю. Исупов¹, М. А. Глушчевский²

¹Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого, г. Киров, Российская Федерация,

²Вологодская государственная молочнохозяйственная академия
г. Вологда, Российская Федерация

Аннотация. На основании проведенного анализа технической документации и научных работ по кормлению сельскохозяйственных животных и измельчению зерновых материалов; изучении наиболее распространенных на сельскохозяйственных предприятиях и перспективных конструкций измельчителей фуражного зерна; изучении требований, предъявляемых к кормлению и кормам, в частности к концентрированным кормам, предлагается решение по увеличению производительности дробилок зерна, повышению качества получаемого корма за счет снижения количества переизмельченного и недоизмельченного зернового материала в результате обеспечения своевременного отвода измельченного материала из дробильной камеры дробилки зерна КД-2А. Для чего предлагается регулировать угол атаки лопастей рабочего колеса вентилятора КД-2А в зависимости от измельчаемого зернового материала, влажности, степени помола и т.п. Для выбора диапазона варьирования факторами (частота вращения, угол атаки и ширина лопасти) предлагаемой конструкции рабочего колеса вентилятора дробилки зерна КД-2А были проведены предварительные исследования. Для сокращения объема исследовательской работы предварительные исследования проводили с использованием методики планирования многофакторного эксперимента и реализацией плана Бокса-Бенкина. В качестве критериев оптимизации принималась затрачиваемая мощность на привод и создаваемое в дробильной камере разрежение. Обработка результатов осуществлялась в среде Statgraphics. Получены уравнения регрессии и графики двумерных сечений взаимодействий факторов. Сделаны выводы по влиянию выбранных факторов частоты вращения рабочего колеса, угла атаки и ширины лопасти вентилятора дробилки зерна КД-2А на потребляемую мощность и создаваемое разрежение в дробильной камере. Определены направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: дробилка, вентилятор, эксперимент, лопасть, разрежение, потребляемая мощность

FAN WITH VARIABLE ANGLE OF ATTACK OF THE BLADES AND THE RESULTS OF PRELIMINARY RESEARCH

P. A. Savinykh¹, A. Yu. Isupov¹, M. A. Glushchevsky²

¹Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

²Vologda state dairy Academy, Vologda, Russia

Annotation. Based on the analysis of technical documentation and scientific works on feeding farm animals and grinding grain materials; the study of the most common in agricultural enterprises and promising designs of feed grain grinders; the study of the requirements for feed and feed, in particular to concentrated feed, proposed solution to increase performance of crushers grain, improves the quality of feed by reducing the number pereselenskogo

neomaslenne and grain material result in the timely withdrawal of the crushed material from the crushing chamber of the crusher grain CD-2A. For this reason it is important to adjust the angle of attack of the blades of the fan impeller KD-2A depending on a comminuted grain material, moisture content, fineness of grind etc.. Preliminary studies were conducted to select the range of variation factors (rotation speed, angle of attack and blade width) of the proposed design of the fan impeller of the grain crusher KD-2A. To reduce the volume of research work, preliminary studies were conducted using the methodology of planning a multi-factor experiment and implementing the Box-Benkin plan. The optimization criteria were the power consumed by the drive and the discharge created in the crushing chamber. Processing of the results was carried out in the medium Statgraphics. The obtained regression equations and graphs of two-dimensional cross-sections of factor interactions. Conclusions are made on the influence of the selected factors of the speed of rotation of the impeller, the angle of attack and the width of the fan blade of the KD-2A grain crusher on the power consumption and the created vacuum in the crushing chamber. The directions of further research are defined.

Keywords: *crusher, fan, experiment, blade, vacuum, power consumption*

Важнейшими задачами сельскохозяйственного производства являются получение качественных кормов и снижение их себестоимости. Так, например, в структуре себестоимости продукции животноводства более 50 % занимают затраты, связанные с производством кормов, и только четверть всей энергии корма затрачивается на молоко, шерсть и т.д.

Одним из самых распространенных методов получения качественного корма является измельчение зерна злаковых и бобовых культур в дробилках и измельчителях. Получаемые при этом концентрированные корма регламентируются ГОСТ-ами для различных групп сельскохозяйственных животных. При этом к числу критериев, достигаемых непосредственно дробилками и измельчителями, относят:

- содержание целых зерен и частиц более 3 мм в готовом продукте должно быть минимальным либо они должны полностью отсутствовать. По той причине, что не все сельскохозяйственные животные и птицы в своем пищеварительном тракте успевают извлечь все питательные вещества (особенно зерна, имеющие с богатую клетчаткой оболочку);
- полное отсутствие в готовом продукте металломагнитных и минеральных примесей. В виду того, что их периодическое попадание в корм животного приводит к тяжелым травмам желудочно-кишечного тракта;
- крупность или модуль помола. Для различных видов животных и птицы, а также в зависимости от возрастных групп он должен быть своим, так для сельскохозяйственной птицы до 2...3 мм, для поросят-сосунов – 0,2...0,8 мм, для свиней беконного откорма – 1,2...1,6 мм;
- минимальное содержание пылевидной фракции (менее 0,25 мм). Так как скармливание переизмельченного продукта снижает прирост до 15 % и в целом отрицательно влияет на процесс пищеварения [1] – по причине высокой вероятности образования комочков при смачивании слюной и уменьшения площади воздействия желудочного сока. А также возрастание вероятности появления легочных проблем у крупного рогатого скота.

Таким образом, равномерность помола в результате измельчения важное условие при получении качественных концентрированных кормов [1].

Для измельчения зерна в сельском хозяйстве наибольшее распространение получили молотковые дробилки, что связано с их достаточно высокой производительностью, надежностью и простотой эксплуатации. Простейшая дробилка зерна состоит из приемного устройства (приемного бункера или всасывающего рукава); дробильной камеры, где непосредственно происходит измельчение зерна и состоящей из ротора с молотками, деки и сепарирующей поверхности; вентилятора, осуществляющего в зависимости от конструкции загрузку дробильной камеры измельчаемым материалом, своевременный отвод готового материала из дробильной камеры и транспортирование его к месту выгрузки, а также воздухопроводов для движения измельчаемого материала, воздуха или воздушно-продуктовой смеси.

Рассмотрим технологический процесс измельчения зерна на примере молотковой дробилки замкнутого цикла КД-2А, представленной на рисунке 1.

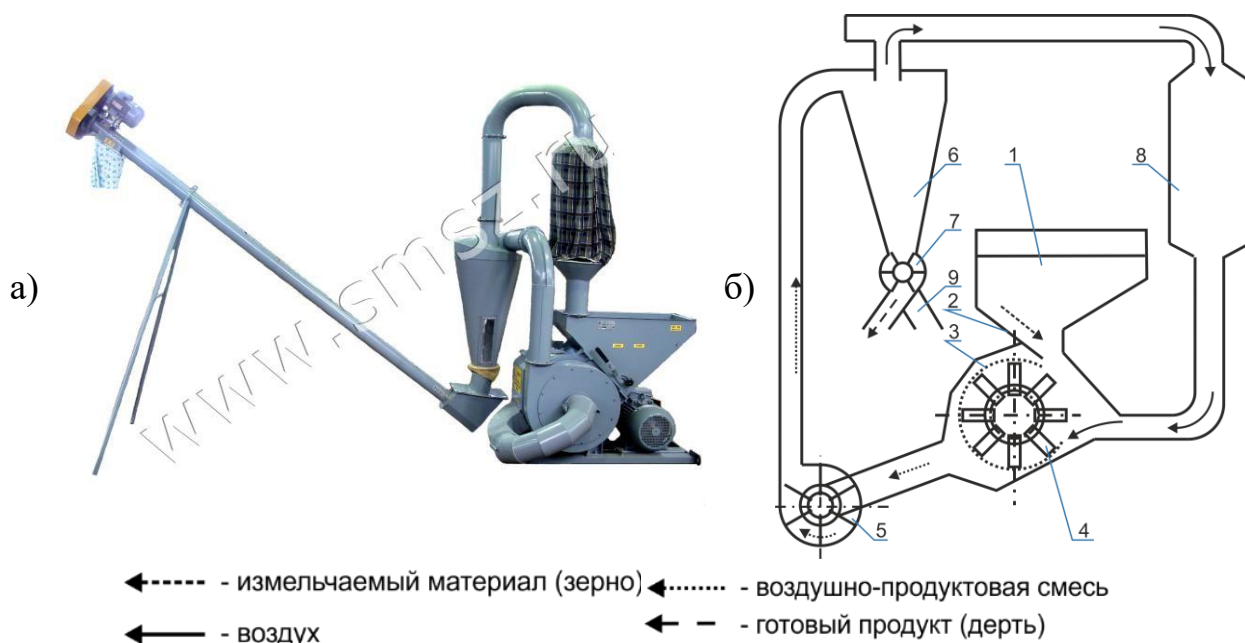


Рис. 1. Общий вид молотковой дробилки КД-2А (а) и ее технологическая схема (б) [8]

Зерно загружается в приемный бункер 1 и, проходя по наклонному днищу горловины 2, попадает в дробильную камеру 3. Под действием ударов вращающегося ротора с молотками 4 оно частично разрушается. Неразрушенные частицы отбрасываются на деки и решета, где окончательно измельчаются. Частицы, по размеру меньшие или равные отверстию решета, попадают в зарешетную полость крышки дробильной камеры, из которой потоком воздуха по всасывающему патрубку, вентилятору 5 и нагнетательному пневмопроводу перемещаются в циклон. В циклоне 6 происходит отделение готового продукта от воздуха. Дерь через шлюзовой затвор 7 и раструб 9 поступает в тару, а воздух уходит через отводящий пневмопровод, фильтровальный рукав 8 и приемный воздушный патрубок – снова в дробилку.

бильную камеру 3. Часть воздуха через фильтр 8 выходит наружу. Этим создается некоторое разрежение при выходе в дробильную камеру 3, благодаря чему устраняется распыливание измельченного корма через не плотности дробильной камеры 3. Пылевидная фракция, осевшая в фильтре, по мере накопления снова попадает в дробильную камеру 3.

Зерно, поступающее на измельчение (ячмень, рожь, овес, горох и т.д.), имеет разные физико-механические свойства: плотность, массу, коэффициент парусности и т.д.. Соответственно дерть, полученная, например, из ячменя и ржи, будет иметь также различные свойства: массу частицы и коэффициент парусности. Следовательно, при несвоевременном отводе измельченного материала вентилятором будет снижаться производительность дробилки и расти доля пылевидной фракции за счет переизмельчения.

В связи с этим нами предлагается оснастить вентилятор крыльчаткой, имеющей лопасти с плавно изменяемым углом атаки (рис. 2), тем самым позволяя регулировать давление разрежения для своевременного отвода различного рода измельчаемого материала, снижения его переизмельчения в дробильной камере и рост равномерности помола.

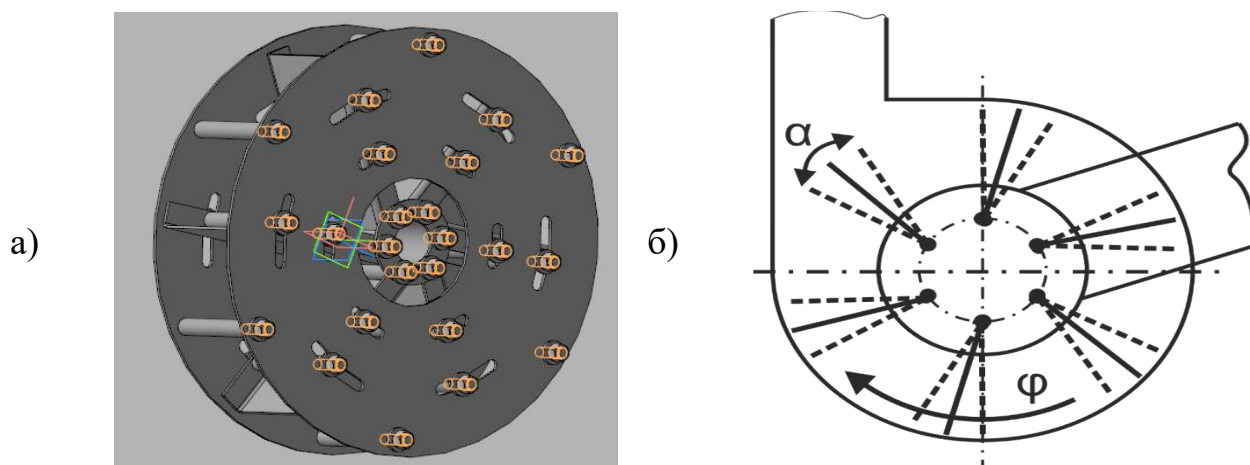


Рис. 2. Общий вид (а) и схема поворота лопастей (б) рабочего колеса вентилятора молотковой дробилки КД-2А

Для проверки работоспособности предложенной конструкции была разработана и изготовлена опытная установка, представляющая собой центробежный вентилятор, состоящий из корпуса в виде архимедовой спирали, ротора, представленного на рисунке 2, с изменяемым углом атаки лопастей в диапазоне $\pm 15^\circ$ от нулевого положения, нагнетательного и выпускного прямого воздуховода.

Для проведения предварительных исследований предложенной конструкции вентилятора была использована методика многофакторного эксперимента типа 2^3 [2, 3]. Выбранные факторы с диапазонами варьирования и критерии оптимизации представлены в таблице.

$$y_1 = 9129,17 + 1533,33x_2 - 1037,5x_3 - 1066,67x_1x_2 - 1312,5x_1x_3 \quad (1)$$

$$y_2 = 1266,42 + 157,417x_2 - 138,75x_3 - 108,25x_1x_2 - 152,417x_1x_3 \quad (2)$$

Факторы, уровни варьирования и критерии оптимизации

Уровни варьирования и план опытов	Факторы			Критерии оптимизации	
	угол атаки лопастей, град	ширина открытия заслонки, см	частота вращения ротора, мин ⁻¹	потребляе- мая мощ- ность, Вт	полное давление разрежения, Па
	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2
Верхний уровень (+1)	+15	6	3000		
Нижний уровень (-1)	-15	3	2400		

Результаты многофакторного дисперсионного анализа ANOVA, осуществленного с помощью пакета программ Statgraphics, показывают, что после исключения малозначимых факторов и их взаимодействий полученные математические модели позволяют объяснить 96,27 % изменчивости потребляемой мощности y_1 и 94,26 % создаваемого полного разрежения y_2 .

Проведенный анализ уравнений регрессии потребляемой мощности y_1 (1) и давления разрежения, создаваемого вентилятором y_2 (2) выявил, что:

- угол атаки лопастей ротора вентилятора x_1 является малозначимым фактором для выбранных критериев оптимизации;
- фактор x_2 является главным фактором, оказывающим влияние на потребляемую мощность y_1 и создаваемое давление y_2 . Причем увеличение ширины открытия заслонки приводит к пропорциональному падению разрежения y_2 .

Анализ двумерных сечений, представленных на рисунке 3, позволяет сделать следующие выводы:

- Увеличение частоты вращения ротора приводит к снижению потребляемой мощности y_1 и росту создаваемого вентилятором разрежения y_2 ;
- Из анализа графиков, представленных на рисунке 3а и 3б следует, что увеличение частоты вращения ротора вентилятора x_3 способствует снижению потребляемой мощности y_1 и росту создаваемого давления разрежения y_2 при положительном угле атаки лопасти x_1 и максимальном открытии заслонки x_2 , а также при отрицательном угле атаки лопасти x_1 и минимальном значении открытия заслонки x_2 .

Графики на рисунках 3в и 3г показывают, что вне зависимости от частоты вращения ротора вентилятора для снижения потребляемой мощности y_1 и создания большего разрежения y_2 следует уменьшать величину открытия заслонки x_2 , но угол атаки лопаток x_1 увеличивать в случае роста частоты вращения x_3 и уменьшать при снижении частоты вращения x_3 .

Выводы. Обосновано применение вентилятора с изменяемым углом атаки лопастей крыльчатки для измельчения злаковых и бобовых культур в молотковых дробилках с целью улучшения равномерности помола и увеличения производительности молотковых дробилок на различных зерновых культурах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С ПОЧЕТВЕРТНОЙ ИНДИКАЦИЕЙ МАСТИТА

А. А. Рылов

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

Аннотация. *Статья посвящена оптимизации параметров настроек электронного блока доильного аппарата, оснащенного устройством индикации мастита по четвертям вымени. В опытах использован почти ротatableльный план для двух факторов из семи опытов. Исследовано влияние на целевую функцию двух факторов: длительности задержки измерений t_z и продолжительности поиска максимума t_n . В качестве целевых функций были выбраны относительные величины среднего (y_{cp}) и максимального (y_{max}) отклонений от минимальной величины напряжений на нижнем плече делителя напряжений. В программу функционирования электронного блока были заложены ограничения по ширине диаграммы молоковыведения $\Delta = 0,03$ с и высоте $U_n = 2,45$ В. В результате исследований определены оптимальные величины настроек программы алгоритма функционирования индикатора мастита доильного аппарата: $t_n = 40$ с; $t_z = 10$ с. Смена свечения светодиодов с зеленого на красный установлена при превышении $y_{max} > 5$ %. Результаты параллельных проб молока из четвертей вымени на кенотест подтвердили технологическую возможность, эффективность применения и целесообразность осуществления доильным аппаратом функции тестирования четвертей на мастит во время доения. Добавление функциональной возможности почетвертной индикации мастита не требует изменения и доработки технической схемы электронного блока, а обеспечивается путем его программирования и настройки. С учетом физиологических особенностей обслуживаемого поголовья диапазон варьирования максимального относительного отклонения напряжения на нижнем делителе электронного блока не должен превышать 6...10 %, которые, на наш взгляд, следует считать предельно допустимыми для здоровых коров.*

Ключевые слова: делитель напряжения, мастит, электроды, электрическая проводимость молока, относительное отклонение.

RESULTS OF OPTIMIZATION OF THE MILKING MACHINE WITH POST-REVERSE MASTITIS INDICATION

A. A. Rylov

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

Abstract: *The article is devoted to optimization of parameters of settings of an electron block of a milking machine equipped with a device for indicating mastitis by udder quarters. The experiments used an almost rotatable plan for two factors out of seven experiments. The influence of two factors on the target function: the duration of the measurement delay t_z and the duration of the search for the maximum t_n . The relative values of the average (y_{cp}) and maximum (y_{max}) deviations from the minimum value of stresses on the lower arm of the voltage divider were chosen as target functions. In the program of functioning of the electronic unit, restrictions were placed on the width of the milk flow diagram $\Delta = 0.03$ s and the height of $U_n = 2,45$ V. As a result of the research, the optimal values of the program settings for the algorithm of functioning of the mastitis indicator of the milking machine were determined:*

$t_n = 40$ s; $t_3 = 10$ s. Changing the led light from green to red is set when $y_{max} > 5$ % is exceeded. The results of parallel samples of milk from udder quarters on the cenotest confirmed the technological possibility, efficiency of application and the feasibility of the milking machine to perform the function of testing quarters for mastitis during milking. The addition of a functional capability for the reverse indication of mastitis does not require changing or updating the technical scheme of the electronic unit, but is provided by programming and configuring it. Taking into account the physiological characteristics of the livestock being served, the range of variation of the maximum relative deviation of the voltage at the lower divider of the electronic block should not exceed 6 ... 10 %, which, in our opinion, should be considered the maximum permissible for healthy cows.

Ключевые слова: voltage divider, mastitis, electrodes, electrical conductivity of milk, relative deviation

Введение. В развитых странах, в результате повсеместного использования машинного доения, у коров широко распространен мастит [1]. Заболевание вымени снижает удои на 10...40 %, ухудшает санитарно-технологическое качество молока и, особенно у высокопродуктивных коров приводит к снижению воспроизводительной функции [2, 3 4]. Ситуация радикально не меняется на протяжении последних лет, более того, мастит становится основной причиной короткого срока производственного использования высокоудойных коров. Возникшие обстоятельства вынуждают осуществлять постоянный контроль [5, 6] над функциональным состоянием молочной железы у лактирующих коров.

Цель работы – оптимизация параметров настройки электронного блока доильного аппарата, осуществляющего диагностику функционального состояния молочной железы непосредственно во время доения коров.

Материалы и методы. Оптимизация параметров настройки электронного блока для объективной оценки функционального состояния четвертей вымени непосредственно во время доения выполнена на животноводческом комплексе у заведомо здоровых лактирующих коров. В исследованиях был реализован почти ротатабельный план для двух факторов из семи опытов, предусматривающий варьирование одного фактора на пяти уровнях, а другого – на трёх [7]. Для обеспечения адекватности фиксирования начала молоковыведения и его окончания в настройках алгоритма функционирования электронного блока установлены заниженные требования к ширине и высоте диаграммы интенсивности извлечения молока ($\Delta = 0,03$ с; $U_n = 2,45$ В). Поиск максимума напряжения осуществлен путем варьирования длительностью времени задержки измерений t_3 (x_2) и продолжительностью поиска максимума t_n (x_1). По результатам наших наблюдений, максимальная интенсивность молоковыведения из любой четверти в среднем наступает в районе 50 с после одевания доильного стакана. Поэтому в алгоритме исследований любое сочетание независимых факторов обязательно предусматривало продолжительность измерения интенсивности молоковыведения в окрестности этой величины. Для исключения влияния не управляемых факторов на абсолютные значения электропроводности молока и увеличения точности диагностики,

в исследованиях в качестве целевых функций были выбраны относительные величины среднего (y_{cp}) и максимального (y_{max}) отклонений от минимальной величины напряжений на нижнем плече делителя напряжения. Для статистической проверки математических моделей опыты в нулевой точке плана выполнены в трёхкратной повторности. После определения оптимальных параметров настройки и соответствующего программирования электронного блока доильного аппарата сравнены результаты тестирования коров с разным функциональным состоянием четвертей вымени с пробами молока на кенотест.

Результаты и обсуждение. План опытов, диапазон варьирования факторов и результаты измерений представлены в таблице 1. По результатам экспериментальных данных после математической обработки получены два уравнения второго порядка (факторы нормированы). Выполненный статистический анализ показывает, что уравнения (1) и (2) адекватно описывают опытные данные в заданном интервале исследования с уровнем значимости $q = 0,05$ при числах свободы $f_1 = 1$ и $f_2 = 14$, так как расчетные значения критериев Фишера меньше соответствующей табличной величины ($F_{расч} = 14,56 < F_{табл} = 18,51$; $F_{расч} = 8,83 < F_{табл} = 18,51$).

$$y_{cp} = 3,38 - 1,22x_1 + 0,62x_2 - 6,93x_1x_2 + 8,33x_1^2 - 0,81x_2^2; \quad (1)$$

$$y_{max} = 5,98 - 1,43x_1 + 1,17x_2 - 8,57x_1x_2 + 8,83x_1^2 - 0,71x_2^2. \quad (2)$$

Таблица 1

План, уровни варьирования факторов и результаты измерений

№	Фактор x_1		Фактор x_2		Целевая функция y_i	
	продолжительность поиска t_n максимума напряжения u_{max}		продолжительность задержки t_z поиска максимума u_{max}		относительное отклонение напряжения	
	уровень	значение, с	уровень	значение, с	среднее y_{cp} , %	максимальное y_{max} , %
1	-1	10	0	10	15,85	19,94
2	1	50	0	10	7,58	9,67
3	0,5	40	0,866	15	2,84	6,61
4	0,5	40	-0,866	5	4,18	6,11
5	-0,5	20	0,866	15	10,09	14,78
6	-0,5	20	-0,866	5	2,37	3,16
7	0	30	0	10	3,38	7,99
8	0	30	0	10	3,95	3,40
9	0	30	0	10	1,85	6,58

Продолжительности времени поиска максимума x_1 и задержки измерений x_2 , начиная с которой определяется максимум напряжения, в заданном интервале варьирования факторов статистически значимо не влияют на величину

ну целевой функции y_{cp} , так как соответствующие расчётные значения t -критерия меньше табличной величины с уровнем значимости $q = 0,05$ ($t_{расч} = 1,58$; $0,80 < t_{табл} = 2,15$). Коэффициент при первом факторе отрицательный, поэтому он оказывает на величину целевой функции обратное влияние. Коэффициент при факторе x_2 имеет положительный знак, что свидетельствует о прямом его влиянии на целевую функцию y_{cp} : чем больше задержка времени, тем выше величина среднего относительного отклонения напряжения.

Коэффициент при совместном влиянии продолжительности поиска и задержки времени x_1x_2 имеет отрицательный знак и статистически значимо влияет на среднюю величину относительного отклонения напряжения y_{cp} с 5 % уровнем значимости, так как $t_{расч} = 4,48 > t_{табл} = 2,15$. Коэффициент при квадратичном члене первого фактора также статистически значимо влияет на целевую функцию y_{cp} с 5 % уровнем значимости, поскольку расчётное значение t -критерия значительно больше табличной величины: $t_{расч} = 5,08 > t_{табл} = 2,15$. Знак при коэффициенте положительный, поэтому на границах интервала варьирования фактор увеличивает величину среднего относительного отклонения напряжения. Коэффициент при квадратичном члене второго фактора статистически значимо не влияет на целевую функцию y_{cp} с 5 % уровнем значимости, так как расчётные значения t -критериев значительно меньше табличной величины: $t_{расч} = 0,53 < t_{табл} = 2,15$. Знак при коэффициенте отрицательный, поэтому на границе интервала варьирования фактора снижается величина среднего относительного отклонения напряжения.

Графическая интерпретация уравнения (1) представлена на рисунке 1. Поверхность отклика имеет седлообразный вид с минимаксом, равным $y_{cp} = 3,38$ % в центре эксперимента. На рисунке 1 видно, что величина среднего относительного отклонения напряжения в исследуемом интервале варьирования факторов изменяется в широком диапазоне от 2,0 до 8,0 %. Минимальные значения средней величины относительного отклонения напряжения расположены в первом и третьем квадрантах.

На наш взгляд, алгоритм индикации мастита электронным блоком должен содержать интервалы варьирования продолжительностями задержки $t_z = 12,5...15,0$ с и поиска $t_n = 34,0...38,0$ с, так как при этих параметрах аргументов целевая функция будет варьировать в диапазоне: $y_{cp} = 2,0...2,5$ %. Диапазон варьирования среднего относительного отклонения напряжения на нижнем делителе электронного блока не должен превышать 3,0 %, которые следует считать допустимой нормой для абсолютно здоровых коров.

Графическая интерпретация уравнения (2) представлена на рисунке 2. Поверхность отклика y_{max} , внешне напоминающая поверхность отклика для среднего относительного отклонения напряжения, имеет седлообразный вид с более высокими значениями целевой функции и минимаксом, равным 5,98 % в центре исследования.

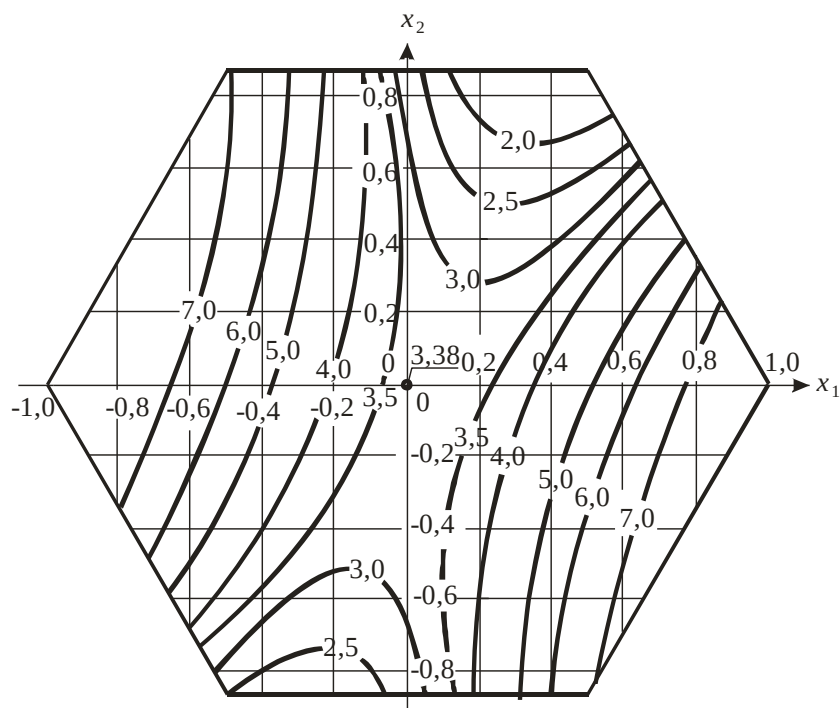


Рис. 1. Совместное влияние продолжительности (x_1) и задержки (x_2) поиска на величину среднего относительного отклонения напряжения (y_{cp})

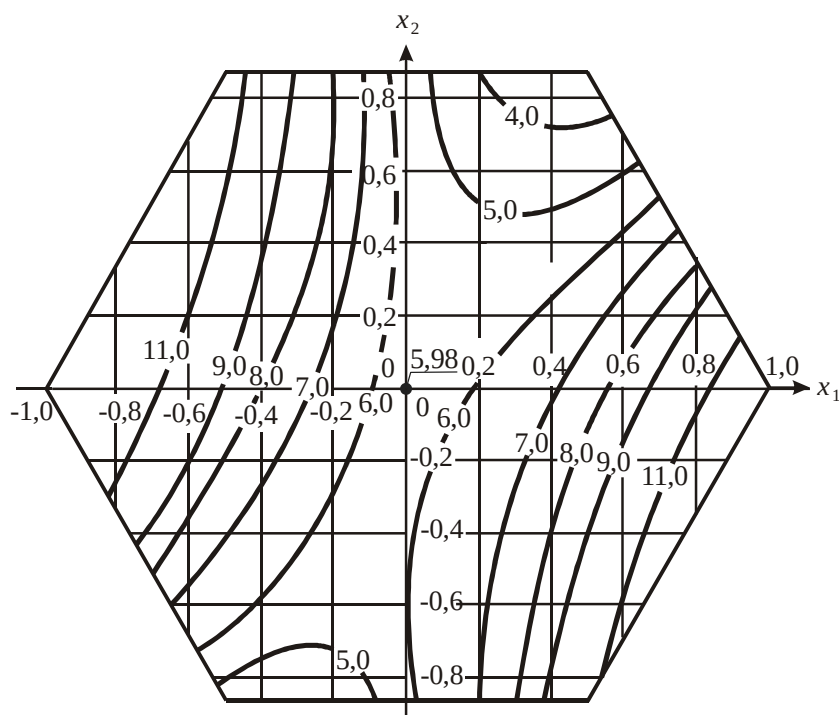


Рис. 2. Совместное влияние продолжительности (x_1) и задержки (x_2) поиска на величину максимального относительного отклонения напряжения (y_{max})

Продолжительность поиска максимума x_1 в заданном интервале варьирования факторов статистически значимо не влияет на величину целевой функций y_{max} , так как соответствующее расчётное значение t -критерия меньше табличной величины с уровнем значимости $q = 0,05$ ($t_{расч} = 1,06 < t_{табл} = 2,15$).

Коэффициент при первом факторе отрицательный, поэтому он оказывает на величину целевой функции обратное влияние. Продолжительность задержки поиска x_2 , после истечения которого в заданном интервале начинается поиск максимума напряжения, статистически значимо не влияет на величину целевой функций y_{max} , так как соответствующее расчётное значение t -критерия меньше табличной величины с уровнем значимости $q = 0,05$ ($t_{расч} = 0,86 < t_{табл} = 2,15$). Знак при коэффициенте положительный, поэтому фактор оказывает прямое воздействие на целевую функцию.

Коэффициент при совместном влиянии обоих факторов x_1x_2 в уравнении (2) статистически значимо влияет на величину максимального относительного отклонения напряжения с 5 % уровнем значимости, так как $t_{расч} = 3,17 > t_{табл} = 2,15$, знак при коэффициенте взаимодействия факторов отрицательный. Коэффициент при квадратичном члене первого фактора статистически значимо влияет на целевую функцию y_{max} с 5 % уровнем значимости, поскольку расчётное значения t -критерия значительно больше табличного: $t_{расч} = 3,08 > t_{табл} = 2,15$. Знак при коэффициенте положительный, поэтому на границах интервалов варьирования фактор увеличивает величину максимального относительного отклонения напряжения. Коэффициент при втором квадратичном члене статистически значимо не влияет на целевую функцию y_{max} с 5 % уровнем значимости, так как расчётное значение t -критерия значительно меньше табличной величины: $t_{расч} = 0,26 < t_{табл} = 2,15$. Знак при коэффициенте отрицательный, поэтому на границах интервалов варьирования фактор несколько уменьшает величину максимального относительного отклонения напряжения.

Из рисунка 2 следует, что величина максимального относительного отклонения напряжения в исследуемом интервале варьирования факторов изменяется в широком диапазоне от 4,0 до 11,0 %. Минимальные значения максимальной величины относительного отклонения напряжения расположены в первом и третьем квадрантах. Первый квадрант следует считать более предпочтительным, поскольку больший диапазон варьирования факторов соответствует минимуму целевой функции: $y_{max} \leq 5$ %. Необходимо заметить, что желаемый интервал варьирования целевой функции $y_{max} \leq 5$ % совпадает с оптимальным диапазоном варьирования факторов для модели $u_{ср}$: $t_3 = 12,5..15,0$ с; $t_n = 34,0...38,0$ с.

На заключительном этапе исследований с учетом результатов оптимизации, а также наличия в стаде первотелок, которые, как правило, быстро сбрасывают молоко, были использованы следующие параметры настроек алгоритма функционирования электронного блока доильного аппарата: $t_n = 40$ с; $t_3 = 10$ с; $\Delta = 0,03$ с; $U_n = 2,45$ В. Смена свечения светодиодов с зеленого на красный установлена при превышении $y_{max} > 5$ %. После программирования электронного блока доильного аппарата сравнены его результаты

тестирования на мастит во время доения коров с разным функциональным состоянием четвертей вымени с диагнозами, вытекающими из параллельной проверки проб молока из четвертей вымени на кенотест.

У первотелки Розалия во время доения доильным аппаратом, оборудованным устройством почетвертного контроля интенсивности молоковыведения вышеуказанными настройками, светодиоды по окончании доения не сменили цвет, относительное максимальное отклонение напряжения составило $y_{max} = 3,40 \%$. Аналогичные показатели были получены при доении первотелки Влаги: $y_{max} = 3,94 \%$.

У Вискозы ветеринарная служба квалифицирует по пробе молока на кенотест подозрение на воспалительный процесс в задней правой четверти. Такое заключение совпадает с результатами диагностирования доильным аппаратом: максимальное относительное отклонение напряжения в этой четверти $y_{max} = 5,1 \%$ незначительно больше 5% .

У Оливы проба молока на кенотест свидетельствует о воспалительном процессе в передней левой и задней правой четвертях, что совпадает с результатами функционирования доильного аппарата: произошла смена зеленого цвета свечения светодиодов на красный для данных четвертей; максимальные относительные отклонения напряжения в этих четвертях соответственно составили: $y_{max} = 13,6 \%$ и $y_{max} = 11,3 \%$.

У Беседы ветеринарная служба диагностирует воспалительный процесс в передней левой и задней левой четвертях. Такой диагноз уверенно совпадает с результатами функционирования доильного аппарата: красное свечение светодиодов, величины максимальных относительных отклонения напряжения в этих четвертях составили $y_{max} = 12,8 \%$ и $9,7 \%$.

Вердикт ветеринарной службы о мастите в передней левой четверти у Руты подтверждается красным свечением соответствующего светодиода и результатом оценки электронным блоком максимальной относительной величины напряжения в делителе, так как $y_{max} = 10,97 \%$ превышает $5,0 \%$.

Мастит в передней левой четверти у коровы Кошка полностью подтверждается красным свечением светодиодов и результатом оценки максимального относительного отклонения напряжения в этой четверти, поскольку $y_{max} = 8,9 \% > y_{max} = 5,0 \%$.

Заключение. В результате выполненных исследований подтверждена технологическая возможность, эффективность применения и целесообразность расширения перечня функций, выполняемых доильными аппаратами, оснащенными устройствами почетвертного контроля интенсивности молоковыведения, за счет осуществления ими дополнительной опции: диагностики функционального состояния четвертей вымени коров на мастит непосредственно во время доения. Добавление функциональной возможности почетвертной индикации мастита не требует изменения и доработки технической схемы электронного блока, а обеспечивается путем его программирования и настройки.

С учетом физиологических особенностей обслуживаемого поголовья диапазон варьирования максимального относительного отклонения напряжения на нижнем делителе электронного блока не должен превышать 6...10 %, которые, на наш взгляд, следует считать предельно допустимыми для здоровых коров. На такой диапазон с учетом индивидуальных особенностей обслуживаемого поголовья следует настраивать электронный блок для световой сигнализации об изменении функционального состояния (мастите) четвертей вымени.

Список литературы

1. Машинное доение коров – искусство / Сафиуллин Н.А., Хазипов Н.Н., Шайдуллин М.З., Загидуллин Л.Р., Каюмов Р.Р., Волков Р.А. Казань: Печатный двор, 2013. 107
2. Алиев А.Ю., Магометов А.С. Распространения мастита у коров в хозяйствах Хунзахского района республики Дагестан // Проблемы ветеринарной науки и пути их решения: материалы региональной научн.-практ. конф. Махачкала, 2019. С. 14-17.
3. Экхорутовен О.Т., Медведев А.Г. Неконтагиозный мастит у коров // Актуальные проблемы ветеринарного акушерства и репродукции животных: Матер. междунар. науч.-практ. конф. Горки: БСХА, 2013. С. 458-464.
4. К вопросу холостого доения коров / П.А. Савиных, В.Н. Шулятьев, А.А. Рылов // Молочно-хозяйственный вестник. Выпуск №1 (29). Вологда: ВГМХА, 2018. С. 134-139.
5. Кирсанов В.В., Милешина О.В. Селективная технологическая линия доения с аналитическим блоком измерения и отделения аномального молока в потоке // Вестник НГИЭИ №10 (17), 2012. С. 64-69.
6. Кирсанов В.В., Милешина О.В. Способы и технические средства определения ранней диагностики мастита у коров и отделения аномального молока в потоке при доении на доильных установках // Вестник ВНИИМЖ №2 (2), 2011. С. 54-58.
7. Вознесенский В.А., Баженов Ю.М. Перспективы применения математических методов в технологии сборного железобетона. М.: Стройиздат, 1974. 192 с.

Содержание

Баталова Г. А.

Некоторые результаты и перспективы научных исследований ФАНЦ Северо-Востока.....	3

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО, БИОТЕХНОЛОГИЯ И ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Амунова О. С.

Динамика содержания фотосинтетических пигментов во флаговых листьях сортов яровой пшеницы разных групп спелости.....	10

Амунова О. С., Тиунова Л. Н.

Сравнительная засухоустойчивость сортов мягкой яровой пшеницы, выведенных в Америке, Европе и Азии.....	16

Байкалова Л. П., Карвель А. Б.

Перспективы двуукосного использования ярового ячменя в Красноярском крае.....	22

Байкалова Л. П., Серебренников Ю. И.

Адаптивность сортов гороха посевного в Красноярской лесостепи.....	26

Башлакова О. Н., Синцова Н. Ф.

Агроэкологическое испытание селекционных образцов картофеля.....	33

Волкова Л.В.

Проблема совмещения высокого содержания белка и массы 1000 зерен в селекции яровой пшеницы.....	37

Вологжанина Е.Н., Баталова Г.А.

Применение препарата КАС 28 на яровой тритикале.....	45

Гончаренко А.А., Макаров А.В., Ермаков С.А., Семенова Т.В.,

Точилин В.Н., Цыганкова Н.В., Крахмалева О.А.

Селекция гетерозисных гибридов F1 озимой ржи на основе ЦМС.....	50

Гончаренко А.А., Макаров А.В., Кузьмич М.А., Ермаков С.А.,

Семенова Т.В., Точилин В.Н., Цыганкова Н.В., Кузьмич Л.С.,

Гончаренко М.С., Крахмалева О.А., Яшина Н.А.

Оценка сортов озимой ржи по крупнообразующей способности.....	57

Грипась М.Н., Арзамасова Е.Г., Попова Е.В., Онучина О.Л.

История селекции многолетних трав в Вятском крае.....	62

Дементьев Д.А.

Влияние плотности посадок хмеля на его урожайность и содержание альфа-кислот.....	70

Емелев С.А.

Оценка мутантов ярового ячменя в конкурсном сортоиспытании Вятской ГСХА.....	74

Жуйкова О.А., Баталова Г.А.

Проявление вредоносности красно-бурой пятнистости овса.....	80

Зайцева И.Ю., Кокина Л.П.

Селекционная ценность алюмотолерантных сортов ярового ячменя.....	86

Зайцева И.Ю., Шаджиков А.А., Щенникова И.Н.	
Перспективные сорта конкурсного сортоиспытания ячменя.....	91
Кедрова Л.И., Уткина Е.И.	
История и современное состояние селекции озимой ржи в Северо-Восточном селекцентре.....	97
Константинова С. П.	
Применение средств защиты на семенных посадках картофеля.....	104
Кротова Н.В., Баталова Г.А.	
Наследование основных хозяйственно-ценных признаков гибридами F1 ярового овса в условиях Волго-Вятского региона.....	109
Ленточкин А.М.	
Сравнительная характеристика семенных достоинств сортов яровой пшеницы разных эколого-биологических групп.....	115
Леонтьева В.В.	
Создание новых сортов хмеля.....	120
Лисицын Е. М.	
Урожайность овса и ячменя в меняющихся погодно-климатических условиях Кировской области.....	130
Мамаева Л.В.	
Методы оценки зерновых культур на устойчивость к абиотическим стрессам.	135
Набатова Н.А.	
Оценка урожайности и адаптивности сортов озимой ржи в условиях Волго-Вятского региона.....	139
Пай О.А., Фомина М.Н.	
Биохимические показатели зерна у коллекционных образцов овса в условиях Северного Зауралья.....	145
Парфенова Е.С.	
Наследование хозяйственных признаков гибридов озимой ржи.....	150
Пислегина С.С., Четвертных С.А.	
Изучение перспективных линий гороха в условиях Кировской области.....	156
Псарева Е.А.	
Реакция сортов озимой ржи на различные условия вегетации.....	161
Ренгартен Г.А.	
Оценка сортообразцов черёмухи и рябины красной для дальнейших этапов селекции в Кировской области.....	167
Рылова О.Н., Шляхтина Е.А.	
Влияние сроков уборки на урожайность и качество зерна озимой ржи в условиях Кировской области.....	173
Савинцева Л.С., Бакулина А.В., Башлакова О.Н., Синцова Н.Ф.	
Молекулярный скрининг устойчивости к фитопатогенам сортов картофеля, выведенных в условиях Кировской области.....	178
Салтыкова Т.И., Вахрушева Н.С., Софронов А.П.	
История селекции чёрной смородины в Кировской области.....	182

Симонова О.А.	
Влияние железа на антиоксидантную систему растений ячменя.....	187
Синцова Н.Ф., Баилакова Н.Н.	
Новый сорт картофеля Дачница.....	192
Снигирева О.М., Усова Г.А.	
Влияние регуляторов роста на фотосинтетический аппарат ярового овса сорта Сапсан.....	197
Тетянников Н.В., Боме Н.А., Вайсфельд Л.И.	
Изменчивость элементов продуктивности ячменя под влиянием химического мутагена фосфемида.....	204
Тимофеев Н.П.	
Итоги 30 лет культивирования левзеи сафлоровидной <i>Rhaponticum</i> <i>carthamoides</i> в агроценозе Европейского Севера.....	210
Тиунова Л.Н.	
Относительная роль генотипа и погодных условий в синтезе хлорофилла <i>a</i> в листьях овса.....	216
Тулякова М.В., Баталова Г.А., Пермякова С.В., Градобоева Т.П.	
Результаты изучения коллекции овса пленчатого в условиях Волго-Вятского региона.....	221
Уткина Е.И., Щеклеина Л.М.	
Морфологическая и фитопатологическая оценка проростков озимой ржи на различных фонах обработки семян биопрепаратами.....	227
Фирсова С.В., Софронов А.П., Русинов А.А.	
Изучение биохимического состава груши в условиях Кировской области.....	233
Харина А. В.	
Влияние поражения яровой пшеницы листовыми болезнями на содержание фотосинтетических пигментов в листьях растений.....	237
Черемисинов М.В., Емелев С.А.	
Влияние регуляторов роста и протравителей семян на площадь листьев ячменя.....	244
Чуракова С.А., Тиунова Л.Н.	
Влияние генотипа и среды на состояние пигментного комплекса листьев овса...	247
Шамова М.Г.	
Влияние погодных условий на урожайность и качество зерна озимой ржи.....	252
Широких А.А., Широких И.Г.	
Биоконверсия растительных отходов ксилотрофными базидиомицетами.....	257
Щеклеина Л.М.	
Зависимость болезней озимой ржи от сезонной динамики климатических факторов.....	262
Щеклеина Л. М., Рыженков Е. В., Шешегова Т. К.	
Устойчивые к фузариозным корневым гнилям сорта яровой пшеницы и озимой ржи.....	267

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, ЭКОНОМИКА АПК

Власов А. Г., Халецкий С. П., Булавина Т. М.

Фотосинтетический потенциал посевов овса (*Avena sativa* L.) различных сроков сева и уровня азотного питания..... 272

Гурьянов А.М., Артемьев А.А.

90 лет аграрной науке Республики Мордовия: прошлое и настоящее..... 278

Ефимова А.Ю., Замятин С.А.

Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя..... 284

Козлова Л.М.

Система земледелия – как средство оптимизации агроландшафтов..... 289

Кукушкина Т.С. Механизация возделывания хмеля в России..... 295

Лыскова И.В., Лыскова Т.В.

Определение степени подвижности фосфатов дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы..... 300

Михайлова Н.Н., Никифорова И.И., Фадеев А.А.

Особенности технологии возделывания сои северного экотипа..... 305

Носкова Е.Н., Попов Ф.А.

Приемы обработки почвы и фитосанитарное состояние посевов звена севооборота..... 310

Попов Ф.А., Козлова Л.М.

125 лет исследованиям по земледелию, агрохимии и кормопроизводству..... 315

Фигурин В.А., Кислицына А.П.

Продуктивность клевера лугового и травосмесей с ним при разных сроках уборки первого укоса..... 321

Юлушев И.Г. Агрохимия Вятско-Камской земледельческой провинции..... 327

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

Некрасов А.А., Попов Н.А.

Влияние отдельных факторов на эффективность молочного животноводства в стаде красно-пестрой породы..... 340

Попов Н.А. Признак белкомолочности при разведении племенного стада... 348

Фомичев Ю.П., Ермаков И.Ю.

Влияние добавления в рацион коров энергетика, *Spirulina platensis* и антиоксиданта на продуктивность и качество молока..... 357

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Дёмин С.Л., Тимшин Д.И.

Анализ конструкций многофункциональных почвообрабатывающих агрегатов... 364

Савиных П.А., Исупов А.Ю., Глушевский М.А.

Вентилятор с изменяемым углом атаки лопаток и результаты предварительных исследований..... 370

Рылов А. А.

Результаты оптимизации доильного аппарата с почетвертной индикацией мастита..... 376

**VI Международная
научно-практическая конференция**

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

в рамках Международной научно-практической конференции

**НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
АПК ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА:
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**посвященной 125-летию Федерального аграрного научного центра
Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого**

Техническая редакция, вёрстка
И. В. Кодочигова

Подписано к печати 28 сентября 2020 г.
Формат 60x84^{1/16}. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 22,55.
Тираж 500 экз. Заказ 24.

Отпечатано с оригинал-макета
Типография ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
610007, г. Киров, ул. Ленина, 166а