



**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение**

**«Федеральный исследовательский центр
«Красноярский научный центр Сибирского
отделения Российской академии наук»**

**Красноярский научно-исследовательский институт сельского
хозяйства**

**Материалы научно-практической конференции
с международным участием**

СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ В ПРИЕНИСЕЙСКОЙ СИБИРИ

**В рамках Проблемного Совета СО РАН по селекции, генетике,
биотехнологии и семеноводству сельскохозяйственных культур в
Сибири**

27 – 28 июля 2023 г.

Красноярск 2024

УДК 631 ББК 41.3

Состояние и проблемы сельскохозяйственной науки в Приенисейской Сибири: материалы конференции с международным участием. г. Красноярск
Под общей редакцией академика РАН Сурина Н.А. Красноярск:
КрасНИИСХ, ФИЦ КНЦ СО РАН, 2024. 239 с.

Рецензенты:

Заушинцена А.В., доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и природопользования института биологии, экологии и природных ресурсов ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Халипский А.Н., доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой растениеводства, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

Редакционная коллегия:

Сурин Н.А., академик РАН, руководитель научного направления

Шпедт А.А. – директор ФИЦ КНЦ СО РАН, д.с.-х.н.

Липшин А.Г. – директор КрасНИИСХ, к.с.-х.н.

Козулина Н.С. – заместитель директора по научной работе КрасНИИСХ, к.с.-х.н.

Герасимов С.А. – ведущий научный сотрудник, к.с.-х.н.

Кожухова Е.В. – ведущий научный сотрудник, к.с.-х.н.

Федосенко Д.Ф. – научный сотрудник, к.с.-х.н.

Нешумаева Н.А. – ведущий научный сотрудник, к.б.н.

Ступко В.Ю. – ведущий научный сотрудник, к.с.-х.н.

ISBN 978_5_6050879_0_8

Представлены современные и перспективные направления аграрной науки. Приведены результаты исследований по селекции и семеноводству полевых культур, земледелию, растениеводству, генетике и биотехнологии, животноводству, селекции на качество растительного сырья, применения баз данных в оценке генетического разнообразия. Материалы предназначены для специалистов в области селекции, биотехнологии, растениеводства, аграрной науки, земледелия, студентов и аспирантов, а также руководителей сельскохозяйственных организаций. Авторы опубликованных статей несут ответственность за достоверность и точность приведенных фактов, цитат, экономико-статистических данных, собственных имен, географических названий и прочих сведений, а также за разглашение данных, не подлежащих открытой публикации. Статьи опубликованы в авторской редакции.

ISBN 978-5-6050879-0-8



© ФИЦ КНЦ СО РАН, 2024 г.

© Красноярский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства –
обособленное подразделение
ФИЦ КНЦ СО РАН, 2024 г.

© Авторы публикаций, 2024 г

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. Актуальные вопросы селекции и семеноводства

<i>Гарьдхуу Жамц, Т.К. Смыкова, Н.А. Сурин</i> ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МИНУСИНСКИХ СОРТОВ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ МОНГОЛИИ.....	6
<i>Е.Р. Буханов, А.Г. Липшин, В.Н. Шихов, В.В. Вагнер, В.В. Величко, А.Д. Шефер, А.П. Рябичев, Н.А. Сурин</i> ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ РОСТА РАСТЕНИЙ НА ПАРАМЕТРЫ ФОТОСИНТЕЗА.....	12
<i>В.П. Шаманин, А.С. Чурсин, С.С. Шепелев, О.Г. Кузьмин, А.Н. Айдаров, И.В. Потоцкая, В.Е. Пожерукова, М.С. Гладких, А.О. Вернер, С.А. Ессе, М. Н. Кошкин</i> СЕЛЕКЦИЯ ПШЕНИЦЫ В ОМСКОМ ГАУ – ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	24
<i>Гарьдхуу Жамц, Н.А. Сурин, С.А. Герасимов, А.В. Сидоров, Н.С. Козулина, Л.К. Бутковская</i> СОЗДАНИЕ ЗАСУХОУСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ В СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, КАЗАХСТАНА, МОНГОЛИИ.....	33
<i>Л.К. Бутковская, Е.В. Васильева</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СЕМЕНОВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ.....	39
<i>М.А. Тимина, А.А. Чуслин</i> РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОЙ ЛЕСОСТЕПИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ.....	50
<i>Р.И. Полюдина</i> МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ СИБИРСКИХ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ДЛЯ АПК РОССИИ.....	59
<i>А.В. Сидоров, Н.С. Герасимова, М.А. Семирадская</i> ПАРАМЕТРЫ АДАПТИВНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ И КАЧЕСТВУ КЛЕЙКОВИНЫ.....	64
<i>А.М. Асанов, Л.В. Омелянюк, А.Ж. Саурбаев</i> НОВЫЙ СОРТ ЧЕЧЕВИЦЫ СИБИРСКАЯ.....	75
<i>М.Н. Фомина, Ю.С. Иванова, Н.А. Брагин, М.В. Брагина</i> СЕЛЕКЦИЯ ЗЕРНОФУРАЖНЫХ КУЛЬТУР В СЕВЕРНОМ ЗАУРАЛЬЕ.....	80

С.А. Герасимов
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ
ЯЧМЕНЯ СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ.....92

Д.Ф. Федосенко, А.В. Сидоров
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ
СОЗДАНИИ ОЗИМЫХ СОРТОВ.....101

Е.В. Кожухова, В.В. Новиков, Н.С. Герасимова
ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ И СБОР БЕЛКА В
СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦАХ ГОРОХА.....109

Л.Н. Шевцова, Н.С. Козулина
БАЗЫ ДАННЫХ В ОЦЕНКЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПО
ГОРДЕИНАМ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВЕ
В КРАСНОЯРСКОМ НИИСХ.....117

А.В. Сумина, В.И. Полонский
ПРОБЛЕМЫ СЕЛЕКЦИИ ОВСА НА ПИЩЕВЫЕ ЦЕЛИ.....127

Секция 2. Биотехнология, вопросы современного земледелия и агротехнологий

Н.Д. Кураченко, О.А Власенко, О.А Ульянова., В.В Казанов., Е.Ю. Казанова
ПРОДУКЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЯРОВОГО РАПСА ПРИ
ПРИМЕНЕНИИ СРЕДСТВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ.....136

А.В. Бобровский, М.А. Михайлец
ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ В БАКОВЫХ СМЕСЯХ ПРИ БОРЬБЕ С
СОРНЫМ КОМПОНЕНТОМ АГРОЦЕНОЗА.....142

В.Л. Бопп
ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ БИОГЕННОГО ФЕРРИГИДРИТА НА
ОКОРЕНЯЕМОСТЬ ЗЕЛЕННЫХ ЧЕРЕНКОВ ЖИМОЛОСТИ.....151

Е.В. Кожухова, В. В. Новиков
ПРОДУКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА ПЕРИОДА ВСХОДЫ-БУТОНИЗАЦИЯ
ДЛЯ ЛИСТОЧКОВЫХ И ПОЛУБЕЗЛИСТОЧКОВЫХ ОБРАЗЦОВ
ГОРОХА.....156

А.В. Чжан, Н.А. Дрокин, Н.М Ничкова, Ж.М. Мороз
ОТЛИЧИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ИМПЕДАНСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЗЕРЕН ПШЕНИЦЫ, УВЛАЖНЕННЫХ РАСТВОРАМИ KCl и NaCl.....165

А.А. Рябцев
ЯРОВОЙ РАПС ПОД ЗАЩИТОЙ КОМПАНИИ «АВГУСТ»
В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ.....173

М.С. Шевцова, В.Ф. Кадоркина, М.Г. Лубочников
 ПАРАМЕТРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ СЕЛЕКЦИОННЫХ
 ОБРАЗЦОВ ЛОМКОКОЛОСНИКА СИТНИКОВОГО В УСЛОВИЯХ ЮГА
 СРЕДНЕЙ СИБИРИ.....182

Н.С. Козулина, В.С. Литвинова, Л.В. Фомина, Ж.Н. Шмелёва,
 АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ
 ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ
 МОНГОЛИИ.....191

**Н.А. Булавина, Т.М. Барыбкина, А.Г. Липшин, Н.С. Козулина, А.В.
 Бобровский, А.В. Василенко**
 ВНЕДРЕНИЕ СОРТОВ СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ
 МОНГОЛИИ.....199

Секция 3. Трибуна молодых ученых

Е.А. Сурина, Л.К. Бутковская
 ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА РАЗМНОЖЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
 СЕМЯН СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ.....206

Т.В. Зазнобина, Л.В. Ефимова
 ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ ДВУХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ООО
 «ОПХ СОЛЯНСКОЕ».....211

С.С. Голубев
 РЕЗУЛЬТАТЫ ГИБРИДИЗАЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ
 ЛЕСОСТЕПИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ.....216

А.О. Поляков, В.В. Мудрова
 ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАССЫ 1000 ЗЁРЕН СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПОД
 ВЛИЯНИЕМ УСЛОВИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ.....222

Н.С. Помыткин, С.Ю. Луговцова, В.Ю. Ступко
 ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА
 МИКРОКЛУБНЕОБРАЗОВАНИЕ РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ
 КАРТОФЕЛЯ IN VITRO.....227

СВЕДЕНИЯ
ОБ АВТОРАХ.....231

УДК 631:635

DOI 10.52686/9785605087908_6

**ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
МИНУСИНСКИХ СОРТОВ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР В
ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ МОНГОЛИИ**

Гарьдхуу Жамц, д. б. н., Национальная академия наук Монголии,
Улан-Батор, Монголия
e-mail: garidhuu.j@gmail.com

Т.К. Смыкова, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ
КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

Н.А. Сурин, д. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ
КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

Аннотация. На протяжении 20 лет филиал ФИЦ КНЦ СО РАН ОПХ «Минусинское» сотрудничает с Увсу-Нурским отделением НИИ растениеводства и земледелия Монгольской академии сельскохозяйственных наук в рамках национальной программы «Зеленая экотрасса». В результате в Увсу-Нурский аймак Монголии интродуцированы 17 сортов Минусинской селекции: черной смородины – 7 сортов, красной смородины – 2, облепихи – 2, жимолости – 3, яблони – 3 сорта. За весь период экспортировало около 200 тысяч саженцев. Проведена большая работа по организации питомниководства, получению посадочного материала в Улаангомском питомнике, объемы которого доведены до 30 тысяч штук саженцев в год. За вклад в развитие садоводства Увсу-Нурского аймака Монголии коллективы Минусинского отдела плодово-ягодных культур Красноярского НИИСХ и ОПХ «Минусинское» награждены Почетным грамотами губернатора и Президиума хурала гражданских представителей Увсу-Нурского аймака Монголии.

Ключевые слова: Садовые культуры, сорта, интродукция, сотрудничество, посадочный материал

ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS OF CULTIVATION OF MINUSINSK VARIETIES OF FRUIT AND BERRY CROPS IN THE WESTERN PART OF MONGOLIA

Zhamts Gardhuu, doctor of Biological Sciences, National Academy of Sciences
of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

e-mail: garidhuu.j@gmail.com

T.K. Smykova, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research
Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

N.A. Surin, doctor of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of
Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

Abstract: For 20 years, the Minusinsk branch of the Federal Research Center KSC SB RAS has been collaborating with the Uvsu-Nur branch of the Research Institute of Plant Growing and Agriculture of the Mongolian Academy of Agricultural Sciences within the framework of the national Green Eco-Route program. As a result, 17 varieties of Minusinsk selection were introduced in the Uvsu-Nur aimak of Mongolia: black currants - 7 varieties, red-red currants - 2, sea buckthorn - 2, honeysuckle - 3, apple trees - 3 varieties. Over the entire period, about 200 thousand seedlings were exported. A lot of work has been done to organize a nursery and obtain planting material in the Ulaangoma nursery, the volume of which amounted to 30 thousand seedlings per year. For their contribution to the development of horticulture in the Uvsu-Nur aimak of Mongolia, the team of the Minusinsk Department of Fruit and Berry Crops of the Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture and “Minusinskoe” experimental production farm were awarded Certificates of Honor from the governor and the Presidium of the Khural of representatives of the representatives of the Uvsu-Nur aimak of Mongolia.

Keywords: Garden crops, varieties, introduction, cooperation, planting material

Введение

Для борьбы с опустыниванием Правительство Монголии приняло национальную программу «Зеленая экотрасса», которая успешно осваивается во всех округах страны, в том числе и к котловине Больших Озёр [1]. В неё

входит Увсу-Нурское отделение НИИ растениеводства и земледелия Монгольской академии сельскохозяйственных наук (г.Улаангом), с которым Минусинский отдел плодово-ягодных культур Красноярского НИИСХ – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН и ОПХ «Минусинское» – филиал ФИЦ КНЦ СО РАН выполняли научную работу в суровых почвенно-климатических условиях на протяжении 20 лет.

В рамках выполнения межведомственной координационной программы проводилась работа по интродукции и сортоизучению садовых культур минусинской селекции в западной части Монголии.

Цель и новизна данных исследований заключается в создании сортов садовых растений, способных при жестких гидротермических режимах формировать стабильные урожаи высококачественной продукции, устойчивых к стрессам сортов, с продвижением лучших в аналогичные по природно-климатическим условиям территории Центрально-Азиатского региона для первичного освоения зарубежного потребительского рынка.

Методы исследований

Решались задачи по созданию селекционного материала, обладающего разнообразными хозяйственно-ценными свойствами на основе подбора эффективных родоначальных форм и родительских компонентов; объективной оценки минусинских селекционных форм и сортов по потенциальной зимостойкости и засухоустойчивости в более суровых природных условиях; выявлению новых экологических зон, где могут выращиваться минусинские сорта без потери первоначальных уровней своих признаков; ускоренному размножению ценных сортов и обеспечению их распространения на больших площадях; расширению рынков сбыта посадочного материала; получению дополнительных доходов для покрытия издержек и создания финансовой базы дальнейших исследований.

В результате научных исследований в Увсу-Нурский аймак Монголии интродуцированы 17 сортов Минусинской селекции: черной смородины – 7

сортов, красной смородины – 2, облепихи – 2, жимолости – 3, яблони – 3 сорта.

Территория аймака характеризуется неблагоприятными условиями для возделывания плодово-ягодных культур. Агроклиматический потенциал колеблется в пределах 0,37-0,42 и менее. Здесь очень мало осадков (120-250 мм в год), снежный покров небольшой (6-15 см), местами отсутствует. Зима суровая (до -45...-50 °C), сильные иссушающие ветры и пыльные бури действуют на растения отрицательно, безморозный период 100-128 дней. Возделывание садовых культур невозможно без орошения. Почвы в основном светло-каштановые и каштановые, по механическому составу легкосуглинистые и среднесуглинистые, слабогумусные, плодородный слой маломощный [2].

Результаты исследований

На фоне орошения выявлена высокая степень адаптации к условиям Увсу-Нурского аймака сортов яблони, черной смородины и облепихи. Выделившиеся сортобразцы по продуктивности превысили контрольные формы (отборные формы местной популяции) на 17,6-31,4%. Урожайность яблони – 4,3 кг/дерева или 54 ц/га; смородины – 1,2 кг/куста или 40 ц/га; облепихи – до 5 кг/куста или 62,5 ц/га.

Сорта отличаются улучшенными потребительскими качествами плодов, хорошей приспособляемостью к возделыванию по традиционным технологиям региона с минимизацией обработки почвы. По рекомендации монгольских исследователей включены в районированный ассортимент по Увсу-Нурскому аймаку сорта яблони: Минусинское красное, Минусинское десертное; смородины черной – Отрадная, Достойная, Дочь Дружной; облепихи – Минуса и Солнечная с перспективой закладки сортовых плантаций.

Среди плодово-ягодных культур облепиха занимает первое место и по площади, и по валовому сбору. Второе место занимает черная смородина. По

переписи 2008 г. в Увс аймаке площадь под садами составила 132,2 га, в том числе под облепихой – 102,3 га, под черной смородиной – 29,9 га, к 2012 году облепиховые сады достигли 365 га, черной смородины 42,8 га, в настоящее время площади под садами увеличены до 700 га. Свежесобранное ягодное сырье поступает на перерабатывающий завод в г.Улаангом. Из ягод облепихи изготавливают высококачественные консервы, протертые ягоды с сахаром, облепиховое масло, а также из вторичного сырья – жмыха выпекают печенье и хлебобулочные изделия.

Выводы и предложения

За период сотрудничества ОПХ «Минусинское» экспортировало около 200 тыс. шт. саженцев, в основном облепихи, смородины черной и яблони. Кроме того, проведена большая работа по организации питомниководства, получению посадочного материала в Улаангомском питомнике, объемы которого доведены до 30 тысяч штук саженцев в год с применением зеленого черенкования в пленочных теплицах с поливом.

Для быстрого развития садоводческой отрасли в регионе работают минусинская группа пловодов Красноярского НИИСХ и питомниководческий комплекс ОПХ «Минусинское», обладающие необходимой материально-технической базой для обеспечения процесса внедрения селекционных достижений качественным посадочным материалом.

Результаты совместных исследований представлены на международной научно-практической конференции «Концепция и технологии земледелия в межгорных котловинах Алтае-Саянского субрегиона в условиях опустынивания и потепления климата» (апрель 2009 г., Россия) и на заседании круглого стола «Итоги и перспективы научных исследований по совершенствованию ведения сельского хозяйства на опустыненных землях аридной зоны Монголии и России и практических действий по освоению их результатов в производстве» (октябрь, 2009 г., г.Улаангом, Монголия).

За вклад в развитие садоводства Увсу-Нурского аймака Монголии и сотрудничество коллективы Минусинского отдела плодово-ягодных культур Красноярского НИИСХ и ОПХ «Минусинское» награждены Почетным грамотами губернатора и Президиума хурала гражданских представителей Увсу-Нурского аймака Монголии.

Библиографический список

1. Национальная программа «Зеленая экотрасса», мероприятия её осуществления: сборник законов, Постановлений, Национальных программ в природной и экологической среде. – Улаанбатор, 2006 г. – С. 345-346.
2. Баяраа, Г. Технология выращивания плодово-ягодных культур в аридной зоне котловины Больших озёр // Концепция и технология земледелия в аридной зоне Алтае-Саянского региона (15-16 апреля, 2009 г., Абакан). – Абакан, 2009. – С. 40-41.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ РОСТА РАСТЕНИЙ НА ПАРАМЕТРЫ ФОТОСИНТЕЗА

Е.Р. Буханов, ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: k26tony@ya.ru

А.Г. Липшин, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО
РАН, Красноярск, Россия

В.Н. Шихов, к. б. н., Институт биофизики СО РАН – обособленное
подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

В.В. Вагнер, к. с.-х. н., ОПХ Курагинское, ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН,
Красноярск, Россия

В.В. Величко, к. б. н., Институт биофизики СО РАН – обособленное
подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

А.Д. Шефер, Институт физики имени Л.В. Киренского СО РАН –
обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск,
Россия

А.П. Рябичев, ОПХ Михайловское, ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН,
Красноярск, Россия

Н.А. Сурин, д. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО
РАН, Красноярск, Россия

Аннотация. В работе проведено численное моделирование структуры хлоропластов пшеницы на основе полученных изображений с электронной микроскопии. Было установлено, структура растений с учетом линий поглощения молекул хлорофилла способна образовывать зоны селективного отражения и локальные пики плотности фотонных состояний. Проведено сравнение ярового ячменя при разных условиях роста и разной подкормки. Полученные результаты свидетельствуют об ухудшении упорядочения тилакоидов внутри хлоропластов. В результате, разупорядоченность структуры приводила к снижению спектральных характеристик. Таким образом, данные исследования приводят к тому, чтобы считать хлоропласты растений полноправными биологическими фотонными кристаллами.

Ключевые слова: фотосинтез, хлоропласт, структура, спектроскопия, условия роста, численное моделирование

INFLUENCE OF PLANT GROWTH CONDITIONS ON PHOTOSYNTHESIS PARAMETERS

E.R. Bukhanov, FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: k26tony@ya.ru

A.G. Lipshin, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

V.N. Shihov, candidate of Biological Sciences, Institute of Biophysics FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

V.V. Vagner, candidate of Agricultural Sciences, OPH Kuraginskoe FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

V.V. Velichko, candidate of Biological Sciences, Institute of Biophysics FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

A.D. Shefer, Kirensky Institute of Physics FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

A.P. Ryabichev, OPH Mihaylovskoe FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

N.A. Surin, doctor of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

Abstract. Numerical modeling of the structure of wheat chloroplasts was carried out on the base of the images obtained by an electron microscopy. It was found that the plant structure, taking into account the absorption lines of chlorophyll molecules, can form zones of selective reflection and local peaks in the density of photon states. A comparison was made of spring barley under different growth conditions and different additional nutrition. The results obtained indicate a decrease in the order strength of thylakoids within chloroplasts. As a result, the disorder of the structure led to a decrease in the spectral characteristics. Thus, these studies lead to the consideration of plant chloroplasts as full-fledged biological photonic crystals.

Keywords: photosynthesis, chloroplast, structure, spectroscopy, growth conditions, numerical simulation

Введение

С каждым годом с момента открытия фотонных кристаллов (ФК) ученые все чаще находят их аналоги повсюду вокруг нас [1]. Развитие технологий электронной микроскопии позволило изучать биологический мир, а вследствие и обнаружить биологические ФК в строении животных и насекомых [2]. Практически во всех найденных случаях объект изучения обладал так называемой «структурной окраской». Под структурной окраской понимается случай, когда видимый цвет объекта обуславливается его структурными особенностями, а не пигментной составляющей.

В растения, ФК были впервые описаны в листьях бегонии. Несмотря на то, что листья бегонии обладая своей яркой иридесценцией всегда привлекали большое внимание биологов и их структура была уже известна [3], лишь в 2016 в работе Якобса [4] впервые описали это явления за счет свойств сравнения поверхностной структуры листьев с ФК. Работа Якобса положила начало к исследованию живых растений как к периодическим структурам. Благодаря развитию методов крио-микроскопии им удалось получить снимки иридопластов (частного случая хлоропластов), лежащих в слоях эпидермиса.

В 2017 году была опубликована теоретическая работа [5], где была построена математическая модель одномерного фотонного кристалла, спектральные характеристики которого показали зону селективного отражения в области видимого спектра, который мы можем наблюдать глазом на поверхности живого листа. Также были подробно рассмотрены возможные влияния подобных структур в растениях на процесс фотосинтеза. В дальнейшем, данное теоретическое исследование было дополнено рядом других работ учитывающих взаимодействием нескольких структур или оптически активными молекулами [6, 7].

Вслед за работой Якобса были найдены отличные формы периодических структур в других подобных темновых растениях [8-11].

В данной работе были рассмотрены результаты исследований по изучению особенностей организации структуры растений, их реакции на воздействия окружающей среды и совокупному влиянию на параметры фотосинтеза.

Методы исследований

Электронная микроскопия

В данной работе были изучены флаговые листья здоровой полевой среднестатистической пшеницы Красноярская 12, яровой ячмень Такмак и Емеля, собранные на этапе колошения. Для электронно-микроскопических исследований были взяты высечки из средней части полностью сформированного листа. Полученные частицы листьев фиксировали 2.5 %-м глутаральдегидом в фосфатном буфере с последующей дофиксацией 1 %-м OsO_4 (Sigma, США) на дистиллированной воде при комнатной температуре. После фиксации образцы обезвоживали этанолом и ацетоном и пропитывали смесью эпоновых смол и аралдита в соотношении 4:1. Пропитку и полимеризацию проводили в порядке, описанном в работе [12]. Для получения ультратонких срезов использовали ультрамикротом Leica EM UC7. Изображения получали в цифровом виде на просвечивающем электронном микроскопе Hitachi HT 7700.

Численное моделирование

Моделью, используемой наиболее широко для описания оптических свойств биологических объектов, является биофотоннокристаллическая [13]. Она состоит из чередующихся слоёв стромы и тилакоидов, соизмеримых с длиной волны видимого диапазона.

За счёт разницы в показателях преломления слоёв при прохождении света происходит его многократное переотражение на границах разделов. Это явление вызывает распространение встречных волн с соответствующими амплитудами A_i и B_i в каждом слое. Таким образом, наиболее удобным методом для проведения численного моделирования является метод

трансфер-матриц. Зная амплитуды A_i и B_i , можно рассчитать значения A_{i-1} и B_{i-1} . Для этого необходимо знать показатели преломления n_i и n_{i-1} , толщину слоя Z_i и частоту волны.

Можно записать: $(A_{i-1}, B_{i-1}) = Fn(A_i, B_i, Z_i, n_{i-1}, n_i, \omega)$.

Функция Fn одинакова для каждой пары слоёв. Используя данную функцию, можно при заданных начальных условиях ($A_{out} = 1, B_{out} = 0$) найти (A_0, B_0) за $N+1$ циклов, т.е. амплитуды падающей и отражённой волн.

Зная, что на выходе из структуры существует только исходящая волна ($A_{out} = 1; B_{out} = 0$), можно получить массив относительных значений амплитуд в каждом из слоев фотонного кристалла путём численного расчёта. Это позволяет установить распределение электромагнитного поля в слоистой структуре и спектр её пропускания.

Коэффициент пропускания T [14] при обязательном условии идентичности показателей преломления сред до и после образца выражается как

$$T = 1 - \left| \frac{B_0}{A_0} \right|^2. \quad (1)$$

Для определения плотности фотонных состояний использовалась формула, полученная в работе [15].

Дисперсия учитывалась изменением действительной части показателя преломления в области линий поглощения хлорофиллов а и б с помощью метода, представленного в работе [16].

Результаты исследований

Пшеница «Красноярская 12»

Из отобранных флаговых листьев пшеницы Красноярская 12 были получены снимки структуры хлоропластов. Результаты электронной микроскопии представлены на рисунке 1б.

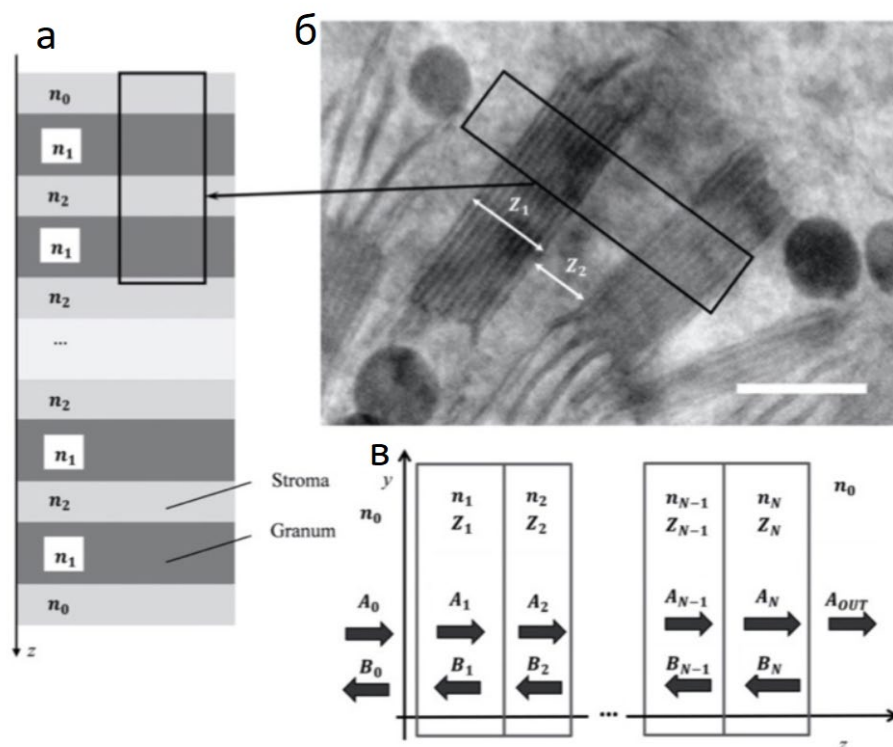


Рисунок 1. Моделирование фотонно-кристаллической слоистой структуры с плоскими электромагнитными волнами, распространяющимися вдоль оси z . Черный прямоугольник слева соответствует правой части изображения. Средняя толщина гранул $Z_1 = 120$ нм. Среднее стромальное расстояние между гранами $Z_2 = 70$ нм. Показатели преломления: $n_1 = 1,48$ для гран; $n_0 = n_2 = 1,33$ для стромы. (а) Визуальная модель, представляющая фотонный кристалл, используемый в наших расчетах. (б) Часть изображения, взятого с рисунка 1б. (в) Распределение амплитуд электромагнитных волн вдоль фотонного кристалла.

На основе полученных снимков электронной микроскопии была построена математическая модель одномерного фотонного кристалла, соответствующая структуре хлоропласта. В модели также были учтены линии поглощения молекул хлорофилла a и b за счет дисперсии. Для данного одномерного фотонного кристалла были проведены численные расчеты спектра пропускания и графика плотности фотонных состояний. Результаты расчетов представлены на рисунке 2а.

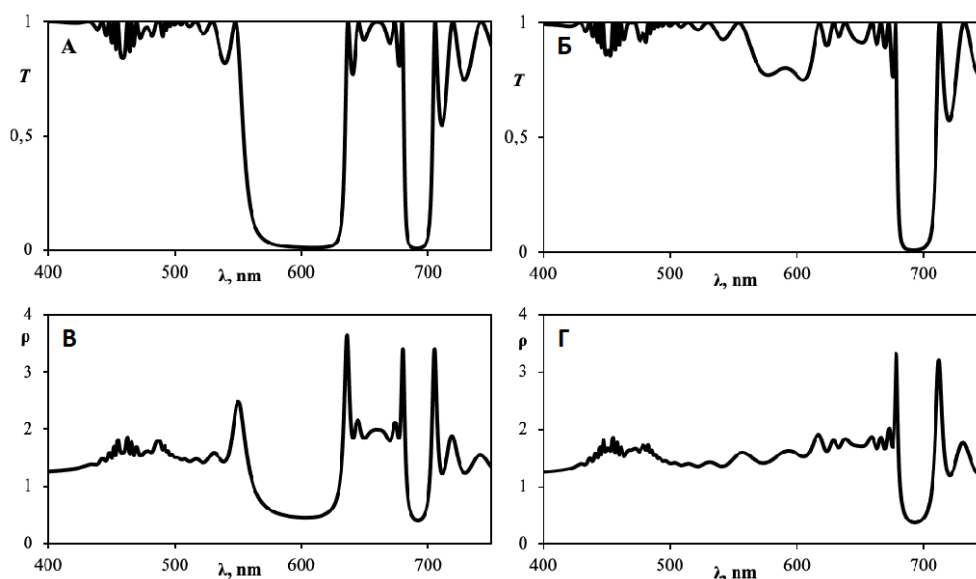


Рисунок 2. Расчётные графики для гранальной структуры. (А) Спектр пропускания с учётом дисперсии (Б). Спектр пропускания для увеличенной на 10% структуры с учётом дисперсии (В). График плотности фотонных состояний с учётом дисперсии (Г). График плотности фотонных состояний для увеличенной на 10% структуры с учётом дисперсии (е)

Размеры грани за счет движения и деформации тилакоидов могут изменяться на величину до 30% в зависимости от внешних условий [17]. Увеличив период тилакоидов в том же соотношении на 10% мы получили случай, представленный на рисунке 2б.

Из сравнения результатов рисунков 2а и 2б видно, что в случае с увеличенным периодом структуры практически исчезает зона селективного отражения в зеленой области, в то время как в красной – остается. Данное исследование позволило выдвинуть гипотезу о том, что в зависимости от воздействия внешней среды растение способно концентрировать энергию в зона эффективного фотосинтеза или же распределять её вдоль всего видимого спектра.

Ячмень «Емеля»

В работе были использованы растения ячменя сорта «Емеля» селекции КрасНИИСХ, выращенные в полевых условиях и в контролируемых условиях интенсивной светокультуры. Для обоих случаев отбирались и измерялись флаговые листья на этапе колошения. Результаты электронной микроскопии для обоих образцов представлены на рисунке 3.

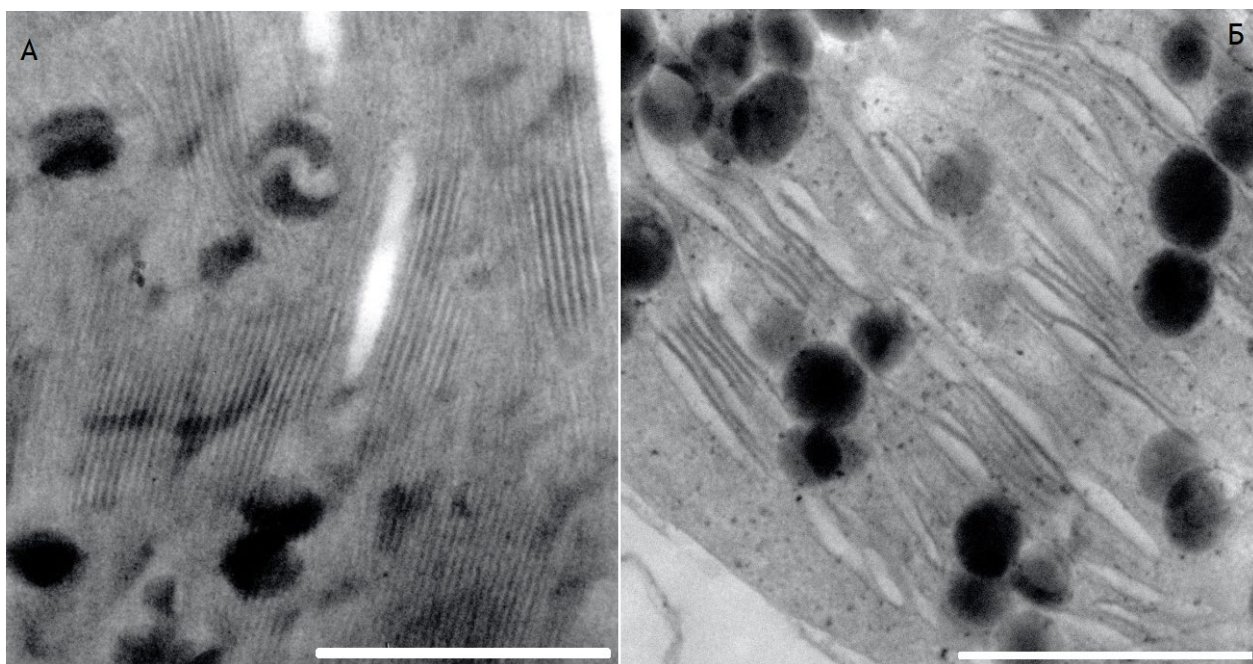


Рисунок 3. Электронные микрофотографии срезов хлоропластов а) ячменя, выращенного в контролируемых условиях светокультуры, б) ячменя, выращенного в полевых условиях.

Из сравнения рисунков 3а и 3б отчетливо видна разница между структурным упорядочением тилакоидов хлоропластов. В случае с вегетационной камерой, где растения получали достаточно питания и света и в процессе роста которых не присутствовали никакие стрессовые факторы – тилакоиды упакованы плотно и параллельно, в то время как структура полевых растений сильно разупорядочена.

В таблице представлены результаты спектрометрии листьев.

Таблица – Сравнение максимального квантового выхода фотосистемы 2 (параметр F_v/F_m) и скорости транспорта электронов (параметр ETR) флаг-листьев растений ячменя сорта «Емеля», выращенных в контролируемых условиях интенсивной светокультуры в вегетационной камере и в естественных условиях на опытном полевоом участке

	Вегетационная камера	Полевой участок
F_v/F_m , отн. ед.	$0,79 \pm 0,004$	$0,76 \pm 0,002$
ETR, $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	$124,3 \pm 4,7$	$71,8 \pm 9.1$

Результаты сравнения максимального квантового выхода фотосистемы 2 флаг-листьев показали минимальное различие, что соответствует тому, что все исследуемые растения здоровые. Результаты скорости переноса электроном отличаются практически в два раза, что говорит о том, что структурное упорядочение напрямую влияет на данную характеристику.

В работе [5] были рассмотрены случаи искажения структуры ФК от 0 до 100 процентов и влияние этого искажения на оптические характеристики. Результаты данного исследования полностью согласуются с данными, приведенными в работе [5].

Ячмень «Такмак»

В работе были использованы растения ячменя сорта «Такмак» селекции КрасНИИСХ, выращенные в контролируемых условиях интенсивной светокультуры с различной концентрацией макроэлементов в питательных растворах для выращивания. В одном случае использовался полный кноп, в другом смесь с дефицитом азота. Для обоих случаев отбирались и измерялись флаговые листья на этапе колошения. Результаты электронной микроскопии для обоих образцов представлены на рисунке 3.

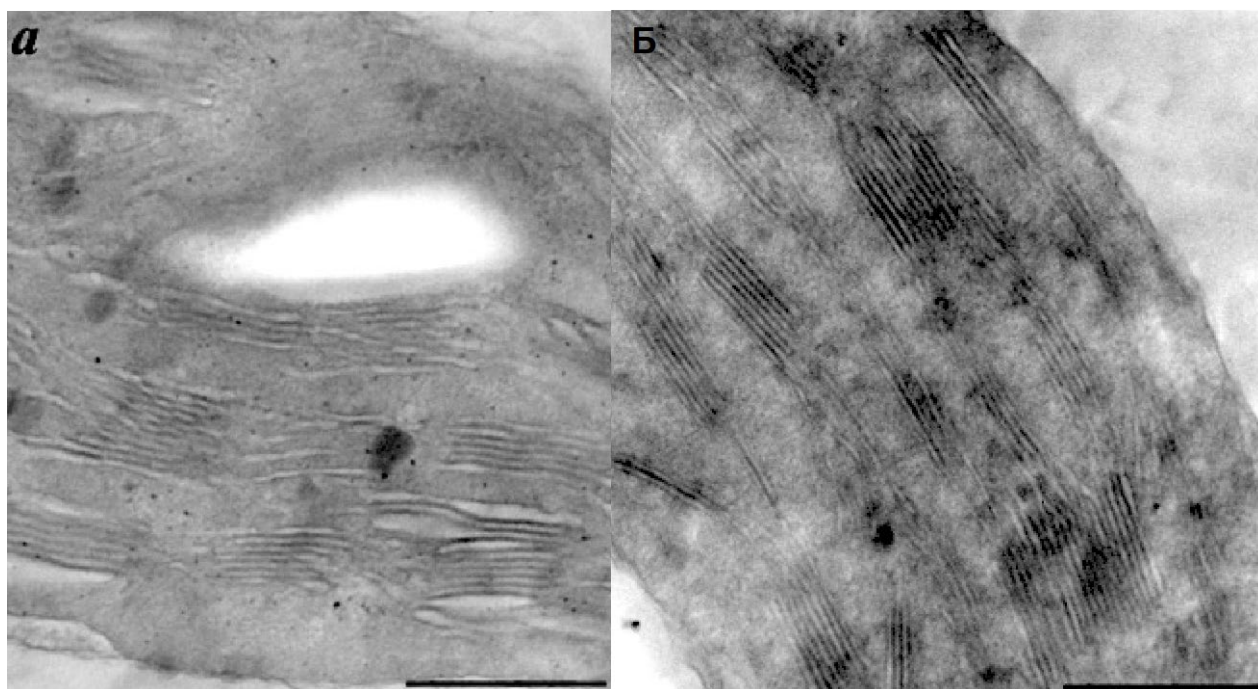


Рисунок 4. Электронные микрофотографии срезов хлоропластов ячменя а) дефицит азота б) полный кноп.

Как и в случае с различными внешними условиями на рисунке 4 наблюдается различие между структурами и плотностью упакованности гран. Оба образца были измерены на флуориметре с красной и синей засветкой (рисунок 5).

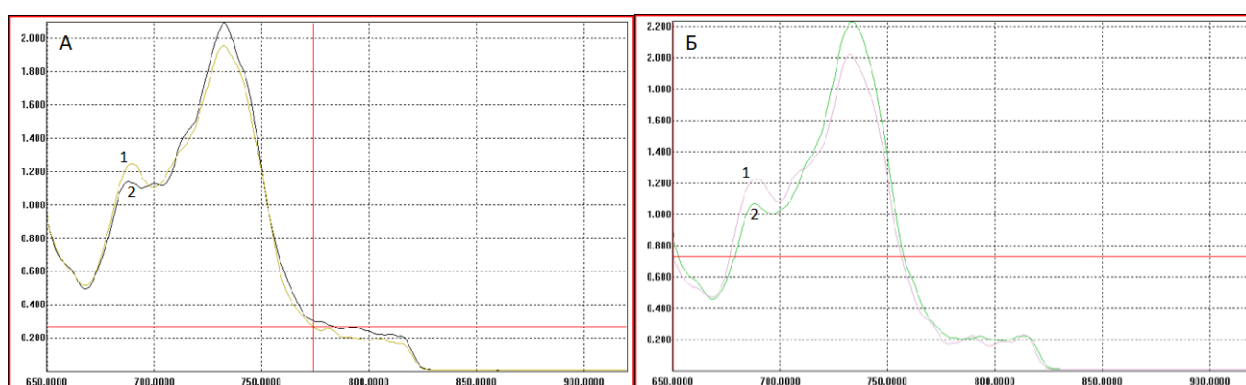


Рисунок 5. (А) Спектр флуоресценции с синей засветкой. (Б) Спектр флуоресценции с красной засветкой. Линия 1 – полный кноп. Линия 2 – дефицит азота

Результаты спектроскопии показали более высокое значение интенсивности пика флуоресценции для фотосистемы II в случае с использованием полного кнопа как для красной засветки, так и для синей.

Выводы и предложения

1. Структура хлоропластов обладает длиннопериодической структурой. Ее период сравним с длиной волны света, поэтому ее можно считать Фотонным Кристаллом.
2. Внешние условия роста растения влияют на упорядочение внутренней структуры
3. Расчеты показали непосредственное влияние упорядочения длиннопериодической структуры на электромагнитные поля
4. Спектральные данные подтверждают влияние упорядочения структуры на квантовый выход и скорость переноса электронов при фотосинтезе.

Библиографический список

1. Vaz, R. Photonics in nature and bioinspired designs: sustainable approaches for a colourful world / R. Vaz, M. F. Frasco, M. G. F. Sales // *Nanoscale Advances*. – 2020. – V 2, № 11. – P. 5106–5129.
2. Vigneron, J. P. Natural photonic crystals / J. P. Vigneron, P. Simonis // *Physica B: Condensed Matter*. – 2012. – V 407, № 20. – P. 4032–4036.
3. Graham, R. M. Physical and Ultrastructural Basis of Blue Leaf Iridescence in Two Neotropical Ferns / R. M. Graham, D. W. Lee, K. Norstog // *American Journal of Botany*. – 1993. – V 80, № 2. – P. 198.
4. Jacobs, M. Photonic multilayer structure of Begonia chloroplasts enhances photosynthetic efficiency / M. Jacobs, M. Lopez-Garcia, O.-P. Phrathep et. al. // *Nature Plants*. – 2016. – V 2, № 11. – P. 1–6.
5. Шабанов, А. В. Исследование электромагнитного поля в одномерных фотонных кристаллах с дефектами / А. В. Шабанов, М. А. Коршунов, Е. Р. Буханов // *Компьютерная оптика*. – 2017. – Т. 41, № 5. – С. 680-686.
6. Коршунов, М. А. Влияние длиннопериодической упорядоченности в структуре растений на первичные стадии фотосинтеза / М. А. Коршунов, А. В. Шабанов, Е. Р. Буханов, В. Ф. Шабанов // *ДАН*. – 2018. – Т. 478, № 3. – С. 280.
7. Шабанов, А. В. Особенности усиления электромагнитного поля и увеличение плотности фотонных состояний в растительных фотонно-кристаллических структурах / А. В. Шабанов, М. А. Коршунов, Е. Р. Буханов // *Компьютерная оптика*. – 2019. – Т. 43, № 2. – С. 231-237.
8. Bukhanov, E. Modeling optical properties of plant epicuticular wax / E. Bukhanov, Y. Gurevich, M. Krakhalev, D. Shabanov // *In Proceedings of the 2020 International Conference on Information Technology and Nanotechnology (ITNT)*. – 2020. – V 1.

9. Lopez-Garcia, M. Light-induced dynamic structural color by intracellular 3D photonic crystals in brown algae / M. Lopez-Garcia, N. Masters, H. E. O'Brien et. al. // *Sci. Adv.* – 2018. – № 4. – eaan8917.
10. Liu, J. W. Gigantic chloroplasts, including bizonoplasts, are common in shade-adapted species of the ancient vascular plant family Selaginellaceae / J. W. Liu, S. F. Li, C. T. Wu // *Am. J. Bot.* – 2020. – № 107. – P. 562–576.
11. Ghaffar, R. Adaptive responses of mature giant chloroplasts in the deep-shade lycopod *Selaginella erythropus* to prolonged light and dark periods / R. Ghaffar, M. Weidinger, B. Mähner // *Plant Cell Environ.* – 2018. – № 41. – P. 1791–1805.
12. Гайер, Г. Электронная гистохимия / Г. Гайер. – М.: Мир, 1974. – 488 с.
13. Bukhanov, E. The Role of Periodic Structures in Light Harvesting / E. Bukhanov, A. V. Shabanov, M. N. Volochaev, S. A. Pyatina // *Plants.* – 2021. – № 10. – P. 1967.
14. Шабанов, В. Ф. Оптика реальных фотонных кристаллов / В. Ф. Шабанов, С. Я. Ветров, А. В. Шабанов. – Новосибирск.: Изд. СО РАН, 2005. – 239 с.
15. D'Aguanno, G. Density of modes and tunneling times in finite one-dimensional photonic crystals: A comprehensive analysis / G. D'Aguanno, N. Mattiucci, M. Scalora et. al. // *Phys. Rev. E.* – 2004. – № 70. – P. 16612.
16. Lin, M.-Y. Chiral-Selective Tamm Plasmon Polaritons / M.-Y. Lin, W.-H. Xu, R. G. Bikbaev et. al. // *Materials.* – 2021. – № 14. – P. 2788.
17. Chow, W. S. Granal stacking of thylakoid membranes in higher plant chloroplasts: The physicochemical forces at work and the functional consequences that ensue / W. S. Chow, E. Kim, P. Horton, J. M. Anderson // *Photochem. Photobiol. Sci.* – 2005. – № 4. – P. 1081–1090.

СЕЛЕКЦИЯ ПШЕНИЦЫ В ОМСКОМ ГАУ – ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В.П. Шаманин, д. с.-х. н., ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
e-mail: vp.shamanin@omgau.org

И.В. Потоцкая, д. с.-х. н., ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
e-mail: iv.pototskaya@omgau.org

А.С. Чурсин, к. с.-х. н., ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
e-mail: as.chursin@omgau.org

С.С. Шепелев, к. с.-х. н., ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
e-mail: ss.shepelev@omgau.org

О.Г. Кузьмин, к. с.-х. н., ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
e-mail: og.kuzmin@omgau.org

В.Е. Пожерукова, к. б. н., ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
e-mail: ve.pozherukova@omgau.org

М.С. Гладких, к. с.-х. н., ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
e-mail: gms-1987@mail.ru

А.Н. Айдаров, ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
e-mail: an.aydarov@omgau.org

С.А. Ессе, ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
e-mail: sa.malyavko@omgau.org

М.Н. Кошкин, ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
e-mail: mn.koshkin35.06.01@omgau.org

А.О. Вернер, ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
e-mail: ao.verner2032@omgau.org

Аннотация. В статье представлены итоги селекции пшеницы за период 2019–2022 гг. в селекционно-генетическом центре Омского ГАУ. Дана краткая характеристика устойчивых к болезням сортов яровой мягкой

пшеницы и крупнозерного пырея сизого (альтернатива многолетней пшеницы) пригодных для производства экологически чистого зерна пшеницы, с минимальной обработкой пестицидами и для органического земледелия в условиях Западно-Сибирского и Уральского регионов.

Ключевые слова: пшеница, пырей, селекция, экологическое земледелие, функциональное питание

WHEAT BREEDING IN OMSK SAU - RESULTS AND PROSPECTS

V.P. Shamanin, doctor of Agricultural Sciences, Omsk SAU, Omsk, Russia
e-mail: vp.shamanin@omgau.org

I.V. Pototskaya, doctor of Agricultural Sciences, Omsk SAU, Omsk, Russia
e-mail: iv.pototskaya@omgau.org

A.S. Chursin, candidate of Agricultural Sciences, Omsk SAU, Omsk, Russia
e-mail: as.chursin@omgau.org

S.S. Shepelev, candidate of Agricultural Sciences, Omsk SAU, Omsk, Russia
e-mail: ss.shepelev@omgau.org

O.G. Kuzmin, candidate of Agricultural Sciences, Omsk SAU, Omsk, Russia
e-mail: og.kuzmin@omgau.org

V.E. Pozherukova, candidate of Biological sciences, Omsk SAU, Omsk, Russia
e-mail: ve.pozherukova@omgau.org

M.S. Gladkikh, candidate of Agricultural Sciences, Omsk SAU, Omsk, Russia
e-mail: gms-1987@mail.ru

A.N. Aidarov, Omsk SAU, Omsk, Russia
e-mail: an.aydarov@omgau.org

S.A. Esse, Omsk SAU, Omsk, Russia
e-mail: sa.malyavko@omgau.org

M.N. Koshkin, Omsk SAU, Omsk, Russia
e-mail: mn.koshkin35.06.01@omgau.org

A.O. Werner, Omsk SAU, Omsk, Russia
e-mail: ao.verner2032@omgau.org

Abstract. The article presents the results of wheat breeding for the period 2019–2022 in the breeding and genetic center of the Omsk SAU. A brief description of disease resistant varieties of spring bread wheat and large-grained wheatgrass (as alternative to perennial wheat) suitable for the production of environmentally friendly wheat grain with minimal pesticide treatment, and for organic farming under conditions of Western Siberia and Ural regions is given.

Keywords: wheat, wheatgrass, breeding, organic farming, functional nutrition

Введение

Международный селекционно-генетический центр Омского ГАУ создан для координации международной программы по улучшению пшеницы в Казахстанско-Сибирской сети научных учреждений (КАСИБ), основанной в 2000-ом г. В настоящее время в нее входят 12 научных учреждений России и 10 из Казахстана. Селекционно-генетический центр создает сорта пшеницы для адаптивного и экологического земледелия. За прошедшие пять лет выведены уникальные сорта и создан исходный материал с высокой устойчивостью к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды с использованием всего разнообразия мировой коллекции пшеницы и дикорастущих родственных видов [1, 2]. Это сорта нового поколения Столыпинская 2, ОмГАУ 100, Силантий, Нива 55 в производственных условиях формирующие урожайность от 5,5 до 7,0 и более т/га, отличающиеся комплексной устойчивостью к болезням, засухоустойчивостью и высоким качеством зерна (табл.1).

Таблица 1 – Сорта Омского ГАУ, включенные в Госреестр в 2019–2022 гг.

Название	Год включения в Госреестр	Регион допуска
ОмГАУ 100	2019	Западно-Сибирский
Столыпинская 2	2019	Западно-Сибирский; Уральский
Силантий	2022	Западно-Сибирский; Уральский
Нива 55	2022	Западно-Сибирский; Уральский
Сова (<i>T. intermedium</i>)	2020	Все регионы РФ

Методы исследований

Селекционный материал изучался на опытном поле Омского ГАУ. Закладка селекционных питомников, учеты и наблюдения проведены в соответствии с общепринятой методикой селекционного процесса. В

качестве стандартов использовали среднеранний сорт Памяти Азиева, среднеспелый – Дуэт и среднепоздний – Элемент 22. Статистическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа по методике, изложенной в пособии Б. А. Доспехова [3].

Результаты исследований

Создание сортов пшеницы с комплексной и пролонгированной устойчивостью к засухе и болезням обусловлено вызовами, связанными с изменением климата, возрастанием эпифитотивной нагрузки на производственные посевы пшеницы и потребностью населения страны экологически чистом зерне пшеницы.

Сорт яровой мягкой пшеницы ОмГАУ 100. Создан путем индивидуального отбора из гибридной популяции, полученной от скрещивания линии Лютесценс 444 / Эритроспермум 59. Разновидность эритроспермум. В рекомендуемой зоне возделывания Омской области прибавка к стандарту составила 4,4 ц/га при урожайности 40,0 ц/га. Максимальная урожайность – 70,0 ц/га, получена в 2019 г. в Марьяновском районе Омской области в производственных условиях на базе КФХ Говин А.Г. Сорт среднепоздний, вегетационный период – 84–98 дней, созревает на 2–3 дня позднее сорта Столыпинская. Устойчивость к полеганию на уровне стандарта. По устойчивости к засухе уступает сорту Столыпинская до 0,8 балла. Хлебопекарные качества хорошие, ценная пшеница. Устойчив к стеблевой ржавчине, высокоустойчив к бурой ржавчине. Включён в Госреестр по Западно-Сибирскому региону.

Сорт яровой мягкой пшеницы Столыпинская 2. Создан путем индивидуального отбора из гибридной популяции Gle /3/ KA / Nac /2/ TRCH /4/ Омская 37 (использован материал CIMMYT по челночной селекции). Сорт среднеранний. Максимальная урожайность – 5,1 т/га. Разновидность лютесценс. Устойчив к полеганию, осыпанию и прорастанию зерна на корню.

Имеет комплексную устойчивость к бурой (идентифицированы гены *Lr34*, *Lr68*), стеблевой (*Sr57*, *SrCad*) ржавчине и пыльной головне. Ценная пшеница. При комплексной подкормке прибавка урожая до 1,5 т/га и повышение качества зерна. Включен в Госреестр в 2019 г.

Сорт яровой мягкой пшеницы Нива 55. Создан путем индивидуального отбора из гибридной популяции *Lutescens* 307-97-23 /3/ EMB16 / CBRD // CBRD /4/ Алтайская 530 (использован материал CIMMYT по челночной селекции). Сорт среднеранний. Максимальная урожайность – 7,08 т/га. Разновидность – лютесценс. Устойчив к полеганию, осыпанию и прорастанию зерна на корню. Имеет комплексную устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине (на основе пирамиды генов: *Lr9*, *Lr24/Sr24*, *1AL.1RS*), мучнистой росе (*Pm17*). Ценная пшеница. Средние показатели по качеству: содержание сырой клейковины 30,5 %, содержание сырого протеина 14,85 %, натура 783 г/л, общая оценка качества 4,1 балла. Сорт рекомендуется для возделывания в зонах Западной Сибири и Южного Урала.

Сорт яровой мягкой пшеницы Силантий. Создан путем индивидуального отбора из гибридной популяции *Lutescens* 30-94*2 /3/ *T. dicoccon* PI94625 / *Ae.squarrosa* (372) // 3*Pastor (использован материал CIMMYT по челночной селекции). Сорт среднеспелый. Максимальная урожайность в Омской области – 4,95 т/га; в Тюменской области – 6,05 т/га в 2020 г. Разновидность – лютесценс. Устойчив к полеганию, осыпанию и прорастанию зерна на корню. Эффективные гены от зарубежных сортов и диких предков пшеницы: комплексная устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине (*Lr3*, *Lr16/Sr23*), высокая устойчивость к септориозу (*S. nodorum* и *S. tritici*), мучнистой росе (*Pm 9*). Качество зерна: стекловидность 49%, клейковина 30,6%, белок 15,9%, натура 734 г/л, общая оценка качества 4,1 балла. Сильная пшеница. Сорт рекомендуется для возделывания в зонах Западной Сибири и Южного Урала.

В настоящее время в мире проводятся исследования, направленные на создание сортов двойного направления использования – на зерно (альтернатива многолетней пшеницы) и сено [4]. В России подобные программы весьма ограничены. В Омском ГАУ создан первый в России сорт крупнозерного пырея Сова (аналог многолетней пшеницы) двойного направления использования на зерно и сено (рис. 1).



Рисунок 1 – Сорт Сова в АО «Нива» Павлоградского района, 2020 г.

Сова по продолжительности вегетационного периода относится к сортам позднеспелого типа. Продолжительность периода от всходов до полной спелости семян в конкурсном сортоиспытании варьировала от 110 до 120 сут. Сорт технологичен для возделывания, устойчив к полеганию и прорастанию зерна на корню. Средняя урожайность зеленой массы в годы испытания составила 259 ц/га, урожайность сена – 40 ц/га, пригоден для получения различных видов кормов. Урожайность зерна в годы испытания составляет в среднем 9 ц/га. Сорт Сова – экологичный, сохраняет и улучшает плодородие почвы, предназначается для экологического и регенеративного земледелия. Содержание белка 19–20%, тогда как у пшеницы 13–14%. Сорт двойного назначения – на зерно и сено. Срок использования без пересева – до семи лет. Низкая себестоимость производства зерна. Диверсификация

продуктов питания и напитков – диетический хлеб, крекеры для здорового питания, возможно производство пива. Увеличение разнообразия рынка и расширение экспортного потенциала зерна с добавочной стоимостью. В 2020 г. включен в Госреестр селекционных достижений РФ для всех регионов возделывания культуры.

Новое направление в селекции пшеницы Омского ГАУ – создание сортов пшеницы с синей, фиолетовой и черной окраской зерна. В сотрудничестве с ИЦиГ СО РАН (г. Новосибирск) в 2021 г. на Государственное сортоиспытание был передан высокоурожайный сорт пшеницы ЭФ 22 и сорт пырея сизого Филин с фиолетовой окраской зерна. С помощью маркер-вспомогательной селекции (MAS) срок создания фиолетовозерного сорта яровой пшеницы ЭФ 22 от скрещивания до передачи на государственное испытание составил 6 лет, практически в два раза быстрее в сравнении с традиционной селекцией [5]. Сорт высокоурожайный, характеризуется комплексной устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчине (*Lr26/Sr31*, *Sr35*), отличается высокой засухоустойчивостью. Мука грубого помола имеет повышенное содержание общих и связанных фенолов. Антиоксидантная способность: свободные фенолы 53,5 (% АА), связанные фенолы 62,7 (%АА). Цельнозерновая мука сорта ЭФ 22 предназначена для производства хлеба, хлебобулочных и кондитерских изделий с функциональными свойствами [6].

Омский ГАУ выиграл грант Министерства науки и высшего образования по теме: «Повышение пищевой ценности пшеницы на основе генетических и селекционных методов, усовершенствованных технологий производства и переработки зерна», который открыл селекционерам новые возможности для отбора самого качественного и полезного для здоровья зерна в лаборатории с современным оборудованием и приборами. В гибридизацию уже включены, отобранные по результатам оценки качества лучшие образцы стародавней пшеницы из различных регионов

постсоветских республик, из питомников КАСИБ и линии синтетической пшеницы на основе диких сородичей (*Ae. tauschii*, *T. timopheevi*, *T. militinae*, *T. kiharae*, *T. zhukovski*, *T. dicoccum*) [7].

Среди стародавних сортов (landraces) выделены источники с высокими концентрациями макро- и микроэлементов (Ca, K, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn) и генотипы с локусами высокомолекулярных субъединиц глютеина, включая аллели *Glu-B1al* (*Bx7^{OE}*), *Glu-D1d*, ассоциированные с высоким хлебопекарным качеством; аллеля гена *Gpc-B1*, детерминирующего повышенное содержание белка в зерне; аллелей *TaGS-D1a*, *TaSus2-2B* и *TaGASR-A1*, ассоциированные с повышенной массой зерновки [8]. Методом ассоциированного маркирования из 150 сортов России и Казахстана, и основного набора в питомнике ОН-КАСИБ выявлено 24 708 SNPs по 89 хозяйственно-ценным признакам и качеству зерна.

Расширение посевных площадей озимой пшеницы и создание новых зимостойких, высокоурожайных сортов этой культуры – важная задача в Западно-Сибирском регионе, для решения которой необходим разнообразный в генетическом плане исходный материал [9, 10]. В Омском ГАУ создана коллекция образцов озимой пшеницы из разных стран мира, по полному циклу развернута селекция озимой пшеницы, лучшие сорта в конкурсном сортоиспытании отличаются от стандарта более высоким потенциалом урожайности, зимостойкости, устойчивости к болезням и засухе. Проводятся исследования в рамках гранта РНФ по теме: «Фенотипирование и генотипирование сортов и линий озимой пшеницы по зимостойкости, признакам продуктивности растений, качеству зерна, устойчивости к болезням, засухе, выявление источников и создание исходного материала для селекции для селекции в Западной Сибири».

Выводы и предложения

Опыт селекционной работы свидетельствует о необходимости применения современных молекулярно-генетических технологий для

решения задачи повышения эффективности отбора и ускорения селекционного процесса. Ускорение процессов сортосмены позволит оперативно отвечать на вызовы, обусловленные негативными факторами изменения климата, экологии, потребностями мирового рынка и зернового производства страны.

Благодарности. Исследования в Омском ГАУ выполнены при поддержке Российского научного фонда (соглашение № 22-16-20008 от 23.03.2022 г.; соглашение № 23-16-20006 от 20.04.2023 г.), Министерства науки и высшего образования РФ (соглашение № 075-15-2021-534 от 28.05.2021 г.) и Министерства сельского хозяйства РФ.

Библиографический список

1. Шаманин, В. П. Синтетическая пшеница: монография / В. П. Шаманин, И. В. Потоцкая, С. С. Шепелев, В. Е. Пожерукова, А. С. Чурсин, А. И. Моргунов. – Омск: Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2018. – 172 с.
2. Шаманин, В. П. Гексаплоидные синтетики и эффективные гены для селекции пшеницы в условиях Западной Сибири: монография / В. П. Шаманин, С. С. Шепелев, И. В. Потоцкая, А. С. Чурсин, В. Е. Пожерукова, О. Г. Кузьмин, М. С. Гладких, А. И. Моргунов. – Омск: Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2021. – 172 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Шаманин, В. П. Крупнозерный сорт пырея сизого (*Thinopyrum intermedium*) Сова как альтернатива многолетней пшенице / В. П. Шаманин, А. И. Моргунов, А. Н. Айдаров, С. С. Шепелев, А. С. Чурсин, И. В. Потоцкая, О. Ф. Хамова, L. R. Dehaan // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56, № 3. – С. 450–464.
5. Gordeeva, E. The strategy for marker-assisted breeding of anthocyanin-rich spring bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in Western Siberia / E. Gordeeva, V. Shamanin, O. Shoeva, T. Kukoeva, A. Morgounov, E. Khlestkina // Agronomy. – 2020. – V. 10. – P. 1603.
6. Shamanin, V. P. Total Antioxidant capacity and profiles of phenolic acids in various genotypes of purple wheat / V. P. Shamanin, Z. H. Tekin-Cakmak, E. I. Gordeeva, S. Karasu, I. V. Pototskaya, A. S. Chursin, V. E. Pozherukova, G. Ozulku, A. I. Morgounov, O. Sagdic, H. Koksel // Foods. – 2022. – V. 11 (16). – P. 2515.
7. Потоцкая, И. В. Поиск генетических источников для улучшения качества зерна сортов пшеницы / И. В. Потоцкая, В. П. Шаманин, С. С. Шепелев, А. С. Чурсин, О. Г. Кузьмин, А. В. Моргунов // Вестник Омского ГАУ. – 2021. – № 1 (41). – С. 45–53.
8. Потоцкая, И. В. Анализ SNP-локусов, ассоциированных с генами качества зерна, у стародавних сортов пшеницы из коллекции ВИР / И. В. Потоцкая, С. С. Шепелев, С. А. Ессе, М. С. Гладких, М. Н. Кошкин, Е. В. Зуев, В. П. Шаманин // Вестник Омского ГАУ. – 2022. – № 2 (46). – С. 43–51.
9. Кашуба, Ю. Н. Сорт озимой мягкой пшеницы Прииртышская 2 / Ю. Н. Кашуба, А. Н. Ковтуненко, В. М. Трипутин // Вестник Алтайского ГАУ. – 2020. – № 2 (184). – С. 32–37.
10. Трипутин, В. М. Характеристика перспективных по урожайности образцов озимой пшеницы / В. М. Трипутин, А. Н. Ковтуненко, Ю. Н. Кашуба // Вестник Алтайского ГАУ. – 2021. – № 1 (195). – С. 5–10.

СОЗДАНИЕ ЗАСУХОУСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ В СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, КАЗАХСТАНА, МОНГОЛИИ

Гарьдхуу Жамц, д. б. н., Национальная академия наук Монголии,
Улан-Батор, Монголия
e-mail: garidhuu.j@gmail.com

Н.А. Сурин, д. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

С.А. Герасимов, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: g-s-a2009@yandex.ru

А.В. Сидоров, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: asidorovs@list.ru

Н.С. Козулина, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: kozulina.n@bk.ru

Л.К. Бутковская, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: semenovodi@sh.krasn.ru

Аннотация. Статья освещает проблемы селекции сортов зерновых культур для экстремальных природно-климатических условий Сибири, Монголии и Казахстана. Одним из основных неблагоприятных факторов является засуха, поэтому создание и возделывание засухоустойчивых сортов особенно актуально. В результате работы выделены сорта зерновых культур, обладающие высокой адаптивностью, устойчивостью к засухе и другим биотическим и абиотическим факторам.

Ключевые слова: засухоустойчивость, селекция зерновых культур, адаптивность, продуктивность, пшеница, ячмень

CREATION OF DROUGHT-RESISTANT VARIETIES IN THE SIBERIAN REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION, KAZAKHSTAN, MONGOLIA

Gardhuu Zhamts, *Doctor of Biological Sciences, National Academy of Sciences of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia*
e-mail: garidhuu.j@gmail.com

N.A. Surin, *Doctor of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia*

S.A. Gerasimov, *candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia*
e-mail: g-s-a2009@yandex.ru

A.V. Sidorov, *candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia*
e-mail: asidorovs@list.ru

N.S. Kozulina, *candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia*
e-mail: kozulina.n@bk.ru

L.K. Butkovskaya, *candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia*
e-mail: semenovodi@sh.krasn.ru

Abstract. The article highlights the problems of breeding varieties of grain crops for extreme climatic conditions in Siberia, Mongolia and Kazakhstan. One of the main adverse factors is drought, therefore, the creation and cultivation of drought-resistant varieties is especially important. As a result of the work, varieties of grain crops with high adaptability, resistance to drought and other biotic and abiotic factors were identified.

Keywords: drought resistance, grain crop selection, adaptability, productivity, wheat, barley

Введение

Проблема засухи остро стоит на значительной территории Сибирского региона Российской Федерации, Казахстана и Монголии. Засуха – один из основных неблагоприятных факторов, который является причиной снижения продуктивности зерновых культур. Недостаток влаги в первой половине

вегетации растений относят к числу главных факторов, ограничивающих продуктивность культурных растений [1].

Экстремальность климата указанных регионов, выраженная в дефиците осадков и неравномерном их распределении, вызывает потребность в возделывании засухоустойчивых и жаростойких сортов зерновых культур. Одной из основных целей является совершенствование селекционного процесса, создание засухоустойчивых и продуктивных сортов зерновых для экстремально почвенно-климатических условий. Созданием сортов такого типа занимаются научные учреждения Сибирского региона, Бурятии, Хакасии и Тувы в Российской Федерации, Казахстане, Монголии. Прогресс в селекции на повышение засухоустойчивости может достигаться за счет устранения уязвимых мест и создания сортов, с более продуктивным использованием положительных погодных факторов.

Результаты исследований

В последние годы в Государственный реестр селекционных достижений внесены засухоустойчивые сорта яровой мягкой пшеницы: Байкальская (Бурятский НИИСХ); Омская 44, Ишимская 12, Памяти Сусякова (Омский АНЦ); Алтайская жница, Спикер (ФАНЦА); Элемент 22, Нива 55, Силантий (ОмГАУ); Уяровка, Курагинская 2, Красноярская 12, Канская, Бейская (КрасНИИСХ) [2,3].

Сорта обладают высокой адаптивностью, устойчивостью к засухе и другим биотическим и абиотическим факторам. При создании новых сортов используется местные, хорошо приспособленные к региональным условиям сорта и селекционный материал, коллекция ВИР, материал программы КАСИБ. В частности, при создании сортов Уяровка и Курагинская 2, помимо собственного селекционного материала, использовали засухоустойчивый сорт Казахстанская 10. В селекционных питомниках Красноярского НИИСХ изучаются монгольские сорта: Хайрхан, один из самых распространенных в стране, разработан в Монгольском научно-исследовательском институте

земледелия, имеет хорошую адаптацию к условиям местного климата и почвы, а также сорт Оргилт, который отличается высокой устойчивостью к засухе и низким температурам.

Поскольку максимальный уровень физиологической устойчивости к засухе отрицательно коррелирует с потенциальной продуктивностью, в Красноярском НИИСХ при среднем уровне физиологической устойчивости в первую очередь обращают внимание на признаки, повышающие устойчивость к засухе, но не вступающие в противоречие с потенциальной продуктивностью. К признакам, положительно влияющим на продуктивность сорта в условиях засухи отнесены: число и степень развития зародышевых корней, оптимальное соотношение межфазных периодов развития растений, наличие остей, общая площадь листовой поверхности и площадь флагового листа, крупность зерна [4,5].

Среди зернофуражных культур из ячменей заслуживают внимание сорта Арат красноярской и тувинской селекции, Омский 100, Омский 102, Омский 103, Омский 104 омской селекции, с засухоустойчивостью не ниже стандартных сортов, с повышенной крупностью зерна и продуктивностью. Совместная работа красноярских и монгольских селекционеров завершилась созданием пивоваренного сорта ячменя – Бурхант-1 для возделывания в сухостепных условиях Монголии. В последние годы в Казахстане для почвенно-климатических условий Приуралья созданы сорта ярового ячменя Сыр Аруы, Инкар, Шахристан, Кайсар, Алтын арай, устойчивые к засухе и засолению почв. В Монголии разработаны сорта Баянгол и Далайн ээж, хорошо приспособленные к местным условиям, имеющие высокую урожайность, устойчивость к засухе и болезням. Перечисленные сорта изучаются на полях Красноярского НИИСХ и будут использованы для скрещивания с местными сортами [6].

Выводы и предложения

С учетом мнения большинства отечественных и зарубежных ученых [7,8], совершенствование селекционного процесса в соответствии с направлением повышения засухоустойчивости сортов зерновых культур должно предусматривать:

- оценку природно-климатических ресурсов территории, для которой создается сорт и откуда привлекается исходный материал;
- определение требований к создаваемому сорту по параметрам продуктивности, качеству зерна, устойчивости к полеганию, листовым и колосовым болезням, вредителям и т.д.;
- разработку модели сорта с установлением наиболее приоритетных параметров;
- изучение и подбор исходного материала, выявление доноров по положительным признакам;
- ускоренное размножение;
- отбор по установленным параметрам с жесткой браковкой;
- оценку новых форм во всех звеньях селекционного процесса;
- сортоиспытание: предварительное, конкурсное, экологическое, производственное;
- разработку технологии возделывания созданного сорта.

Важно отметить, что разработка новых сортов проводится местными научно-исследовательскими институтами и организациями, что дает возможность получения более высоких урожаев и эффективного использования природно-климатических условий региона.

Библиографический список

1. Сурин, Н. А. Экологическая селекция ячменя в Средней Сибири / Н. А. Сурин, Н. Е. Ляхова, С. А. Герасимов, А. Г. Липшин // Агропродовольственная политика России. – Красноярск, 2023. – 333 с.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 719 с.
3. Селекция яровой пшеницы в Красноярском крае / А.В. Сидоров// Монография. – Красноярск, 2018. – 208 с.

4. Бобровский, А. В. Влияние элементов агротехники на структуру урожая и продуктивность яровой пшеницы сорта Бейская / А. В. Бобровский, Н. С. Козулина, А. В. Василенко, А. А. Крючков // Земледелие. – 2023. – № 3. – С. 32-35. – DOI 10.24412/0044-3913-2023-3-32-35. – EDN LODAYZ.
5. Козулина Н.С. Устойчивость зерновых культур к неблагоприятным факторам в условиях лесостепи Красноярского края / Н.С. Козулина, А.В. Патурицкий// Монография/ Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2009. – 191 с.
6. Сурин, Н. А. Новые сорта и направления селекции полевых, плодовых и ягодных культур в Восточной Сибири // Адаптивность сельскохозяйственных культур в экстремальных условиях Центрально- и Восточно-Азиатского макрорегиона: материалы симпозиума с международным участием. – Красноярск, 2018. – С. 15-24
7. Романов, В. Н. Интенсификация возделывания яровой пшеницы на земледельческой территории Сибири / В. Н. Романов, Н. С. Козулина, А. В. Василенко, Г. А. Демиденко // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 5(182). – С. 17-27. – DOI 10.36718/1819-4036-2022-5-17-27. – EDN MOULKZ.
8. Kiss, T. Comparative study of the developmental traits and yield components of bread wheat under field conditions in several years of multi-sowing time experiments / T. Kiss, J. Banyai, K. Balla, M. Mayer, Z. Berki, A. Horvath, O. Veisz, Z. Bedo, I. Karsai // Crop Science. – 2019. – № 2. – pp. 591-604.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СЕМЕНОВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Л.К. Бутковская, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: lidabut16@yandex.ru

Е.В. Васильева, филиал ФГБУ "Россельхозцентр" по Красноярскому краю, Красноярск, Россия
e-mail: vasileva82@yandex.ru

Аннотация. В данной статье представлены материалы ведения семеноводства в Красноярском крае за 2019-2022 гг., обозначены задачи и требования, предъявляемые к семеноводству сельскохозяйственных культур, даны методы и схемы получения семян высших репродукций, а также технологии возделывания зерновых культур на семена. Определены объемы производства элитных и репродукционных семян сортов зерновых культур в хозяйствах Красноярского края. Предложены пути развития семеноводства в современных условиях.

Ключевые слова: семеноводство, развитие системы семеноводства, зерновые культуры, зернобобовые культуры

THE CURRENT STATE OF SEED PRODUCTION OF CEREAL AND LEGUMINOUS CROPS IN THE KRASNOYARSK TERRITORY

L.K. Butkovskaya, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: lidabut16@yandex.ru

E.V. Vasilyeva, Branch of the Federal State Budgetary Institution "Russian agricultural center" in the Krasnoyarsk Territory, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: vasileva82@yandex.ru

Annotation. This article presents the materials about seed production in the Krasnoyarsk Territory for 2019-2022, identifies the tasks and requirements for

seed production of agricultural crops, gives methods and schemes for obtaining seeds of the highest reproductions, as well as technologies for cultivating cereal crops for seeds. The production volumes of elite and reproductive seeds of cereal varieties at the farms of the Krasnoyarsk Territory have been determined. The ways of seed production development under current conditions are proposed.

Keywords: seed production, development of seed production system, cereal crops, leguminous crops

В Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ №20 от 21.01.2020 г.) четко указано на то, что национальными интересами государства является развитие селекции и семеноводства растений за счет внедрения отечественных технологий и достижений науки.

Статьей 9 Документа показатель продовольственной независимости определяется уровнем самообеспечения сельскохозяйственной продукцией:

- а) зерна – не менее 95 процентов;
- б) сахара – не менее 90 процентов;
- в) растительного масла – не менее 90 процентов;
- к) семян основных сельскохозяйственных культур отечественной селекции – не менее 75 процентов [1].

Развитие системы семеноводства в современных условиях приобретает особую значимость, в связи с проводимыми со стороны США и Европы санкциями.

По итогам 2019-2022 года показатель самообеспеченности семенами в целом по Российской Федерации составляет:

- пшеница яровая – 84 %;
- ячмень яровой – 65 %;
- овощные культуры – 43,0 %;
- картофель – 10 %;

- кукуруза – 46 %;
- рапс яровой – 31 %.

В последние годы в нашей стране усилилась тенденция поставки зарубежных сортов и селекционных линий, которые слабо адаптированы к местным условиям.

Достижения селекции успешно реализуются только через четко налаженную систему семеноводства. Качественный посевной материал обеспечивает рост урожайности как минимум на 25-30 %.

Природно-климатические условия основных земледельческих районов Красноярского края относятся к неблагоприятным для формирования качественных семян из-за ограниченности тепловых ресурсов, проявлением засух и выпадением осадков во второй половине лета.

Согласно принятому районированию, вся земледельческая территория края разделена на 5 основных почвенно-климатических зон: тайга и подтайга, Канско-Красноярская лесостепь, лесостепь Причулымья, южная лесостепь, степь.

Наиболее благоприятными для получения качественных семян основных сельскохозяйственных культур являются лесостепные зоны.

Основные сельскохозяйственные культуры, возделываемые в крае – яровые зерновые (пшеница, овёс, ячмень). Важнейшей продовольственной зерновой культурой является пшеница, она занимает 9-10 % от общего объёма посевных площадей в мире, Российской Федерации и более 50 % в Красноярском крае.

Наряду с ними высеваются: зернобобовые (горох посевной), крупяные (гречиха), масличные культуры (рапс яровой, лен-кудряш, соя), многолетние и однолетние травы, картофель, кукуруза и овощи.

В структуре посевных площадей зерновые и зернобобовые культуры составляют 63 %, кормовые - 18 %, картофель - 2 %, овощи - 0,3 %, масличные культуры (рапс, соя) - 19,3 % (рис. 1).

Структура посевных площадей с/х культур на территории Красноярского края

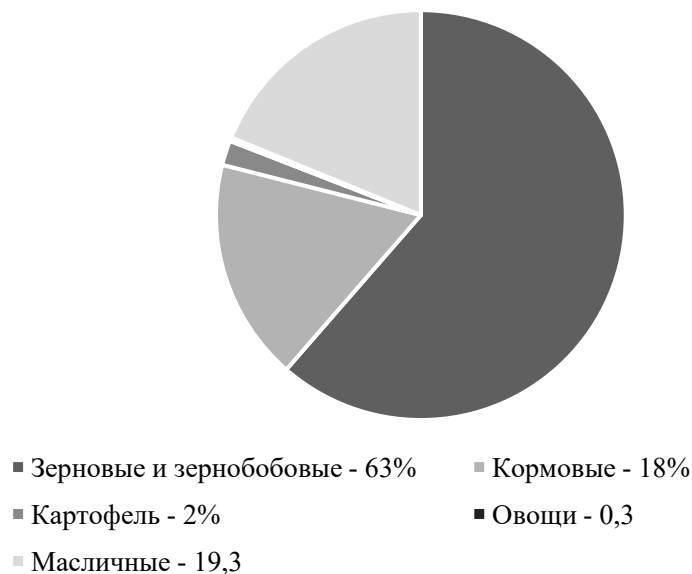


Рисунок 1. Структура посевных площадей Красноярского края

В различных условиях края неоспоримое преимущество по урожайности имеют овес, затем ячмень и пшеница.

Для получения качественных семян необходимо учитывать особенности семеноводческой технологии:

- наилучшими предшественниками являются: чистый удобренный пар, пласт многолетних трав, хорошо обработанные пропашные культуры, зернобобовые ранних сроков уборки;
- обязательным условием подготовки семян перед посевом является протравливание за 2-3 дня до посева;
- сроки посева – ранние;
- в целях ускоренного внедрения новых сортов зерновых культур нормы высева снижаются на 15-20 % для повышения коэффициента размножения семян (отношение массы полученных семян к массе высеянных);

- для повышения качества семян доза фосфора и калия увеличивается на 15-20 %, фосфорные удобрения особенно эффективны на фоне азотных и калийных.

Нами разрабатываются приемы семеноводческой агротехнологии для получения качественных и урожайных семян, составляются технологические паспорта новых сортов зерновых и зернобобовых культур, которые и передаются хозяйствам при реализации.

В основе первичного семеноводства лежит индивидуально-семейственный отбор с двукратной оценкой по потомству. Питомники распределяются следующим образом: отборы, ПИ-1 (питомник испытания потомств 1-ого года), ПИ-2 (питомник испытания потомств 2-ого года), ПР-1 (размножение 1-ого года), ПР-2 (размножение 2-ого года), суперэлита, элита. Потом - репродукционные посевы (РС1, РС2, РС3, РС4) и товарные (РСт). (методика)

Министерством сельского хозяйства и торговли Красноярского края в приказе №369 от 18.10.2010 года число поколений репродукционных семян зерновых и зернобобовых культур ограничено четвёртым поколением (РС4), масличных и эфиромасличных культур – вторым поколением (РС2).

Система семеноводства сельскохозяйственных растений представляет собой совокупность функционально взаимосвязанных физических и юридических лиц, осуществляющих деятельность по производству оригинальных, элитных (семян элиты) и репродукционных семян (рис. 2).

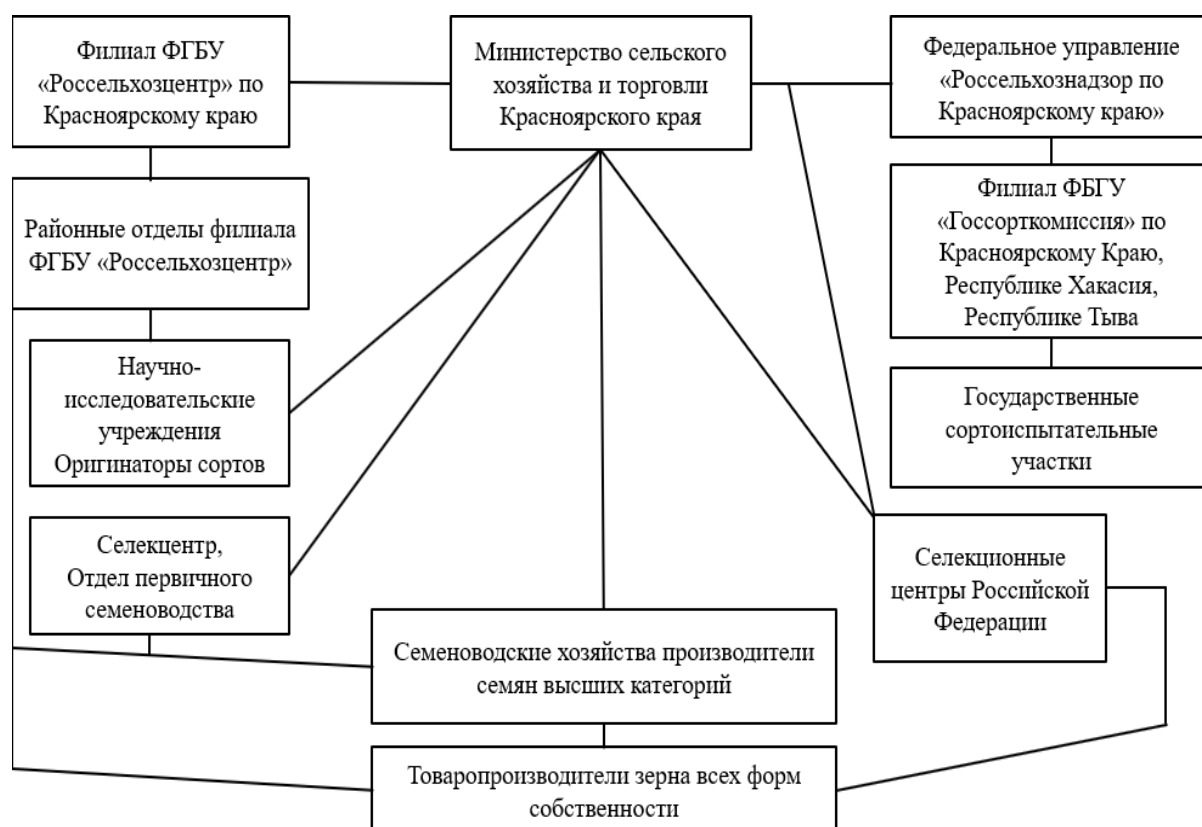


Рисунок 2. Система семеноводства в Красноярском крае

Семеноводческие хозяйства проходят сертификацию, организованную ФГБУ «Россельхозцентр» по Красноярскому краю. В комиссии принимают участие специалисты науки, Министерства сельского хозяйства и торговли.

В реестр «элитопроизводящих» входят 14 предприятий разной организационной формы. Некоторые из них показаны в таблице 1, остальные можно посмотреть на официальном сайте Россельхозцентра [2]: <https://rosselhoccenter.ru/>.

Таблица 1 – Элитопроизводящие хозяйства Красноярского края

Наименование хозяйства	Почтовый адрес, телефон, электронная почта	Наименование сорта
ОАО «Птицефабрика «Заря»	663020, Емельяновский р-н, пгт. Емельяново, ул. Спортивная, 5 +7(39133)22740, p.zarya2011@yandex.ru	Алтайская 75 Новосибирская 15 Новосибирская 16 Новосибирская 29 Новосибирская 31 Новосибирская 41
ООО «ОПХ Солянское»	663953, Рыбинский р-н, с. Новая Солянка, ул. Первомайская, 23 +7(800)2501613, sol_opx@mail.ru	Новосибирская 15 Новосибирская 29 Новосибирская 31

Наименование хозяйства	Почтовый адрес, телефон, электронная почта	Наименование сорта
ОПХ «Курагинское» - филиал ФИЦ КНЦ СО РАН	662911, Курагинский р-н, п. Курагино, ул. Партизанская, д. 8 +7(950)9651308, oph_kuragino@mail.ru	Новосибирская 18 Новосибирская 31
АО «Искра»	662255, Ужурский район, г. Ужур, ул. Ленина, 82б, +7(3915621438, gdup@mail.ru	Новосибирская 16 Новосибирская 29 Новосибирская 31
ООО «СХП «Дары Малиновки»	660032, г. Красноярск, ул. Соревнования, д. 25, оф. 1 +7(3912051122, malinovka@sibagrovit.ru	Новосибирская 31
КрасНИИСХ - обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН	660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 66 +7(391)2449556, secretary@sh.krasn.ru	Курагинская Красноярская 12

Вышеперечисленные хозяйства расположены в благоприятных почвенно-климатических районах и зонах края, которые могут обеспечить получение качественных семян высших репродукций. Такие хозяйства как: ООО «ОПХ Солянское», ОПХ «Михайловское», ОПХ «Курагинское», ОАО «Птицефабрика Заря», ООО «Учебно-опытное хозяйство «Миндерлинское», Красноярский НИИСХ, самостоятельно получают семена питомников первичного семеноводства.

В 2022 году посевные площади под зерновыми и зернобобовыми культурами в крае составили 958,2 тыс. га. Валовой сбор зерна получен в среднем 3217 тыс. тонн, при средней урожайности 34,0 ц/га.

В крае ежегодно высевается порядка 230 тыс. тонн семян яровых зерновых и зернобобовых культур, более 2,5 тыс. тонн (с соей) масличных культур, в пределах 13 тыс. тонн картофеля и 2,8 тонн овощей.

За период 2018-2022 гг. возросли показатели по качеству семенного материала (табл. 2).

Таблица 2 – Высев кондиционных семян яровых зерновых и зернобобовых культур в Красноярском крае за 2018-2022 гг.

Показатели	Ед. измерения	2018	2019	2020	2021	2022
Кондиционные семена	%	89	95	97	99,6	99,6

Для научно-обоснованной сортосмены и сортообновления необходимо ежегодно засеивать элитными семенами площадь не менее 13 % от общего посева сельскохозяйственных культур. При ограничении семян четвертой репродукцией необходимо производить 26 тыс. тонн элитных семян и высевать их в питомнике РС-1 на площади 130 тыс. га (табл. 3).

Таблица 3 – Производство семян с/х культур по репродукциям на общую площадь посева (около 1 млн га) в Красноярском крае, 2018-2022 гг.

Репродукция	Площадь посева, га	Получено семян, т	Доля от общей площади посева, %	Кол-во высеваемых семян для последующей репродукции	
				%	тонн
Элита	13 000	26 000	1,3	100	
РС-1	130 000	260 000	13	30	78 000
РС-2	390 000	390 000	30	10	39 000
РС-3	195 000	195 000	20	10	19 500
РС-4	97 500	97 500	10		

*при расчетах учитывается норма высева семян – 2 ц/га; выход семян с гектара: элитных семян и РС-1 – 2 т/га, репродукционных – 1 т/га.

С 2018 года доля площади, засеваемой элитными семенами, увеличилась в крае с 13 % до 21 %.

Доля сортовых семян увеличилась с 2018 года по сравнению с 2022 г. на 6 % (табл. 4). Вместе с тем прослеживается увеличение доли семян иностранной селекции с 0,4 % до 8,9 %.

Таблица 4 – Сортовые посевы яровых зерновых и зернобобовых культур за период 2018-2022 гг.

Показатели	Ед. измерения	2018	2019	2020	2021	2022
Высеяно яровых зерновых, зернобобовых и крупяных всего	тыс. тонн	237,4	230,37	234,9	225,1	231,4
Доля сортовых семян	%	90	91	94	96	96
Доля иностранных семян	%	0,4	1,1	0,5	2,0	8,9

Распределение площадей по сортам основных сельскохозяйственных культур по данным 2022 года выглядит следующим образом (табл. 5).

По пшенице яровой бессменными лидерами являются сорта Новосибирской селекции: Новосибирская 31 (31,4 %), Новосибирская 15 (17 %), Новосибирская 16 (6,7%), Новосибирская 41 (11,1%), также Алтайская 70 (5,8%). Доля сортов отечественной селекции составляет 89,2%, сортов импортной селекции – 9,8 %.

По яровому ячменю основные площади занимают сорта Новосибирской селекции Биом (58,9 %) и Ача (17,5 %). Доля сортов импортной селекции – 14, 7 %.

Таблица 5 – Ранжирование сортов по мере убывания

Яровая пшеница	Яровой ячмень	Овес	Горох
Новосибирская 31	Биом	Саян	Ямальский
Новосибирская 15	Ача	Ровесник	Радомир
Новосибирская 41	Абалак	Сиг	Томас
Новосибирская 16	Такмак	Тубинский	Агроинтел
Алтайская 70			Астронавт
Алтайская 75			Яхонт
Свирель			
Красноярская 12			

Среди сортов овса, возделываемых в крае, наибольшую площадь занимает сорт Саян (77,2%) селекции Красноярского НИИСХ и сорт Ровесник (15,4 %) Новосибирской селекции. Доля сортов импортной селекции – 1,08 %.

По гороху посевному в группу лидеров входят сорт Радомир местной селекции (12,4%), Ямальский и Агроинтел Тюменской селекции (31,6% и 9,6 % соответственно), а также сорт импортной селекции Астронавт (9,4%). Доля сортов импортной селекции – 24,2 %.

Фундаментальные и прикладные исследования в области селекции, семеноводства и земледелия позволили создать реальную перспективу получения урожайности зерновых культур на уровне 50-60 ц/га и более.

Такие показатели ежегодно достигаются в передовых хозяйствах Красноярского края: ЗАО «Назаровское», АО «Солгон», АО «Искра», АО Птицефабрика «Заря» [3,4,5].

Потребность края в семенах полностью удовлетворяется производительной мощностью семеноводческих хозяйств (табл. 6). Так в среднем за период 2020-2022 гг. произведено около 43 тыс. тонн семян высших категорий (зерновые и зернобобовые культуры, рапс, соя, картофель).

Таблица 6 – Объёмы производства семян высших категорий для реализации семеноводческими хозяйствами края за период 2020-2022 гг., тонн

Наименование культуры	2020	2021	2022
Яровая пшеница	25 324,2	28 145,5	30 925,2
Яровой ячмень	7 105,0	9 347,0	10 269,8
Овес	3 583,1	2 847,0	8 275,0
Горох	507,5	415,0	400,0
Рожь озимая	416,1	1 045,6	60,0
Рапс	343,0	306,6	434,0
Картофель	620,0	3526,0	1 694,6
Соя		80,0	0,0
Озимая тритикале		52,0	324,0
Гречиха		52,0	80,0
Озимая пшеница		198,9	
ИТОГО	37 900	46 015,6	52 462,6

В целях обеспечения хозяйств АПК Красноярского края высокоурожайными сортами нового поколения высших репродукций нами представлен проект системы семеноводства основных полевых культур, в задачи которого входит:

- разработка мероприятий научного обеспечения семеноводства для сохранения хозяйственно-биологических свойств сортов зерновых и зернобобовых культур, масличных культур (рапс), многолетних трав, гречихи в основных почвенно-климатических зонах Красноярского края.

- создание научно-обоснованных технологий семеноводства полевых культур (удобрения, сроки и нормы посева, средства защиты растений), направленные на выявление потенциала новых сортов.

- увеличение темпов сортосмены и сортообновления по всем группам культур за счет усовершенствования приемов ускоренного размножения семян новых сортов в системе первичного и промышленного семеноводства.

- осуществление организационно-правовых действий по основам семеноводства, общим требованиям к производству (выращиванию), хранению, транспортировке и реализации семян сельскохозяйственных растений, в соответствии с новым Федеральным законом «О семеноводстве» от 22.12.2021 г., вступающим в силу с 01.09.2023 г.

Библиографический список

1. Администрация Президента России: официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/45106> (дата обращения: 19.07.2023).
2. Сурин, Н. А. Семеноводство зерновых и зернобобовых культур в Красноярском крае. Руководство / Н. А. Сурин, Л. К. Бутковская, Н. В. Зобова, В. К. Пурлаур, Д. Н. Кузьмин. – Красноярск, 2013. – 99 с.
3. Филиал ФГБУ "Россельхозцентр" по Красноярскому краю. – Красноярск. – URL: <http://www.rsc024.ru/> (дата обращения: 19.07.2023).
4. Методические рекомендации по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур. – М.: ВАСХНИЛ, 1990. – 39 с.;
5. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: руководство. – Красноярск, 2015. – 591 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОЙ ЛЕСОСТЕПИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

М.А. Тимина, к. с-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО
РАН, Красноярск, Россия
e-mail: marina3912@mail.ru

А.А. Чуслин, Красноярский научно-исследовательский институт сельского
хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН,
Красноярск, Россия
e-mail: chuslin.andreyu@rambler.ru

Аннотация. Исследования проводили в 2021-2022 годах на полях селекционного севооборота Красноярского НИИСХ. Материалом служили образцы озимой ржи Енисейка, Арга, Красноярская универсальная, НП 5, НП 8, НП 9, 7/21, Сибирская 87, Иртышская, Паром, Янтарная, Дарвет, Алиса. Оценивали зимостойкость, устойчивость к полеганию, урожайность. Наиболее высокие оценки показали образцы: по зимостойкости – Енисейка, НП 5, НП 9, 7/21; по устойчивости к полеганию – Арга, НП 8, Иртышская, Дарвет; по урожайности - Паром, НП 5, НП 9, 7/21, Дарвет, Арга, НП 8. Для дальнейшей селекционной работы рекомендованы перспективные образцы с оптимальным сочетанием хозяйственно-ценных признаков 7/21, НП 5, Паром.

Ключевые слова: озимая рожь, сорт, зимостойкость, устойчивость к полеганию, урожайность, размах урожайности, сумма рангов, хозяйственно ценный признак

RESULTS OF THE STUDY OF WINTER RYE VARIETIES UNDER THE CONDITIONS OF THE OPEN FOREST-STEPPE OF THE KRASNOYARSK TERRITORY

M.A. Timina, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute
of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: marina3912@mail.ru

A.A. Chuslin, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS,
Krasnoyarsk, Russia

e-mail: chuslin.andrey@rambler.ru

Abstract: The research was carried out in 2021-2022 in the fields of the breeding crop rotation of the Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture. The objects of the study were samples of winter rye Yeniseika, Arga, Krasnoyarskaya universalnaya, NP 5, NP 8, NP 9, 7/21, Sibirskaya 87, Irtyskaya, Parom, Jantarnaya, Darvet, Alisa. Winter hardiness, lodging resistance, and yield were evaluated. The highest ratings were shown by the samples: for winter hardiness – Yeniseika, NP 5, NP 9, 7/21; for resistance to lodging – Arga, NP 8, Irtyskaya, Darvet; for yield - Parom, NP 5, NP 9, 7/21, Darvet, Arga, NP 8. For further breeding work, promising samples with an optimal combination of economically valuable traits 7/21, NP 5, Parom are recommended.

Keywords: winter rye, variety, winter hardiness, resistance to lodging, yield, the range of productivity, sum of ranks, economically valuable trait

Введение

Рожь – имеет важное продовольственное, организационно-хозяйственное и агротехническое значение. Она не предъявляет высоких требований к плодородию почвы, условиям минерального питания, успешно подавляет сорняки, лучше других культур адаптирована к кислым почвам, на долю которых приходится 31% пашни в РФ (в Красноярском крае - 30%). Ранняя уборка позволяет поднять зябь, что повышает роль озимой ржи как предшественника. А также, имеет исключительно важное почвозащитное значение, сохраняя пашню от ветро- и водоэрозионных процессов. При ее возделывании разгружаются напряженные периоды посева и уборки урожая в системе организационно-хозяйственных мероприятий [1].

Важнейшим резервом увеличения уровня урожайности и стабильности производства зерна ржи является создание новых более продуктивных

сортов, приспособленных к конкретным почвенно-климатическим условиям. Для решения этой задачи необходимо располагать генетически разнообразным и комплексно изученным исходным материалом, который составляет основу селекционного улучшения растений [2]. Цель наших исследований - провести испытание сортов и селекционных номеров Красноярского НИИСХ в сравнении с сортами научно-исследовательских учреждений Сибири и Урала для оценки перспективности их использования в селекционном процессе.

Методы исследований

Исследования проведены в 2021-2022 годах на полях селекционного севооборота Красноярского НИИСХ. По природному районированию территория расположена в Красноярской лесостепи в наиболее остепненной южной ее части. Для зоны исследования характерны достаточно жесткие условия возделывания озимой ржи. Зимы холодные, малоснежные, высота снежного покрова 20-30 см, на открытых участках не более 5 см. Минимальная критическая температура почвы на глубине узла кущения достигает -24°C . Снежный покров сходит с полей в конце марта - начале апреля. Почва опытного участка представлена чернозёмом обыкновенным среднесиловым, среднегумусным, тяжелосуглинистым. Содержание азота и фосфора в почве среднее ($\text{N-NO}_3 - 10,12 \text{ мг/кг}$, $\text{P}_2\text{O}_5 - 18,84 \text{ мг/100г}$), обменным калием - высокое ($\text{K}_2\text{O} - 13,90 \text{ мг/100г}$) по Чирикову.

Посев проводили в третьей декаде августа по чистому пару. Норма высева 6 млн. всхожих зерен на га, площадь делянки 10 м^2 , повторность четырёхкратная. Посев осуществлялся сеялками СКС-6-10, ССФК-7М; уборку комбайном «Винтерштайгер классик».

Более благоприятные условия для развития растений озимой ржи сложились в 2022 году, о чем свидетельствует более высокий уровень зимостойкости и урожайности.

Фенологические наблюдения и оценка номеров проводились согласно методике Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [3].

Урожай зерна приводится к 14% влажности и 100% чистоте. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по методике, изложенной Б.А. Доспеховым, с использованием компьютерной программы SNEDEKOR [4] и Excel.

Суровые условия осенне-зимних периодов накладывают определенные ограничения на выбор исходного материала для селекции озимой ржи, так как европейские сорта не обеспечивают стабильной перезимовки. Поэтому для изучения выбраны сорта красноярской селекции, а также научных учреждений Сибири и Урала: Енисейка (стандарт), Арга, Красноярская универсальная, НП 5 (отбор из популяции Мининская × Красноярская универсальная), НП 8 (отбор из сорта Берегиня), НП 9 (отбор из сорта Рушник 2), 7/21 (отбор из популяции Красноярская универсальная × Арга) - Красноярский НИИСХ; Сибирская 87 – ФИЦ Институт цитологии и генетики; Иртышская – Омский аграрный научный центр; Паром, Янтарная, Дарвет, Алиса – Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр.

Результаты исследований

Образцы различались по зимостойкости, в 2021 г. ее диапазон составил от 3 до 5 баллов со средним значением – 4,47 баллов (табл. 1). Коэффициент вариации - 13%. Наибольшая зимостойкость по году (5 баллов) отмечена у 4-х образцов: Енисейка (St), НП 5, НП 9, 7/21. В 2022 г. зимостойкость была выше: диапазон от 4 до 5 баллов, среднее значением по году – 4,84. Семь образцов показали зимостойкость 5 баллов (Енисейка (St), Арга, Красноярская универсальная, НП 5, НП 9, 7/21, Паром). Межсортная изменчивость проявлялась меньше, коэффициент вариации составил 6%. Наибольшую зимостойкость, в среднем, за два года показали образцы

красноярской селекции: стандартный сорт Енисейка и перспективные селекционные номера НП 5, НП 9, 7/21. Самая низкая зимостойкость отмечена у сортов инорайонной селекции: Янтарная – 3,9 балла и Сибирская 87 – 4 балла.

Таблица 1– Зимостойкость образцов озимой ржи, 2021-2022 гг.

Образец	Зимостойкость, балл		
	2021 г.	2022 г.	среднее
Енисейка, St	5,00	5,00	5,00
Арга	4,80	5,00	4,90
Красноярская универсальная	4,80	5,00	4,90
НП 5	5,00	5,00	5,00
НП 8	4,50	4,80	4,65
НП 9	5,00	5,00	5,00
7/21	5,00	5,00	5,00
Сибирская 87	4,00	4,00	4,00
Иртышская	4,50	4,70	4,60
Паром	4,50	5,00	4,75
Янтарная	3,00	4,80	3,90
Дарвет	4,00	4,90	4,45
Алиса	4,00	4,70	4,35
Среднее	4,47	4,84	4,63
V %	13	6	8

St – стандарт;

V % - коэффициент вариации.

По устойчивости к полеганию (табл. 2) все образцы превышали стандарт, в урожае как 2021 г. так и 2022 г. диапазон по этому показателю составил от 4 до 5 баллов, со средним значением по 2021 г. – 4,75, а по 2022 г. – 4,78 баллов (усредненное значение за два года 4,77). Наибольшую устойчивость к полеганию, в среднем за два года, показали образцы: красноярской селекции - Арга, НП 8, инорайонной – Иртышская и Дарвет.

Таблица 2 – Устойчивость к полеганию образцов озимой ржи, 2021-2022 гг.

Образец	Устойчивость к полеганию, балл		
	2021 г.	2022 г.	среднее
Енисейка, St	4,00	4,00	4,00
Арга	5,00	5,00	5,00
Красноярская универсальная	4,50	4,50	4,50
НП 5	4,50	5,00	4,75
НП 8	5,00	5,00	5,00

НП 9	4,50	5,00	4,75
7/21	4,80	4,80	4,80
Сибирская 87	4,80	4,80	4,80
Иртышская	5,00	5,00	5,00
Паром	4,80	4,80	4,80
Янтарная	5,00	4,50	4,75
Дарвет	5,00	5,00	5,00
Алиса	4,80	4,80	4,80
Среднее	4,75	4,78	4,77
V %	6	6	6

St – стандарт;

V % - коэффициент вариации

В 2021 году средняя урожайность (табл. 3) по опыту - 3,86 т/га, стандартного сорта Енисейка - 4,3 т/га, (НСР_{0,05} 0,22 т/га). Коэффициент вариации – 20%.

Не выявлено сортов, обеспечивших достоверную прибавку к стандарту. Прибавку в пределах НСР показали четыре образца, в том числе 3 селекционных номера красноярской селекции – 7/21 (отбор из популяции Красноярская универсальная × Арга), НП 5 (отбор из популяции Мининская × Красноярская универсальная), НП 8 (отбор из сорта Берегиня) и сорт Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра – Паром.

Таблица 3 – Урожайность образцов озимой ржи, 2021 г.

Образец	Урожайность, т/га	± к стандарту, т/га
Енисейка, St	4,30	st
Арга	4,26	-0,04
Красноярская универсальная	4,24	-0,06
НП 5	4,43	+0,13
НП 8	4,32	+0,02
НП 9	4,21	-0,09
7/21	4,50	+0,20
Сибирская 87	2,99	-1,31
Иртышская	2,62	-1,68
Паром	4,37	+0,07
Янтарная	2,18	-2,12
Дарвет	3,94	-0,36
Алиса	3,77	-0,53
Среднее	3,86	
V %	20,0	
НСР 05	0,22	

St – стандарт;

V % - коэффициент вариации.

В 2022 году средняя урожайность (табл. 4) по опыту была выше - 5,17 т/га, а межсортовая изменчивость проявлялась меньше. Коэффициент вариации составил 13%. Урожайность стандартного сорта Енисейка - 4,6 т/га, ($НСР_{0,05}$ 0,23 т/га). Достоверную прибавку стандарту по урожайности (выше уровня $НСР_{0,05}$) обеспечили одиннадцать образцов: то есть все образцы кроме сорта новосибирской селекции - Сибирская 87.

Таблица 4 – Урожайность сортов озимой ржи, 2022 г.

Образец	Урожайность, т/га	± к стандарту, т/га
Енисейка, St	4,62	st
Арга	5,31	+0,69
Красноярская универсальная	4,89	+0,27
НП 5	5,57	+0,95
НП 8	5,18	+0,56
НП 9	5,63	+1,01
7/21	5,22	+0,60
Сибирская 87	3,17	-1,45
Иртышская	5,69	+1,07
Паром	5,68	+1,06
Янтарная	5,37	+0,75
Дарвет	5,71	+1,09
Алиса	5,12	+0,50
Среднее	5,17	
V %	13	
НСР 05	0,23	

St – стандарт;

V % - коэффициент вариации.

Представлены данные по средней урожайности за 2 года (табл. 5). Проведено ранжирование образцов: сорта расположены в порядке уменьшения урожайности, т.е. первый ранг – самый высокий.

За два года средняя урожайность по опыту - 4,51 т/га. Коэффициент вариации – 12%. Урожайность стандартного сорта Енисейка составила 4,46 т/га, при $НСР_{0,05}$ = 0,22 т/га. Достоверную прибавку обеспечили 7 образцов (Паром, НП 5, НП 9, 7/21, Дарвет, Арга, НП 8), 2 на уровне стандарта Енисейка (Красноярская универсальная, Алиса), 3 достоверно уступали (Иртышская, Янтарная, Сибирская 87). Наибольшую урожайность (по 5,0

т/га) показали сорт Паром (селекции Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра) и селекционный номер НП 5 (красноярской селекции).

Кроме средней урожайности необходимо дать оценку реакции сорта на изменение условий. Владимир Александрович Зыкин для расчета данного параметра предлагает использовать показатель размаха урожайности (макс.-мин.). Ранжирование по данному показателю показало (табл. 5), что наименьшим размахом характеризуется самый низкоурожайный сорт – Сибирская 87. На втором месте – стандарт Енисейка, на третьем – Красноярская универсальная (сорта со средним уровнем урожайности).

Таблица 5 – Ранжирование образцов озимой ржи по урожайности и стабильности формирования урожая за 2021-2022 гг.

Образец	Урожайность, т/га	$\pm$ к стандарту, т/га	Ранг по урожайности	Размах урожайности max-min, т/га	Ранг по размаху урожайности max-min, т/га	Сумма рангов
Паром	5,03	+0,57	1	1,31	8	9
НП 5	5,00	+0,54	2	1,14	7	9
НП 9	4,92	+0,46	3	1,42	10	13
7/21	4,86	+0,40	4	0,72	4	8
Дарвет	4,83	+0,37	5	1,77	11	16
Арга	4,79	+0,33	6	1,05	6	12
НП 8	4,75	+0,29	7	0,86	5	12
Красноярская универсальная	4,57	+0,11	8	0,65	3	11
Енисейка, St	4,46	st	9	0,32	2	11
Алиса	4,45	-0,01	10	1,35	9	19
Иртышская	4,16	-0,30	11	3,07	12	23
Янтарная	3,78	-0,68	12	3,19	13	25
Сибирская 87	3,08	-1,38	13	0,18	1	14
Среднее	4,51			1,31		
V%	12					
НСР 05	0,22					

St – стандарт;

V % - коэффициент вариации.

Для выявления сортов, оптимально сочетающих оба признака: урожайность и небольшой ее размах проведена оценка по сумме рангов. При

этом преимущество имеют сорта с низкой суммой рангов. Сумма рангов составила от 8 до 25. Наиболее низкой суммой характеризовался образец 7/21. Далее идут образцы с высокой урожайностью и средним уровнем размаха урожайности – Паром и НП 5. Затем сорта со средней урожайностью и минимальным размахом урожайности - стандарт Енисейка и Красноярская универсальная.

Выводы и предложения

Наиболее высокие оценки показали образцы: по зимостойкости, селекции Красноярского НИИСХ – сорт Енисейка, номера НП 5, НП 9, 7/21; по устойчивости к полеганию, Красноярского НИИСХ – сорт Арга и номер НП 8, инорайонные – сорт Иртышская (Омский аграрный научный центр), сорт Дарвет (Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр); по урожайности, Красноярского НИИСХ – сорт Арга, номера НП 5, НП 9, 7/21, НП 8, сорта селекции Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра – Паром и Дарвет. Для дальнейшей селекционной работы рекомендованы перспективные образцы с оптимальным сочетанием хозяйственно-ценных признаков, номера селекции Красноярского НИИСХ - 7/21 и НП 5, а также сорт селекции Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра - Паром.

Библиографический список

1. Сысуев, В. А. Комплексные научные исследования по озимой ржи – важнейшей национальной и стратегической зерновой культуре РФ / В. А. Сысуев // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 8–11.
2. Пономарева, М. Л. Исходный материал для селекции озимой ржи (*Secale cereale* L.) / М. Л. Пономарева, С. М. Пономарев, Г. С. Маннапова // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 3 (138). – С. 19–24.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – 269 с.
4. Сорокин, О. Д. Прикладная статистика на компьютере / О. Д. Сорокин. – Новосибирск: ГУПРПОСОРАСХН, 2004. – 162 с.

МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ СИБИРСКИХ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ДЛЯ АПК РОССИИ

Р.И. Полюдина, д. с.-х. н., ФГБУН Сибирский федеральный научный центр
агробиотехнологий Российской академии наук, Краснообск, Россия
В.М. Гришин, д. с.-х. н., ФГБУН Сибирский федеральный научный центр
агробиотехнологий Российской академии наук, Краснообск, Россия
e-mail:polyudina@ngs.ru

Аннотация. Для увеличения объема производства растительных белковых кормов – важная роль принадлежит клеверу луговому. В условиях Западной Сибири созданы сорта: методом поликросса – позднеспелого типа на диплоидной основе СибНИИК 10, Родник Сибири, Атлант; методом отборов по сопряженным признакам создан сорт Огонек; совместно с ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в результате сочетания методов мутагенеза, полиплоидии, гибридизации и отборов создан сорт Метеор, раннеспелого типа на тетраплоидной основе; в результате сочетания методов гибридизации и отборов создан сорт Прима – раннеспелого типа на диплоидной основе; сорт Ассоль раннеспелого типа на тетраплоидной основе создан методом гибридизации, полиплоидии и отборов; Памяти Лисицына, тетраплоидный раннеспелого типа создан методом экологической селекции.

Ключевые слова: метод, сорт, тип, плоидность, клевер луговой, урожайность

METHODS OF CREATING SIBERIAN VARIETIES OF MEADOW CLOVER FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF RUSSIA

R.I. Polyudina, doctor of Agricultural Sciences, SFSCA RAS, Krasnoobsk,
Russia
V.M. Grishin, candidate of Agricultural Sciences, SFSCA RAS,
Krasnoobsk, Russia
e-mail:polyudina@ngs.ru

Abstract. To increase the volume of production of vegetable protein feeds meadow clover plays an important role. Under the conditions of Western Siberia varieties

were created: by the method of polycross – late-ripening type on a diploid basis SibNIIK 10, Rodnik Sibiri, Atlant; by the method of selections based on conjugate characteristics, the Ogonek variety was created; together with the V.R. Williams Federal Research Center, as a result of a combination of methods of mutagenesis, polyploidy, hybridization and selections, the Meteor variety, early-ripening type was created on a tetraploid basis; as a result of a combination of hybridization and selection methods; a Prima – early-ripening type variety on a diploid basis; the early-maturing Assol variety on a tetraploid basis was created by hybridization, polyploidy and selection; in Pamyati Lisicyna, the tetraploid early-maturing type was created by ecological selection.

Keywords: method, variety, type, ploidy, meadow clover, yield

Клевер луговой является важнейшей высокобелковой культурой для кормопроизводства, имеет большое агротехническое значение. Он способен накапливать азот в почве, улучшать физико-химические свойства и поэтому является хорошим предшественником. В клеверосеянии большая роль принадлежит сорту. В различных зонах нашей страны районировано 115 сортов этой культуры, из них в Западно-Сибирском регионе – 24.

Традиционно возделываемые в зоне клеверосеяния одноукосные, местные позднеспелые сорта не удовлетворяют в полной мере потребностей производства. Эти сорта характеризуются растянутым периодом цветения и созревания семян, часто, особенно во влажные годы, сильно полегают еще до начала цветения, что приводит к большим потерям урожая и ухудшению его качества. Нестабильна и семенная продуктивность этих сортов, что является причиной постоянного дефицита семян.

Создание, наряду с позднеспелыми, скороспелых, двуукосных, зимостойких сортов клевера лугового на диплоидной и тетраплоидной основе представляет большое значение не только для северных регионов страны, но и в целом для всей клеверосеющей зоны России.

Исследования по селекции клевера лугового проводили (с 1976-2022 годы) на центральной экспериментальной базе СФНЦА РАН, расположенной в лесостепной зоне Новосибирской области (пос. Краснообск).

При создании новых сортов клевера лугового были использованы методы гетерозисной селекции, полиплоидия, мутагенез, гибридизация и отборы [1]. За годы исследований создано восемь сортов клевера лугового раннеспелого и позднеспелого типа на диплоидной и тетраплоидной основе (табл.).

Таблица – Сорта клевера лугового селекции СФНЦА РАН, включенные в Госреестр РФ на 2022 г. [2,3]

№ п/п	Сорт	Год районирования	Регион допуска	Оригинатор
1	СибНИИК 10, позднеспелый [2х]	1993	10, 12	СФНЦА РАН
2	Родник Сибири, позднеспелый [2х]	1997	1, 3, 4, 10, 11	СФНЦА РАН, НИИ Северного Зауралья, Тюмень ТНЦ
3	Огонек, позднеспелый [2х]	2004	9, 10, 11, 12	СФНЦА РАН, КемНИИСХ
4	Памяти Лисицына, раннеспелый [4х]	2005	5, 7	ВНИИ ЗБКК, ВИК, СФНЦА РАН
5	Метеор, раннеспелый [4х]	2007	2, 4, 10, 11, 12	СФНЦА РАН, ФНЦ «Вик им. Вильямса»
6	Атлант, позднеспелый [2х]	2007	1, 2, 4, 9, 10, 11, 12	СФНЦА РАН, НИИ Северного Зауралья
7	Прима, раннеспелый [2х]	2019	10	СФНЦА РАН, ФНЦ «Вик им. Вильямса»
8	Ассоль, раннеспелый [4х]	на ГСИ 2020		СФНЦА РАН, ФНЦ «Вик им. Вильямса»

Условные обозначения. Регионы РФ государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию: 1. Северный; 2. Северо-Западный; 3. Центральный; 4. Волго-Вятский; 5. Центральное-Черноземный; 7. Средневолжский; 9. Уральский; 10. Западно-Сибирский; 11. Восточно-Сибирский; 12. Дальневосточный.

В результате метода поликросса, впервые в Сибири, созданы сложногобридные и синтетические популяции клевера лугового, зимостойкие высокоурожайные сорта одноукосного типа:

– сорт СибНИИК 10, средняя урожайность зелёной массы 334, семян – 3,1 ц/га. максимальная урожайность зеленой массы - 597, сухого вещества - 83 и семян - 4,8 ц/га (патент №5273 от 10.03.2010);

– сорт Родник Сибири, средняя урожайность зеленой массы 354 ц/га (во влажные годы достигает 620 ц/га), сухого вещества - 81,0, семян - 3,7 (в благоприятные годы - до 5,3 ц/га). Авторское свидетельство №27769 от 12.02.1997;

– сорт Атлант средняя урожайность: зеленой массы – 304 ц/га (до 496 ц/га во влажные годы), отавы – 61 ц/га (до 83 ц/га), сухого вещества 75 ц/га (до 97 ц/га), семян – 3,1 ц/га (до 3,5 ц/га). Патент № 4698 от 06.04.2009 г.

Сорт Огонек, зимостойкий среднеспелого типа с высокой отавностью, создан методом многократного массового отбора. Средняя урожайность: зеленой массы – 304 ц/га (до 496 ц/га во влажные годы), отавы – 61 ц/га (до 83 ц/га), сухого вещества 75 ц/га (до 97 ц/га), семян – 3,1 ц/га (до 3,5 ц/га). Патент № 2679 от 21.04.2005 г.

Сорт Памяти Лисицына создан методом экологической селекции. Средняя урожайность зеленой массы за два укоса в условиях Новосибирской области 493 ц/га, Орловской области – 560 ц/га, что выше стандартов на 61 и 217 ц/га соответственно (во влажные годы достигает 737 и 595 ц/га), сухого вещества – 101 и 116, семян – 1,6-3,8 ц/га. Авторское свидетельство №37412 от 26.01.2005;

Сорт Метеор раннеспелого типа зимостойкий на тетраплоидной основе создан в результате сочетания методов мутагенеза гибридизации, полиплоидии и отборов. Средняя урожайность зеленой массы за два укоса в условиях Новосибирской области 514 ц/га, что выше стандарта на 58 ц/га, сухого вещества – 118, семян – 1,3-2,75 ц/га. (патент №3242 от 25.10.2006);

Сорт Прима раннеспелого типа на диплоидной основе выведен методом гибридизации (ВИК 7 х Бурятский дикорастущий) и отборов. Средняя урожайность зелёной массы за два укоса 388, сухого вещества 86, семян 3,17 ц/га. (патент №10248 от 24.04.2019);

Сорт Ассоль скороспелая популяция на тетраплоидной основе создана методом гибридизации, полиплоидии и отборов. Средняя урожайность

зеленой массы за два укоса составляет 451 ц/га, что выше стандарта на 67 ц/га (17,4%), сухого вещества – 89,2 (9,2%), семян – 1,67 ц/га (12,2%). Максимальная урожайность: зеленой массы за два укоса составляет 818 ц/га, что выше стандарта на 20,3%; семян – 2,99 ц/га. С 2020 года сорт передан на ГСИ.

В условиях Западной Сибири методом поликросса созданы сорта зимостойкие позднеспелого типа на диплоидной основе – СибНИИК 10, Родник Сибири и Атлант.

Таким образом, в условиях Западной Сибири созданы сорта: методом поликросса – позднеспелого типа на диплоидной основе СибНИИК 10, Родник Сибири, Атлант; методом отборов по сопряженным признакам создан сорт Огонек; совместно с ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в результате сочетания методов мутагенеза, полиплоидии, гибридизации и отборов создан сорт Метеор, раннеспелого типа на тетраплоидной основе; в результате сочетания методов гибридизации и отборов создан сорт Прима – раннеспелого типа на диплоидной основе; сорт Ассоль раннеспелого типа на тетраплоидной основе создан методом гибридизации, полиплоидии и отборов. Совместно с ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» создан по программе ТОС «Клевер» сорт Памяти Лисицына, тетраплоидный раннеспелого типа методом экологической селекции.

Библиографический список

1. Полюдина, Р. И. Клевер в Сибири: монография / Р. И. Полюдина. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. – 348 с.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 719 с.
3. Сорта сельскохозяйственных культур селекции СФНЦА РАН: учебное пособие / Н. И. Кашеваров, Р. И. Полюдина, Н. А. Лапшинов, В. Н. Пакуль, В. П. Данилов. – Новосибирск: СФНЦА РАН, Новосибирский ИЦ НГА «Золотой колос», 2021. – 140 с.

ПАРАМЕТРЫ АДАПТИВНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ И КАЧЕСТВУ КЛЕЙКОВИНЫ

А.В. Сидоров, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО
РАН, Красноярск, Россия
e-mail: asidorovs@list.ru

Н.С. Герасимова, Красноярский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО
РАН, Красноярск, Россия
e-mail: nata.gerasimova.1982@mail.ru

М.А. Семирадская, Красноярский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО
РАН, Красноярск, Россия
e-mail: mariasemiradskay@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты изучения 8 сортов яровой мягкой пшеницы в 2016-2022 годах на опытном поле Красноярского НИИ сельского хозяйства. Цель исследований - определение адаптивного потенциала допущенных к производству сортов по количеству и качеству клейковины. По среднему содержанию клейковины выделились сорта Новосибирская 15 (38,1%), Канская (37,3%), Красноярская 12 (36,2%). По сумме рангов показателей адаптивности включающих среднюю урожайность, варьирование, пластичность, стабильность, стрессоустойчивость, гомеостатичность лучшими были сорта Красноярская 12 и Новосибирская 15. По качеству клейковины (показатель ИДК 1) выделились сорта Уялочка, Канская, Алтайская 70. По сумме рангов показателей адаптивности лучшими были Новосибирская 15 и Курагинская 2.

Ключевые слова: яровая пшеница, сорт, адаптивность, содержание клейковины, качество клейковины

ADAPTABILITY PARAMETERS OF THE CONTENT AND QUALITY OF GLUTEN OF SPRING WHEAT

A.V. Sidorov, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: asidorovs@list.ru

N.S. Gerasimova, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: nata.gerasimova.1982@mail.ru

M.A. Semiradskaya, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: mariasemiradskay@mail.ru

Abstract. The results of the study of 8 varieties of spring soft wheat in 2016-2022 on the experimental field of the Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture are presented. The purpose of the research is to determine the adaptive potential of varieties admitted for production in terms of the quantity and quality of gluten. According to the average content of gluten, varieties Novosibirskaya 15 (38.1%), Kanskaya (37.3%), Krasnoyarskaya 12 (36.2%) were distinguished. In terms of the sum of ranks of adaptability indicators, including average yield, variation, plasticity, stability, stress resistance, homeostasis, the best varieties were Krasnoyarskaya 12 and Novosibirskaya 15. In terms of gluten quality (IDK indicator 1), varieties Uyarochka, Kanskaya, Altaiskaya 70 stood out. In terms of the sum of ranks of adaptability indicators, the best were Novosibirskaya 15 and Kuraginskaya 2.

Keywords: spring wheat, variety, adaptability, gluten content, gluten quality

Введение

Доля пшеницы в общем производстве зерна составляет более 60%. Доля пшеницы в экспорте зерна составляет 70-80%. Однако качество зерна достаточно низкое. В последние годы производство пшеницы первого и второго класса в России составляет около 2%, а третьего чуть более 20% [1].

Основной причиной такого положения является нестабильное и невысокое содержание клейковины в производимом зерне. Основными причинами нестабильности качества являются неблагоприятные

климатические условия. Различные агротехнологии влияют на качество слабее и лишь способствуют реализации генетического потенциала.

Содержание клейковины определяется как наследственными особенностями, так и комплексом почвенно-климатических и агротехнических условий. Одним из направлений повышения качества зерна является селекция, нацеленная на создание сортов, отличающихся высоким качеством зерна, способных в различные по климатическим условиям годы формировать зерно, пригодное для производства хлебобулочных изделий [2].

Селекционерами созданы сорта сильной и ценной яровой пшеницы, способные формировать высокое содержание клейковины в годы с умеренным количеством осадков и среднесуточными температурами в период созревания в пределах 16- 18 градусов. В условиях Красноярского НИИСХ в благоприятные годы содержание клейковины выше 40% отмечено у сортов Новосибирская 15, Новосибирская 31, Канская [3]. На сортоучастках Красноярского края периодически содержание клейковины выше 35% формируют сорта Новосибирская 15, Новосибирская 16, Новосибирская 31, Новосибирская 41, Канская, Красноярская 12 [4].

В условиях производства в неблагоприятные годы и при дефиците удобрений содержание клейковины резко снижается. Кроме того, в условиях Восточной Сибири при пониженных температурах в период созревания зерно пшеницы в большинстве случаев не соответствует первому и второму классу по качеству клейковины.

В целом основой противодействия негативным факторам погоды является селекция на повышение адаптивности сорта к региональным условиям, что позволит стабилизировать производство зерна с высокими показателями качества. Производству необходимы адаптивные, экологически пластичные сорта приспособленные не только к оптимуму, но и к минимуму и максимуму внешних факторов среды.

Цель исследований: изучить адаптивную способность сортов яровой пшеницы, допущенных к производству в Красноярском крае по содержанию и качеству клейковины.

Методы исследований

Полевые исследования проводили в лесостепной зоне Красноярского края на опытных полях Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства в 2016-2022 годах. Объектами исследования были сорта яровой пшеницы селекции Красноярского НИИСХ Канская и Уяровка (среднеранние), Красноярская 12 и Курагинская 2 (среднеспелые), Свирель (среднепоздний). В опытах использовали рекомендованные для зоны стандартные сорта Новосибирская 15 (раннеспелый), Алтайская 70 (среднеранний), Алтайская 75 (среднеспелый). Сорта Новосибирская 15 и Алтайская 75 по качеству относятся к сильным, Канская и Красноярская 12 к ценным.

Посев проводился по пару в оптимальные для зоны сроки. Тип почвы - выщелоченный чернозем. Перед посевом вносили азотные удобрения в дозе N_{60} . Закладку опытов проводили согласно методике ГСИ. Количество и качество клейковины в зерне определяли по ГОСТ Р 54478-2011. Погодные условия в годы исследований отличались значительным разнообразием.

Расчет экологической пластичности проводился по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell в редакции Зыкина с соавторами [5], экологическую стабильность по Н.А. Соболеву [6], стрессоустойчивость по A.A. Rossielle, J Hamblin [7], коэффициент гомеостатичности по В. В. Хангильдину [8].

Результаты исследований

Для возделывания на территории Красноярского края рекомендовано 9 сортов сильной и 7 сортов ценной пшеницы. В целом качество зерна в Красноярском крае неплохое. В отдельные годы до 70% реализованного зерна относится к продовольственному. Однако в основном это зерно третьего и четвертого класса. Причиной недостаточно высокого качества

наряду с невысоким уровнем почвенного плодородия, особенно в южных районах, и нарушением отдельных элементов агротехники являются неблагоприятные климатические и погодные условия.

Растение в условиях естественной среды обычно находится под воздействием какого-либо стрессового фактора. Основными экологическими факторами, оказывающими значительное влияние на качество зерна, является температура и осадки. Значительные отклонения от оптимума в ту или другую сторону значительно снижают качество зерна. Кроме того, на качество зерна влияют болезни и вредители, почвенное плодородие, удобренность фона. Для стабилизации качества зерна производству необходимо использовать сорта пшеницы с высокой адаптивностью к региональным условиям.

Под термином адаптивность понимают способность сорта максимально использовать агроклиматические ресурсы зоны возделывания. Способность в изменяющихся погодных условиях стабильно формировать достаточный уровень урожайности и качества зерна [9,10]. Существует ряд показателей, характеризующих адаптивность которые используются для характеристики сорта.

Простейшими критериями адаптивности является средний многолетний показатель признака и коэффициент его варьирования. Причем чем больше количество лет изучения, тем более информативны эти показатели. В среднем за 7 лет (2016-2022 гг.) лучшими по содержанию клейковины были сорта, Новосибирская 15 (38,1%), Канская (37,3%), Красноярская 12 (36,2%). Наименьшее содержание у Сорта Уялочка (30,8%) и сорта Свирель (29,2%).

Слабая изменчивость содержания клейковины отмечена у сортов Красноярская 12 ($V=8,35\%$) и Новосибирская 15 ($V=9,98\%$). У остальных сортов отмечена средняя степень изменчивости от 11,07% у сорта Канская до 16,95% у сорта Уялочка (табл.1).

Параметры пластичности, стабильности и гомеостатичности определяют уровень адаптации сорта к происходящим климатическим изменениям, показывают преимущества и недостатки сорта, его поведение в различных условиях выращивания [11]. Под термином пластичность понимается степень приспособляемости сорта к условиям внешней среды (способность давать высокий и качественный урожай в различных почвенно-климатических условиях).

Индекс условий среды в годы изучения колебался от 3,9 (2018 г.) до - 6.1 (2017 г.). Благоприятным для формирования количества клейковины был так же 2016 год, неблагоприятным 2020 год. Критерием пластичности является коэффициент линейной регрессии. Сорта, отличающиеся повышенным коэффициентом регрессии, хорошо отзываются на улучшение условий. К ним относятся Курагинская 2, Алтайская 75, Свирель. Сорта с пониженным коэффициентом регрессии Красноярская 12, Новосибирская 15, Канская слабо реагируют на неблагоприятные условия так и на улучшения условий возделывания. Они занимали лидирующие место по содержанию клейковины практически во все годы.

Это подтверждается показателем стабильности. Он характеризует устойчивость проявления признака в различных условиях. Чем выше показатель экологической стабильности, тем сорт более приспособлен к конкретным экологическим условиям. Сорта с низким уровнем пластичности оказались самыми стабильными.

Стрессоустойчивость определяется как разница между минимальной и максимальной урожайностью и имеет отрицательное значение. Она отражает уровень устойчивости сортов к стрессовым условиям произрастания. Чем меньше показатель стрессоустойчивости, тем легче сорт переносит стрессовые ситуации. Наиболее стрессоустойчивыми по содержанию клейковины оказались сорта Красноярская 12 и Новосибирская 15, Алтайская 70.

Показатель гомеостатичности позволяет одновременно учитывать уровень показателя и его стабильность и показывает способность сорта к меньшему снижению содержания клейковины при ухудшении условий возделывания. Лучшими по этому показателю были сорта Красноярская 12, Новосибирская 15, Канская.

Критерием преимущества сорта может служить величина рейтинга, учитывающая комплекс параметров адаптивности и содержания клейковины. Оценку провели по сумме рангов, присвоенных каждому сорту. При этом наименьший (первый) ранг присваивался сорту с наиболее желательной выраженностью того или иного параметра, в результате чего ценные по адаптивности сорта будут иметь небольшую сумму рангов.

По большинству показателей и по сумме рангов наиболее ценными оказались сорта Красноярская 12 и Новосибирская 15. По сумме рангов к ним приближаются Канская и Алтайская 70. Худшие показатели у сорта Уялочка (табл.2).

Таблица 1 – Показатели адаптивности пшеницы по содержанию клейковины (2016-2022 гг.)

Сорт	Содержание клейковины, %		V, %	Пластичность	Стабильность	Стрессоустойчивость	Гомеостатичность
	размах изменчивости	среднее					
Новосибирская 15	34,8 - 44,8	38,1	9,98	0,66	0.86	-10,0	3,82
Канская	29,2 - 42,0	37,3	11,07	0,86	0.79	-12,8	3,37
Алтайская 70	26,8 - 38,4	33,3	13,72	1,11	0.60	-11,6	2,43
Уялочка	21,9 - 36,0	30,8	16,29	1,10	0.33	-14,1	1,89
Алтайская 75	24,8 - 39,3	34,2	14,91	1,22	0.42	-14,5	2,41
Красноярская 12	33,2 - 41,3	36,2	8,35	0,64	0.94	-8,1	4,34
Курагинская 2	22,4 - 34,8	30,3	16,16	1,23	0.44	-12,4	1,88
Свирель	21,2 - 34,4	29,2	15,20	1,19	0.54	-13,2	1,92

Таблица 2 – Рейтинг адаптивности сортов пшеницы по содержанию клейковины

Сорт	Ранг						Сумма рангов
	содержание, %	V, %	пластичность	стабильность	стрессоустойчивость	гомеостатичность	
Новосибирская 15	1	2	7	2	2	2	16
Канская	2	3	6	3	5	3	19
Алтайская 70	5	4	4	4	3	4	20
Уялочка	6	8	5	8	7	7	41
Алтайская 75	4	5	2	7	5	5	28
Красноярская 12	3	1	8	1	1	1	15
Курагинская 2	7	7	1	6	4	8	33
Свирель	8	6	3	5	6	6	34

Была так же проведена оценка показателей адаптивности и определен рейтинг сортов по качеству клейковины. По среднему показателю качества клейковины все сорта, кроме сорта Уялочка относились к третьему классу качества (табл.3). К первому классу (43-77 ед. ИДК) приближались сорта Алтайская 70, Канская, Новосибирская 15. Однако в отдельные годы клейковину первой группы качества формировали все сорта. Сорт Уялочка формировал клейковину первой группы 5 лет из 7, Канская и Алтайская 7 три года, Красноярская 12 и Новосибирская 15 два, Алтайская 75, Курагинская 2, Свирель один год. Причем лучшие показатели качества отмечены в годы с наименьшими показателями содержания. Слабой изменчивостью по качеству клейковины отличались сорта Курагинская 2, Новосибирская 15, Алтайская 75. Следует отметить, что по содержанию клейковины Курагинская 2 заняла предпоследнее место. Наиболее пластичными оказались сорта Алтайская 70, Уялочка, Алтайская 75. Сорта с наиболее высоким содержанием клейковины не вошли в этот список. Лучшими сортами по стабильности, стрессоустойчивости, гомеостатичности были Курагинская 2, Новосибирская 15 и Свирель.

По сумме рангов адаптивности по качеству клейковины лучшими были сорта Новосибирская 15 и Курагинская 2 (табл.4). Следующие два места заняли Свирель и Алтайская 75. За исключением Новосибирской 15 лучшие по содержанию клейковины сорта, по качесСорт Новосибирская 15 занял второе место и по сумме рангов по адаптивности по количеству клейковины.

Выводы и предложения

В результате проведенных исследований выделены сорта с высоким содержание клейковины Новосибирская 15, Канская, Красноярская 12 и высокими показателями ее качества Уялочка, Канская, Алтайская 70. С использованием различных показателей адаптивности определены наиболее приспособленные к условиям Красноярского края сорта. По количеству клейковины к ним относятся Красноярская 12 и новосибирская 15, по качеству клейковины Новосибирская 16 и Курагинская 2.

Таблица 3 – Показатели адаптивности пшеницы по качеству клейковины (2016-2022 гг.)

Сорт	Показатель ИДК 1, ед.		V, %	Пластичность	Стабильность	Стрессоустойчивость	Гомеостатичность
	размах изменчивости	среднее					
Новосибирская 15	70 - 85	78,6	6,18	0,44	0.92	-15	12,72
Канская	62 - 85	77,6	11,26	0,35	0.26	-23	6,89
Алтайская 70	63 - 92	77,7	12,18	2,12	0.18	-29	5,89
Уялочка	54 - 81	72,3	12,82	1,91	0.16	-27	5,64
Алтайская 75	74 - 95	83,3	9,00	1,28	0.54	-21	9,26
Красноярская 12	68 - 93	80,3	10,56	0,80	0.20	-25	7,60
Курагинская 2	74 - 86	81,4	4,64	0,05	0.97	-12	17,5
Свирель	70 - 88	83,0	7,52	0,40	0.78	-18	11,0

Таблица 4 – Рейтинг адаптивности сортов пшеницы по качеству клейковины

Сорт	Ранг						Сумма рангов
	показатель ИДК 1	V, %	пластичность	стабильность	стрессоустойчивость	гомеостатичность	
Новосибирская 15	4	2	5	2	2	2	17
Канская	2	6	7	5	5	6	31
Алтайская 70	3	7	1	7	8	7	33
Уялочка	1	8	3	8	7	8	35
Алтайская 75	8	4	2	4	4	4	26
Красноярская 12	5	5	4	6	6	5	31
Курагинская 2	6	1	8	1	1	1	18
Свирель	7	3	6	3	3	3	25

Библиографический список

1. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы: науч. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 396 с.
2. Дорохов, Б. А. Особенности формирования урожая и качества зерна озимой пшеницы в Центральном Черноземье / Б. А. Дорохов, И. С. Браилова, Е. П. Беляева // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2022. – Т. 52, № 3. – С. 24–33.
3. Сидоров, А. В. Влияние условий вегетационного периода на содержание и качество клейковины яровой пшеницы / А. В. Сидоров, Н. С. Герасимова, М. А. Семирадская // Вестник Бурятской ГСХА. – 2023. – № 2. – С. 33–39.
4. Отчет за 2021 – 2022 год филиала ФГБУ Госсорткомиссия по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва. – Красноярск, 2022. – 210 с.
5. Зыкин, В. А. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений / В. А. Зыкин, И. А. Белан, В. С. Юсов. – Омск, 2005. – 45 с.
6. Соболев, Н. А. Методика оценки экологической стабильности сортов и генотипов / Н. А. Соболев // Проблемы отбора и оценки селекционного материала. – Киев: Наук. думка, 1980. – С. 100–106.
7. Rossielle, A. A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non – stress environments / A. A. Rossielle, J. Hamblin // Crop Sci, 1981. – V. 21., № 6. – P. 943–946.
8. Хангильдин, В. В. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы / В. В. Хангильдин, Н. А. Литвиненко // Науч.-техн. бюл. Всесоюз. селекцион.-генет. ин-та. – 1981. Вып. 1 (39). – С. 8–14.
9. Никитина, В. И. Оценка образцов яровой мягкой пшеницы сибирской селекции по адаптивности в условиях Красноярской лесостепи / В. И. Никитина, Д. Ф. Федосенко // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 1. – С. 47–52.
10. Ионова, Е. В. Изменение механизмов адаптивности и урожайности сортов озимой мягкой пшеницы в засушливых условиях по этапам сортосмены / Е. В. Ионова, В. А. Лиховидова, В. Л. Газе // Зерновое хозяйство России. – 2021. – № 1 (73). – С. 3–7.
11. Куркова, И. В. Оценка адаптивной способности и экологической пластичности сортов и сортообразцов ярового ячменя амурской селекции / И. В. Куркова, С. А. Фокин // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 2. – С. 16–21.

НОВЫЙ СОРТ ЧЕЧЕВИЦЫ СИБИРСКАЯ

А.М. Асанов, к. с.-х. н., ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», Омск,
Россия

e-mail: asanov@anc55.ru

Л.В. Омелянюк, д. с.-х. н., ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»,
Омск, Россия

e-mail: omelyanyuk@anc55.ru

А.Ж. Саурбаев, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», Омск, Россия

e-mail: saurbaev@anc55.ru

Аннотация. Исследования проведены в лаборатории селекции зернобобовых культур Омского АНЦ (РФ, г. Омск) в зоне южной лесостепи Западной Сибири в 2015 – 2022 гг. В статье представлена информация о новом сорте тарелочной чечевицы Сибирская, который передается на Государственное испытание с 2024 г. в 5-11 регионах России. Сорт зернового направления получен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации (*Инвизибл х Нива 95*). Новый сорт имеет преимущество перед стандартом Нива 95 по урожайности семян и их крупности; сравнительно устойчив к полеганию благодаря оптимальной длине стебля, что позволяет перейти на уборку чечевицы способом прямого комбайнирования и значительно снизить затраты на возделывание этой культуры.

Ключевые слова: *Lens culinaris* Medik., чечевица, сорт, урожайность семян, морфологические признаки

NEW LENTIL VARIETY SIBIRSKAYA

A.M. Asanov, candidate of Agricultural Sciences, Omsk Agrarian Research
Center, Omsk, Russia

e-mail: asanov@anc55.ru

L.V. Omelyanyuk, doctor of Agricultural Sciences, Omsk Agrarian Research
Center, Omsk, Russia

e-mail: omelyanyuk@anc55.ru

A.Zh. Saurbaev, Omsk Agrarian Research Center, Omsk, Russia

e-mail: saurbaev@anc55.ru

Abstract. The studies were carried out in the laboratory for the selection of leguminous crops of the Omsk Agrarian Research Center in the zone of the southern forest-steppe of Western Siberia in 2015-2022. The article provides information about a new variety of plate lentils Sibirskaya, which is submitted in 2023 for the State variety testing. The variety of the grain direction was obtained in the Omsk Agrarian Research Center (Russian Federation, Omsk) by individual selection from a hybrid combination (Invisible x Niva 95). The new variety has an advantage over the Niva 95 standard in terms of seed yield and size; relatively resistant to lodging due to the optimal length of stem, which allows one to switch to harvesting lentils by direct combining and significantly reduce the cost of cultivation of this crop.

Keywords: lentils, variety, seed yield, morphological characteristics

Введение. Чечевица – бобовая культура многопланового использования, занимающая в мире одно из ведущих мест, зерно которой считается полностью экологически чистым продуктом – важным фактором в обеспечении полноценного питания. Из семян чечевицы изготавливают консервы, столовые блюда и другие продукты [1]. Чечевица – признанный лидер среди бобовых культур по содержанию растительного белка высокого качества с незаменимыми аминокислотами [2]. Она содержит очень много железа и фосфора.

На сегодня в России районировано 34 сорта чечевицы: Нива 95 (1999), Веховская 1 (2000), Пауза (2003), Светлая (2008), Даная (2013) и др. В 2022 г. включены в Госреестр 6 сортов, в том числе сорт чечевицы красной Лира, рекомендованный для 10 региона (оригинатор, патентообладатель ООО «Актив-Агро», город Саратов). В 2023 г. новых сортов нет [3].

Несмотря на общепризнанную ценность культуры и в продовольственном, и средообразующем отношениях, изучением исходного материала для селекции и созданием новых сортов, отвечающих новым требованиям, в России занимается крайне мало научно-исследовательских

учреждений, а в Сибири – вообще нет таких исследований. Создание и быстрое внедрение в производство новых высокопродуктивных, технологичных и высококачественных сортов чечевицы – актуально, так как позволяет сформировать и дополнить генофонд высокобелковых культур, в том числе в новых условиях произрастания [4].

В Западной Сибири селекция чечевицы начата еще в 1930-х годах Т.З. Чвашаевым в Омске. Под его руководством созданы два сорта: Тарелочная зеленая и Мелкосемянная 4 [5]. Но на этом селекция этой ценной зернобобовой культуры была остановлена на несколько десятилетий.

Целью работы является выведение сортов чечевицы, дающих высокие и устойчивые урожаи крупных семян (масса 1000 шт. не менее 65 г) зеленой или желтой окраски, устойчивых к болезням, пригодных для механизированной уборки.

Методы исследований. Исследования проведены в лаборатории селекции зернобобовых культур Омского АНЦ в зоне южной лесостепи Западной Сибири. Селекционные питомники размещались на полях второго селекционного севооборота, предшественник мягкая яровая пшеница. Почва – чернозем выщелоченный среднемощный тяжелосуглинистый, содержание гумуса 6,2 – 6,4% (по Тюрину), $pH_{\text{сол}}$ 6,5 – 6,7. Содержание в слое 0–40 см нитратного азота – среднее, подвижного фосфора – повышенное, обменного калия (по Чирикову) – высокое.

Основная обработка почвы – отвальная зябь. Весной – боронование в два следа, предпосевная культивация в двух направлениях. Непосредственно перед посевом внесена стартовая доза азотного удобрения (аммиачная селитра – 100 кг/га в ф.в.). Посев рядовым способом сеялкой ССФК-7 17 мая с нормой высева 2 млн. всхожих семян на гектар. Весовая норма высева для конкурсного сортоиспытания (КСИ) определялась с учетом лабораторной всхожести и массы 1000 семян. Сразу после посева проведено прикатывание кольчатыми катками. Стандарт – сорт Нива 95 селекции АНИИСХ. Уборка напрямую в фазу полной спелости селекционным комбайном.

Результаты исследований. Сорт чечевицы зернового направления Сибирская (синоним Л 45/17) получен в Омском аграрном научном центре (РФ, г. Омск). Элитное растение, ставшее родоначальным нового сорта, выделено из гибридной комбинации (*Инвизибл х Нива 95*) в 2016 г. В 2017-2020 гг. потомство этого растения изучалось в селекционных питомниках, в 2021-2023 гг. – в конкурсном сортоиспытании ФГБНУ «Омский АНЦ».

Авторы сорта: Асанов А.М., Омелянюк Л.В., Кармазина А.Ю., Саурбаев А.Ж., Поползухин П.В., Гайдар А.А., Паршуткин Ю.Ю., Пахотина И.В., Кутилин А.Ф.

Разновидность – *нуммулярия*. Высота растений, в зависимости от условий выращивания, 40-65 см. Стебель граненый, очень ветвистый – число веток от 4 до 12 шт. Общее число междоузлий 15-30, максимум до 50 шт. Прилистники узкие, полукопьевидные, цельнокрайние, длиной 0,4-0,7 см. Листья очередные, парноперистые – 4-5 пар удлинённых овальных листочков размером 1,5-2,0 см в длину и 0,4-0,7 см в ширину с короткими черешками и ветвистыми слабо развитыми усиками. Цветки мелкие, белые по 2-3 на тонком длинном пазушном цветоносе, заканчивающемся остью. В середине паруса есть две пары продольных светло-сиреневых полосок. Бобы лущильные, повислые, размером 1,0 х 2,0 см ромбовидной формы с клювиком, в основном по 2 на плодоносе. Число бобов на растении может превышать 50 шт. Среднее число семян в бобе 1-2, максимальное 3 шт. Окраска бобов в период полной спелости желтая. Семена имеют округлую сплюснутую форму с острыми краями, желто-зеленые, гладкие, блестящие, семядоли желтые. Рубчик линейный, слабо выражен.

Сорт скороспелый, созревает в условиях южной лесостепи Омской области за 72-74 суток.

По урожайности семян сорт Сибирская в КСИ превысил стандарт в среднем за 2 года на 0,83 т/га: 3,01 и 4,34 т/га – у нового сорта; 2,11 и 3,41 т/га – у сорта Нива 95.

По данным лаборатории качества зерна ФГБНУ «Омский АНЦ», сорт формирует массу 1000 семян на уровне 69,4 г – на 6,1 г (9,6%) крупнее, чем у

Нива 95. Содержание белка в семенах нового сорта 25,0% – на уровне стандарта.

Новый сорт сравнительно устойчив к полеганию благодаря оптимальной длине стебля, что позволяет перейти на уборку чечевицы способом прямого комбайнирования и значительно снизить затраты на возделывание этой культуры.

Сорт рекомендуется для возделывания на зерно в Центрально-Черноземном (5), Северо-Кавказском (6), Средневолжском (7), Нижневолжском (8), Уральском (9), Западно-Сибирском (10), Восточно-Сибирском (11) регионах.

Передается на Государственное испытание с 2024 г.

Таким образом, после очень долгого перерыва в ФГБНУ «Омский АНЦ» возобновляется селекция чечевицы. Заложены селекционные питомники по полной схеме селекционного процесса, но, к сожалению, в очень ограниченных объемах. Это связано с тем, что небольшой коллектив лаборатории селекции зернобобовых культур ведет, согласно теме НИР РАН, селекцию по двум не менее ценным и востребованным культурам – гороху и сое. Классическим методом гибридизации с последующим индивидуальным отбором создан новый сорт чечевицы Сибирская.

Библиографический список

1. Кулыгин, В. А. Приемы возделывания чечевицы в богарных условиях Ростовской области / В. А. Кулыгин, А. И. Клименко, Н. Н. Вошедский, А. В. Гринько, О. А. Целуйко // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36) – С. 47–54.
2. Рекомендации по возделыванию чечевицы в условиях Северного Казахстана ТОО «Первая Агрохимическая Компания» / Яндекс. Документы.
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1 «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. – С. 43–44.
4. Зайцев, С. А. Чечевица как объект селекционной деятельности / С. А. Зайцев, Д. П. Волков, О. С. Носко, В. В. Бычкова // [Электрон. ресурс] АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 1. – URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/1/st_108.pdf. DOI: 10.51419/202121108
5. Асанов, А. М. Селекционная работа с зернобобовыми культурами в СибНИИСХ за прошедшие 85 лет / А. М. Асанов, Л. В. Омелянюк // Первый Международный форум Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России / ФГБОУ ВО «Омский ГАУ». – Омск: Полиграфический центр КАН, 2016. – С. 10–13.

СЕЛЕКЦИЯ ЗЕРНОФУРАЖНЫХ КУЛЬТУР В СЕВЕРНОМ ЗАУРАЛЬЕ

М.Н. Фомина, к. с.-х. н., ФГБУН ТюмНЦ СО РАН, Тюмень, Россия
e-mail: maria_f72@mail.ru

Ю.С. Иванова, к. с.-х. н., ФГБУН ТюмНЦ СО РАН, Тюмень, Россия
e-mail: averyasova-ulya@mail.ru

Н.А. Брагин, ФГБУН ТюмНЦ СО РАН, Тюмень, Россия
e-mail: nikolaj.bragin87@inbox.ru

М.В. Брагина, ФГБУН ТюмНЦ СО РАН, Тюмень, Россия
e-mail: masha.bragina22@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена истории развития сельского хозяйства в Тюменской области. Описаны основные достижения российских ученых агрономов-селекционеров, заложивших основу и создавших базу для работы преемников. В результате многолетнего комплексного изучения культур разработаны перспективные методы создания новых сортов ярового овса и ячменя в Северном Зауралье. За истекший период времени было создано и передано в государственное сортоиспытание 15 сортов овса и 9 сортов ячменя. В настоящее время в государственный реестр селекционных достижений включено 7 сортов овса (Мегион, Талисман, Отрада, Фома, Тоболяк, Радужный, Тюменский голозерный) и 4 сорта ячменя (Абалак, Зенит, Кудесник, Дивный).

Ключевые слова: посевные площади, урожайность, овес, ячмень, селекция, сорт

BREEDING OF GRAIN-FORAGE CROPS IN THE NORTHERN TRANS-URALS

M.N. Fomina, candidate of Agricultural Sciences, TYUMNTS SB RAS, Tyumen,
Russia

e-mail: maria_f72@mail.ru

Yu.S. Ivanova, candidate of Agricultural Sciences, TYUMNTS SB RAS,
Tyumen, Russia

e-mail: averyasova-ulyi@mail.ru

N.A. Bragin, TYUMNTS SB RAS, Tyumen, Russia

e-mail: nikolaj.bragin87@inbox.ru

M.V. Bragina, TYUMNTS SB RAS, Tyumen, Russia

e-mail: masha.bragina22@mail.ru

Annotation. The article presents the history of development of agriculture in the Tyumen region. The main achievements of Russian scientists, agronomists and breeders, who laid the foundation and created the basis for the work of successors, are described. As a result of many years of comprehensive study of crops, promising methods for creating new varieties of spring oats and barley in the Northern Trans-Urals have been developed. Over the past period of time, 15 varieties of oats and 9 varieties of barley have been created and transferred to the state variety testing. Currently, the state register of breeding achievements includes 7 varieties of oats (Megion, Talisman, Otrada, Thomas, Tobolyak, Raduzhny, Tyumensky golozerny) and 4 varieties of barley (Abalak, Zenith, Kudesnik, Divny).

Keywords: land under cultivation, yield, oat, barley, breeding, variety

Введение

Овес и ячмень - широко распространенные и важные зернофуражные культуры в мировой продукции зерновых. Российская Федерация является крупнейшим производителем данных культур в мире с объемом производства овса свыше 4 млн. (4761365) тонн и ячменя свыше 17 млн. (17992517) тонн в год.

В РФ наблюдается динамика снижения посевных площадей под зернофуражными культурами, особенно под овсом. Если снижение доли ячменя в структуре посевных площадей РФ за последние 25 лет (1996 – 2020 гг.) составило 1,5 %, то посевные площади под овсом сократились почти в два с половиной раза (с 7,4 % до 3,1 %) (рис.1).

В практике сибирского земледелия зернофуражные культуры всегда имели большое значение. Их разностороннее использование, кормовые

достоинства и высокая пластичность способствовали широкому внедрению в сибирских регионах, том числе и в Северном Зауралье.

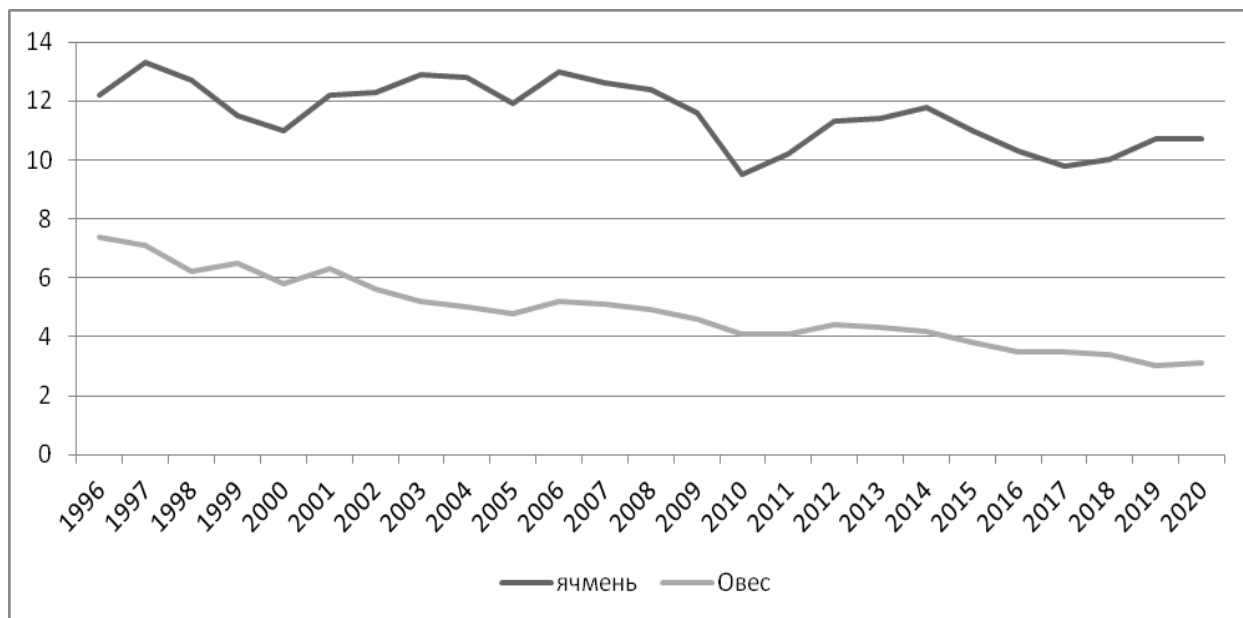


Рисунок 1. Доля овса и ячменя в структуре посевных площадей РФ (1996-2020 гг.)

Тюменская область (с автономными округами ХМАО и ЯНАО) находится в юго-западной части Западно-Сибирской низменной равнины. Она по площади занимает 3-е место среди субъектов РФ, уступая лишь Якутии и Красноярскому краю, и 1-е место в Уральском федеральном округе. Область занимает большую часть Западносибирской равнины и фактически делит территорию России на две большие части: западнее - Урал и Европейская часть страны, восточнее - азиатская: Сибирь и Дальний Восток. Тюменская область протянулась на 2100 км с севера на юг и на 1400 км с запада на восток. Область находится в природных зонах арктических пустынь, тундры, лесотундры (север и центр Ямало-Ненецкого АО), тайги (юг Ямало-Ненецкого АО, Ханты-Мансийский АО, север южной части Тюменской области), смешанных лесов и лесостепи (центр и юг южной части Тюменской области) [1].

Область отличается суровыми природно-климатическими условиями, 90% территории отнесено к районам Крайнего Севера или приравнено к ним. Лишь 3% территории области занимают сельскохозяйственные угодья. Более благоприятные климатические условия юга позволяют выращивать зерно, картофель, овощи, грубые и сочные корма, наличие больших площадей сенокосов и пастбищ создает благоприятные условия для молочно-мясного животноводства. В сельскохозяйственную зону Тюменской области входят 21 район и 5 городских округов (без учёта автономных округов). Здесь производится около 80% сельскохозяйственной продукции области.

Исходя из природно-климатических условий Тюменской области, в южной ее части выделяют четыре агроклиматических зоны: I – зона тайги низменности включает в себя Вагайский, Тобольский, Уватский районы; II – зона подтайги низменности (Аромашевский, Викуловский, Нижнетавдинский, Сорокинский, Юргинский, Ярковский районы); III – зона северной лесостепи (Абатский, Голышмановский, Заводоуковский, Исетский, Ишимский, Омутинский, Тюменский, Упоровский, Ялуторовский районы); IV – зона южной лесостепи (Армизонский, Бердюжский, Казанский, Сладковский районы) [2].

Отмеченные зоны различаются между собой по тепловому и водному режимам, типам почв и т.п.

Зона тайги низменности характеризуется умеренно-теплым, хорошо увлажненным климатом. Сумма активных температур за период вегетации составляет 1650-1850° С., безморозный период равен 115 дням, в отдельные годы - 80-99. Сумма осадков в теплый период составляет 416-474 мм. Запасы влаги в почве высокие, воздушная июньская засуха бывает 1-2 раза в 10 лет. Вторая половина лета и осень в большинстве лет дождливые. Почвы дерново-подзолистые и луговые, реже серые-лесные [3]. Низкие температуры и высокая влажность во второй период вегетации сильно затягивают созревание хлебов. Возделывание среднеспелых и позднеспелых сортов в этой зоне часто приводит к получению морозобойного зерна. Здесь

требуются скороспелые, урожайные сорта, способные завершать физиологические процессы в период налива и созревания при пониженных температурах воздуха.

Зона подтайги имеет сумму положительных температур за период активной вегетации 1835-1885° С., безморозный период длится в среднем 118 дней. За теплый период выпадает 348-350 мм осадков, ГТК = 1,2-1,5. Влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в течение вегетации достаточная, однако, воздушные засухи бывают чаще, чем в таежной зоне. Здесь в основном дерново-подзолистые и серые лесные почвы, встречаются выщелоченные черноземы. Здесь также нужны скороспелые сорта, способные к интенсивному наливу и созреванию при низких положительных температурах (14-15° С).

Северная лесостепь. Зональными почвами являются темно-серые лесные, луговые и черноземы. Сумма положительных температур за период вегетации равна 1786-1932° С., безморозный период в среднем длится 121 день, сумма осадков за теплый период составляет 290-359 мм, ГТК = 1,2-1,0. Раз в три года посевы зерновых культур попадают под воздушную и частично почвенную засуху. В данной зоне складываются благоприятные условия для возделывания среднеспелых сортов. Вместе с тем они должны обладать замедленным начальным ростом, чтобы «уйти» от весенне-летней засухи.

Четвертая зона – южная лесостепь, теплая, но недостаточно увлажненная. Сумма положительных температур за период вегетации составляет 2186-2233° С, осадков – 251-293 мм. ГТК=1,0 и меньше. Большая часть летних осадков (68%) выпадает во вторую половину вегетации. Весенне-летняя воздушная засуха разной степени интенсивности наблюдается почти ежегодно. Безморозный период в среднем – 127 дней. Почвенный состав представлен выщелоченным черноземом и луговыми почвами, широко распространены солонцы (15,8%).

В южной лесостепи наибольшее значение приобретают среднеспелые засухо- и солнцестойчивые сорта ячменя, способные формировать при недостатке влаги полноценный урожай.

Значительная часть посевных площадей в Тюменской области всегда отводилась под овес.

В капиталистический период он был одним из основных рыночных продуктов и к концу 18 в. его посевы составляли 28,7 % от всей возделываемой пашни [4]. В 1913 г. овсом в данном регионе было занято более 140 тыс. га. (рис. 2).

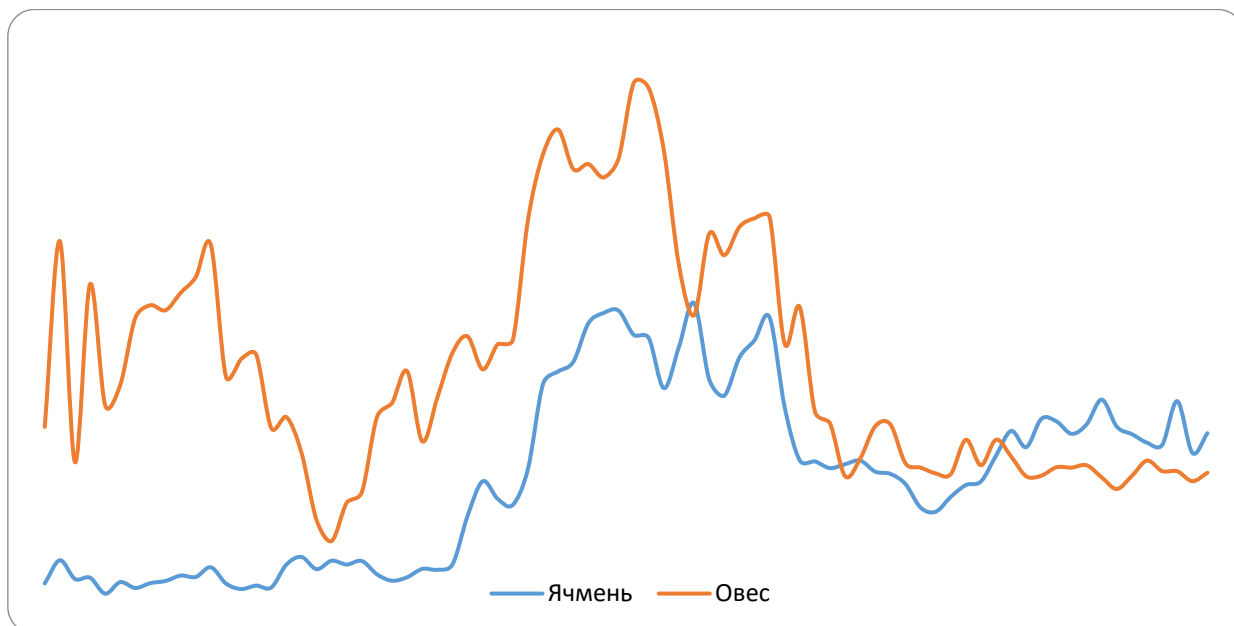


Рисунок 2. Динамика посевных площадей ячменя и овса в Тюменской области (1913-2020)

Впервые годы после октябрьской революции сельское хозяйство Сибири развивалось нестабильно, площади под зерновыми культурами то незначительно увеличивались, то резко сокращались. В предвоенные годы и первые пятилетки послевоенного периода овес занимал 25-28 % посевных площадей в структуре зерновых культур Тюменской области.

В начале 60-х годов прошлого столетия наблюдается резкое сокращение посевов овса в регионе, в 1966-1970 гг. его удельный вес составлял 13,6 % [5].

Культура ячменя в Сибири была известна местным племенам раньше овса, еще в эпоху бронзы и в раннем железном веке (I тыс. до н. э.). В раскопах Потчеваш близ г. Тобольска обнаружены массивные роговые мотыги и зерна ячменя. Однако до прихода русских (XVI в.) ячмень в Сибири выращивался в не небольших количествах. На территории Северного Зауралья эта важная зернофуражная культура занимала незначительные площади (в 1913 г. – 16600 га, 1970 г. – 28200 га) до 1970 года [6].

Бурное развитие топливно-энергетического комплекса в конце 70-х – 80-е годы поставило ряд проблем по интенсификации сельского хозяйства. В их числе создание собственной кормовой базы для промышленного животноводства. Зернофуражные культуры начинают занимать значительные площади [7]. Посевы овса к концу 11-ой пятилетки возросли до 414,7 тыс. гектар, посевы ячменя – свыше 200 тыс. га. С началом перестройки доля овса и ячменя в зерновом клине региона значительно сократилась (табл.1). В последние годы в структуре посевов зерновых культур овес занимает около 15 %, ячмень - около 20%.

Таблица 1 – Структура зернового клина Тюменской области (2015 - 2020 гг.)

Культура	Годы					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Яровая пшеница	56,1	61,1	59,6	57,3	58,9	59,1
Озимая пшеница	0,6	0,5	0,9	0,5	0,8	0,7
Озимая рожь	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2
Озимая тритикале	0,6	0,7	0,4	0,8	0,6	0,5
Ячмень	23,5	20,3	19,7	19,1	19,1	19,3
Овес	14,6	13,2	14,9	17,0	16,0	15,4
Зернобобовые	4,3	3,9	4,2	5,1	4,3	4,8

Следует отметить значительный рост урожайности зернофуражных культур в Тюменской области. За последние двадцать лет (2001 - 2020 гг.)

урожайность овса по сравнению с предыдущим двадцатилетием (1981-2000 гг.) выросла на 20,5 %, а ячменя на 25,0 %. В сравнении с 1913 годом урожайность этих культур в Северном Зауралье выросла почти в 3 раза (рис.3).

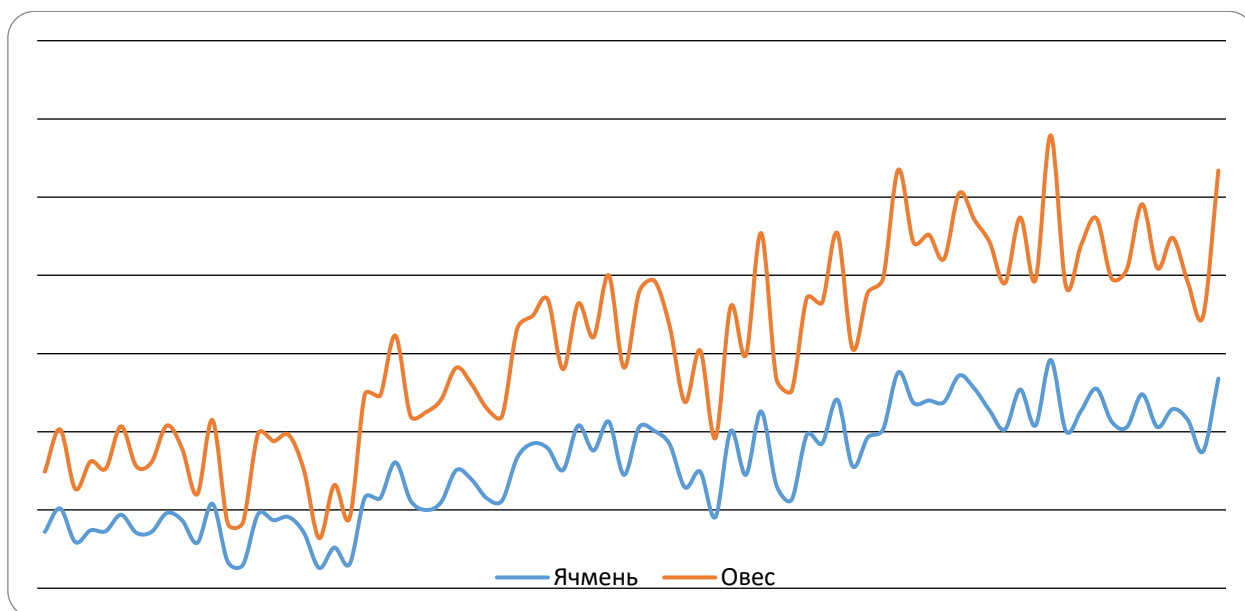


Рисунок 3. Урожайность ячменя и овса в Тюменской области (1913-2022 гг.)

Важнейшим условием получения стабильных и устойчивых урожаев является создание и внедрение в производство сортов, сочетающих высокую потенциальную урожайность с устойчивостью к действию абиотических и биотических факторов внешней среды, лимитирующих в конкретных природно-климатических условиях величину и качество урожая.

Подбором и выведением сортов сельскохозяйственных культур в Северном Зауралье до начала 20 века практически не занимались. Изначальные шаги в этом направлении были сделаны в 1913 г. первым агрономом Тобольской губернии Н.Л. Скалозубовым в частном селекционно-семеноводческом хозяйстве Л.Д. Смолина [8,9]. Им были заложены первые селекционные питомники и начато сортоиспытание зерновых культур. В статье «Испытание сортов овса» Н.Л. Скалозубов писал: «Имея в виду, что в дальнейших работах по выведению улучшенных сортов растений

сортоиспытание должно будет играть серьезную роль в программе семенного хозяйства, в 1913 году сделаны были первые шаги в этом деле, главным образом в целях выработки и установления метода и техники работы. – Испытывалось 7 сортов овса и столько же яровых пшениц».

Геоботанические исследования земледельческих районов Зауралья, проведенные Н.Л. Скалозубовым, позволили собрать, изучить и описать значительное количество образцов зерновых культур. Методом массового отбора из местных популяций и сортов европейского происхождения были получены новые линии и сорта, многие из которых использовались в производстве. Например, овсы: Краузей р. 117 и Мутика р. 145, которые впоследствии были вытеснены более крупнозерными сортами шведской селекции Золотой дождь и Победа.

В последствии все наследие Скалозубова Н.Л. было передано в г. Омск и селекционные работы на территории Северного Зауралья длительное время не велись.

Первые сорта овса (Тюменский 82, Вагай), созданные в данном регионе, были получены на опорном пункте СибНИИСХ, который был образован при НИИСХ Северного Зауралья в конце 70-х годов прошлого столетия. В начале 80-х годов он был закрыт. В 1981 году в отделе семеноводства НИИСХ Северного Зауралья была создана лаборатория селекции зерновых и кормовых культур. Самостоятельная лаборатория по селекции зернофуражных культур была создана в 1995 году [10,11].

Цель работы - создание новых, более продуктивных, пластичных, устойчивых к неблагоприятным факторам среды сортов овса и ячменя скороспелого и среднеспелого типов с учетом специфических зональных требований.

Методы исследований

Основные направления: овес – создание сортов зернового, зернокормового и универсального использования; ячмень – создание

высокобелковых форм для кормового использования и низкобелковых - для пивоварения.

Первый этап селекции: изучение исходного материала, выделение источников хозяйственно-ценных признаков, установление закономерностей формирования продуктивности и качества зерна, оценка влияния факторов среды на урожайность и качество полученной продукции.

Второй этап: разработка моделей сортов с учетом природно-климатических условий региона на основе выделенных источников, подбор родительских форм для гибридизации с целью получения нового исходного материала, оценка вновь созданного материала, отбор перспективных образцов, размножение перспективных линий и передача новых сортов в государственное сортоиспытание (табл.2).

Методы работы – гибридизация с последующим отбором.

Таблица 2 – Объем селекционных питомников овса и ячменя в зоне северной лесостепи Тюменской области, 2017 - 2023 гг.

Питомник	Количество образцов, шт.	
	овес	ячмень
Коллекционный питомник	200...250	180...220
Питомник гибридизации	25 ...45	20...110
Питомник отборов (гибридный)	75...105	50...95
Селекционный питомник первого года	3500...4500	3000...4000
Селекционный питомник второго года	350...550	345...600
Контрольный питомник	200...300	170...220
Предварительное сортоиспытание	75...105	70...115
Конкурсное сортоиспытание	45...70	50...60
Селекционное размножение	5...10	5...7

За истекший период времени было создано и передано в государственное сортоиспытание 15 сортов овса и 9 сортов ячменя. В настоящее время в государственный реестр селекционных достижений включено 7 сортов овса (Мегион. Талисман, Отрада, Фома, Тоболяк, Радужный, Тюменский голозерный) и 4 сорта ячменя (Абалак, Зенит, Кудесник, Дивный). Потенциальная урожайность пленчатых сортов овса 6,0 - 8,0 т/га, голозерного – 4,0 т/га, ячменя - 6,5 - 7,5 т/га. Сорта

высокопластичны и рекомендованы для использования в ряде регионов РФ (Мегион – 4, 10; Талисман, Фома, Тобояк – 10, 11, 12; Отрада – 9, 10, 12; Радужный – 4,9,11,12; Тюменский голозерный - 4, 7, 9, 10, 11; Абалак – 4, 10, 11; Зенит - 4, 12; Кудесник – 4, 10, 11, 12; Дивный – 4, 9, 10, 11, 12). Селекция овса в Северном Зауралье ведется в двух направлениях: создание сортов зернового и зерноукосного типа. Решается также задача по созданию сортов универсального использования (на зерно и зеленый корм). Такими сортами, внесенными в государственный реестр, являются Талисман (в реестре с 2002 г.) и Тобояк (в реестре с 2020 г.) (табл.3). Селекционные работы по ячменю направлены главным образом на создание новых сортов кормового и пищевого использования, также ведется отбор низко белковых форм, перспективных для пивоваренной промышленности.

Таблица 3 – Сорта овса и ячменя селекции НИИСХ Северного Зауралья, включенные в государственный реестр селекционных достижений

Культура	Сорт	Год несения в государственный реестр	Рекомендуемый регион возделывания	Метод создания
Овес	Мегион	1994	4, 10	Гибридизация
	Талисман	2002	10, 11, 12	Гибридизация
	Отрада	2013	9, 10, 12	Гибридизация
	Фома	2015	10, 11, 12	Гибридизация
	Тобояк	2020	10, 11, 12	Гибридизация
	Радужный	2022	4, 9, 11, 12	Гибридизация
	Тюменский голозерный	2000	4, 7, 9, 10, 11	Индивидуальный отбор
Ячмень	Абалак	2013	4, 10, 11	Гибридизация
	Зенит	2011	4, 12	Гибридизация
	Кудесник	2021	4, 10, 11, 12	Гибридизация
	Дивный	2023	4, 9, 10, 11, 12	Гибридизация.

Следует отметить, что сорта зернофуражных культур, созданные в условиях Северного Зауралья, отличаются достаточно высокой пластичностью и рекомендованы для возделывания в ряде регионов Российской Федерации.

Выводы и предложения

Селекция овса в НИИСХ Северное Зауралье ведется в двух направлениях: создание сортов зернового и зерноукосного типа, а так же решается задача по созданию сортов универсальных (зерно и зеленая масса). Селекционные работы по ячменю направлены главным образом на создание новых сортов кормового и пищевого использования, также ведется отбор низко белковых форм, перспективных для пивоваренной промышленности. В настоящее время в государственный реестр селекционных достижений включено 7 сортов овса и 4 сорта ячменя. Создание сорта рекомендованы для возделывания в различных регионах России.

Библиографический список

1. АПК Тюменской области 2014 год.
2. Каретин, Л. Н. Почвы южной части Тюменской области и их агрономическая оценка / Л. Н. Каретин. – Омск, 1974. – 56 с.
3. Бурлака, В. В. Растениеводство Северного Зауралья / В. В. Бурлака // Труды НИИСХ Северного Зауралья. – Тюмень, 1975. – Вып. 11. – С. 3–90.
4. Гешеле, Э. Э. Возникновение земледелия в Сибири / Э. Э. Гешеле // Сельское хозяйство в Сибири, 1956. – С. 95–96.
5. Асалханов, И. А. Сельское хозяйство в Сибири конца 19 века начало 20 века / И. А. Асалханов. – Новосибирск: Наука, 1975. – 267 с.
6. Мальцев, В. Ф. Ячмень и овес в Сибири / В. Ф. Мальцев. – М., 1984. – С. 16–78.
7. Сацыперов Ф. А. Начало селекционной работы в Сибири / Ф. А. Сацыперов // Тр. Бюро по прикл. ботанике. – 1915. – Т. 8., Вып. 7. – С. 863–870.
8. Кондрашенков, А. А. Развитие земледелия в Зауралье и Западной Сибири в XVIII веке / А. А. Кондрашенков // Ежегодник по аграрной истории Восточной Европы, 1964. – С. 342–348.
9. Богачков, В. И. О селекции овса в Западной Сибири / В. И. Богачков, Н. Г. Смищук // Селекция и семеноводство. – 1995. – № 1. – С. 13–15.
10. Комарова, Г. Н. Селекция овса в зоне Западной Сибири / Г. Н. Комарова // Тр. По прикл. бот., ген. и сел. – СПб.: ВИР, 2009. – Т. 165. – С. 203–207.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

С.А. Герасимов, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: g-s-a2009@yandex.ru

Аннотация. Проведена оценка районированных сортов двурядного и шестирядного ячменя по влиянию элементов продуктивности на конечную урожайность в конкурсном сортоиспытании за 2009-2022 гг. (кроме 2011 и 2019 гг). Исследования проводили в условиях открытой Красноярской лесостепи. В качестве объектов исследования использованы сорта двурядного ячменя: Буян, Кедр, Биом, Оленек, Ача, Бахус, Красноярский 80, шестирядного: Агул 2 и Соболек. Регрессионный анализ показал, что урожайность в значительной степени зависела от числа зерен в колосе и массы 1000 зерен, как у двурядных, так и шестирядных сортов сибирского экотипа. Обнаружено отличие сортов красноярской ранней селекции – Красноярского 80 и Бахуса. Для них характерно более слабое влияние на урожайность всех основных элементов продуктивности.

Ключевые слова: ячмень, селекция, районированные сорта, элементы продуктивности, урожайность, корреляция.

FEATURES OF YIELDING CAPACITY DEVELOPMENT OF BARLEY CULTIVARS OF SIBERIAN SELECTION

S.A. Gerasimov, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: g-s-a2009@yandex.ru

Abstract. The assessment of the zoned cultivars of double-row and six-row barley in terms of influence of productivity traits on final yield in a competitive variety trials for 2009-2022 (except 2011 and 2019) was carried out. Researches were

conducted under the conditions of the open Krasnoyarsk forest-steppe. As objects of the research double-row barley varieties were used: Buyan, Kedr, Biom, Olenek, Acha, Bakhus, Krasnoyarsky 80, as well as six-row barley varieties: Agul 2 and Sobolek. The regression analysis showed that the yield substantially depended on a number of grains in an ear and a 1000-grain mass for double-row varieties as well as for six-row ones of the siberian ecotype. The difference of varieties of the krasnoyarsk early days selection – Krasnoyarsky 80 and Bakhus is revealed. Little influence of all basic productivity traits on yield is typical for them.

Keywords: barley, selection, the zoned cultivars, productivity traits, yield, correlation

Введение

Проблема изучения взаимосвязи урожая с элементами продуктивности и выбор стратегии отбора в различных условиях окружающей среды является весьма значимой в селекции. Как правило, вскрытие закономерностей между признаками позволяет отбирать формы растений с наилучшими сочетаниями элементов продуктивности для формирования максимального урожая. Однако существуют разные мнения по этому вопросу. При этом одни авторы предлагают проводить отбор в типичных по условиям районах, другие считают необходимым проводить оценку на благоприятном фоне при максимальном фенотипическом проявлении селекционных признаков. В противовес этому ряд авторов утверждают об эффективности отбора в стрессовых условиях, поскольку это дает возможность отбирать селекционеру наиболее адаптированные генотипы [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

В условиях Западной Сибири Н.И. Аниськов и П.В. Поползухин [8] в своих исследованиях пришли к выводу о том, что отбор высокопродуктивных генотипов в жестких условиях необходимо вести с учетом продуктивности главного колоса (крупность, озерненность, масса 1000 зерен), при этом в более благоприятных условиях предпочтение должно отдаваться продуктивному стеблестоя и синхронности его развития.

В результате изучения обширной коллекции яровой мягкой пшеницы в условиях Кировской области показана эффективность отбора по продуктивному кущению и массы 1000 зерен в оптимальных условиях, что обеспечивает высокий потенциал и широкую норму реакции создаваемых сортов. При этом отбор по длине колоса может быть эффективен вне зависимости от условий вегетации [3].

О.В. Левакова [9] в условиях Рязанской области установила, что элементы продуктивности, обладая взаимным влиянием, способны компенсировать друг друга. Автор выявил, что в условиях острой засухи ведущая роль в формировании урожая ячменя принадлежит длине колоса ($r = +0,437$) и числу зерен в нем ($r = +0,279$). В то же время в увлажненные годы на продуктивность ячменя существенно влияли высота растений ($r = +0,890$), параметры продуктивности колоса: масса зерна с колоса ($r = +0,810$), количество зерен в нем ($r = +0,806$), длина колоса ($r = +0,774$) и масса 1000 зерен ($r = +0,640$).

Данные исследований М. Гочевой [10], полученные в условиях Европы (Болгария) с высоким биоклиматическим потенциалом региона подтверждают максимальное положительное влияние массы зерна с колоса и продуктивного кущения на урожайность ячменя.

Исследованиями А.Г. Липшина, проведенными с использованием образцов сибирского генофонда в 2008-2012 гг в условиях Красноярской лесостепи показана возможность отбора высокопродуктивных генотипов с повышенными параметрами продуктивности главного колоса и более высокой массой зерна с растения [11].

Цель исследования – выявить ведущие элементы продуктивности районированных сортов двурядного и шестирядного ячменя сибирской селекции.

Методы исследований

Сорта ярового ячменя изучали в питомнике конкурсного сортоиспытания на опытном поле Красноярского НИИСХ. Почва чернозем

обыкновенный маломощный. Предшественник – чистый пар. Содержание гумуса (по Тюрину) варьировало от 3,8% до 9,4%, нитратного азота (N-NO₃,) – 3,6-18,0 мг/кг почвы, P₂O₅ – 11,7-24,0 мг/100 г почвы, K₂O – 11,0-19,0 мг/100 г почвы, pH почвенного раствора нейтральная.

С целью выявления ведущих элементов продуктивности, оказывающих наибольшее влияние на урожайность ячменя нами проведен регрессионный анализ сибирских сортов ранней и современной селекции в конкурсном сортоиспытании в различные по условиям годы с применением программы Statistica 10.0 [12]. Для сопоставления результатов и формирования наиболее полной выборки по набору сортов были исключены 2011 и 2019 гг. Смысл исследования заключался в изучении реакции одного и того же наиболее приспособленного сорта в контрастных условиях внешней среды.

Результаты исследований

Для практической селекции нами проанализированы 10 хозяйственно-ценных признаков у сортов и селекционных линий ячменя, созданных в Сибири. Установлена различная степень варьирования признаков ячменя: слабая – вегетационный период (Cv=7,2%), длина колоса (Cv=9,5%), число зерен в колосе (Cv=9,7%), масса 1000 зерен (Cv=8,1%), средняя – высота растений (Cv=15,7%), число растений перед уборкой (Cv=13,3%), продуктивная кустистость (Cv=13,2%), продуктивный стеблестой (Cv=15,3%). В группу признаков с сильной степенью варьирования отнесены масса зерна с растения (Cv=34,4%) и урожайность как интегрированный показатель всех сортов (Cv=28,2%).

Проведенный анализ позволил установить различный вклад вегетационного периода и элементов продуктивности в зависимости от выбранного сорта (табл. 1). Очевидно, что недостаточное развитие одного из элементов может компенсироваться за счет большего проявления другого у разных сортов и в конечном итоге положительно сказываться на формировании урожая.

У сорта Буян ведущими элементами продуктивности являются число зерен в колосе – 55,96 и масса 1000 зерен – 25,08%, в то же время продуктивное кушение имело обратный эффект и оказывало незначительное влияние на урожайность – 18,96 % (табл. 1). Высокий вклад числа зерен в урожайность сорта Буян подтверждается высокой озерненностью его колоса (до 26,3 шт.) и не высоким продуктивным кушением (1,0 шт.). У сорта Кедр ранней селекции отличительная особенность в том, что отмечен средний вклад в урожай продуктивного стеблестоя – 54,23% и массы зерна с одного растения – 45,77%. У скороспелого, крупнозерного сорта Биом наблюдается среднее влияние массы 1000 зерен – 29,68 % и высокое числа зерен в колосе – 70,32%. По-нашему мнению, это связано со стабильным формированием крупного зерна в различные по условиям годы ($C_v=7,2\%$) по сравнению с большей изменчивостью числа зерен в колосе по годам ($C_v=13,6\%$) у изучаемого сорта. У адаптивного сорта Оленек также наблюдается влияние параметров продуктивности колоса на уровень урожайности. При этом достоверно высокий вклад вносит масса 1000 зерен – 58,62% и средний число зерен в колосе – 41,38 %. У сорта Ача новосибирской селекции выделены два селекционных признака: высота растений – 58,96% и масса 1000 зерен – 41,04% со средней степенью влияния на урожай.

Из всего набора изучаемых сортов резко выделяются сорта красноярской ранней селекции – Красноярский 80 и Бахус. Для них характерно достоверное влияние на урожайность всех основных элементов продуктивности.

Сходство между указанными сортами заключается в положительном влиянии продуктивного кушения, длины колоса, числа зерен в колосе, массы 1000 зерен и отрицательном действии на урожай вегетационного периода и массы зерна с одного растения.

Таблица 1 – Регрессионный анализ влияния вегетационного периода и отдельных элементов продуктивности на урожайность сортов двурядного ячменя сибирской селекции, 2009-2022 гг.

Селекционный признак	b-коэффициент	Std. Err.	p-value
Сорт Буян			
Продуктивное кущение	-0,295775	0,113575	0,031411
Число зерен в колосе	0,873091	0,117505	0,000074
Масса 1000 зерен	0,391428	0,104901	0,005776
Сорт Кедр			
Продуктивный стеблестой	0,600507	0,182823	0,009459
Масса зерна с одного растения	0,506807	0,182823	0,021678
Сорт Биом			
Число зерен в колосе	0,951932	0,139995	0,000079
Масса 1000 зерен	0,401779	0,139995	0,018478
Сорт Оленек			
Число зерен в колосе	0,513659	0,132237	0,003706
Масса 1000 зерен	0,727581	0,132237	0,000379
Сорт Ача			
Высота растений	0,739152	0,109839	0,000086
Масса 1000 зерен	0,514542	0,109839	0,001145
Сорт Бахус			
Вегетационный период	-0,212794	0,013282	0,003873
Высота растений	-0,213040	0,039016	0,031941
Число растений перед уборкой	0,345074	0,021120	0,003725
Продуктивное кущение	0,284276	0,040996	0,020170
Продуктивный стеблестой	0,339847	0,018609	0,002985
Длина колоса	0,269861	0,022394	0,006816
Число зерен в колосе	0,724933	0,040345	0,003083
Масса 1000 зерен	0,170202	0,017874	0,010849
Масса зерна с одного растения	-0,230654	0,047830	0,040412
Сорт Красноярский 80			
Вегетационный период, дней	-0,15887	0,026093	0,008897
Высота растений, см	0,31661	0,052214	0,009001
Число растений перед уборкой	-0,55413	0,123182	0,020509
Продуктивное кущение	0,23243	0,042891	0,012327
Длина колоса	0,47999	0,093944	0,014505
Число зерен в колосе	1,10263	0,071501	0,000592
Масса 1000 зерен	0,85910	0,060212	0,000746
Масса зерна с одного растения	-1,33786	0,194158	0,006262

Вероятно, это связано со схожими механизмами компенсации в течение вегетационного периода свойственные изучаемым сортам. У сорта Бахус

наибольший относительный вклад в урожай отмечен у числа зерен в колосе – 25,98%, а у сорта Красноярский 80 кроме числа зерен в колосе – 21,87%, также массы 1000 зерен – 17,04% и массы зерна с одного растения с обратным эффектом – 26,54%.

При изучении вклада элементов урожайности у скороспелых шестирядных сортов ранней селекции Агул 2 и Соболек выявлена тенденция положительного влияния числа зерен в колосе – 54,91 и 64,80% соответственно (табл. 2). Как и в случае с двурядными сортами ячменя, указанный селекционный признак играет положительную роль в формировании продуктивности колоса с растения, а учитывая тот факт, что вследствие слабой кустистости урожай у шестирядных сортов в основном формируется за счет главного колоса, приобретает ведущую роль при отборе на повышение продуктивности. Кроме этого у сорта Агул 2 установлена положительная сопряженность урожая с числом растений перед уборкой – 45,09%, а у сорта Соболек с массой 1000 зерен – 35,20%.

Таблица 2 – Регрессионный анализ влияния отдельных элементов продуктивности на урожайность сортов шестирядного ячменя, 2009-2022 гг.

Селекционный признак	b-коэффициент	Std. Err.	p-value
Сорт Агул 2			
Число растений перед уборкой	0,654801	0,243947	0,025034
Число зерен в колосе	0,797278	0,243947	0,009710
Сорт Соболек			
Число зерен в колосе	0,831938	0,151312	0,000381
Масса 1000 зерен	0,451948	0,151312	0,015278

Стоит отметить, что высокие значения линейных b-коэффициентов регрессии дополнены визуальными анализами построенных графиков и подтверждены высокими коэффициентами корреляции отдельных элементов продуктивности с урожаем. В качестве наглядного примера можно привести график зависимости урожая от числа зерен в колосе у двурядного высокоозерненного сорта Буян представленного на рисунке.

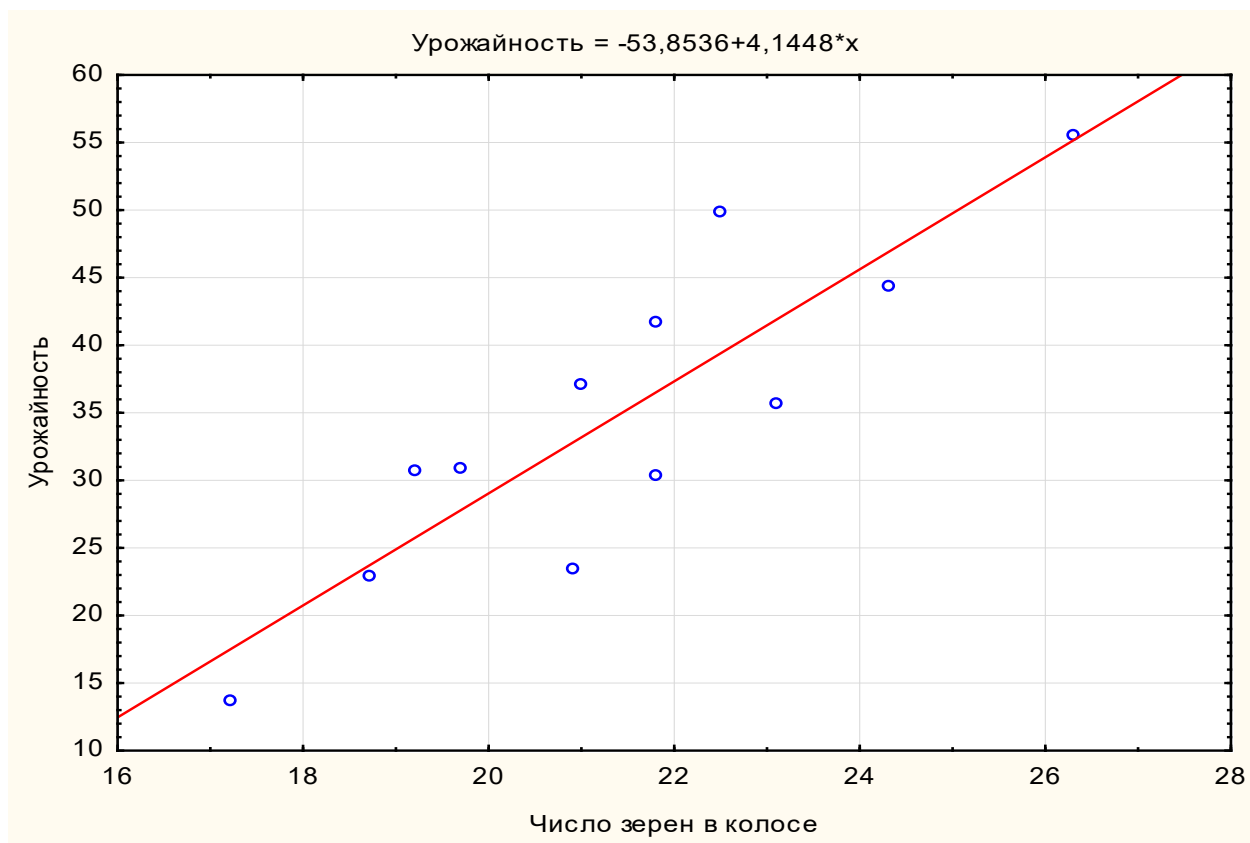


Рисунок – Зависимость урожайности сорта двурядного ячменя Буян от показателя число зерен в колосе, 2009-2022 гг.

Выводы и предложения

Таким образом, проведенный анализ позволил установить ведущие элементы продуктивности двурядного и шестирядного ячменя, оказывающие положительное влияние на урожайность большинства сортов сибирской селекции на дальнейшее повышение продуктивности в контрастных условиях вегетации. Для двурядных и шестирядных сортов при отборе необходимо уделять внимание параметрам продуктивности главного колоса: числу зерен в нем (вклад 21,87-70,2%) и массе 1000 зерен (вклад 6,10-58,62%), что также подтверждается предыдущими нашими исследованиями и выводами других авторов. Для сортов красноярской ранней селекции Красноярский 80 и Бахус характерно более слабое влияние на урожайность всех основных элементов продуктивности.

Библиографический список

1. Сурин, Н. А. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур сибирской селекции и пути его совершенствования (пшеница, ячмень, овес) / Н. А. Сурин. – Новосибирск: ИЦ ГНУ СибНСХБ Россельхозакадемии, 2011. – 708 с. – ISBN 978-5-904424-74-9. – EDN YWLGOU.
2. Анисимова, Н. Н. Элементы структуры урожая сортов ярового ячменя и их вклад в формирование высокой продуктивности растений / Н. Н. Анисимова, Е. В. ИONOва // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 5. – С. 40–43. – EDN XRLIGT.
3. Волкова, Л. В. Урожайность яровой мягкой пшеницы и ее связь с элементами продуктивности в разные по метеорологическим условиям годы / Л. В. Волкова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 6 (55). – С. 9–15. – EDN WZIRLV.
4. Мартынова, С. В. Взаимосвязь морфометрических параметров ярового ячменя с урожайностью / С. В. Мартынова, В. Н. Пакуль, Д. Е. Андросов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2019. – Т. 49. – № 5. – С. 11–20. – DOI 10.26898/0370-8799-2019-5-2. – EDN MVRPIK.
5. Becker, H. C. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability / H. C. Becker // Euphytica. – 1981. – Vol. 30. – P. 835–840. – DOI 10.1007/BF00038812.
6. Vazquez, J. F. Correlations, epistasis and heterosis of plant height and internode length in barley / J. F. Vazquez, E. Sanchez-Monge // Genome. – 2011. – Vol. 29. – № 4. – P. 532–536. – DOI 10.1139/g87-091.
7. Verstegen, H. The world importance of barley and challenges to further improvements / H. Verstegen, O. Köneke, V. Korzun, R. Broock // Biotechnological Approaches of Barley Improvement. – 2014. – Vol. 69. – P. 3–19. – ISBN: 978-3-662-44405-4 – DOI 10.1007/978-3-662-44406-1_1.
8. Аниськов, Н. И. Яровой ячмень в Западной Сибири (селекция, семеноводство, сорта): монография / Н. И. Аниськов, П. В. Поползухин. – Омск: Вариант-Омск, 2010. – 388 с. – EDN QLBKRJ.
9. Левакова, О. В. Вариабельность элементов структуры урожая ярового ячменя в зависимости от гидротермических условий вегетации / О. В. Левакова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – Т. 23. – № 3. – С. 327–333. – DOI 10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333. – EDN BSOZZS.
10. Gocheva, M. Study of the productivity elements of spring barley using correlation and path-coefficient analysis / M. Gocheva // Turkish Journal of Agricultural and Natural Science. – 2022. – Issue 2. – P. 1638–1641.
11. Липшин, А. Г. Сибирский генофонд ячменя и его использование для селекции в Восточной Сибири: специальность 06.01.05 "Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений": диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Липшин Алексей Геннадьевич. – Красноярск, 2016. – 155 с. – EDN XWCGXT.
12. Field, A. Discovering Statistics Using R / A. Field, J. Miles, Z. Field. – London: SAGE Publications Ltd, 2012. – 992 p. – ISBN: 1446200450 – DOI 10.1111/insr.12011_21.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ СОЗДАНИИ ОЗИМЫХ СОРТОВ

Д.Ф. Федосенко, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: day-black@mail.ru

А.В. Сидоров, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: asidorovs@list.ru

Аннотация. Показаны результаты многолетних исследований по созданию зимостойких сортов озимой пшеницы с использованием яровых сортов. Приведены результаты изучения коллекции озимой пшеницы и даны рекомендации по ее использованию. В результате проведенных исследований созданы и изучены селекционные образцы озимой пшеницы ВЛ-7 и ВЛ-27 превосходящие стандарт Новосибирская 3 по зимостойкости, с урожайностью на уровне стандарта. В 2022 году выделены селекционные образцы, превосходящие стандарт по продуктивности на 0,19-0,84 т/га и по зимостойкости на 0,5-1,2 балла.

Ключевые слова: яровая пшеница, озимая пшеница, зимостойкость, гибридизация, сорт, продуктивность

POSSIBILITIES OF USING SPRING WHEAT IN THE CREATION OF WINTER VARIETIES

D.F. Fedosenko, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

A.V. Sidorov, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

Abstract. The results of many years of research on the creation of winter-hardy varieties of winter wheat using spring varieties are shown. The results of the

collection of winter wheat investigation are presented and recommendations for its use are given. As a result of the research, breeding samples of winter wheat VL-7 and VL-27 were created and studied, that surpass the Novosibirskaya 3 standard in terms of winter hardiness, showing a yield at the level of the standard. In 2022 breeding samples that exceed the standard in productivity by 0.19-0.84 t/ha and in winter hardiness by 0.5-1.2 ranks were selected.

Keywords: spring wheat, winter wheat, winter hardiness, hybridization, variety, productivity

Введение

Возделывание озимой пшеницы в Сибири является одним из перспективных направлений в увеличении производства зерна. По мнению ряда авторов озимые культуры должны занимать до 15-20%, от площадей, занятых зерновыми культурами [1,2].

По сравнению с яровой, озимая пшеница лучше использует осенние и весенние осадки. Она является страховой культурой в случае июльской засухи и ранних заморозков. Созревание озимой пшеницы проходит при более благоприятных температурных условиях, что позволяет гарантированно получать зерно и семена с высоким качеством. Ранние сроки уборки позволяют снизить напряженность в период уборочных работ [1-3]. В условиях лесостепной зоны Красноярского края озимая пшеница созревает на 15-25 дней раньше яровой.

Основным недостатком озимой пшеницы является недостаточная зимостойкость. Зимостойкость является комплексным признаком и зависит от уровня морозостойкости, устойчивости к вымоканию, выпреванию, ледяной корке. На уровень зимостойкости влияет и устойчивость к болезням, в частности к снежной плесени [4,5]. В условиях Сибири основным фактором высокой зимостойкости является морозостойкость [6].

В Красноярском крае площади под озимой пшеницей невелики и подвержены значительным колебаниям по годам. После благоприятных для

перезимовки лет площади под озимой пшеницей начинают увеличиваться, после неблагоприятных опять сокращаются. С 2014 по 2021 год площади под озимой пшеницей увеличились с 1,6 до 10,2 тысяч гектар. Однако в 2021 году из-за плохой перезимовки были получены плохие результаты и в 2022 году озимая пшеница занимала всего 2,9 тысяч гектар.

В условиях лесостепной зоны, при достаточном уровне снежного покрова гибель озимой пшеницы от низких температур невысока. Чаще всего посевы повреждаются осенью в ноябре и весной в апреле. Осенью при отсутствии снега или небольшом его количестве отрицательные ночные температуры могут достигать 18-20. Весной при раннем сходе снега и начале отрастания пшеницы посевы повреждаются ночными заморозками. В этих условиях решающее значение имеет высокая морозостойкость сортов.

Озимая пшеница широко используется в селекции при создании яровых сортов. Селекционерами Сибири созданы сорта Бурятская 34, Бурятская 79, Сibaковская 3, Тюменская 80, Тулунская 12, Алтайская 88 и Омская 9, Иртышанка 10 и другие. В Красноярском НИИСХ с участием озимого сорта Омская 3 создан сорт Свирель, который с 2014 года был внесен в Госреестр по Восточно-Сибирскому региону.

Методы исследований

Исследования проводили в 1993-2022 годах на опытных полях Красноярского НИИ сельского хозяйства, расположенных в центральной части Красноярской лесостепи. Опыты закладывали на участке с четырех сторон ограниченном лесополосой, что позволяло накапливаться достаточному количеству снега. Предшественник - пар, норма высева 5 млн. всхожих зерен на гектар, почва - чернозем выщелоченный. Учетная площадь для уборки на зерно на конечном этапе сортоиспытания составляла 10 м² в трех повторениях. Посев производили в сроки с 1 по 5 сентября.

Полевые исследования проводили согласно методике ГСИ. В качестве стандарта использовали сорт Омская озимая, с 2020 года Новосибирская 3. Изучение коллекции проводили согласно методики ВИР. Зимостойкость

определяли по шкале: 0 - полная гибель; 1 – очень низкая (менее 30% растений осталось); 2 – низкая (30-45%); 3 – средняя (45-60%); 4 – высокая (61-85%); более 85% – очень высокая. Совмещения цветения озимой и яровой пшеницы добивались посевом яровых сортов в ранние сроки (20-25 апреля) и в небольших объемах яровизацией озимых сортов.

Результаты исследований

Сведения о использовании яровой пшеницы для создания озимых сортов встречаются редко. Выбор этого направления был сделан по нескольким причинам. Привлечение яровых сортов позволяет расширить генетическое разнообразие озимой пшеницы, а включение в гибридизацию сортов местной селекции повысить ее адаптивность к местным условиям. При создании яровых сортов в Красноярском НИИСХ большое внимание уделяется проблеме засухоустойчивости, а в литературе встречаются сведения о том, что зимостойкость, устойчивость к засолению, устойчивость к засухе имеют близкую физиологическую основу. Наконец весенний посев полученных гибридов позволяет исправить результаты некачественной гибридизации.

Основой для начала исследований явился материал полученный в результате теоритических исследований по использованию озимой пшеницы для создания яровых сортов. Использовали озимые сорта Омская озимая, Багратионовская, К-49843 (Голландия) и яровые сорта Тулунская 12 и Красноярская 90. Скрещивания проводили по системе топкроссов с получением реципроктов [7]. Часть гибридов второго поколения высевали осенью, чтобы в популяции остались только озимые растения.

Наиболее перспективными оказались гибридные популяции: Тулунская 12 x К-49843 (Голландия), Багратионовская x Красноярская 90, Красноярская 90 x Багратионовская. Из них были отобраны селекционные образцы, превосходящие по зимостойкости стандарт Омская озимая на 0,6 - 1 балл. Однако по продуктивности они не превышали стандарт, так как по массе 1000 зерен уступали стандарту на 5-7 грамм.

С целью устранения этого недостатка в гибридизацию были вовлечены озимые сорта Волгоградская 84, Лютесцес 284, Немчиновская 24, Омская озимая и яровые Новосибирская 29, Алтайская 70, Свеча, Катюша, Уялочка и собственный селекционный материал.

Из гибридной популяции, полученной от скрещивания озимого сорта Волгоградская 84 и ярового селекционного образца Л-114 были выделены две наиболее перспективные линии ВЛ-27 и ВЛ-7. Они превосходили Омскую озимую по продуктивности на 0,32 и 0,42 т/га. Крупность зерна удалось повысить до уровня стандарта при сохранении достаточно высокого уровня зимостойкости (табл.1).

Таблица 1 – Характеристика селекционных образцов ВЛ-7 и ВЛ-27 в сравнении с Омской озимой (2018, 2019 гг.)

Сорт	Урожай, т/га			Зимостойкость, балл	Масса 1000 зерен, г.
	2018 г.	2019 г.	среднее		
Омская озимая	2,05	1,80	1,92	3,0	35,4
ВЛ-7	2,22	2,47	2,34	3,8	35,8
ВЛ-27	2,29	2,18	2,24	3,5	34,6

С 2020 года стандартом стал более продуктивный сорт Новосибирская 3. По продуктивности селекционные образцы были на уровне Новосибирской 3, превосходя ее по зимостойкости. По крупности зерна они уступили новому стандарту на 1,8-3,2 грамма.

Таблица 2 – Характеристика селекционных образцов ВЛ-7 и ВЛ-27 в сравнении с Новосибирской 3 (2020 - 2022 гг.)

Сорт	Урожай, т/га				Зимостойкость, балл	Масса 1000 зерен, г.
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее		
Новосибирская 3	3,35	4,46	3,77	38,6	3,5	39,2
ВЛ-7	3,47	4,52	3,82	39,4	4,1	37,4
ВЛ-27	3,32	4,29	36,8	37,6	3,9	36,0

В 2014-2015 году для пополнения исходного материала проводили изучение коллекции из 88 образцов. Годы были относительно благоприятными для перезимовки. По результатам оценки на зимостойкость видно, что сорта сибирской селекции показали себя как наиболее приспособленные к местным условиям. Зимостойкость на уровне 5 баллов показали 8 образцов Омская озимая, Багратионовская, Бийская озимая, ППГ-51729/91, Волжская К и местные селекционные образцы 390284-29, К-411-15, К-411-16. Зимостойкость не ниже 4 баллов отмечена у 35 образцов.

По продуктивности лучшими были Волжская С 1, Багратионовская, Филатовка, Башкирская 10, Новосибирская 9, Бийская озимая (Россия), К-64735, Памяти Ремесло, К-65171, К-64324 (Украина).

Сравнение сортов по элементам продуктивности проводили только между сортами с зимостойкостью не ниже 4 баллов. У образцов с низкой зимостойкостью формировался редкий стеблестой и на этом фоне показатели структуры урожая были завышены. В первую очередь это касалось продуктивности и озерненности главного колоса.

По массе главного колоса выделились образцы Волжская 100, Волжская С 3, Багратионовская (Россия), К-64728, К-65041, К-65055 (Украина), Elva (Латвия). Высокое число зерен в колосе отмечено у образцов Новосибирская 32, Новосибирская 51, 390284-29, Омская озимая (Россия), К-64735 (Украина). По массе 1000 зерен выделились образцы Агра, Волжская 100 (Россия), К-65041, К-64324, К-64735, К-65171, (Украина), К-65158 (США).

В дальнейшем для гибридизации с яровыми сортами и озимыми образцами своей селекции наиболее часто использовали озимые сорта Омская озимая, Новосибирская 51, Волжская К, Омская 4 и собственный селекционный материал. Сорта Куяльник (Украина), Svilena (Болгария), Banga (Латвия) использовали как доноры короткостебельности. Из короткостебельных сортов они были наиболее зимостойкими. Селекционный

материал полученный с использованием этих образцов испытывается в селекционных питомниках первого и второго года.

В последние годы в гибридизацию вовлекали озимые сорта Новосибирская 3, Прииртышская, Зауральская озимая, Синтетик, Золушка, АС Дельта (Канада). В качестве ярового компонента использовали сорта Памяти Вавенкова, Тарская 10, Зауральская жница, Канская, Новосибирская 49, Арсея, Буран, Байтрек (Казахстан), Digana, Stanga (Швеция).

В 2022 году в питомнике конкурсного испытания выделились новые образцы, полученные из гибридных популяций, сделанных в более ранний период. По продуктивности они превосходили стандарт Новосибирская 3 на 0,19-0,84 т/га (табл.3). Зимостойкость их была выше стандарта на 0,5-1,2 балла. Наиболее продуктивные образцы К-675-2-19 и К-673-3-18 превзошли стандарт по массе 1000 зерен на 2,4-2,5 грамма.

Таблица 3 – Результаты оценки новых селекционных образцов (2022 г.)

Сорт	Происхождение	Урожай, т/га	Зимостойкость, балл	Масса 1000 зерен, г.
Новосибирская 3		3,77	3,8	39,2
К-675-2-19	Немчиновская 24 х Уяровка	4,51	4,5	41,6
К-673-3-18	(Волгоград. 84 х Л-114) х Новосибирская 29	4,31	4,3	41,7
К-673-5-18	(Волгоград. 84 х Л-114) х Новосибирская 29	4,06	4,3	36,9
К-677-2 19	ВЛ-4 х Катюша	3,96	5,0	39,2

Выводы и предложения

В результате проведенных исследований создан селекционный материал озимой пшеницы превосходящий по зимостойкости стандарт Новосибирская 3. Продуктивность лучших селекционных образцов на уровне стандарта и выше. Выделившиеся селекционные образцы будут проходить дальнейшее

изучение и размножение. Они могут использоваться в селекционном процессе для создания более эффективных сортов.

Библиографический список

1. Рутц, Р. И. Научные основы и практические результаты селекции яровой пшеницы и озимых мятликовых культур в Западной Сибири. – Новосибирск. 2005. 624 с.
2. Артемова, Г. В. Основные результаты работ с озимыми зерновыми культурами в СибНИИРС / Г. В. Артемова, П. И. Степочкин, В. И. Пономаренко, Ю. А. Христов // Селекция сельскохозяйственных растений: итоги и перспективы. – Новосибирск. – 2005. С. 17–26.
3. Кашуба, Ю. Н. Селекция озимой пшеницы в Омской области / Ю. Н. Кашуба, А. Н. Ковтуненко, В. М. Трипутин, Т. В. Шварцкопф // Вестник Омского ГАУ. – 2016. – № 3 (23). – С. 3–8.
4. Захарова, Н. Н. Зимостойкость озимой мягкой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья / Н. Н. Захарова, Н. Г. Захаров // Вестник ульяновской ГСХА. – 2019. – № 3 (47). – С. 66–71. DOI: 10.18286/1816-4501-2019-3-66-7.
5. Мусинов, К. К. Оценка сибирских форм озимой пшеницы по урожайности и параметрам адаптивности / К. К. Мусинов, Г. В. Артемова, П. И. Стёпочкин и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, № 10. – С. 11–16. DOI: 10.53859/02352451_2021_35_10_11.
6. Мусинов, К. К. Исходный материал для селекции озимой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Новосибирской области: специальность 06.01.05 "Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений": диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Мусинов К. К. – Новосибирск, 2022. – 212 с.
7. Сидоров, А. В. Озимая пшеница как исходный материал для создания яровых сортов / А. В. Сидоров, Д. Ф. Федосенко // Оптимизация селекционного процесса – фактор стабилизации и роста продукции растениеводства Сибири: мат-лы междунар. конф. (23-26 июля 2019 г., Красноярск). – Красноярск, 2019. – С. 120–126.

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ И СБОР БЕЛКА В СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦАХ ГОРОХА

Е.В. Кожухова, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: elena.kozhukhova@yandex.ru

В.В. Новиков, Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: valeranovsav@yandex.ru

Н.С. Герасимова, Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: nata.gerasimova.1982@mail.ru

Аннотация. Цель работы - выявление оптимальных сроков посева для оценки селекционных образцов гороха по урожайности, сбору и содержанию белка. Объекты исследования - пять образцов гороха посевного. Период исследования 2021 – 2022 гг. Задачи: проанализировать изменение урожайности гороха; определить и сравнить содержания белка образцов, а также сбор белка с единицы площади при раннем и позднем сроке посева в Енисейской Сибири. Выявлено, что по урожайности образцы первого срока сева превосходили урожайность второго срока, но значительной разницы по содержанию белка в семенах не наблюдалось. Сбор белка при первом сроке сева превосходил сбор белка при втором сроке, при этом разница между показателями образцов при первом сроке была значительнее.

Ключевые слова: горох, селекция, сбор белка, сроки сева

INFLUENCE OF SOWING TIME ON YIELD AND PROTEIN YIELD OF BREEDING SAMPLES OF PEA

E.V. Kozhukhova, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

email: elena.kojuhova@yandex.ru

V.V. Novikov, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB
RAS, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: valeranovsav@yandex.ru

N.S. Gerasimova, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC
SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: nata.gerasimova.1982@mail.ru

Abstract. The objective of the research is to identify the optimal sowing dates for evaluating pea breeding samples in terms of yield, protein content and yield. The objects of study were five samples of peas. The tasks were to analyze the change in the yield of different morphotypes of peas under early and late sowing dates; determine and compare the protein content for the studied breeding samples at different sowing dates; compare protein yield per unit area at early and late sowing dates. It was found that in terms of yield, the samples of the first sowing period exceeded the yield of ones of the second period, while there was no significant difference in the protein content in the seeds, but the protein yield at the first sowing term exceeded the protein yield at the second term.

Keywords: peas, selection, protein yield, sowing time

Введение

Зернобобовые культуры имеют пищевую и кормовую ценность благодаря высокому содержанию белка в семенах. Горох является основной зернобобовой культурой в России, занимая в последнее десятилетие от 52,1% (2018 г.) до 69,4% (2021 г.) площадей, занятых под зернобобовыми культурами [1]. Производство пищевых и кормовых белковых препаратов из зерна гороха является весьма перспективным [2]. Химический состав гороха следующий (в % на сухое вещество): белок – 19,2–26,1, зола – 2,73–3,35, жир – 1,63–8,19, крахмал – 46,4–54,3, сахара – 2,7–5,1 [3]. Выявлено, что между урожайностью культуры и сбором белка существует тесная корреляционная зависимость [4]

Для выявления сортовой специфичности одним из главных беззатратных технологических приемом, позволяющих наиболее полно реализовывать генетический потенциал культуры является правильно спланированный оптимальный срок сева для определенных морфотипов.

Известно, что со сроками сева связаны многие показатели: тип почвы, температурный и световой фактор, обеспеченность влагой, устойчивость к болезням и вредителям, конкурентная способность по отношению к сорной растительности, активность фотосинтеза и симбиотической фиксации азота из атмосферного воздуха [5, 6], в связи с чем выявление реакции морфотипов гороха на ранние и поздние сроки сева в условиях Восточной Сибири является актуальной.

Целью работы являлось выявление оптимальных сроков посева для оценки селекционных образцов гороха по сбору белка

Ставились следующие задачи:

1. Проанализировать изменение урожайности разных морфотипов гороха при раннем и позднем сроке посева;
2. Определить и сравнить содержания белка в % для исследуемых селекционных образцов при разных сроках посева;
3. Сравнить сбор белка с единицы площади при раннем и позднем сроках сева.

Методы исследований

Объектами исследования являлись пять образцов гороха посевного, из которых два листочкового морфотипа - Радомир и Ж-58, и три образцы с видоизмененным полубезлисточковым типом листа - Л-16, Д-94 и Д-40 (табл. 1).

Таблица 1 – Объекты исследования

№	Образец	Происхождение	Описание*	Длина растений	УкП**
1	Радомир	П-2332 х Юбиляр	Af, Def	132,0	2
2	Ж-58	Радомир х Л-Орел	Af., Def	106,5	2

3	Л-16	Шустрик х Радомир	af, def	104,5	3
4	Д-94	Aliso х Радомир	af, def	68,0	3
5	Д-40	Aliso х Радомир	af, def	72,5	3

*Af – листочковый морфотип, af – видоизмененный полубезлисточковый тип; Def – отсутствие сросшейся семяножки; def – семяножка плотно сросшена с семенем.

**УКП – устойчивость к полеганию по 5-и бальной шкале.

Опыты проводились в 2021 и 2022 годах в контрольном питомнике лаборатории селекции гороха Красноярского НИИСХ, площадь делянки 5 м² повторность трехкратная. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый. Содержание нитратного азота N-NO₃ среднее - 10,12 мг/кг, подвижного фосфора P₂O₅ высокое - 23,26 мг/100г и калия K₂O повышенное - 10,06 мг/100г (по Чирикову).

Посев проводился в два срока: первый – максимально ранний, по мере созревания почвы, приходящийся преимущественно на последнюю декаду апреля или первую декаду мая и второй срок сева - в последнюю декаду мая, после основного посева зерновых. Первый срок сева в 2021 году был проведен 06.05, второй 24.05; в 2022 году 29.04 и 20.05 соответственно. Уборка проводилась при полном созревании семян гороха. В 2021 году уборка первого срока сева пришлась на 20.08., второго срока на 30.08. В 2022 году уборка первого срока сева была проведена 08.09, второго - 20.09.

ГТК вегетационного периода 2022 года соответствовал обеспеченному увлажнению и составил 1,04, тогда как 2021 года избыточному - 1,34, преимущественно за счет максимального увлажнения в июне (ГТК июня 2021 года 2,6), при этом отклонение суммы осадков от среднеемноголетнего значения составило +79 мм, среднемесячной температуры + 0,1 °С. Жаркая температура августа 2021 года (+2,4 °С к среднему многолетнему) способствовала скорейшему созреванию культуры, по сравнению с 2022 годом (–0,7 °С к среднему многолетнему) (рис. 1)

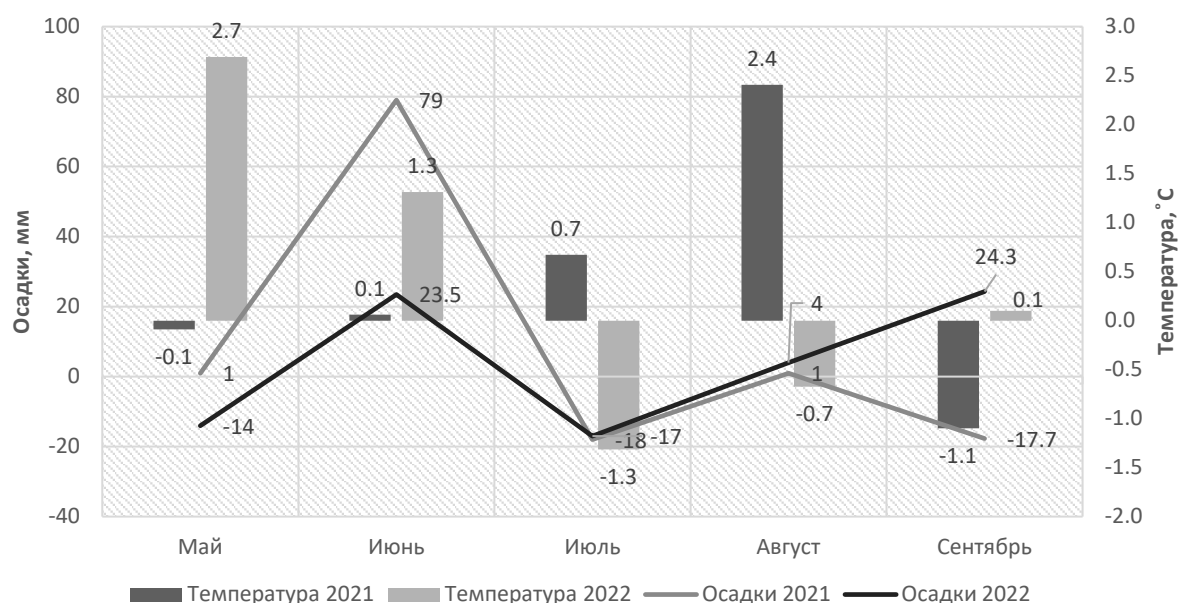


Рисунок 1. Отклонение тепло- и влагообеспеченности месяцев вегетационного периода от их среднемноголетних значений

Результаты исследований

По урожайности образцы первого срока сева (39,61 ц/га) значительно превосходили урожайность второго срока (30,65 ц/га, $P=0,01$), это объясняется тем, что образцы раннего срока сева изначально были поставлены в лучшие условия для прорастания – большее содержание влаги в почве, способствует лучшему прорастанию гороха и меньшему повреждению вредителями, положительным моментом для урожайности является возможность их скорейшего созревания до наступления сентябрьских дождей. Однако, колебания показателей урожайности между образцами были схожими – уровень надежности 95,0% при первом сроке сева 3,86, при втором 3,58.

Значительной разницы между содержанием белка в семенах гороха образцов первого и второго срока сева не отмечено ($P=0,10$), средние значения 23,58 и 23,60 соответственно. Однако, размах колебаний между минимальным и максимальным показателем за период 2021 – 2022 годов

были значительно выше при втором сроке сева 21,22% – 25,35%, чем при первом 22,44% – 24,44%.

По сбору белка с единицы площади образцы первого срока ($9,61 \pm 1,16$ ц/га) превосходили образцы второго срока ($7,36 \pm 0,37$ ц/га) - $P_{0,5}$ срок сева 0,012 – различия достоверны (табл. 2 рис. 2).

Таблица 2 – Описательная статистика исследуемых показателей, 2021 – 2022 гг.

Показатель	Первый срок сева			Второй срок сева		
	содержание белка	урожайность, ц/га	сбор белка, ц/га	содержание белка	урожайность, ц/га	сбор белка, ц/га
Среднее значение	23,58	39,61	9,41	23,60	30,65	7,36
Стандартная ошибка	0,35	1,39	0,42	0,74	1,29	0,13
Минимум	22,44	36,25	8,23	21,22	27,08	6,99
Максимум	24,44	43,68	10,67	25,35	35,00	7,80
Уровень надежности (95,0%)	0,98	3,86	1,16	2,05	3,58	0,37

Показатели сбора белка с единицы площади при разных сроках сева для исследуемых образцов гороха значительно различались, но при этом корреляционная связь между ними практически не прослеживалась - была слабо отрицательной ($r = -0,29$).

При посеве в первый срок – первая декада мая, влияние генотипов проявлялось значительно – размах показателей сбора белка составил от 8,23 (Д-40) до 10,67 (Д-94), тогда как при втором сроке сева от 6,99 (Л-16) до 7,80 (Д-40)). Так как сбор белка при первом сроке сева превосходил сбор белка при втором сроке и влияние сортов было более наглядным, можно сделать вывод, что для селекционной работы с целью оценки образцов по сбору белка с единицы площади посев должен осуществляться в предельно ранние сроки (рис. 2).

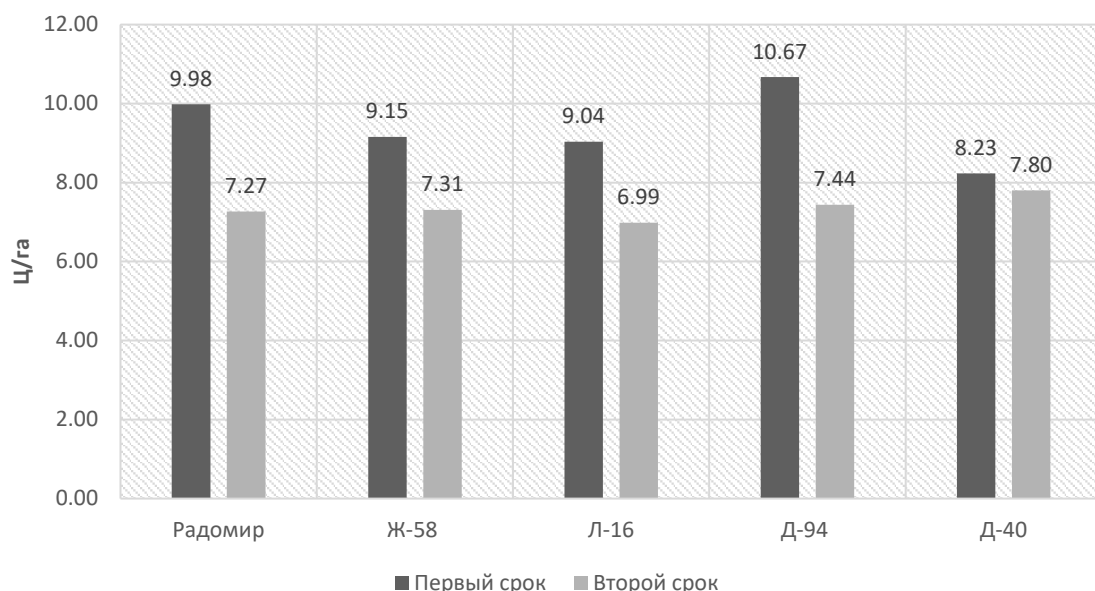


Рисунок 2. Сбор белка в зависимости от срока сева

$P_{0,5}$ срок сева 0,012

1 срок сева: НСР_{0,5} год 0,71; сорт 1,14

2 срок сева: НСР_{0,5} год 0,57; сорт 0,90

Влияние года на урожайность было значительным и при расчете влияния доли факторов, доля года при первом сроке сева составила 86%, при втором 89%, следовательно, существует вероятность, что условия конкретного года могут представить совсем иную картину.

Выводы и предложения

Таким образом выявлено, что по урожайности образцы первого срока сева (39,6 ц/га) превосходили урожайность второго срока (30,65 ц/га), при этом значительной разницы по содержанию белка в семенах не наблюдалось, но сбор белка при первом сроке сева превосходил сбор белка при втором сроке и размах колебаний между образцами был более значительном при первом сроке сева. Следовательно, для полноценного отображения потенциала генотипа образцов гороха по сбору белка в условиях Красноярской лесостепи рекомендуется использовать максимально ранние сроки сева – по мере созревания почвы,

Однако, условия года могут внести свои коррективы и для более объективного вывода желательно проведение более продолжительного исследования.

Библиографический список

1. Государственная статистика. Посевные площади сельскохозяйственных культур. [www.fedstat.ru/indicator/31328] Дата обращения 01.07.2023 г.
2. Колпакова, В. В. Пищевые и кормовые белковые препараты из гороха и нута: производство, свойства, применение / В. В. Колпакова, Д. С. Куликов, Р. В. Уланова, Л. В. Чумикина // Техника и технология пищевых производств. – 2021. – Т. 51, № 2. – С. 333–348. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-2-333-348.
3. Браилова, И. С. Оценка перспективных сортообразцов гороха по качеству и взаимосвязь биохимических показателей с урожайностью и массой 1000 семян / И. С. Браилова, Т. А. Филатова, Н. И. Юрьева, Ю. В. Белоусова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 3 (35). – С. 20–25. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11180.
4. Зиядов, Э. О. Показатели качества сортов и сортообразцов гороха на богаре / Э. О. Зиядов, Д. М. Орипов, М. Б. Вафоева // Инновационная наука. – 2019. – № 10. – С. 23–26.
5. Пахотина, И. В. Особенности формирования содержания белка в зерне гороха в условиях Западной Сибири / И. В. Пахотина, Л. В. Омелянюк, Е. Ю. Игнатьева, А. М. Асанов // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 10 (163). – С. 60–67. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-10-60-67.
6. Лукашевич, Н. П. Влияние сроков сева на урожайность семян гороха / Н. П. Лукашевич // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2006. – № 1-1. С. 133–136.
7. Лукашевич, Н.П. Особенности формирования урожайности семян зернобобовых культур в почвенно-климатических условиях северной зоны Белоруссии / Н. П. Лукашевич, И. В. Ковалева, Н. Н. Зенькова, Т. М. Шлома, И. М. Коваль // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4. – С. 87 - 92.

БАЗЫ ДАННЫХ В ОЦЕНКЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПО ГОРДЕИНАМ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВЕ В КРАСНОЯРСКОМ НИИСХ

Л.Н. Шевцова, к. с.-х. н., ФГБОУ ВО «Красноярский государственный
аграрный университет», Красноярск, Россия
e-mail: shevtsovaln48@rambler.ru

Н.С. Козулина, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО
РАН, Красноярск, Россия
e-mail: kozulina.n@bk.ru

Аннотация. Использование реляционных баз данных MS Access, облачной AirTable в селекционном процессе показали возможность проведения оценки генетического разнообразия сортообразцов ярового ячменя по гордеинкодирующим локусам. Показано, что с помощью применения фильтров и запросов в базе данных удобно группировать сорта по формулам гордеинов, анализировать уровень межсортового полиморфизма и внутренней гетерогенности в разных группах сортообразцов ярового ячменя Восточной Сибири, выделять сорта по частоте встречаемости конкретных гордеиновых формул. Обсуждаются возможности интеграции разных баз данных, настройки совместного доступа к конкретным результатам исследований, импорта данных в электронные таблицы разных форматов. Представлены результаты поиска способов переноса базы данных из MS Access в рекомендуемое Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации приложение PostgreSQL.

Ключевые слова: яровой ячмень, гордеины, полиморфизм, генетическое разнообразие, базы данных, запросы, облачные сервисы

DATABASES FOR THE ASSESSMENT OF GENETIC DIVERSITY FOR SPRING BARLEY GORDEINS IN BREEDING AND SEED PRODUCTION IN THE KRASNOYARSK RESEARCH INSTITUTE

L.N. Shevtsova, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: shevtsovaln48@rambler.ru

N.S. Kozulina, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: kozulina.n@bk.ru

Abstract. The use of relational databases MS Access, cloud-based AirTable in the breeding process showed the possibility of assessing the genetic diversity of spring barley varieties by hordein coding loci. It is shown that using filters and queries in the database is convenient to group varieties according to hordein formulas, analyze the level of intervarietal polymorphism and internal heterogeneity in different groups of Eastern Siberian spring barley variety samples, and distinguish varieties by the frequency of occurrence of specific hordein formulas. The possibilities of integrating different databases, setting up shared access to specific research results, and importing data into spreadsheets of various formats are discussed. The results of the search for ways to transfer the database from MS Access to the PostgreSQL application recommended by the Ministry of Digital Development, Telecommunications and Mass Media of the Russian Federation are presented.

Keywords: spring barley, hordeins, polymorphism, genetic diversity, databases, queries, cloud services

Введение

Селекционный процесс включает многолетние испытания большого разнообразия исходного материала разного географического происхождения, многообразие направлений отбора и трудоемкие оценки селекционного материала. В исследованиях генетического разнообразия ячменя, наряду с традиционными показателями, широко используются белковые маркеры, где наибольшее распространение получили электрофоретические спектры спирторастворимого белка - гордеина. В настоящее время анализ и хранение накопленного громадного объема селекционных данных без использования

информационных технологий уже сложно представить. Создание и ведение баз данных (БД), включающих различные селекционно-генетических показатели, становится необходимой поддержкой селекционного процесса на разных его этапах.

Цель работы – анализ генетического разнообразия по гордеинкодирующим локусам исходного и селекционного материала ярового ячменя с помощью баз данных.

Методы исследований

Для информационного сопровождения селекционного процесса были выбраны системы управления базами данных (СУБД) MS Access, PostgreSQL, а также облачная база AirTable.

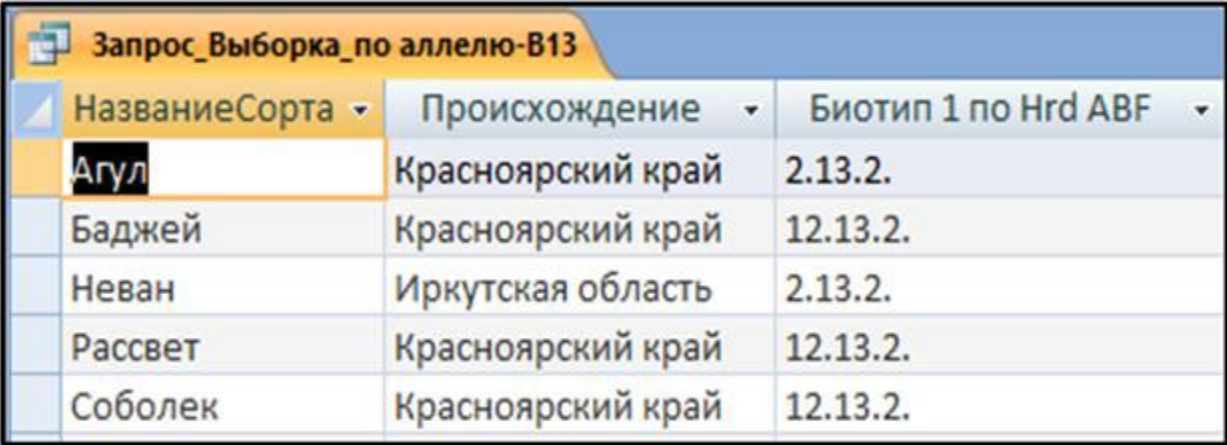
Электрофорез гордеинов проводился в 13-% крахмальном геле в присутствии 3М мочевины [1, 2]. Электрофоретические спектры записывали в виде генетических формул (Hrd A.B.F.) согласно каталогу блоков компонентов гордеинов [1,2].

Данными для заполнения баз данных послужили генетические формулы гордеинов сортов ярового ячменя, допущенных к использованию (районированных) на территории Красноярского края (начиная с 1940 года), сортообразцы инорайонной селекции, выделенных по комплексу хозяйственных признаков в агроэкологических условиях края, стародавние сибирские образцы, а также образцы селекционных питомников КНИИСХ [3, 4, 5].

Результаты исследований

Проектирование базы данных «Селекционно-генетическая классификация ярового ячменя сибирского региона по гордеинкодирующим локусам» включало разработку концептуальной модели, выбор системы управления базами данных, логическое и физическое проектирование [6]. Выполненная систематизация и структуризация результатов исследований полиморфизма гордеинов ярового ячменя послужили основой для разработки реляционной структуры базы данных. Первой для практической реализации

базой данных, включающей изначально 7 сущностей (таблиц) была выбрана СУБД Access [6, 7]. Выбор СУБД Access связан с возможностью графического представления результатов исследований, включая вставку фотографий электрофоретических спектров гордеинов и самих сортообразцов, а также возможностью экспорта/импорта данных из других электронных таблиц (MS Excel и MS Word). Преимуществом MS Access является также возможность использования различных фильтров и запросов для анализа разнообразия аллельного состава гордеинов ячменя, выделения частовстречаемых аллелей в разных селекционных выборках и из разных таблиц базы данных. Например, на рисунке 1 представлен запрос на поиск современных сибирских сортов с аллелем гордеина В13, выделенного по многолетним исследованиям как адаптивного для условий Красноярского края [3, 4, 5]. Всего таблица «Формулы гордеинов современных сибирских сортов» в базе данных Access включает 45 сортов, изучение которых и определение формул гордеинов проводилось в КНИИСХ.

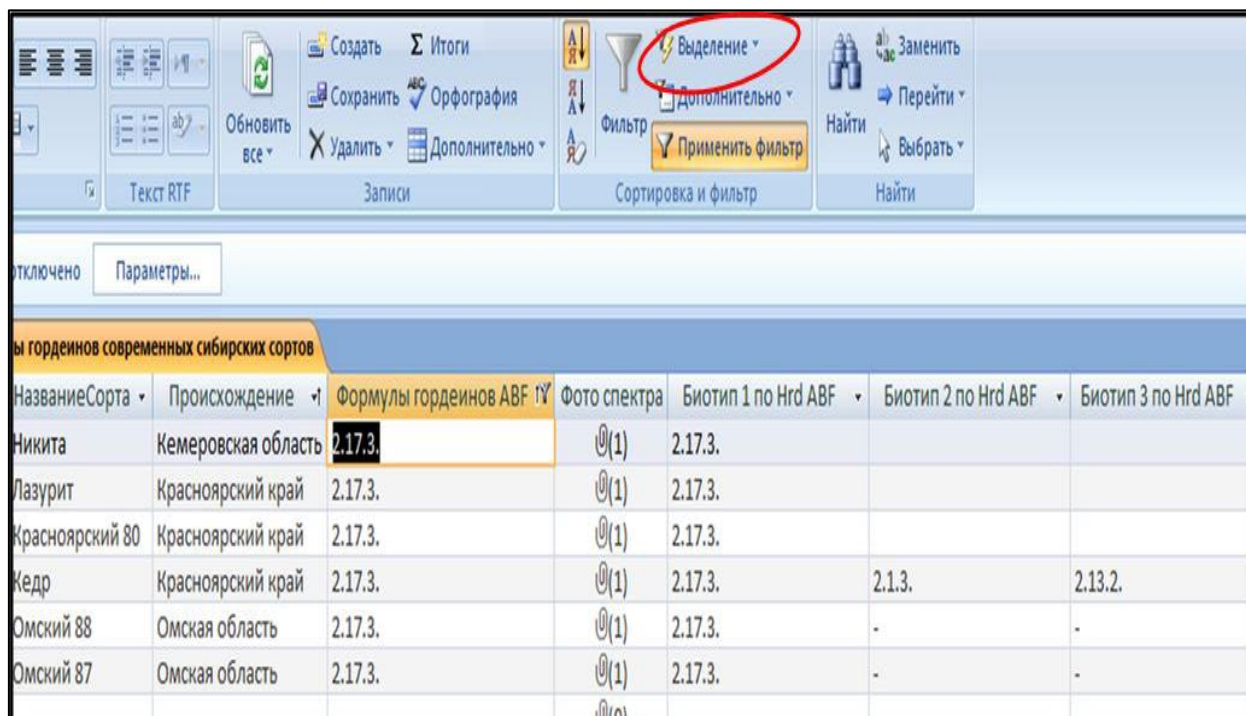


НазваниеСорта	Происхождение	Биотип 1 по Hrd ABF
Агул	Красноярский край	2.13.2.
Баджей	Красноярский край	12.13.2.
Неван	Иркутская область	2.13.2.
Рассвет	Красноярский край	12.13.2.
Соболек	Красноярский край	12.13.2.

Рисунок 1. Результат запроса для поиска сортов с генетическими формулами гордеинов 2.13.2. и 12.13.2. из коллекции современных сибирских сортов

Поиск биотипов по формулам гордеинов возможен и в каждой конкретной таблице с использованием двух видов фильтров «Выделение» и «Дополнительно». Наиболее простым и легким в исполнении является

фильтр «Выделение», но результат фильтра не сохраняется как отдельный объект, а применение следующего фильтра удаляет предыдущий. На рисунке 2 показана выборка современных сибирских сортов, включающих биотип с формулой гордеина 2.17.3. в самой таблице с использованием фильтра «Выделение».



НазваниеСорта	Происхождение	Формулы гордеинов ABF	Фото спектра	Биотип 1 по Hrd ABF	Биотип 2 по Hrd ABF	Биотип 3 по Hrd ABF
Никита	Кемеровская область	2.17.3.	📷(1)	2.17.3.		
Лазурит	Красноярский край	2.17.3.	📷(1)	2.17.3.		
Красноярский 80	Красноярский край	2.17.3.	📷(1)	2.17.3.		
Кедр	Красноярский край	2.17.3.	📷(1)	2.17.3.	2.1.3.	2.13.2.
Омский 88	Омская область	2.17.3.	📷(1)	2.17.3.	-	-
Омский 87	Омская область	2.17.3.	📷(1)	2.17.3.	-	-

Рисунок 2. Выборка современных сибирских сортов, включающих биотип с формулой гордеина 2.17.3. в самой таблице с использованием фильтра «Выделение»

СУБД Access удобна для просмотра фотографий, составления отчетов по разным выборкам и запросам для вывода данных на печать. Так, на рисунке 3 показаны фотографии электрофоретических спектров гордеинов, а также генетические формулы гордеинов (Hrd A.B.F.) и некоторые хозяйственно-ценные показатели сортов селекции Красноярского НИИСХ.

Сорта селекции Красноярского НИИСХ		Распечатать список	Печать сорта по названию
Название сорта	Агул	Биотип 1 по HrdABF:	2.13.2.
Происхождение	Гейтуэй х Червонец	Биотип 2 по HrdABF:	2.39.2.
Формулы горденинов ABF	2.13.2. + 2.39.2.	Биотип 3 по HrdABF:	-
Фото спектра:		Государственный реестр селекционных достижений:	http://reestr.gossortrf.ru
Хозяйственно-ценные показатели сортов КНИИСХ			
Код	Навание Сорта		
	Агул		
Продуктивная кустистость	1,24		
Масса 1000 зерен, г	32-36		
Число зерен главного колоса, шт	28,60		
Урожайность, ц/га	42,50		
Вегетационный период, дней	66-81 (скоропелый)		
Ботаническая характеристика	шестирядный		
Содержание белка, %	13,12		

Рисунок 3. Графическая форма таблицы «Сорта селекции Красноярского НИИСХ» с просмотром характеристик по отдельным сортам

Удобно по базе данных проводить и сравнительный анализ гетерогенности сортообразцов разных коллекций ярового ячменя. Так на рисунке 4 представлены запросы по биотипному составу среди сибирских современных и стародавних сортообразцов.

гетерогенность Современных		гетерогенность Стародавних	
Биотип 1	Биотип 2	Биотип 1	Биотип 2
33	24	40	19

Рисунок 4. Результаты запроса на расчет биотипов по гордеинам в выборках сибирских стародавних и современных сортообразцов

В настоящее время в связи с расширением доступности Интернета растет интерес к разнообразным облачным приложениям и базам данных. Облачные сервисы позволяют хранить, дополнять данные и настраивать совместный просмотр и обмен данными разными пользователями. В результате поисковой работы в Интернете было выявлено несколько бесплатных облачных сервисов для создания и ведения многотабличных баз данных, настройки совместного доступа. Сравнительный анализ возможностей сервисов выделил облачную платформу AirTable [8].

В базу данных AirTable была загружена (импортирована) БД «Селекционно-генетическая классификация ярового ячменя сибирского региона по гордеинкодирующим локусам» из MS Access. А также были добавлены отдельные таблицы из приложений MS Excel, MS Word [8]. Импорт данных из разных приложений и программ и комбинирование из них новых таблиц и баз данных всегда привлекает специалистов и является большим преимуществом сервиса AirTable. Удобным инструментом сервиса является возможность вычисления новых полей (столбцов) в собранных таблицах, а также автоматическое выполнение разных функций по числовым полям таблиц БД. Имеются в базе данных AirTable инструменты сортировки, фильтрации данных. Особенно привлекательна возможность группировать и анализировать сорта по выделенным показателям и отображать эти группы в отдельных представлениях (видах). На рисунке 5 показана группировка (представление «Канбан») сортов селекции Красноярского НИИСХ по генетическим формулам гордеинов.

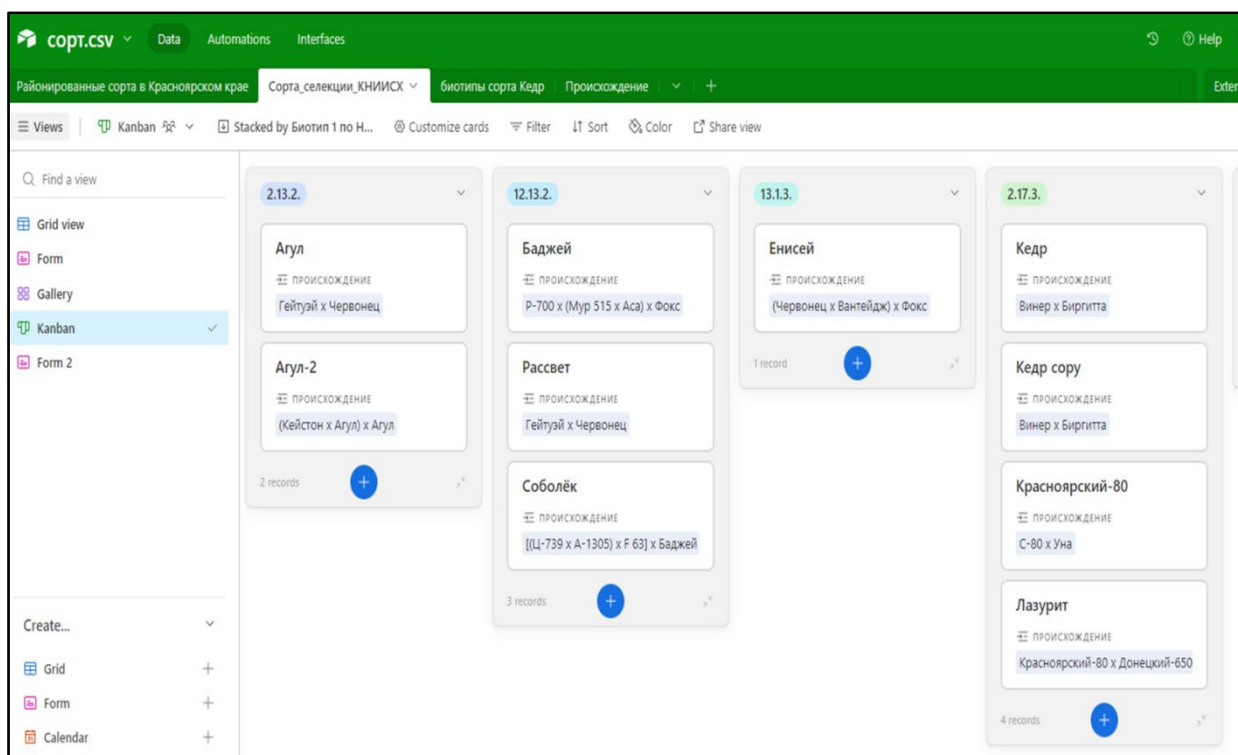


Рисунок 5. Представление запроса в AirTable с дифференциацией по формулам гордеинов сортов селекции КНИИСХ

В современных условиях в связи с рекомендациями Министерства цифрового развития России возникла необходимость переноса и ведения базы данных в программах из рекомендованного к использованию списка программного обеспечения. Проведенный поиск студентами Красноярского ГАУ программ-посредников, позволяющих преобразовать базу данных из MS Access в рекомендуемый формат PostgreSQL, выделил программу-мастер BullZip MS Access to MySQL (рис.6).

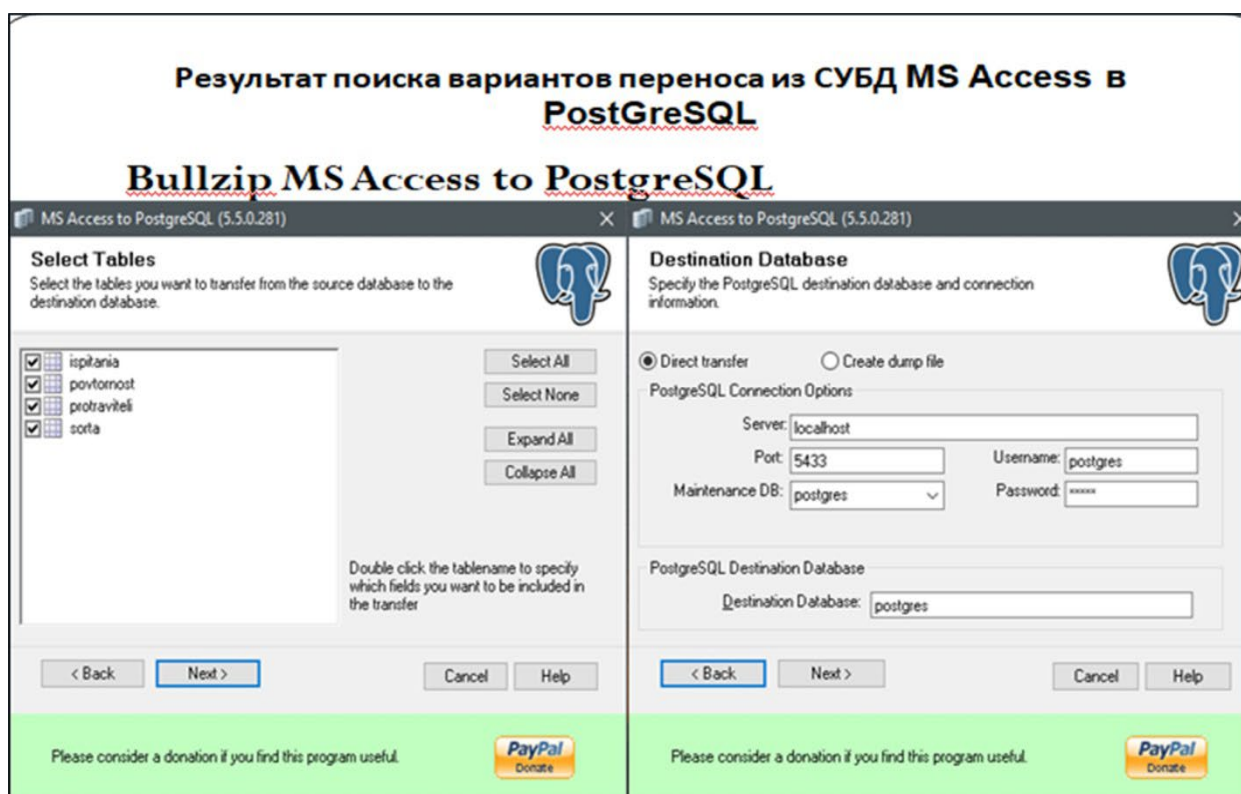


Рисунок 6. Результат поиска вариантов переноса данных из СУБД MS Access в PostgreSQL

С помощью данной программы базу данных из MS Access оказалось возможным без существенных потерь перенести в программу PostgreSQL.

Выводы и предложения

Показаны возможность и ряд преимуществ использования баз данных в проведении исследований генетического межсортового и внутрисортowego полиморфизма зерновых культур. СУБД позволяют хранить огромные массивы селекционных данных, проводить их анализ и сопоставление, дифференцировать результаты по разным характеристикам. Преимуществом использования облачных баз данных является настройка совместного доступа к выделенным объектам базы данных, их совместное редактирование и внесение дополнений, импорт/экспорт данных в электронные таблицы разных приложений, используемых на предприятиях АПК.

Библиографический список

1. Методика проведения лабораторного сортового контроля по группам сельскохозяйственных растений. – М.: ФНГУ «Росинформагротех», 2004. – 96 с.

2. Поморцев, А. А. Идентификация и оценка сортовой чистоты семян ячменя методом электрофоретического анализа запасных белков зерна / А. А. Поморцев, Е. В. Лялина. – М.: МСХА, 2003. – 85 с.
3. Шевцова, Л. Н. Агроэкологическая детерминация ярового ячменя Восточной Сибири по гордеинкодирующим локусам / Л. Н. Шевцова, Н. В. Зобова; под. общ. ред. Н. А. Сурина. – Красноярск: Красноярский ГАУ, 2008. – 146 с.
4. Зобова, Н. В. Спектры проламинов в агроэкологической оценке коллекционного материала ячменя / Н. В. Зобова, Н. А. Сурин, С. А. Герасимов, А. А. Чуслин, Т. В. Онуфриенок // Достижения науки и техники АПК. – 2018, Т. 32, № 5. – С.45–47.
5. Оценка аллельного состава исходного и селекционного материала пшеницы и ячменя на основе метода электрофореза: методические рекомендации. – Красноярск: ИФ ФИЦ КНЦ СО РАН, 2021. – 40 с.
6. Свидетельство о регистрации базы данных № 2020622695 (Российская Федерация). Селекционно-генетическая классификация ярового ячменя сибирского региона по гордеинкодирующим локусам / Л. Н. Шевцова, Н. В. Зобова, С. А. Бронов // заявка № 2020621730; заявл. 01.10.2020; регистр. 18.12.2020.
7. Сурин, Н. А. База данных селекционно-генетических показателей ярового ячменя Восточной Сибири в СУБД ACCESS / Н. А. Сурин, Л. Н. Шевцова, Н. С. Козулина // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, № 11. – С. 53–58.
8. Шевцова, Л. Н. Использование облачных сервисов в управлении базами данных и взаимодействии сотрудников / Л. Н. Шевцова, В. В. Калитина, А. С. Кузнецова // Роль аграрной науки в обеспечении продовольственной безопасности Сибири. Материалы всероссийской конференции с международным участием. – Красноярск, 2022. – С. 143–147.

ПРОБЛЕМЫ СЕЛЕКЦИИ ОВСА НА ПИЩЕВЫЕ ЦЕЛИ

А.В. Сумина, к. с.-х. н., ФГБОУ ВО "Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова", Абакан, Россия
e-mail: alenasumina@list.ru

В.И. Полонский, д. б. н., ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия
e-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

Аннотация. Цель исследования состояла в изучении адаптивности овса в условиях Енисейской Сибири по суммарному содержанию антиоксидантов (ССА) и выявлению взаимосвязи с массой 1000 зерен. Было проведено изучение пяти образцов ярового овса, выращенных в трех различных экологических пунктах, расположенных в лесостепной зоне Красноярского края, Республики Хакасия и Тувы. Для оценки адаптивности образцов овса был использован метод ранжирования, основанный на уровне данных показателей. Было установлено, что изменчивость величины ССА в зерне образцов была обусловлена в наибольшей степени (60,56 %) генотипом. Наименьшей величиной пластичности и наибольшим значением стабильности по содержанию антиоксидантов в зерне среди пленчатых образцов овса отличался образец Аргумент.

Ключевые слова: селекция, адаптивность, овес, Енисейская Сибирь, зерно, функциональные продукты, антиоксиданты

PROBLEMS OF OAT BREEDING FOR FOOD PURPOSES

A.V. Sumina, candidate of Agricultural Sciences, N.F. Katanov KSU, Abakan, Russia; Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: alenasumina@list.ru

V.I. Polonsky, doctor of Biological Sciences, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia; Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

Abstract. The aim of the study was to study the adaptability of oats under the conditions of Yenisei Siberia by the total content of antioxidants (TCA) and to identify the relationship of one with the mass of 1000 grains. Five samples of spring oats grown in three different ecological sites located in the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory, the Republic of Khakassia and Tuva were studied. To assess the adaptability of oat samples, a ranking method based on the level of these indicators was used. It was found that the variability of the TSA value in the grain of the samples was determined to the greatest extent (60.56%) by the genotype. The Argument variety was distinguished by the smallest amount of plasticity and the highest stability value in terms of the content of antioxidants in grain among the hasky samples of oats.

Keywords: selection, adaptability, oats, Yenisei Siberia, grain, functional products, antioxidants

Введение

В России на протяжении длительного времени основным компонентом питания были каши, хлеб, мучные кисели и другие продукты, изготовленные из зерновых культур. К сожалению, в настоящее время такая пища, богатая углеводами, часто считается не слишком полезной, если не сказать вредной. Однако более внимательное рассмотрение показывает, что практически все зерновые продукты, при правильном употреблении, могут быть включены в диетическое и даже лечебное питание. Зерновые продукты обогащают организм клетчаткой, аминокислотами, витаминами и функциональными компонентами, такими как антиоксиданты, которые содержатся в них в терапевтических количествах [1].

Поэтому в настоящее время перед исследователями овса и других зерновых культур стоят задачи по выведению сортов с высоким содержанием вышеуказанных химических компонентов или получению культур, пригодных для использования при изготовлении продуктов здорового питания, а перед учеными-пищевиками - по производству зерновых

продуктов питания с высоким содержанием функциональных веществ. Улучшение качества зерна важно для производства полезных продуктов питания, в то время как понимание генетической регуляции функциональных компонентов в зернах и их пользы для здоровья имеет основополагающее значение для улучшения соответствующего качества и удовлетворения требований рынка. Как известно, конечное использование зерна напрямую связано с его химическим составом. В целом, основными составляющими овсяного зерна являются углеводы, белки, липиды и минералы, а также вещества с антиоксидантными свойствами, такие как например, витамины или фенольные соединения.

Наряду с более глубоким пониманием механизмов генетического контроля полезных или питательных компонентов в зерне селекционерам стало возможным выводить сорта зерновых культур с высокими питательными или оздоровительными качествами [2]. В последние годы молекулярные маркеры и генетическое картирование широко используются для улучшения питательных качеств зерна. Сопоставление и обнаружение благоприятных аллелей физико-химических свойств, включая общее содержание фенолов, амилозы и β -глюкана, обеспечили основу для улучшения стратегий селекции зерновых культур с использованием молекулярных маркеров [3].

Для удовлетворения рыночного спроса на зерно особенно важно использовать подходящие методы выращивания для регулирования качества овсяного зерна. В этой связи, необходимым условием является выбор подходящего сорта, а также территории и почвы для выращивания.

Хорошо известно, что на качество урожая сельскохозяйственных культур, не считая матрикальной изменчивости, влияют генотип, внешняя среда и их взаимодействие. Наличие в окружении растений неблагоприятного экологического фактора вызывает у них разнообразные стрессовые физиологические реакции, которые могут приводить к изменению химического состава зерна. Общее воздействие определенного

стрессового фактора часто зависит от времени, интенсивности воздействия и вида сельскохозяйственных культур [4]. Есть общие модели ответных реакций растений, такие как тенденция к увеличению концентрации белка и антиоксидантов в организмах, подвергшихся воздействию стрессора, и потери качества с позиций пищевой ценности, концентрации крахмала и липидов, или физические качества. Эта информация может помочь агрономам и селекционерам в разработке стратегий получения более качественных сортов сельскохозяйственных культур для возделывания в неблагоприятных климатических условиях.

Учет этих физиолого-биохимических эффектов необходим для выработки стратегии селекции с целью создания форм, адаптированных к современным потребностям рынка и обладающих стабильной функциональной ценностью. Особенно это важно в районах с резко континентальным климатом, к которым относятся сельскохозяйственные районы юга Красноярского края, Республики Хакасия и Тыва.

Методы исследований

В данном исследовании было проведено изучение пяти образцов ярового овса, выращенных в трех различных экологических пунктах, расположенных в лесостепной зоне Красноярского края, Республики Хакасия и Тувы. Данный дизайн эксперимента был выбран согласно рекомендациям из литературы [5, 6], которые предлагают использовать несколько экологических пунктов или схему 1 год x 3 пункта для повышения точности оценок образцов на адаптивность.

Экологические пункты, выбранные для проведения исследования, представляли собой поля государственных сортовых участков: Краснотуранский ГСУ (Красноярский край), Бейский ГСУ (Республика Хакасия) и Пий-Хемский ГСУ (Республика Тыва). Предшествующая культура во всех пунктах была черным паром.

После сбора растений для каждого образца овса было измерено значение ССА (суммарное содержание антиоксидантов) в зерне с

использованием прибора Цвет-Яуза 01 и известной методики [7]. Анализы проводились в трех повторях. На основе полученных показателей было вычислено пять параметров адаптивности образцов овса, включающих два показателя пластичности и три показателя стабильности.

Первая группа параметров включала коэффициент экологической вариации C_v [8] и показатель стрессоустойчивости d [9]. Вторая группа параметров включала параметр гомеостатичности Hom [10], показатель уровня и стабильности сорта ПУСС [6] и фактор стабильности SF [11]. Для оценки адаптивности образцов овса был использован метод ранжирования, основанный на уровне данных показателей. Суммы рангов были вычислены в соответствии с критерием оценки адаптивности генотипов пшеницы, который предполагает минимальную изменчивость изучаемых характеристик зерна между пунктами выращивания. Более высокие ранги были присвоены образцам с минимальными значениями C_v и d , а также с наибольшими значениями Hom , ПУСС и SF .

Статистическая обработка данных была выполнена с использованием стандартных компьютерных программ Microsoft Excel. Достоверность полученных результатов была оценена с помощью t -критерия при значимости $p \leq 0,05$.

Результаты исследований

Согласно данным Росстата, на территории Российской Федерации овес входит в тройку лидеров по посевным площадям среди зерновых культур, аналогичная ситуация регистрируется и в вышеуказанных сибирских регионах. Анализ динамики посевных площадей, занятых под овес за период 2013-2021 годы, представлены в таблице 1. Как в целом по России, так и отдельно по Красноярскому краю, Республикам Хакасия и Тува отмечается снижение данного показателя. Вместе с тем, в Хакасии и Туве можно видеть относительно небольшую положительную тенденцию с 2020 года. При этом, урожайность овса за анализируемый период не снижается, а имеет тенденцию к росту. Данный факт делает овес относительно популярным

среди сельхозпроизводителей, например, в Республике Хакасия, число таковых выше, чем для ячменя. Вместе с тем, основная часть зерна овса идет на кормовые цели, или на экспорт. Что связано как с недостаточно развитой системой переработки зерна, так и с несоответствием выращенного зерна по качественным показателям для использования на пищевые цели. Если в первом случае нужно технологическое решение, то во втором варианте может быть использованы возможности селекции.

Таблица 1 – Динамика посевных площадей, занятых под овсом и его урожайность за период 2013-2021 гг.

Год	Территория			
	Российская Федерация	Красноярский край	Республика Хакасия	Республика Тыва
2013	3341,87/16,9	185,79/25,0	33,39/15,5	23,83/7,9
2014	3258,11/17,6	182,74/22,3	38,28/15,2	4,46/7,0
2015	3047,37/16,6	159,55/23,2	24,56/12,0	2,37/8,9
2016	2860,41/17,8	150,03/26,2	26,04/14,7	2,63/8,2
2017	2887,34/20,3	163,13/21,7	32,14/16,5	2,98/8,8
2018	2853,29/17,9	172,61/21,9	28,05/14,0	2,42/16,8
2019	2545,44/19,4	156,55/23,6	23,28/22,6	2,8/16,6
2020	2421,2/18,4	138,26/28,0	28,27/20,5	3,72/11,1
2021	2291,42/18,1	134,33/28,8	31,47/18,6	7,94/12,4

Примечание: числитель посевная площадь(га), знаменатель урожайность (ц/га)

Одними из важных компонентов растительной пищи являются химические вещества антиоксидантной природы [12]. В этой связи важным моментом является изучение влияния факторов окружающей среды на данный биохимический признак зерна овса. При использовании многофакторного дисперсионного анализа по выявлению влияния условий выращивания и генотипа на суммарное содержание антиоксидантов в зерне овса, было установлено (рис.1), что изменчивость величины ССА в зерне образцов была обусловлена в наибольшей степени (60,56 %) генотипом.

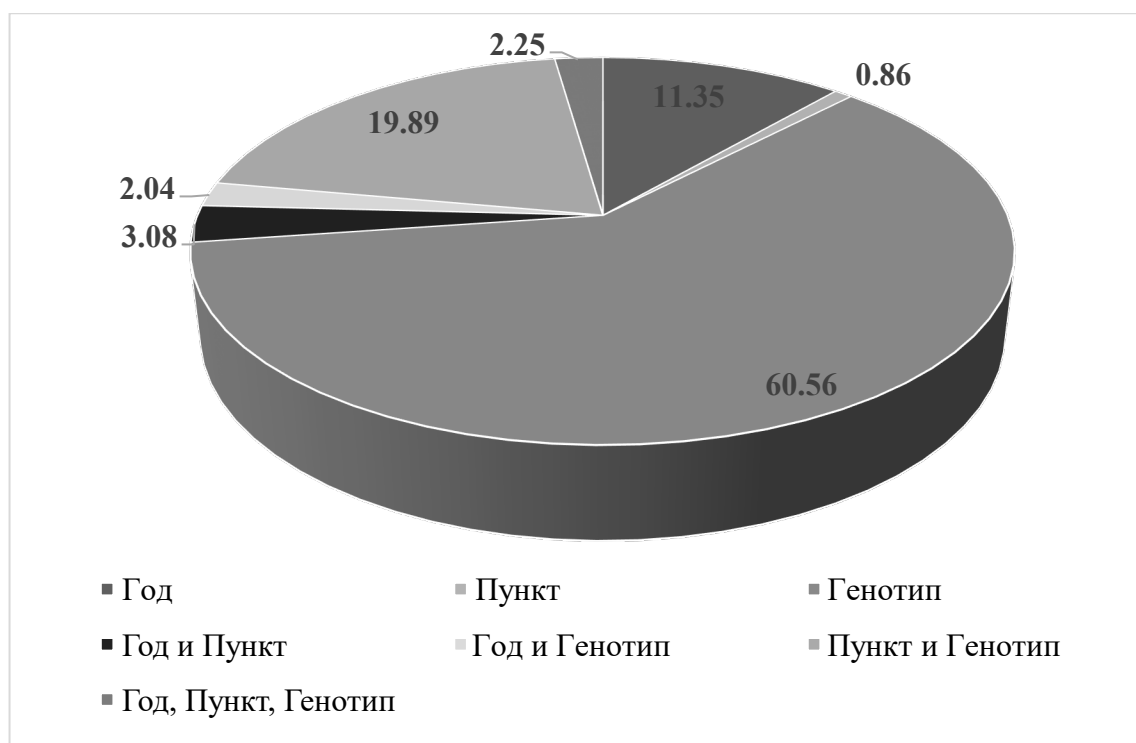


Рисунок 1. Результаты многофакторного дисперсионного анализа влияния условий выращивания и генотипа на суммарное содержание антиоксидантов в зерне овса.

Также можно отметить статистически значимую долю влияния условий выращивания и генотипа на изучаемый признак овса ($F_{\text{факт}} > F_{05}$).

Результаты вычисленных значений показателей адаптивности образцов овса по содержанию антиоксидантов в зерне приведены в табл. 2. Можно видеть, что параметры пластичности (C_v и d) и стабильности (H_{om} и ПУСС) образцов овса различались между двумя формами рассматриваемой зерновой культуры. Как видно из представленных данных, наименьшей величиной пластичности и наибольшим значением стабильности по содержанию антиоксидантов в зерне среди пленчатых образцов овса отличался образец Аргумент, а голозерный сорт Голец имел наименьшее значение суммы рангов, и соответственно математически проявил себя как стабильный образец по содержанию антиоксидантов.

Таблица 2 – Показатели адаптивности образцов овса по суммарному содержанию антиоксидантов в зерне, выращенных в течение двух лет в трех географических пунктах

Название образца	Показатели адаптивности					Сумма рангов
	Cv, %	d	Hom	ПУСС, %	Cs	
Тубинский (ст.)	13,4/3	-13,1/3	0,21/3	100,0/4	25,5/5	18
Аргумент	8,4/2	-10,5/2	0,54/2	268,6/2	38,2/2	10
Саян	19,3/5	-17,7/5	0,12/5	93,1/5	28,5/4	24
Сельма	17,2/4	-17,0/4	0,15/4	114,1/3	30,6/3	18
Голец	4,8/1	-5,5/1	1,67/1	405,2/1	38,8/1	5

Примечание: числитель – показатели адаптивности, знаменатель – значения рангов

Как известно, важным критерием качества зерна является показатель «масса 1000 зерен», поэтому на следующем этапе были проведены расчеты коэффициентов корреляции между одноименными показателями адаптивности образцов овса по уровню ССА и вышеуказанным критерием. Полученные данные представлены в таблице 3. Можно видеть наличие отрицательной слабой и средней связи для всех указанных параметров.

Таблица 3 – Корреляционная связь между одноименными показателями адаптивности по суммарному содержанию антиоксидантов в зерне и величине массы 1000 зерен образцов овса

Значения коэффициентов корреляции				
Cv	d	Hom	ПУСС	Cs
-0,44	-0,27	-0,49	-0,39	-0,30

Выводы и предложения

Полученные в результате математических операций несущественные отрицательные зависимости между одноименными показателями адаптивности по уровню ССА в зерне и его крупности говорит об отсутствии четкой синхронности в варьировании рассматриваемых признаков зерна овса: биохимического и физического. Кроме того, может свидетельствовать о наличии тенденции снижения стабильности образцов овса по рассматриваемому химическому признаку зерна при отборе форм, отличающихся повышенной стабильностью по массе 1000 зерен и наоборот.

Библиографический список

1. Полонский, В. И. Селекция на содержание антиоксидантов в зерне как перспективное направление для получения продуктов здорового питания / В. И. Полонский, И. Г. Лоскутов, А. В. Сумина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – Т. 22. – №. 3. – С. 343–352.
2. Loskutov, I. G. Wheat, barley, and oat breeding for health benefit components in grain / I. G. Loskutov, E. K. Khlestkina // Plants. – 2021. – V. 10 (1). – P. 86.
3. Mohammadi, M. Association mapping of grain hardness, polyphenol oxidase, total phenolics, amylose content, and beta-glucan in US barley breeding germplasm. / M. Mohammadi, J. B. Endelman, S. Nair et. al. // Molecular Breeding. – 2014. – V. 34 (3). – P. 1229–1243.
4. Ni, S. J. Effects of post-heading high temperature on some quality traits of malt barley / S. J. Ni, H. F. Zhao, G.P. Zhang // Journal of Integrative Agriculture. 2020. – V. 19 (11). – P. 2674–2679.
5. Голева, Г. Г. Изучение продуктивности и ее элементов сортов озимой пшеницы (*Triticum aestivum*) при селекции на гомеостатичность в условиях Центрального Черноземья, автореферат дис. ... канд. с.-х. наук / Г. Г. Голева – Рамонь: ВНИИ сахарной свеклы и сахара, 1997. – 18 с.
6. Неттевич, Э. Д. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна / Э. Д. Неттевич, А. И. Моргунов, М. И. Максименко // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. - № 1. – С. 66–73.
7. Федина, П. А. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом / П. А. Федина, А. Я. Яшин, Н. И. Черноусова // Химия растительного сырья. – 2010. – № 2. – С. 91–97.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
9. Rossielle, A. A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environments / A. A. Rossielle, J. Hemblin // Crop Science. – 1981. Vol. 21, № 6. – P. 27–29.
10. Хангильдин, В. В. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы / В. В. Хангильдин, Н. А. Литвиненко // Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института. – 1981. – № 1. – С. 8–14.
11. Lewis, D. Gene-Environment Interaction: a Relationship Between Dominance, Heterosis, Phenotypic Stability and Variability / D. Lewis // Heredity. – 1954. – Vol. 8, № 2. – P. 333–356.
12. Полонский, В. И. Зависимость суммарного содержания антиоксидантов в зерне ячменя и овса сибирской селекции от условий выращивания / В. И. Полонский, А. В. Сумина, Т. М. Шалдаева // Вестник КрасГАУ. – 2016. – №. 9. – С. 72–81.

УДК 631.559:631.816

DOI 10.52686/9785605087908_136

ПРОДУКЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЯРОВОГО РАПСА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СРЕДСТВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ

Н.Л. Кураченко, д. б. н., ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия

e-mail: kurachenko@mail.ru

О.А. Ульянова, д. б. н., ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия

e-mail: kora64@mail.ru

О.А. Власенко, к. б. н., ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия

e-mail: ovlasenko07@mail.ru

В.В. Казанов, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия

e-mail: kazanov.24@mail.ru

Е.Ю. Казанова, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия

e-mail: laletina95@bk.ru

Аннотация. В полевом опыте в условиях Канской лесостепи изучено влияние на фоне комплексной защиты некорневой подкормки и регуляторов роста растений на структуру урожая и урожайность ярового рапса гибрида Контра КЛ. Показано, что применение средств интенсификации определило увеличение сохранности растений к уборке на 6-42 %, оказало положительное влияние на элементы структуры урожая и повышение урожайности маслосемян в 1,2-3,0 раза по сравнению с контролем.

Ключевые слова: яровой рапс, фунгициды, некорневая подкормка, регуляторы роста, структура урожая, урожайность

PRODUCTION POTENTIAL OF SPRING RAPES WHEN USING INTENSIFICATION TOOLS

N.L. Kurachenko, doctor of Biological Sciences, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: kurachenko@mail.ru

O.A. Ulyanova, doctor of Biological Sciences, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: kora64@mail.ru

O.A. Vlasenko, candidate of Biological Sciences, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: ovlasenko07@mail.ru

V.V. Kazanov, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: kazanov.24@mail.ru

E.Yu. Kazanova, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: laletina95@bk.ru

Annotation. In field experiment, under the conditions of the Kansk forest -steppe, the influence was studied against the background of complex protection of non - rowing and plant growth regulators on the productivity traits and yield of the spring rapeseed hybrid Contra CL. It is shown that the use of intensification has determined an increase in the safety of plants by harvesting by 6-42 %, had a positive effect on the productivity traits and increasing the yield of oil seeds by 1,2-3,0 times compared with control.

Key words: spring rapeseed, fungicides, non - rowing top dressing, growth regulators, crop structure, productivity

Введение

Яровой рапс, являясь ценной масличной и высокобелковой культурой пищевого, кормового и технического использования, имеет большой инновационный ресурс для сельскохозяйственного производства Сибири [Бопп и др., 2019; Современные технологии..., 2020]. При этом новые высокоинтенсивные гибриды ярового рапса предъявляют более высокие требования к обеспеченности почвы макро- и микроэлементами [Лукомец и др., 2012; Шпаар, 2013]. Поэтому повышение продуктивности рапса достигается за счет интенсивных технологий возделывания этой культуры [Кураченко, 2015; Кубасова, 2016]. По мнению Н.Л. Кураченко с соавт. [2020], производство высококачественных семян в условиях Сибири – задача

сложная. Её решение определяется правильно подобранными сортами, агротехникой, почвенными и погодными условиями.

Цель исследования – оценить влияние средств интенсификации на продукционный потенциал ярового рапса в условиях Канской лесостепи.

Исследования по оценке влияния средств интенсификации на продуктивность ярового рапса провели в полевом опыте в 2019 году на территории ООО «ОПХ Соляное» Канско-Рыбинского геоморфологического округа.

Методы исследований

Объектами исследования явились агрочерноземы и яровой рапс (*Brassica napus oleifera* annua, Metzd) гибрида Контра КЛ. В качестве дополнительных средств к химической защите ярового рапса (гербициды: Хакер + Миура и инсектициды: Брейк + Табу Нео) в фазу бутонизации использовали биологические стимуляторы Регги (1,2 л/га) и Берес 8 (0,2 л/га) и концентрированное комплексное жидкое удобрение Ультрамаг Комби для масличных культур (2 л/га). Схема полевого опыта включала следующие варианты: 1. Контроль (фон): Табу, ВСК (6 л/т) – Миура (0,8 л/га) + Хакер, ВРГ (0,12 л/га) – Брейк, МЭ (0,06 л/га) – Табу Нео, СК (6л/га); 2. Ультрамаг Комби (2 л/га); 3. Регги (1,2 л/га); 4. Ультрамаг Комби (2 л/га) + Регги (1,2 л/га); 5. Берес 8 (0,2 л/га); 6. Берес 8 (0,2 л/га) + Ультрамаг Комби (2 л/га); 7. Регги (1,2 л/га) + Берес 8 (0,2 л/га); 8. Регги (1,2 л/га) + Берес 8 (0,2 л/га) + Ультрамаг Комби (2л/га).

Общая площадь делянки – 100 м², учетная – 60 м². Размещение делянок систематическое, повторность 4-кратная. Основная обработка почвы для возделывания ярового рапса состояла из осенней вспашки плугом ПСКУ-8, ранневесеннего боронования и предпосевной культивации. Посев рапса производили во второй декаде мая. Густоту стояния растений перед уборкой и отбор снопов для определения структуры урожая проводили на площади 1 м² в 3-кратной повторности. Учет урожая проводили сплошным методом. Урожайность ярового рапса приведена к 12 % влажности семян.

Результаты аналитических определений обработаны статистически, методами корреляционного анализа, дисперсионного анализа при помощи программы Excel [Доспехов, 2014].

Результаты исследований

Анализ структуры урожая ярового рапса показал, что применяемые в полевом опыте регуляторы роста и дополнительная подкормка растений, оказали положительное влияние на её элементы (табл.). Отмечено увеличение сохранности растений к уборке на 6-42 % по сравнению с контрольным вариантом. Сочетание некорневой подкормки удобрением Ультрамаг Комби с регулятором роста Регги, предотвращающим вытягивание растений, обусловило максимальную сохранность растений рапса к уборке (85 %). Достоверное положительное влияние биологического стимулятора Берес 8, содержащего комплекс гуминовых, фульвокислот и микроэлементов, выявлено на формирование боковых стеблей в фазу ветвления рапса. Так, опрыскивание вегетирующих растений препаратом Берес 8 и его сочетание с подкормкой жидким удобрением и регулятором роста Регги определило наибольшее число боковых стеблей на растении (9-11 шт.). Минимальное количество стручков, формирующихся на растении, было выявлено на контрольном варианте (54 шт.). Увеличение числа боковых побегов до 11 шт. на растениях варианта, сочетающего регуляторы роста Берес 8 и Регги, привело к увеличению числа стручков до 84 шт. ($HCp_{05} = 5$).

Таблица – Структура урожая гибрида ярового рапса Контра КЛ (n = 40)

Вариант	Растений к уборке, шт./м ²	Число боковых стеблей, шт.	Число плодов на растении, шт.	Высота растений, см
Химическая защита (контроль - фон)	48	5	54	123
Ультрамаг Комби (2 л/га)	51	7	62	135
Регги (1,2 л/га)	61	8	70	136
Ультрамаг Комби (2 л/га) + Регги (1,2 л/га)	68	7	60	132
Берес 8 (0,2 л/га)	60	9	74	138
Берес 8 (0,2 л/га) + Ультрамаг Комби (2л/га)	51	9	76	145
Регги (1,2 л/га) + Берес 8 (0,2 л/га)	57	11	84	133

Регги (1,2 л/га) + Берес 8 (0,2 л/га) + Ультрамаг Комби (2л/га)	52	7	69	138
НСР ₀₅	4	4	5	8

Гуминовый препарат Берес 8, совмещенный в баковых смесях с некорневой подкормкой Ультрамаг Комби оказал ростостимулирующий эффект на растения ярового рапса. На этом варианте опыта высота растений достигала 145 см, что на 22 см выше контрольного варианта.

В условиях дефицита влаги, складывающегося в течение вегетационного сезона 2019 года, за исключением 3-ей декады июня и 1-ой декады июля, урожайность семян ярового рапса гибрида Контра КЛ была не высокой. На контроле в условиях комплексной защиты культуры она не превышала 1,0 т/га (рис.). Обработка растений по вегетации регуляторами роста и удобрением Ультрамаг Комби способствовала повышению продуктивности гибрида в 1,2-3,0 раза.

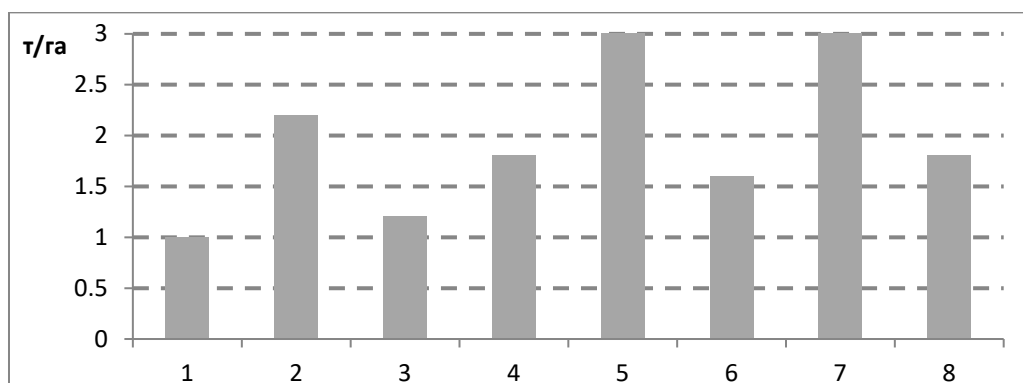


Рисунок. Урожайность ярового рапса (т/га; НСР₀₅ =0,4) на вариантах опыта: 1. Контроль (фон): Табу, ВСК (6 л/т) – Миура (0,8 л/га) + Хакер, ВРГ (0,12 л/га) + Гуминатрин масличный (2,2 л/га) – Брейк, МЭ (0,06 л/га) + Магниева селитра (3 кг/га) – Табу Нео, СК (6л/га); 2. Ультрамаг Комби (2 л/га); 3. Регги (1,2 л/га); 4. Ультрамаг Комби (2 л/га) + Регги (1,2 л/га); 5. Берес 8 (0,2 л/га); 6. Берес 8 (0,2 л/га) + Ультрамаг Комби (2 л/га); 7. Регги (1,2 л/га) + Берес 8 (0,2 л/га); 8. Регги (1,2 л/га) + Берес 8 (0,2 л/га) + Ультрамаг Комби (2л/га)

Максимальная урожайность ярового рапса достигала 3 т/га и отмечена на варианте с применением биологического стимулятора Берес 8 и при его сочетании с регулятором роста растений Регги. Полученные результаты согласуются с исследованиями С.В. Засядько и С.В. Кадырова [2022], доказавшими прибавки в урожайности ярового рапса на 12-18 % по

сравнению с контролем при дополнительном применении стимулятора роста и жидких комплексных удобрений в критические фазы развития культуры. В исследованиях А.И. Ерохина [2023] показано увеличение урожайности семян ярового рапса на 0,22 т/га при обработке семян и растений культуры гуминовыми препаратами.

Выводы и предложения

Таким образом, дополнительное введение в технологию возделывания гибрида ярового рапса листового питания и регуляторов роста растений на фоне их комплексной защиты является эффективным приёмом повышения урожайности культуры в условиях Канской лесостепи. Применение средств интенсификации определило увеличение сохранности растений к уборке на 6-42 %, оказало положительное влияние на элементы структуры урожая и повышение урожайности маслосемян в 1,2-3,0 раза по сравнению с контролем.

Библиографический список

1. Бопп, В. Л. Обоснование способов и сроков уборки масличных культур (рапс, рыжик, горчица) в условиях Канской лесостепи / В. Л. Бопп, Н. И. Пыжикова, Н. Л. Кураченко, Т. И. Валова // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 6 (147). – С. 52–58.
2. Современные технологии возделывания ярового рапса: научно-практическое издание. – Красноярск, 2020. – 56 с.
3. Лукомец, В. М. Защита посевов рапса от болезней, вредителей и сорняков / В. М. Лукомец, В. Т. Пивень, Н. М. Тишков. – Краснодар, 2012. – 204 с.
4. Шпаар, Д. Рапс и сурепица. Выращивание, уборка, использование: учебно-практическое руководство / Д. Шпаар. – М.: DLV Агродело, 2013. – 320 с.
5. Кураченко, Н. Л. Агрофизическое состояние чернозема и продуктивность рапса, возделываемого по ресурсосберегающим технологиям в Красноярской лесостепи / Н. Л. Кураченко, А. С. Колесников, В. Н. Романов // Плодородие. – 2015. – № 3 (84). – С. 19–21.
6. Кубасова, Е. В. Факторы регулирования численности рапсового цветоеда в южной лесостепи Западной Сибири / Е. В. Кубасова // Вестник ОмГАУ, 2016. – № 3. – С. 63–67.
7. Кураченко, Н. Л. Влагообеспеченность посевов ярового рапса на агрочерноземах Канской лесостепи / Н. Л. Кураченко, О. А. Ульянова, О. А. Власенко, В. В. Казанов, Е. Ю. Казанова // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 5 (86). – С. 39–44.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Альянс, 2014. – 351 с.
9. Засядько, С. В. Влияние листовых подкормок микроэлементами на урожайность ярового рапса в ЦЧР / С. В. Засядько, С. В. Кадыров // Вестник Воронежского ГАУ. – 2022. – № 4. – С. 20–29.
10. Ерохин, А. И. Продуктивность ярового рапса при обработке семян и растений гуминовыми препаратами / А. И. Ерохин // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 2. – С. 141–147.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ В БАКОВЫХ СМЕСЯХ ПРИ БОРЬБЕ С СОРНЫМ КОМПОНЕНТОМ АГРОЦЕНОЗА

А.В. Бобровский, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
aleksandr_bobrovski@mail.ru

М.А. Михайлец, Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
mikhailets_ma@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты исследования по определению эффективности применения баковых смесей гербицидов на опытном поле стационара Минино лаборатории сортовых агротехнологий КрасНИИСХ, ОП ФИЦ КНЦ СО РАН. В ходе проведения исследований было установлено, что на участке без обработки посевов гербицидами количество сорного компонента увеличилось на 40 % ($p=0,006$), в то время как на опытных делянках с опрыскиванием по вегетирующим растениям пшеницы их число сократилось на 89-98 % ($p=0,005-0,038$). В силу того, что исследуемые препараты обладали разным механизмом действия, на исследуемых делянках, эффект защиты по овсягу, и осоту баковыми смесями Балерина Форте, СЭ + Ластик Топ, МКЭ, был несколько ниже, чем с применением баковой смеси препаратов Овсяген Экспресс, КЭ + Лорнет, ВР.

Ключевые слова: сорняки, баковая смесь, гербициды, яровая пшеница, сорный компонент, агроценоз

THE USE OF HERBICIDES IN TANK MIXTURES IN THE FIGHT AGAINST THE WEED COMPONENT OF AGROCENOSIS

Bobrovsky A.V., candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia
aleksandr_bobrovski@mail.ru

Mikhailets M.A., Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC
SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

mikhailets_ma@mail.ru

Abstract. This paper presents the results of a study to determine the effectiveness of the use of tank mixtures of herbicides in the experimental field of the station of the Minino of laboratory of varietal agrotechnologies of Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture. During the research, it was found that in the area without herbicide treatment, the amount of weed component increased by 40% ($p=0.006$), while in experimental plots with spraying on vegetating wheat plants, their number decreased by 89-98% ($p=0.005-0.038$). Due to the fact that the studied drugs had a different mechanism of action, on the plots under study, the effect of protection for oatgrass, and sow thistle with tank mixtures Ballerina Forte, SE + Eraser Top, FE, was slightly lower than with the use of tank mixture of drugs Ovsyugen Express, CE + Lorinet, VR.

Keywords: weeds, tank mixture, herbicides, spring wheat, litter component, agroecosis

Введение

Потери урожая зерновых культур от сорной растительности составляют в среднем 40 – 45 %, а при сильной степени засорения до 70 %. Кроме того, сорняки значительно ухудшают условия для роста культурных растений, постоянно конкурируя с ними за свет, воду и питательные вещества. На засоренных полях осложняются работы по уходу за посевами и уборка урожая. Засоренные посевы яровой пшеницы нередко полегают, а убранное зерно имеет повышенную влажность и содержит большое количество посторонних растительных примесей (сырые части сорняков, их соцветия, плоды). Полученное зерно в большинстве случаев является невыполненным с плохими хлебопекарными качествами [1,2,3].

В условиях Красноярского края в посевах зерновых культур отмечается 91 вид сорных растений, из которых двудольные сорняки составляют 88 %, однодольные (злаковые) – 11 % и споровые – 1 %. Постоянно встречаются и

наиболее распространены следующие виды: овсюг обыкновенный, осоты полевой и розовый, просо волосовидное (сорнополевое), аистник цикутовый, марь белая, подмаренник цепкий, пикульник обыкновенный, просо куриное, хвощ полевой и другие [4,5].

Таким образом, разработка и внедрение системы защиты яровой пшеницы от сорных растений позволит снизить негативное воздействие сорного компонента на растения в течение вегетационного периода и способствует повышению урожайности и улучшению качества полученной продукции.

Методика исследований

Исследования проводились в 2020-2021 гг в ОП «Минино» Красноярского НИИСХ. Почва опытного участка - чернозем выщелоченный. Содержание гумуса составляло 4,5 %. Обеспеченность почвы нитратным азотом низкая и не превышала 4,0 мг/кг. Содержание в почве подвижного фосфора - 204 мг/кг. почвы, Содержание подвижного калия - 155 мг/кг почвы.

Предшественник – чистый пар. Повторность опыта – четырехкратная. Учётная площадь делянки – 0,1 га. Посев проводился сеялкой СН-16 с нормой высева 5,0 млн. в.з./га с последующим прикатыванием. Обработка посевов баковой смесью гербицидов осуществлялась опрыскивателем Demorol – 600 (рис.1).

Схема опыта предусматривала следующие варианты:

1. Контроль (без обработки гербицидами);
2. Баковая смесь 1: Овсюген Экспресс, КЭ – 0,6 л/га + Лорнет, ВР – 0,6 л/га;
3. Баковая смесь 2: Балерина Форте, СЭ + Ластик Топ, МКЭ.



Рисунок 1. Обработка посевов яровой пшеницы баковой смесью гербицидов

Овсюген Экспресс, КЭ: Граминицид системного действия для обработки посевов яровой пшеницы против однолетних злаковых сорняков. Действующие вещества: 140 г/л феноксапроп-П-этила + 35 г/л антидота.

Лорнет, ВР: Системный гербицид для борьбы с различными видами осота, ромашки, горца на широком спектре культур, в том числе яровой пшенице. Действующее вещество: клопиралид, 300 г/л.

Балерина Форте, СЭ - гербицид с усиленным действием против некоторых многолетних двудольных сорняков на посевах зерновых культур. Действующее вещество: 2,4-Д (сложный 2-этилгексиловый эфир) (300 г/л) + пиклорам (37,5 г/л) + флорасулам (10 г/л).

Ластик Топ, МКЭ – двухкомпонентный селективный гербицид для борьбы со всеми однолетними злаковыми сорняками в посевах пшеницы. Действующие вещества: Клодинафоп-пропаргил 60 г/л + Клоквинтосет-мексил 40 г/л + Феноксапроп-П-этил 90 г/л [6]. Исследуемые препараты обладают схожим спектром действия и похожим механизмом воздействия на сорный компонент агроценоза.

Доза всех препаратов исследуемых препаратов соответствовала рекомендациям производителя.

В опыте использован сорт яровой пшеницы Красноярская 12. Разновидность лютеценс. Вегетационный период 78-90 дней. По устойчивости к полеганию незначительно уступает стандарту. В условиях Красноярского края умеренно восприимчив к пыльной головне, бурой ржавчине и мучнистой росе. Масса 1000 зерен 35-39 г. Хлебопекарные качества хорошие.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений на опытных участках проводили на визуальной основе в двухкратной повторности. Началом фазы считался момент, когда в нее вступало 10 % растений, окончанием – 75 % растений (рис.3, 4). Статистические расчеты проводились согласно С.В. Хижняку [7] в программе MS Excel 2019. Достоверность полученных результатов определяли согласно тесту Уилкоксона.

Для оценки технической эффективности гербицидов было зафиксировано по 5 точек на каждом варианте с максимальным количеством сорняков. Учёт сорняков проводили два раза – первый перед обработкой гербицидами, второй через 21 день после обработки [8].

Результаты исследований

При проведении исследования было установлено, что тип засорения на опытном участке – злаково-двудольный. Преобладающими видами сорных растений являлось просо куриное (*Echinochloa crus-galli* L), щирица запрокинутая (*Amarantus retroflexus* L.) и овсюг (*Avena fatua*), и осоты розовый (*Cirsium arvense* L.) и желтый (*Sonchus arvensis* L) (рис. 2).



Рисунок 2. Сорный компонент в междурядьях посева пшеницы

К моменту проведения учетов на контрольном варианте установлено, что содержание сорного компонента увеличилось практически на 50 %, при этом наибольшее распространение получили просо куриное (*Echinochloa crus-galli* L.) (+78 %), осот розовый (*Cirsium arvense* L.) (+ 63 %) и осот жёлтый (*Sonchus arvensis* L.) (+49 %) ($p = 0,006$) (табл.1).

Таблица 1 – Распространённость сорного компонента на контрольной варианте

Вид сорного растения	Число сорных растений, шт./м ²		
	до обработки	после обработки	+, %
Овсяг (<i>Avena fatua</i>)	6,4	8,9	39,1
Пастушья сумка (<i>Capsella bursa-pastoris</i>)	4,3	5,1	18,6
Просо куриное (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.)	17,3	21,9	78,1
Осот жёлтый (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	12,3	18,3	48,8
Щетинник сизый (<i>Setaria glauca</i> L. Beauv.)	8,2	11,9	45,1
Щирица запрокинутая (<i>Amarantus retroflexus</i> L.)	16,2	21,3	31,5
Осот розовый (<i>Cirsium arvense</i> L.)	16,8	27,4	63,1
ИТОГО	81,5	114,8	46,3
p	0,006		

Применение баковой смеси гербицидов Овсяген Экспресс, КЭ и Лорнет, ВР способствовало снижению роста и развития сорняков на 98 %, что говорит о высокой эффективности применения данных препаратов (рис.3).



А



Б

Рисунок 3. Действие гербицидов в баковых смесях гербицидов Овсюген Экспресс, КЭ и Лорнет, ВР (А) и гербицидов Балерина Форте, СЭ + Ластик Топ, МКЭ (Б)

Эффект защиты по овсюгу, осоту желтому составил 100,0 %. По остальным сорнякам эффективность работы гербицидов несколько ниже, но эффект от применения этих препаратов так же на высоком уровне (83,9-100 %).

Таблица 2 – Технологическая эффективность баковой смеси гербицидов Овсюген Экспресс, КЭ и Лорнет, ВР в посеве яровой пшеницы сорта Красноярская 12

Вид сорного растения	Число сорных растений, шт./м ²		Технологическая эффективность, %
	до обработки	после обработки	
Овсюг (<i>Avena fatua</i>)	31,6	0,0	100,0
Просо куриное (<i>Echinochloa crus-galli</i>)	22,4	2,4	89,3
Марь белая (<i>Chenopodium album</i>)	11,6	0,0	100,0
Аистник (<i>Erodium cicutarium</i>)	8,0	0,0	100,0
Осот желтый (<i>Sonchus arvensis</i>)	3,6	0,0	100,0
ИТОГО:	77,2	2,4	97,9
p	0,038		

Общий эффект от применения гербицидов, в составе баковой смеси, достиг уровня 97,4 %, что является высоким результатом, (рис. 3, табл.2) ($p=0,038$)

Таблица 3 – Технологическая эффективность баковой смеси гербицидов Балерина Форте, СЭ + Ластик Топ, МКЭ в посеве яровой пшеницы сорта Красноярская 12

Вид сорного растения	Число сорных растений, шт./м ²		Технологическая эффективность, %
	до обработки	после обработки	
Овсяг (Avena fatua)	5,1	0,7	86,3
Пастушья сумка (Capsella bursa-pastoris)	3,6	0,2	94,0
Просо куриное (Echinochloa crus-galli L.)	3,2	0,2	94,4
Осот жёлтый (Sonchus arvensis L.)	2,4	0,2	91,7
Щетинник сизый (Setaria glauca L. Beauv.)	6,4	0,8	87,5
Щирица запрокинутая (Amarantus retroflexus L.)	9,6	0,6	93,8
Осот розовый (Cirsium arvense L.)	1,6	0,4	75,0
ИТОГО	31,9	3,1	88,6
p	0,005		

Эффективность против овсяга составила 86 % осота розового – 75 %, осота желтого – 91,7 %, осот розовый 75 %. Самым восприимчивым к данной баковой смеси является Просо куриное (Echinochloa crus-galli L.) (94,4 %) и Пастушья сумка (Capsella bursa-pastoris) (94,0 %) ($p=0,005$)

Таким образом, можно сделать вывод о том, что представленные баковые смеси гербицидов имеют высокую техническую эффективность (90-97 %) при статистически подтвержденных результатах ($p = 0,005$; $0,037$), что подтверждает их способность бороться с подавляющим большинством сорной растительности, встречающейся в посевах яровой пшеницы.

Выводы и предложения

1. В посевах яровой пшеницы наиболее часто встречались следующие виды сорных растений: просо сорное (Panicum miliaceum ruderales), овсяг (Avena fatua). Засоренность посевов яровой пшеницы на фиксированных площадках в среднем составляла от 2,4 до 31,6 шт/м².

2. Исследуемые баковые смеси гербицидов эффективно боролись со всеми видами сорных растений, представленных в посевах пшеницы. Технологическая эффективность баковая смеси 1 составила 97 %, баковой смеси 2 – 88 % ($p=0,005-0,038$).

3. Отсутствие обработки посевов гербицидами в баковых смесях способствовало развитию сорного компонента агроценоза яровой пшеницы в 4 раза по сравнению с началом вегетационного сезона ($p = 0,006$).

4. Использование данных гербицидов в рекомендованных производителем дозах эффективно борется с сорным компонентом агроценоза и может быть рекомендовано при возделывании яровой пшеницы на территории Красноярского Края.

Библиографический список

1. Артохин, К. С. Сорные растения: справочное и учебно-методическое пособие / К. С. Артохин. – М.: Печатный город, 2010. – 172 с.
2. Власенко, Н. Г. Сорные растения и борьба с ними при возделывании зерновых культур в Сибири / Н. Г. Власенко, А. Н. Власенко, Т. П. Садохина. – Новосибирск, 2007. – 126 с.
3. Шпаар, Д. Зерновые культуры (выращивание, уборка, доработка и использование) / под общей редакцией Д. Шпаара. – М.: DLV Агродело, 2008. – 656 с.
4. Терехова, В. Ф. Технология применения пестицидов / В. Ф. Терехова, В. С. Паркаль. – Красноярск.: Красноярский ГАУ, 2012. – 94 с.
5. Современные технологии возделывания яровой пшеницы в Красноярском крае: научно-практич. рекомендации / под общей редакцией Н. А. Сурина. – Красноярск, 2021. – 132 с.
6. Методические рекомендации по изучению гербицидов в растениеводстве. – М.: ВНИИЗР, 1981. – 46 с.
7. Хижняк, С. В. Математические методы в агроэкологии и биологии: учебное пособие / С. В. Хижняк, Е. П. Пучкова. – Красноярск: Красноярский ГАУ, 2019. – 244 с.
8. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М.: «Листерра», 2021. – 920 с.

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ БИОГЕННОГО ФЕРРИГИДРИТА НА ОКОРЕНЯЕМОСТЬ ЗЕЛЕННЫХ ЧЕРЕНКОВ ЖИМОЛОСТИ

В.Л. Бопп, к. б. н., ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный
университет», Красноярск, Россия
e-mail: vl_kolesnikova@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по влиянию наночастиц биогенного ферригидрита на окореняемость зеленых черенков жимолости сорта Васюганская. Замачивание черенкового материала в растворе индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) и ИУК с добавлением наночастиц биогенного ферригидрита (Feh), допированного марганцем, в дозе 1 мл/л раствора в течение 12 часов способствовало повышению ризогенеза, а также лучшему развитию корневой системы окорененных черенков.

Ключевые слова: жимолость, зеленые черенки, окоренение, ризогенез, наночастицы, биогенный ферригидрит

INFLUENCE OF BIOGENIC FERRIHYDRITE NANOPARTICLES ON THE ROOTING OF GREEN HONEYSUCKLE CUTTINGS

V.L. Bopp, candidate of Biological Sciences, Krasnoyarsk State Agrarian
University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: vl_kolesnikova@mail.ru

Abstract. The article presents the results of studies on the effect of biogenic ferrihydrite nanoparticles on the rooting rate of green cuttings of the Vasyuganskaya honeysuckle variety. Soaking cuttings in a solution of indolyl-3-acetic acid (IAA) and IAA with the addition of biogenic ferrihydrite (Feh) nanoparticles doped with manganese at a dose of 1 ml/l for 12 hours contributed into increase in rhizogenesis, as well as a better development of the root system of rooted cuttings.

Key words: honeysuckle, green cuttings, rooting, rhizogenesis, nanoparticles, biogenic ferrihydrite

Введение

В настоящее время в промышленном садоводстве отмечается масштабное использование жимолости (*Lonicera L.*) [1]. Несмотря на тот факт, что жимолость является молодым культиваром (период возделывания в культуре не превышает 40 лет) [2], ее доля в структуре валового сбора ягод в нашей стране значительна и составляет 15 %. По данным [3], предполагается, что к 2025 г. производство ягод жимолости увеличится в 6,7 раз.

Повышение интереса к культуре обусловлено широкой популяризацией здорового образа жизни населения, и, соответственно, увеличением спроса на поливитаминную продукцию на внутреннем и внешнем рынках. Свежие ягоды и продукты их переработки применяются для профилактики и лечения ряда заболеваний, защищают организм от продуктов радиации и интоксикаций (отравлений) солями тяжелых металлов [4].

Существенное наращивание объемов производства ягод жимолости, учитывая относительно низкую урожайность культуры, требует и прироста производства посадочного материала.

Один из основных способов вегетативного размножения жимолости – зеленое черенкование. Оценка регенерационной способности зеленых черенков перспективных сортов жимолости различных экологических групп, проведенная [5], показала, что в среднем окореняемость черенкового материала, обработанного стимуляторами роста, составила 70,5 – 99,3 %, предельные значения показателя – 66,7 – 100 %.

Поиск путей повышения эффективности питомниководства садовых растений привел к экспериментальным моделям использования наноматериалов в технологии размножения [6-9], однако исследования носят, в основном, эпизодический характер.

Эффективность ризогенеза зеленых черенков зависит от условий

вегетационного периода, а также от биологических особенностей культуры и сорта, применяемых препаратов для стимулирования корнеобразования.

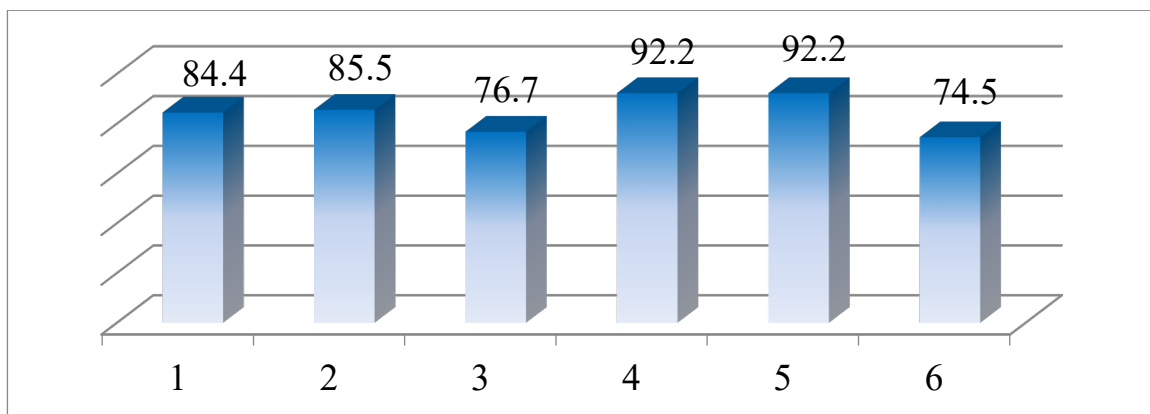
Цель исследования – изучить влияние наночастиц биогенного ферригидрита на окоренение зеленых черенков жимолости.

Методы исследований

Эксперимент проведен в 2021 г. в ООО «Садовый центр Аграрного университета». Объекты исследований: сорт жимолости Васюганская; наночастицы биогенного ферригидрита различных модификаций. Зеленое черенкование проводили по общепринятой методике [10]. Заготовленные черенки замачивали в растворе индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) и ИУК с добавлением наночастиц биогенного ферригидрита (Feh) в дозе 1 мл/л раствора, экспозиция 12 часов. Варианты опыта: 1 – ИУК (контроль); 2 – ИУК + Feh; 3 – ИУК + Feh_Al; 4 – ИУК + Feh_Mn; 5 – ИУК + Feh_Mo; 6 – ИУК + Feh_Co. Размещение делянок систематическое, повторность опыта трехкратная. В каждой повторности высаживали по 30 черенков.

Результаты исследований

Окореняемость зеленых черенков жимолости сорта Васюганская в условиях вегетационного периода 2021 г. при замачивании в ИУК составила 84,4 % (рис.). Композиции ИУК с наночастицами биогенного ферригидрита в основном оказали влияние на корнеобразовательную способность черенкового материала. Использование ИУК + Feh_Mn и ИУК + Feh_Mo способствовало достоверному увеличению окоренения черенков, на данных вариантах ризогенез зафиксирован на уровне 92,2 %, что превышает контрольные значения на 7,8 %. Допирование наночастиц алюминием и кобальтом содействовало снижению ризогенной активности на 7,7 и 9,9 % соответственно.



Условные обозначения: 1 - ИУК (контроль); 2 – ИУК + Feh; 3 – ИУК + Feh_Al; 4 – ИУК + Feh_Mn; 5 – ИУК + Feh_Mo; 6 – ИУК + Feh_Co
HCP= 4,5

Рисунок. Влияние наночастиц биогенного ферригидрита на окореняемость зеленых черенков жимолости, %

На формирование качественного посадочного материала оказывает влияние уровень развития корневой системы на окорененных черенках.

Учет количества корней 1-го порядка ветвления показал (табл.), что в среднем на контрольном варианте окорененные черенки образовали по 24,7 шт. корней.

Таблица – Влияние наночастиц биогенного ферригидрита на формирование корневой системы окорененных черенков

Вариант	Количество корней 1-го порядка ветвления		Суммарная длина корней 1-го порядка ветвления, см	
	шт	± к контролю	%	± к контролю
ИУК (контроль)	24,7	-	213,1	-
ИУК + Feh	36,1	+11,4	276,7	+63,6
ИУК + Feh_Al	21,5	-3,2	168,0	-45,1
ИУК + Feh_Mn	42,0	+17,3	390,6	+177,5
ИУК + Feh_Mn	29,2	+4,5	218,1	+5,0
ИУК + Feh_Co	32,9	+8,2	288,6	+75,5
HCP ₀₅	5,3		34,8	

Обработка черенкового материала жимолости раствором ИУК с добавлением наночастиц биогенного ферригидрита в чистом виде, а также допированных марганцем и кобальтом способствовала достоверному увеличению количества корней. Максимальный показатель отмечен на

варианте ИУК + Feh_Mn, где в среднем на окорененных черенках насчитывалось по 42,0 корня 1-го порядка ветвления.

На выше перечисленных вариантах суммарная длина корней превышает контрольные значения. Наибольшая поглотительная поверхность зафиксирована у черенков, обработанных композицией ИУК + Feh_Mn.

Выводы и предложения

Таким образом, обработка зеленых черенков жимолости сорта Васюганская раствором ИУК с добавлением наночастиц Feh_Mn и Feh_Mn содействовала статистически значимому увеличению ризогенной активности, обеспечив повышение окореняемости на 7,8 % по отношению к контролю. На варианте ИУК + Feh_Mn отмечено наибольшее увеличение морфометрических параметров корней 1-го порядка ветвления.

Библиографический список

1. Андреева, Т. Е. Биохимический состав ягод жимолости разного происхождения / Т. Е. Андреева, И. Д. Бородулина // Труды молодых ученых Алтайского государственного университета, 2021. – № 18. – С. 3–5.
2. Брыксин, Д. М. Результаты селекции жимолости в северо-восточной части Центрального Черноземья / Д. М. Брыксин, С. А. Колесников // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 1. – С. 9–13.
3. Raafat, K. M. Phytochemical and Biological Evaluation of Ultrasound-Assisted Spray Dried *Lonicera etrusca* for Potential Management of Diabetes / K. M. Raafat, W. Samy // Records of Natural Products. – 2018. – V. 12. – № 4. – P. 367–379.
4. Хохрякова, Л. А. Оценка регенерационной способности зеленых черенков перспективных сортов жимолости / Л. А. Хохрякова // Вестник Алтайского ГАУ. – 2020. – № 1. – С. 55–60.
5. Бопп, В. Л. Эффективность применения наночастиц биогенного ферригидрита при зеленом черенковании чубушника / В. Л. Бопп, Ю. Л. Гуревич, Н. А. Мистратова, М. И. Теремова, С. В. Хижняк // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 5. – № 1. – С. 50–55.
6. Сучкова, С. А. Морфологические изменения в черенках смородины черной под влиянием наночастиц оксида цинка / С. А. Сучкова, Т. П. Астафурова // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2017. – № 13. – С. 312–314.
7. Бопп, В. Л. Влияние ауксинов и наночастиц ферригидрита на окоренение и корнеобразование зеленых черенков вишни степной / В. Л. Бопп, Ю. Л. Гуревич, Н. А. Мистратова, М. И. Теремова // Вестник Курской ГСХА. – 2018. – № 5. – С. 72–76.
8. Мистратова, Н. А. Влияние наночастиц ферригидрита и его модификаций на ризогенез зеленых черенков жимолости / Н. А. Мистратова, А. В. Самарокова // Ботанические сады как центры изучения и сохранения фиторазнообразия: труды Международной научной конференции, посвященной 140-летию Сибирского ботанического сада Томского государственного университета, Томск, 28-30 сентября 2020. – С. 129–131.
9. Ермаков, Б. С. Размножение древесных и кустарниковых растений зеленым черенкованием / Б. С. Ермаков. – Кишинев: Штиинца, 1981. – 222 с.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА ПЕРИОДА ВСХОДЫ- БУТОНИЗАЦИЯ ДЛЯ ЛИСТОЧКОВЫХ И ПОЛУБЕЗЛИСТОЧКОВЫХ ОБРАЗЦОВ ГОРОХА

Е.В. Кожухова, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: elena.kojuhova@yandex.ru

В.В. Новиков, Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: valeranovsav@yandex.ru

Аннотация. Проведено исследование продуктивности фотосинтеза гороха листочковых и полубезлисточковых образцов периода всходы – бутонизация в условиях Красноярской лесостепи. Ставились задачи: проанализировать элементы, влияющие на интенсивность фотосинтеза в период всходы – бутонизация, и оценить чистую продуктивность фотосинтеза у образцов гороха разного морфотипа. Выявлено, что в фазе всходов показатели площади прилистников и сбор воздушно-сухого вещества полубезлисточковых образцов могут конкурировать с листочковыми образцами даже учитывая суммированную площадь их листьев и прилистников. В фазе бутонизации суммированная площадь листьев и прилистников листочковых образцов превышает показатели полубезлисточковых образцов. ЧПФ и максимальная прибавка сухого вещества за учетный период всходы – бутонизация выявлена у образца с видоизмененным усатым типом листа – Ж-55, при минимальном приросте листовой поверхности.

Ключевые слова: горох, продуктивность фотосинтеза, листья, прилистники, всходы, бутонизация

THE PRODUCTIVITY OF PHOTOSYNTHESIS AT THE SHOOTING-BUDONIZATION PERIOD FOR PEA SAMPLES AND SEMI-LEAFLESS SAMPLES

E.V. Kozhukhova, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

email: elena.kojuhova@yandex.ru

V.V. Novikov, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: valeranovsav@yandex.ru

Abstract. A study was made of the productivity of photosynthesis in peas of leafy and semi-leafless samples of the period shoots - budding under the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe. The following tasks were set: to analyze the elements that affect the intensity of photosynthesis during the period of germination - budding, and to evaluate the net productivity of photosynthesis in pea samples of different morphotypes. It was found that in the seedling phase, the indicators of the area of stipules and the collection of air-dry matter of semi-leafless samples can compete with leaf samples, even taking into account the summed area of their leaves and stipules. In the budding phase, the summed area of leaves and stipules of leaf samples exceeds those of semi-leafless samples. NPP and the maximum increase in dry matter for the accounting period shoots - budding was detected in a sample with a modified mustachioed type of leaf - Zh-55, with a minimum increase in the leaf surface.

Keywords: peas, photosynthesis productivity, leaves, stipules, seedlings, budding

Введение

Фотосинтетическая нагрузка в системе целого растения приходится на листовую аппарат. На интенсивность фотосинтеза решающее влияние оказывают как биотические (свет, температура, влажность почвы, содержание в воздухе углекислого газа), так и абиотические факторы окружающей среды (обеспеченность почвы элементами минерального питания). Одни из указанных факторов, например, освещенность и

содержание углекислого газа в воздухе, действуют на фотосинтез непосредственно, другие – содержание воды и минеральных элементов – косвенно, через воздействие на другие физиологические процессы растения [1]. Оказывает влияние также обработка почвы [2]. Интенсивность фотосинтеза гороха может существенно изменяться в зависимости от погодных условий года [3].

Листовой аппарат гороха довольно сложный предмет исследования, что связано с его строением, а именно наличием прилистников, листьев и усиков, и иногда просто прилистников и усиков – видоизмененных листьев. У растений гороха основной вклад в формирование урожая приходится на листочки и прилистники. Было выявлено, что у образцов с видоизмененным, усатым типом листа дополнительная фотосинтетическая нагрузка перераспределяется на прилистники. Фотосинтез у таких сортов идет интенсивнее [4]. Формы с видоизменёнными листьями обладают высоким фотосинтетическим потенциалом, что, вероятно, обусловлено одновременным функционированием двух или, соответственно, трёх аллелей, которые не только формируют архитектуру листа, но и участвуют в процессе фотосинтеза [5].

Выявлено, что у растений гороха листочкового морфотипа активность фотосинтеза фотоассимилирующих органов во многом зависит от условий вегетации и фазы роста. Интенсивность фотосинтеза листочков и прилистников достигает максимума в фазу массового образования плодов (конца цветения), при этом отмечается существенное влияние на данный процесс температуры воздуха и увлажнения почвы [6, 7].

В условиях Восточной Сибири исследования продуктивности фотосинтеза гороха листочковых и полубезлисточковых образцов ранее не проводились, чем обусловлена актуальность и новизна проводимых исследований, целью которых является оценка чистой продуктивности фотосинтеза в период всходы – бутонизация для листочковых и полубезлисточковых образцов гороха посевного.

Задачи:

1. Проанализировать элементы, влияющие на интенсивность фотосинтеза в период всходов и бутонизации для листочковых и полубезлисточковых образцов гороха посевного.

2. Определить и сравнить ЧПФ и максимальную прибавку сухого вещества за учетный период всходы – бутонизация у исследуемых образцов.

Методы исследований

Исследования проводились в лаборатории селекции гороха Красноярского НИИСХ, объектами изучения являлись четыре среднестебельных образца гороха посевного, собственной селекции, из которых два - листочкового морфотипа – Радомир и Ж-58, а также два образца с видоизмененным усатым типом листа – Л-34 и М-27.

Определялись площади листьев и прилистников с растений в 4 повторностях, длина растений, их вес до и после высушивания, на основании чего рассчитывались содержание и сбор воздушно-сухого вещества. Площадь листьев и прилистников определялась посредством сканирования листьев и прилистников, а также дальнейшей цифровой обработки изображения с целью измерения площадей по контуру.

В дальнейшем рассчитывался ИЛП (индекс листовой поверхности, $\text{м}^2/\text{м}^2$) для листьев и прилистников и ЧПФ – чистую продуктивность фотосинтеза, показывающую количество сухого вещества в граммах, образующееся в растении за сутки в расчете на 1 м^2 листовой поверхности, и рассчитывающееся по формуле:

$$\text{ЧПФ} = \frac{B1-B2}{0,5*(L1+L2)*T}, (\text{г}/\text{м}^2 \text{ в сутки}),$$

где B1 и B2 – масса сухого вещества растения в начале и в конце учетного периода; 0,5 (L1+L2) - средняя площадь листьев в начале (L1) и в конце (L2) учетного периода; T – продолжительность учетного периода.

Для листочковых образцов суммировали площадь листьев и прилистников, для сортов с видоизмененным усатым типом листа учитывали только площадь прилистников.

Тепло- и влагообеспеченность периода проведения учетов отличалась от среднемноголетних значений за счет уменьшенной нормы осадков по сравнению со средними многолетними показателями во все декады за исключением 3 декада мая, когда сумма осадков превысила среднемноголетнее значение на 16 мм. Подекадное отклонение от среднемноголетних значений средних температур и суммы осадков, а также подекадное ГТК учетных периодов продемонстрировано на рисунке 1.

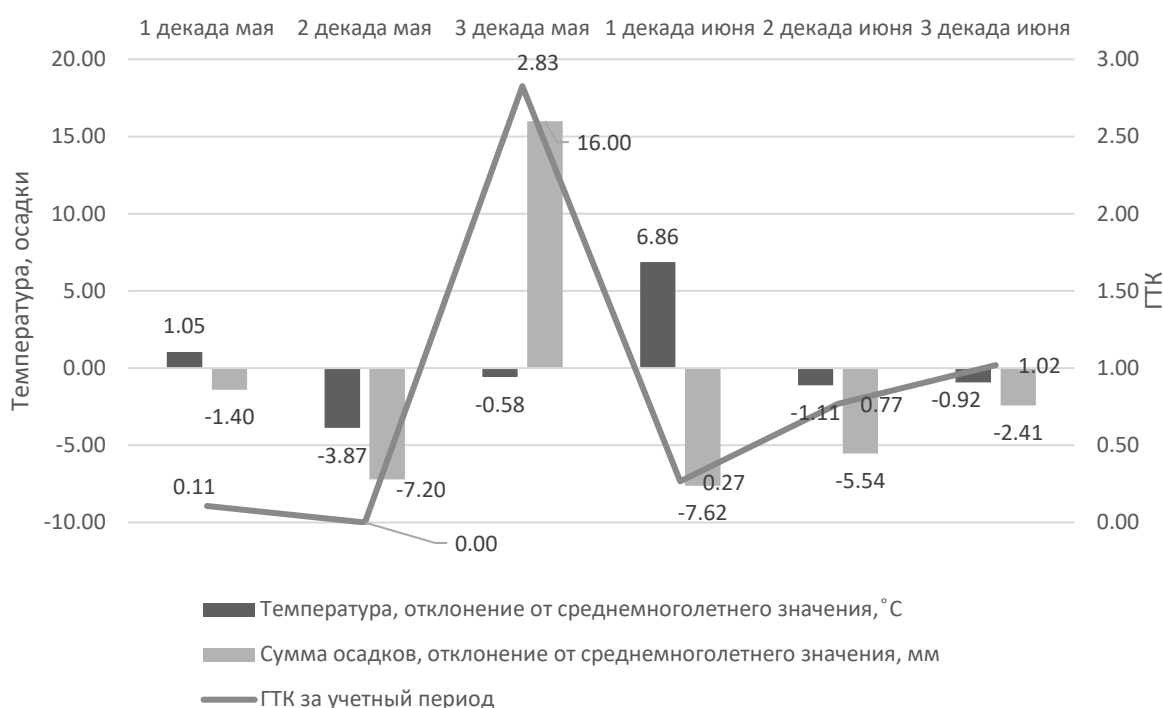


Рисунок 1. Подекадная характеристика тепло- и влагообеспеченности учетного периода, и ее сравнение со среднемноголетними значениями

Результаты исследований

В сумме масса листьев и прилистников закономерно была больше у листочковых образцов, но при этом масса прилистников образцов с

видоизмененным усатым типом листа достоверно превышала площадь прилистников листочковых образцов. Площадь прилистников у полубезлисточковых образцов могла превышать не только площадь прилистников листочковых, но и сумму площадей листьев и прилистников (М-27 – 26,7 см²/растение (листья + прилистники), Ж-55 – 33,2 см²/растение (прилистники).

Масса воздушно-сухого вещества образца с усатым типом листа Ж-55 (31,26 г/м²) также превышала значение данного показателя у остальных образцов (табл. 1).

Таблица 1 – Элементы структуры, влияющие на интенсивность фотосинтеза для листочковых и полубезлисточковых образцов в период всходов

Показатель	Листочковые образцы		Полубезлисточковые образцы		НСР _{0,5}
	Радомир	М-27	Л-34	Ж-55	
Длина растений	9,43	10,38*	12,25*	14,88*	0,93
Масса до высушивания, г/м ² : растений	126	120	126	156	32,70
листьев	64,98	60,42	-	-	12,30
прилистников	28,4	24,2	51,2*	66,5*	13,50
Площадь листьев, см ² /растение	26,5	14,2	-	-	4,40
ИЛП листьев, м ² /м ²	0,32	0,30			0,05
Площади прилистников, см ² /растение	14,2	12,5	25,6*	33,2*	4,10
ИЛП прилистников, м ² /м ²	0,17	0,15	0,31	0,40	-
Сухая масса растений, г/м ²	29,4	29,9	26,14	31,26	7,50
Выход воздушно-сухого вещества, %	23,3	25,0	20,8	20,0	4,20
Масса воздушно-сухого вещества, г/м ²	29,4	29,9	26,16	31,26	6,30

Так как влагообеспечение периода, предшествующего проведению учетов, было недостаточным (ГТК 1 декады июня – 0,27, 2 декады июня – 0,77, 3 декады июня – 0,00), растения долго развивались, их длина к периоду

бутонизации была значительно ниже обычного, и составляла от 28,5 до 45,8 см.

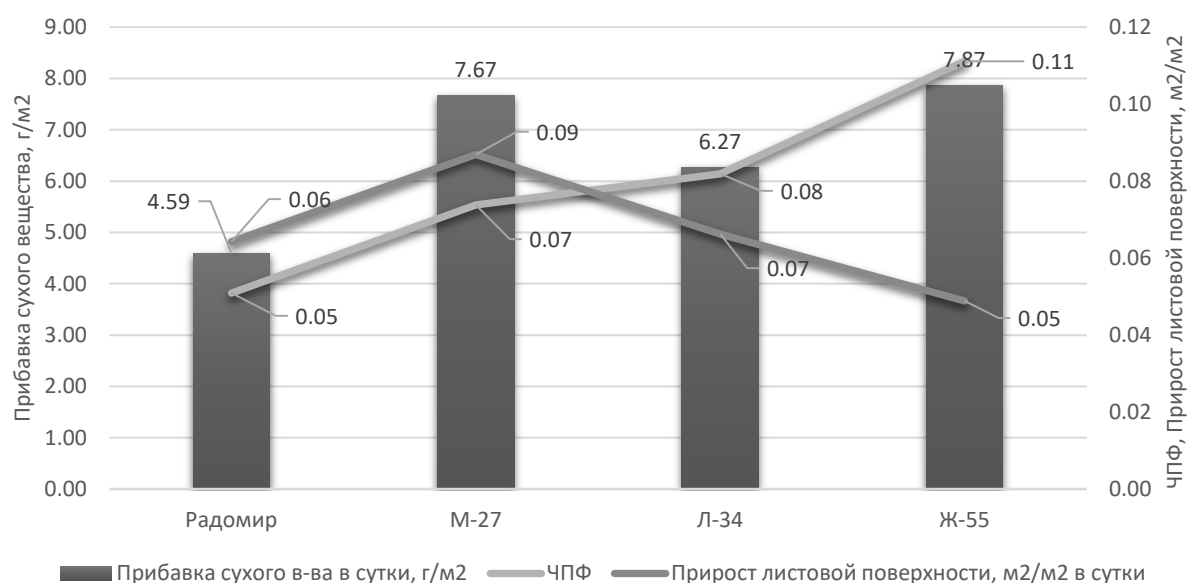
Индекс листовой поверхности увеличился к моменту бутонизации, причем для полубезлисточковых образцов ИЛП и площадь прилистников значительно превышала ИЛП и площадь прилистников листочковых образцов. Однако, на этом этапе развития растений суммированная площадь листьев и прилистников листочковых образцов (Радомир – 139,5 см²/растение, М-27 – 170,8 см²/растение) уже значительно превышала показатели площадей прилистников полубезлисточковых (Л-34 – 127,47 см²/растение, М-27 – 108,44 см²/растение).

По выходу воздушно-сухой массы полубезлисточковые образцы также конкурировали с листочковыми – максимальный показатель у Ж-55 (188,70 г/м²) (табл. 2).

Таблица 2 – Элементы структуры, влияющие на интенсивность фотосинтеза для листочковых и полубезлисточковых образцов в период бутонизации

Показатель	Листочковые образцы		Полубезлисточковые образцы		НСР _{0,5}
	Радомир	М-27	Л-34	Ж-55	
Длина растений, см	28,50	32,00	40,00	45,80	5,48
Масса до высушивания, г/м ² : растения	654,00	912,00	930,00	888,00	95,0
листьев	183,84	236,70	-	-	27,5
прилистников	141,24	183,96	266,46	245,88	26,0
Площадь листьев, см ² /растение	73,2	97,8	-	-	19,2
ИЛП листьев, м ² /м ²	0,95	1,27	-	-	0,09
Площади прилистников, см ² /растение	66,30	73,00	127,47	108,44	14,20
ИЛП прилистников, м ² /м ²	0,86	0,95	1,66	1,41	0,20
Сухая масса растений, г/м ²	111,84	169,20	139,83	174,18	19,24
Выход воздушно-сухого вещества, %	17,10	18,55	15,03	19,61	2,40
Масса воздушно-сухого вещества, г/м ²	121,16	183,3	151,48	188,70	16,08

Чистая продуктивность фотосинтеза за период всходы – бутонизация выявлена у образца с видоизмененным усатым типом листа – Ж-55 (0,11). Этот же образец продемонстрировал максимальную прибавку сухого вещества 7,87 г/м² в сутки, несмотря на то, что прирост листовой поверхности для него был минимальным и составил 0,05 м²/м² в сутки (рис. 2).



* ЧПФ – Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м

Рисунок 2. Показатели фотосинтетической активности образцов

Следовательно, у образцов с усатым, видоизмененным типом листа за период всходы – бутонизация дополнительная фотосинтетическая нагрузка перераспределяется на прилистники и усики.

Выводы и предложения

В нашем случае, значительное влияние на минимальное накопление сухого вещества и прироста листовой поверхности оказали сложившиеся погодные условия. Но можно подытожить следующее, что:

1. В фазе всходов показатели площади листьев (и прилистников) для полубезлисточковых образцов, а также сбор воздушно-сухого вещества могут успешно конкурировать с листочковыми образцами.

В фазе бутонизации суммированная площадь листьев и прилистников листочковых образцов превышала показатели площадей прилистников полубезлисточковых, но выходу воздушно-сухого вещества полубезлисточковые образцы конкурировали с листочковыми – максимальный показатель у образца с видоизмененным усатым типом листа Ж-55 (188,70 г/м²).

2. ЧПФ и максимальная прибавка сухого вещества за учетный период всходы – бутонизация выявлена у образца с видоизмененным усатым типом листа – Ж-55, при минимальном приросте листовой поверхности.

Библиографический список

1. Козулина, Н. С. Влияние минеральных удобрений на состояние фотосинтетического аппарата зерновых культур / Н. С. Козулина. DOI 10.52686/9785604525029_82
2. Toigildin, A. L. The Photosynthetic Potential and Productivity of Grain Legume Crops in the Forest-Steppe Zone of the Middle Volga Region / A. L. Toigildin, M. I. Podsevalov, R. A. Mustafina et al. // *Mezhdunarodny'j nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]*. – 2023. – № 1 (127). – URL: <https://research-journal.org/archive/1-127-2023-january/10.23670/IRJ.2023.127.11> (accessed: 21.06.2023). – DOI: 10.23670/IRJ.2023.127.11.
3. Хвоина, Т. Ю. Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность гороха / Т. Ю. Хвоина, Г. В. Василенко, Ю. А. Гладков, Л. И. Шалагинова // *Вестник Алтайского ГАУ*. – 2004. – № 4. – С. 140–142.
4. Чекалин, Е. И. Интенсивность фотосинтеза хлорофиллсодержащих органов растений старых и новых сортов гороха посевного / Е. И. Чекалин, А. В. Амелин // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. – 2017. – № 66. С. 237–242. DOI: 10.21515/1999-1703-66-237-242.
5. Зеленов, А. Н. Повышение биоэнергетического потенциала растения – актуальная проблема селекции гороха / А. Н. Зеленов, А. А. Зеленов // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2016. – № 4 (20). – С. 9–15.
6. Чекалин, Е. И. Влияние температуры, увлажнения и фазы роста на интенсивность фотосинтеза листочков и прилистников растений гороха посевного / Е. И. Чекалин, А. В. Амелин, И. В. Кондыков // *Вестник аграрной науки*. – 2017 – № 5 (68). – С. 12–18.
7. Чекалин, Е. И. Влияние интенсивности света на активность газообмена листьев и прилистников у белоцветковых сортов гороха / Е. И. Чекалин, А. В. Амелин, В. В. Заикин, А. М. Задорин. – 2018.

**ОТЛИЧИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ИМПЕДАНСНЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕРЕН ПШЕНИЦЫ, УВЛАЖНЕННЫХ
РАСТВОРАМИ KCl и NaCl**

А.В. Чжан, д. физ.-мат. н., ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия
e-mail: avchz@mail.ru

Н.А. Дрокин, д. физ.-мат. н., Институт физики имени Л.В. Киренского СО РАН – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: drokin@iph.krasn.ru

Н.М. Ничкова, Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», Красноярск, Россия
e-mail: nichkova_nm@krsk.irkups.ru

Ж.М. Мороз, к. физ.-мат. н., Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», Красноярск, Россия
e-mail: moroz_jm@krsk.irkups.ru

Аннотация. В статье описываются результаты исследования электрических свойств цельных зёрен пшеницы, насыщенных 9% растворами NaCl и KCl, в диапазоне частот от единиц Гц до 100 МГц. Показаны отличия в частотных зависимостях диэлектрической проницаемости, тангенса диэлектрических потерь, а также электрического импеданса зерен пшеницы при наличии ионов калия и натрия.

Ключевые слова: электрический импеданс, диэлектрическая проницаемость, зерно, пшеница, ионы калия, ионы натрия

**DIFFERENCE OF DIELECTRIC AND IMPEDANCE
CHARACTERISTICS OF WHEAT GRAINS MOISTENED WITH KCl
AND NaCl SOLUTIONS**

A.V. Chzhan, doctor of Physics and Mathematics Sciences, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: avchz@mail.ru

N.A. Drokin, doctor of Physics and Mathematics Sciences, Institute of Physics,
Russian Academy of Sciences, L.V. Kirensky SB RAS, Krasnoyarsk, Russia
drokin@iph.krasn.ru

N.M. Nichkova, Irkutsk State Transport University. Krasnoyarsk Institute of
Railway Transport, Krasnoyarsk, Russia
nichkova_nm@krsk.irkups.ru

Zh.M. Moroz, candidate of Physical and Mathematical Sciences, Irkutsk State
Transport University. Krasnoyarsk Institute of Railway Transport, Krasnoyarsk,
Russia
moroz_jm@krsk.irkups.ru

Abstract. The article describes the results of the research of the electrical properties of whole wheat grains saturated with 9% NaCl and KCl solutions in the frequency range from units of Hz to 100 MHz. Differences in the frequency dependences of the dielectric permittivity, the tangent of dielectric losses, as well as the electrical impedance of wheat grains in the presence of potassium and sodium ions are shown.

Key words: electrical impedance, permittivity, grain, wheat, potassium ions, sodium ions

Введение

В настоящее время российский и зарубежный рынки предлагают различные технические средства косвенного контроля качества зерна, которые основаны на измерениях электрических свойств семян, электрического сопротивления и диэлектрической проницаемости [1,2]. Вместе с тем остаются вопросы, связанные с точностью реально измеряемых параметров зерна, так как необходимо учесть то, что присутствие различных ионов, в основном K, Na и Cl, может сказаться на электрических характеристиках.

В настоящей работе исследованы электрические свойства цельных зёрен пшеницы, в диапазоне частот от единиц Гц до 100 МГц. Исходная партия зерен предварительно высушивалась при комнатной температуре и затем насыщалась 9% растворами NaCl и KCl. Измерительная ячейка с

образцом при комнатной температуре подключалась к анализаторам спектров Elins 1500J и Agilent E5061B, которые позволяют получать частотные зависимости импеданса и тангенса диэлектрических потерь. Показаны отличия в частотных зависимостях диэлектрической проницаемости, тангенса диэлектрических потерь, а также электрического импеданса зерен пшеницы при наличии ионов калия и натрия.

Полученные данные могут иметь значение при конструировании различных приборов для тестирования качества зерна и содержания влаги в нем.

Методы исследований

В качестве объектов исследований выбраны зерна пшеницы, которые предварительно высушивались, а затем выдерживались в 9% растворах соли NaCl и KCl. Для этого зерна помещались в герметичную емкость между двумя слоями марли, увлажненными в растворах солей. В таком состоянии они выдерживались от 1 до 2 суток. Кювета с образцами и подведенными к ней электрическими контактами была также герметично закрыта. Для количественного сравнения величины электрического сопротивления в каждом случае выбирались одинаковые по объему зерна, в кювету их помещалось 12 шт.

Для оценки тепловых потерь в диэлектрике используется величина $\operatorname{tg}\delta$, где δ есть угол, который дополняет сдвиг фазы φ между током и напряжением емкостной цепи до 90° . Значение $\operatorname{tg}\delta = P_a/P_r$, где P_a – активная, P_r – реактивная части общей мощности электромагнитного поля. В случае идеального диэлектрика $P_a = 0$, Ток в такой цепи опережает напряжение на 90° , и $\delta = 0$. Чем больше потери, тем больше угол диэлектрических потерь и его функция $\operatorname{tg}\delta$. Коэффициент тепловых потерь можно выразить через:

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} = \frac{z'}{z''}, \quad (1)$$

где ε' и ε'' – действительная и мнимая части комплексной величины диэлектрической проницаемости, z' и z'' – действительная и мнимая части

комплексного электрического сопротивления. Для определения диэлектрической проницаемости, комплексного электрического сопротивления использовались анализаторы спектров Elins 1500J и Agilent E5061B в диапазоне от 1 Гц до 100 МГц [3,4]. Измерения проведены в Институте физики СО РАН им. Л.В. Киренского.

Результаты исследований

Диэлектрическая проницаемость зерен пшеницы в значительной мере зависит от частоты электрического поля. Как показано на рисунке 1, на частоте 5 Гц эффективное значение ε' для образца с NaCl достигает $\sim 10^7$ и 10^5 с KCl. С повышением частоты значение ε' снижается и на частоте 100 МГц для образца с NaCl составляет 24,15, с KCl - 7,9.

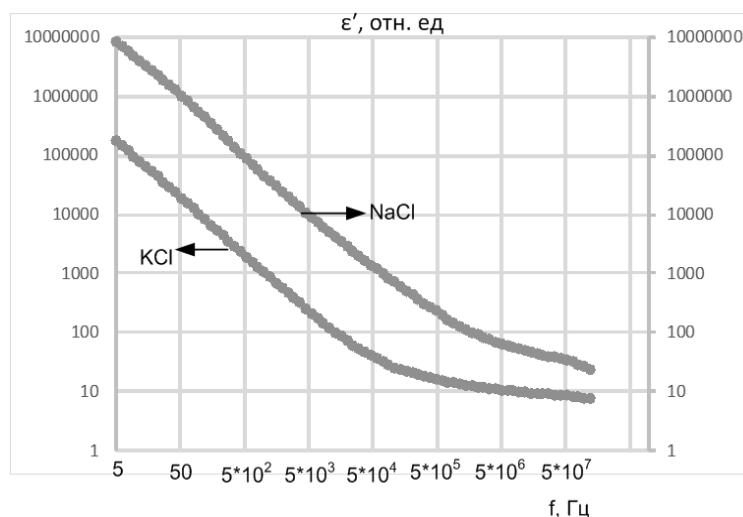


Рисунок 1. Частотные зависимости диэлектрической проницаемости зерен пшеницы, вымоченных в растворах NaCl и KCl. Время выдержки 1 сутки.

На рисунке 2 показана частотная зависимость активной части комплексного сопротивления зерен пшеницы, вымоченных в растворах NaCl и KCl после выдержки в течении 1 суток.

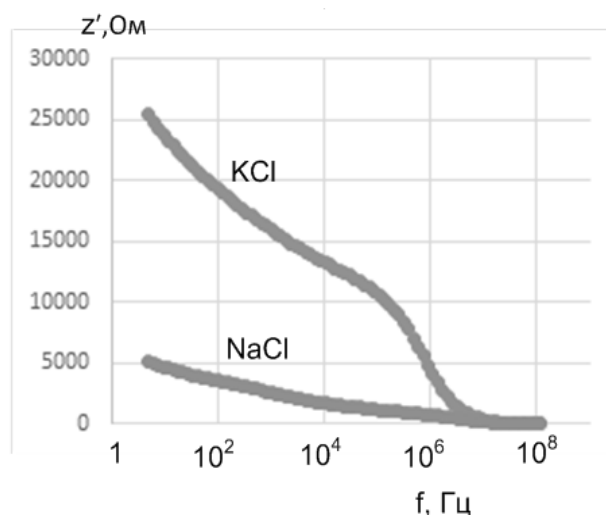


Рисунок 2. Зависимость активной части комплексного сопротивления от частоты электрического поля зерен пшеницы, вымоченных в растворе NaCl и KCl. Время выдержки 1 сутки.

В области низких частот активное сопротивление z' зерен с KCl превышает величину активного сопротивления в образцах с NaCl примерно в 5 раз (на частоте 5 Гц z' оно составляло 25 кОм и 5 кОм в первом и во втором случаях соответственно). С повышением частоты разница в сопротивлениях уменьшается и на частоте ~ 50 мГц значения z' для обоих образцов выравниваются, затем наблюдается обратный эффект: сопротивление зерен с NaCl становится выше, чем у зерен с KCl.

На рисунке 3(а) приведены изменения коэффициента диэлектрических потерь $\text{tg} \delta$ от частоты электрического поля зерен, увлажненных в растворах NaCl и KCl в течении суток. Как следует из приведенных графиков, для зерен, увлажненных в растворе NaCl наблюдаются максимумы диэлектрических потерь в двух частотных диапазонах. Первая область находится в районе 100 Гц, вторая расположена выше 10 кГц. Для зерен, вымоченных в растворах с KCl, имеется один максимум, который наблюдается в области 10 кГц. На рисунке 3(б) показаны те же зависимости для зерен, которые вымачивались в течение 2 суток.

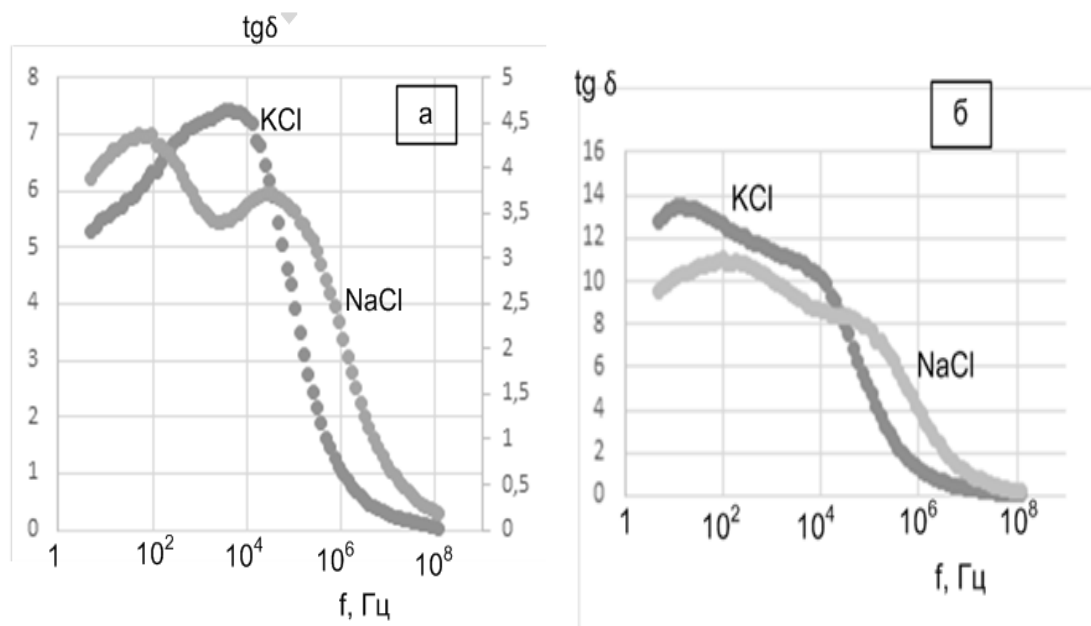


Рисунок 3. Спектральная зависимость тангенса диэлектрических потерь для зерен, вымоченных в течение 1 суток (а) и 2 суток (б).

Значительный рост диэлектрической проницаемости в области низких частот может обуславливаться несколькими причинами:

1. Наличием двойного электрического слоя, который образуется в результате перехода неорганических ионов, входящих в органическую структуру поверхности зерна, в жидкость. Избирательная адсорбция гидратированных ионов на поверхность твердой частицы.

2. Вкладом в значение диэлектрической проницаемости проводимости. В водных электролитических средах, к которым можно отнести растворы, входящие в структуру зерна, комплексную диэлектрическую проницаемость в упрощенном виде можно выразить как [5]:

$$\varepsilon = \varepsilon' - j\varepsilon'' = \varepsilon_{\infty} + \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_{\infty}}{1 + j\omega\tau} - j \frac{\sigma}{\omega\varepsilon_0}, \quad (2)$$

где ω — частота; τ — время релаксации; ϵ_s и ϵ_∞ — статическая и высокочастотная диэлектрические проницаемости, σ — ионная проводимость; ϵ_0 - электрическая (диэлектрическая постоянная); τ - время релаксации.

Из уравнения (2) следует, что в эффективное значение диэлектрической проницаемости вносит вклад ионная проводимость, который становится значительным при $\omega \rightarrow 0$, это приводит к столь значительной величине ϵ' (как отмечено выше, на частоте 5 Гц эффективная величина ϵ' достигает $\sim 10^7$). С повышением частоты разница в значениях ϵ' между образцами уменьшается, но она существует и на предельной частоте 120 МГц, которая использовалась в эксперименте. Значения высокочастотной диэлектрической проницаемости ϵ_∞ для образцов с NaCl и KCl, которые соответственно равны 24,1 и 7,9, выше значения ϵ_∞ зерен, вымоченных в дистиллированной воде, в таких зернах ее значение составляет ~ 5 [3].

Релаксационные свойства электролитических растворов определяются коэффициентом диэлектрических потерь $\operatorname{tg} \delta$. Дисперсионную зависимость $\operatorname{tg} \delta$ можно определить из (1) и (2), и согласно этим уравнениям наибольшая величина потерь поглощаемой энергии наблюдается на частоте $\omega = \frac{2\pi}{\tau}$, где τ - время релаксации.

Значительные отличия в дисперсионной зависимости $\operatorname{tg} \delta$ зерен с NaCl и KCl и времен релаксации, что следует из рисунка 3(а), указывают на то, что процессы поглощения электромагнитной энергии в этих образцах протекают не схожим образом. Возможное объяснение полученного результата заключается в специфике распределения ионов K и Na в клетках зерна. Согласно имеющимся данным [6], в то время как ионы K распределены преимущественно внутри клетки, ионы Na активно выталкиваются из клетки в межклеточное пространство. Поэтому, при протекании переменного тока через биологическую ткань зерна с разным содержанием ионов K и Na в

дисперсионной зависимости коэффициента потерь области максимальной релаксации расположены в разных частотных диапазонах.

В заключении можно сказать, что частотные зависимости электрических характеристик зерен пшеницы связаны с особенностями внедрения ионов Na и K в клетки зерна. Полученные данные указывают на то что электрические свойства увлажненных зерен пшеницы во многом определяются составом ионов, входящих в биоструктуру зерна. Этот факт необходимо учитывать при конструировании различных электрофизических устройств, определяющих качество зерна, в том числе и влажность.

Библиографический список

1. Funk, D. B. Unified moisture algorithm for improved RF dielectric grain moisture measurement / D. B. Funk, Z. Gillay, P. Meszaros. // *Measurement Science and Technology*. – 2007. Vol. 18, № 4. – P. 1004–1015. DOI: 10.1088/0957-0233/18/4/007.
2. Nelson, S. O. Use of material dielectric properties for agricultural applications / S. O. Nelson, S. Trabelsi // *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy*. – 2016. – Vol. 50 (4). – P. 237–268. DOI: 10.1080/08327823.2016.1247235.
3. Чжан, А. В. Метод импедансной спектроскопии для тестирования увлажненных зерен пшеницы / А. В. Чжан, Н. А. Дрокин, Н. М. Ничкова, Ж. М. Мороз // *Вестник Новосибирского ГАУ*. – 2022. – № 2 (63). – С. 59–68. – DOI 10.31677/2072-6724-2022-63-2-59-68.
4. Чжан, А. В. Особенности спектральных характеристик электрического импеданса увлажненных зерен пшеницы / А. В. Чжан, Н. А. Дрокин, Н. М. Ничкова, Ж. М. Мороз // *Успехи современного естествознания*. – 2022. – № 5. – С. 34–38. – DOI: 10.17513/use.37821.
5. Айген, М. Теоретическая основа релаксационной спектроскопии / М. Айген, Л. Мейер // *Методы исследования быстрых реакций*. – М.: Мир, 1977. – С. 79–172.
6. Кларксон, Д. Транспорт ионов и структура растительной клетки: монография / Д. Кларксон. – М.: Мир, 1978. – 368 с.

ЯРОВОЙ РАПС ПОД ЗАЩИТОЙ КОМПАНИИ «АВГУСТ» В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

А.А. Рябцев, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», АО Фирма «Август» представительство в г. Красноярск, Россия

e-mail: stud_info87@mail.ru, a.ryabcev@avgust.com

Аннотация. Рапс – важнейшая сельскохозяйственная культура, используется на кормовые и пищевые цели, применение его в качестве сидерата приводит не только к обогащению почвы органическим веществом, но и к улучшению фитосанитарного состояния посевов последующих культур. Для обеспечения повышения продуктивности ярового рапса возникает необходимость поиска новых генотипов, адаптированных к местным почвенно-климатическим условиям, а также подбора эффективных мероприятий по защите растений от вредных объектов. К лимитирующим факторам, ограничивающим раскрытие генетического потенциала сортов и гибридов ярового рапса, относится засоренность посевов. Потери урожая от конкуренции со стороны сорной растительности могут достигать 30 % и более. В рапсосеющих регионах мира и нашей страны довольно широкое распространение получила система Clearfield, которая представляет собой сочетание гербицида селективного действия и высокопродуктивных гибридов ярового рапса, устойчивых к гербицидам на основе имидазолинонов. Цель исследований: Изучить эффективность пестицидов нового поколения в снижении засорённости посевов ярового рапса в условиях Красноярского края.

Ключевые слова: пестициды, гербициды, инсектициды, фунгициды, яровой рапс, сорные растения, биологическая эффективность, урожайность

**SPRING RAPESEED UNDER THE PROTECTION OF THE "AUGUST"
COMPANY IN THE KRASNOYARSK TERRITORY**

A.A. Ryabtsev, Krasnoyarsk State Agrarian University, Manager-technologist of JSC Firm "August" representative office in Krasnoyarsk, Russia
e-mail: stud_info87@mail.ru, a.ryabcev@avgust.com

Abstract: Rapeseed is the most important agricultural crop, used for fodder and food purposes, its use as a green manure crop leads not only to the enrichment of the soil with organic matter, but also to the improvement of the phytosanitary condition of subsequent crops. To ensure an increase in the productivity of spring rape, there is a need to search for new genotypes adapted to local soil and climatic conditions, as well as the selection of effective measures to protect plants from harmful objects. The limiting factors limiting the disclosure of the genetic potential of varieties and hybrids of spring rape include the contamination of crops. Crop losses caused by competition with weeds can reach 30% or more. In the rapeseed regions of the world and our country, the Clearfield system has become quite widespread, which is a combination of a selective herbicide and highly productive spring rape hybrids resistant to herbicides based on imidazolinones. The purpose of the research: To study the effectiveness of a new generation of pesticides in reducing the contamination of spring rape crops under the conditions of the Krasnoyarsk Territory.

Keywords: pesticides, herbicides, insecticides, fungicides, spring rape, weeds, biological efficiency, yield

Введение

По данным Росстата «АБ-Центр», посевные площади под рапсом (рис. 1) в России за последние 5 лет существенно увеличились по всем категориям хозяйств. Так в 2022 году она составляла 1 788,3 тыс. га, что на 26,9% (на 379,1 тыс. га) больше, чем в 2021 году.

Посевные площади рапса ярового в хозяйствах всех категорий по округам и
регионам РФ, тыс. га

	2018	2019	2020	2021	2022	Изм. к 2021	
						%,	тыс. га
РОССИЯ ВСЕГО	1 386,9	1 356,7	1 180,9	1 409,2	1 788,3	26,9%	379,1
Центральный ФО	321,6	282,1	276,1	320,8	393,4	22,6%	72,6
Северо-Западный ФО	18,6	8,9	8,9	16,0	23,4	46,6%	7,5
Южный ФО	0,6	1,9	1,2	2,1	11,8	452,8%	9,7
Северо-Кавказский ФО	1,5	9,6	1,4	10,3	-	-	-
Приволжский ФО	269,5	255,2	248,0	272,3	299,5	10,0%	27,2
Уральский ФО	137,2	99,7	53,2	57,4	85,3	48,7%	27,9
Сибирский ФО	619,1	678,1	566,4	703,2	935,3	33,0%	232,1
Дальневосточный ФО	18,6	21,2	25,7	27,1	18,0	-33,6%	-9,1

Рисунок 1. Посевные площади рапса ярового в хозяйствах всех категорий по округам и регионам РФ, тыс. га

По данным российских ученых площади масличных культур в Красноярском крае увеличиваются. По размеру посевных площадей (рис. 2) и урожаю семян рапса Красноярский край третий год подряд выходит на первое место в России. Доля в общероссийском производстве – более 12%. Районы, лидирующие по урожайности ярового рапса, – Новоселовский (30,5 ц/га), Ужурский (27,7 ц/га), Нижнеингашский (25,4 ц/га), Минусинский (24,8 ц/га) и Березовский (24,7 ц/га).

49. Рейтинг регионов по размеру посевных площадей рапса ярового в хозяйствах всех категорий, тыс. га

№	Регион	2018	2019	2020	2021	2022	Изм. к 2021	
							%,	тыс. га
1	Красноярский край	111,2	144,0	138,9	179,9	234,9	30,6%	55,0
2	Алтайский край	137,9	184,6	134,6	160,6	194,9	21,3%	34,3
3	Новосибирская область	99,7	90,2	79,7	104,7	148,9	42,2%	44,2
4	Республика Татарстан	119,6	103,3	111,1	115,1	142,9	24,1%	27,8
5	Кемеровская область	68,5	74,1	69,7	94,4	133,2	41,1%	38,8
6	Омская область	157,3	131,2	77,5	79,7	109,3	37,1%	29,6
7	Тульская область	82,9	70,4	65,2	66,2	83,2	25,7%	17,0
8	Иркутская область	20,5	27,8	40,5	55,3	78,5	42,0%	23,2
16	Томская область	19,7	22,3	21,7	23,4	25,2	7,4%	1,7
21	Забайкальский край	17,3	19,5	24,7	26,0	17,5	-32,6%	-8,5
29	Республика Хакасия	4,2	3,9	3,6	4,8	9,7	104,3%	5,0
	РОССИЯ ВСЕГО	1 386,9	1 356,7	1 180,9	1 409,2	1 788,3	26,9%	379,1

Рисунок 2. Рейтинг регионов по размеру посевных площадей рапса ярового в хозяйствах всех категорий, тыс. га

Методы исследований

Существенное, и подчас определяющее значение при выращивании ярового рапса в Красноярском крае имеет защита растений от многочисленных вредителей, болезней и сорняков. Только в постоянной борьбе с многочисленными вредоносными объектами можно получить высокие урожаи высококачественных маслосемян.

Комплексная система защиты ярового рапса препаратами производства АО Фирма «Август» регулярно пополняется новыми зарегистрированными средствами защиты растений и в настоящее время является одной из наиболее конкурентных и технологичных на российском рынке.

Семена рапса от семенных компаний поступают уже обработанные фунгицидами и инсектицидами. Несмотря на это, нужно быть готовыми к тому, что при высокой численности вредителей в начальный период роста культуры может потребоваться обработка посевов инсектицидами.

Протравливание семенного материала актуально при закупке необработанных семян рапса линейных сортов, а также перед высевом последующих репродукций.

В Красноярском крае широко применяется инсектицидный протравитель Табу Нео, СК (имидаклоприд, 400 г/л и клотиадин, 100 г/л) с нормой расхода 8 л/т и фунгицидный протравитель на основе тирама. Для достижения максимальной эффективности протравителя рекомендуется: отсортировать семена и очистить их от пыли и примесей; настроить протравочную машину, выставив норму расхода рабочей жидкости до 18 л/т; заполнить бак протравочной машины на 1/3 объема водой, включить перемешивающее устройство. В приготовленный маточный раствор препарата влить расчетное количество препарата/маточного раствора и дополнить бак водой.

Важно учитывать, рапс – мелкосеменная культура, что осложняет процесс протравливания из-за высокой текучести семян. Рекомендуемая температура воды при протравливании – 20-22 °С.

Гербицидная защита ярового рапса должна начинаться еще в предшествующей культуре или хотя бы после уборки урожая. В условиях Красноярского края мы рекомендуем применение Торнадо 500, ВР (изопропиламиновая соль глифосата кислоты, 500 г/л) или Торнадо 540, ВР (калиевая соль глифосата кислоты, 540 г/л), норма расхода 3-4 л/га против многолетних корневищных и корнеотпрысковых сорняков.

Система защиты «Августа» включает три направления в борьбе с сорняками: классическая, с применением имидазолинонов и гербицидов почвенного действия. В связи с тем, что как правило весна в Красноярском крае складывается с засушливыми условиями, почвенные препараты практически не применяются.

По классической системе защиты рапса против двудольных сорняков до фазы бутонизации рапса рекомендуется использование гербицидов Галион, 0,3 л/га как «базовый» гербицид и Эсток, 25 г/га. Отличием Галиона

является высокая эффективность против подмаренника цепкого и мари белой (в ранние фазы развития) за счет действия второго компонента – пиклорама.

Для борьбы с крестоцветными сорняками рекомендуется использование гербицида Эсток совместно с «базовым» гербицидом. Для усиления борьбы против осота и грешки выюнковой рекомендуется добавление к «базовому» гербициду препарат Хакер, 80 г/кг.

Для борьбы с однолетними злаковыми сорняками (виды проса, щетинника, овсюг) рекомендуем грамициды Квикстеп и Миура. Если они используются в баковой смеси с противодвудольными гербицидами, против переросших однолетних сорняков следует использовать максимальные нормы расхода граминицидов. Для борьбы с многолетними сорняками (пырей ползучий) граминициды следует применять только в максимальных дозировках.

Технологию с гибридами рапса, устойчивыми к имидазолинонам, используют: на полях с высокой степенью засоренности крестоцветными видами, в т.ч.: редькой дикой, горчицей полевой, пастушьей сумкой и др.; на вновь вводимых в севооборотах землях; при наличии семян устойчивых гибридов рапса.

Гербицид Парадокс, с дозировкой 0,3-0,4 л/га при самостоятельном применении позволяет контролировать широкий спектр злаковых и двудольных сорняков (редька, горчица, пикульник, просо, щетинник). Однако при добавлении к Парадоксу Грейдера спектр действия препаратов расширяется. Особенно возрастает эффективность такой смеси против подмаренника цепкого и мари белой.

Условия для применения регуляторов роста на рапсе это: отсутствие засухи; оптимальная температура; достаточное количество вносимых удобрений; сорта и гибриды средних и поздних сроков созревания. Рекомендуется для применения Рэгги, (хлормекватхлорид, 750 г/л) регулятора роста растений для предотвращения полегания, повышения урожайности и улучшения качества маслосемян с нормой расхода 1,0 л/га.

Контроль численности вредителей в посевах рапса необходим для предотвращения потерь урожая, который может достигать 30 - 40 %. Из общего числа вредителей только 30 видов наносят экономический ущерб рапсу. Из наиболее распространенных: крестоцветные блошки, рапсовый цветоед, капустная моль, большой и семенной скрытнохоботники, капустный комарик, рапсовый пилильщик, тля и др. [6].

Наиболее сильные потери от вредителей несут посевы ярового рапса. Количество инсектицидных обработок на нем в среднем составляет три и более за сезон. Инсектицидная защита ярового рапса включает в себя комплекс высокоэффективных препаратов: Алиот, КЭ (малатион, 570 г/л) – контактный инсектоакарицид, против капустной моли, Стилет, МД (индоксакарб, 100 г/л + абамектин, 40 г/л) – двухкомпонентный инсектоакарицид для применения на многих культурах. Инсектициды: Борей, СК (имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л), Борей Нео, СК (альфа-циперметрин, 125 г/л + имидаклоприд, 100 г/л + клотианидин, 50 г/л) и Брейк, МЭ (лямбда-цигалотрин, 100 г/л) активно применяются против крестоцветных блошек, рапсового цветоеда и других вредителей.

Контроль распространенности и развития болезней рапса необходим: для предотвращения потери качества урожая, а также для предотвращения потери количества урожая. Рекомендуем для применения следующие фунгициды: Колосаль – фунгицид защитного и лечащего действия против альтернариоза и фомоза, действующее вещество: тебуконазол, 250 г/л, препаративная форма: концентрат эмульсии, норма расхода: 1 л/га. Колосаль Про – комбинированный системный фунгицид против комплекса болезней, действующие вещества: пропиконазол, 300 г/л и тебуконазол, 200 г/л, препаративная форма: концентрат микроэмульсии, норма расхода: 0,5 - 0,6 л/га. Интрада – фунгицид профилактического действия для защиты от склеротиниоза и альтернариоза, действующее вещество: азоксистробин, 250 г/л, препаративная форма: концентрат микроэмульсии, норма расхода: 0,8 - 1 л/га.

Обработки проводят профилактически или при появлении первых признаков болезни. Биологическая эффективность фунгицидов сильно зависит от нормы расхода препаратов и сроков их применения. Количество фунгицидных обработок за сезон определяется исходя из погодных условий и инфекционной нагрузки. В среднем проводят 1 - 2 обработки на яровом рапсе.

Результаты исследований

Учитывая рост посевных площадей рапса, в 2022 году в различных климатических зонах края на четырех экспериментальных площадках (ОП «Минино» КрасНИИСХ, УНПК «Борский» КрасГАУ, ООО «ОПХ Солянское» и ООО СП «Премьер») были заложены демонстрационные испытания «августовских» препаратов для защиты этой культуры.

Были применены несколько схем гербицидных обработок посевов: Галион (0,3 л/га) + Эсток (25 г/га) + Адью (100 мл на 100 л рабочего раствора); Парадокс (0,35 л/га) + Грейдер (60 г/га) + Адью (100 мл на 100 л рабочего раствора); Одиссей (1 л/га) + Адью (100 мл на 100 л рабочего раствора). В рабочие растворы гербицидов на всех вариантах добавляли фунгицид Колосаль Про (0,3 л/га в профилактических целях) и инсектицид Борей Нео (0,15 л/га).

Все схемы защиты показали высокую эффективность против сорных растений, а также болезней и вредителей. На опытных делянках урожайность составила от 39,0 ц/га до 45,75 ц/га в производственных испытаниях от 23,7 ц/га до 30,0 ц/га.

Также хочется отметить ИП главу К(Ф)Х Фроленко В.В. из Тасеевского района, который впервые работал августовскими препаратами в 2022 году на яровом рапсе и получил урожайность 31,3 ц/га, а работая препаратами других фирм в 2021 году получил урожайность всего лишь 17,5 ц/га, прибавка урожая оказалась существенная 13,8 ц/га.

Кроме, того хозяйства высоко оценили гербицид Одиссей на гибридах ярового рапса устойчивых к имидазолинонам, за его эффективность и

технологичность и с нетерпением ждут расширения его регистрации на яровом рапсе. Теперь выбор за земледельцами.

Более подробно с технологией применения препаратов АО Фирма «Август» можно ознакомиться на сайте компании, в каталогах и других информационно-рекламных материалах.

Библиографический список

1. Кашеваров, Н. И. Рапс яровой: этапы рапсосоения и перспективы производства маслосемян / Н. И. Кашеваров, Р. Б. Нурлыгаянов, В. П. Данилов и др. // Адаптивное кормопроизводство. – 2014. – № 1. – С. 22–27.
2. Vlasenko O. A. Humus Substances Content in Agrochernozeams using for Cultivation of Oilseeds in the Kansk ForestSteppe / O. A. Vlasenko, N. L. Kurachenko, O. A. Ulyanova, V. V. Kazanov, F. Kh. Khalilzoda // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. С. 62043. – DOI: 10.1088/ 1755-1315/548/6/062043.
3. Сохарев, Ю. И. Роль рапса в формировании конкурентных отношений культурного и сорного компонента в агрофитоценозе / Ю. И. Сохарев, В. В. Гребенникова // Агропромышленному комплексу – новые идеи и решения: мат-лы XVI внутривуз. науч.-практ. конф. Кемерово. – 2017. – С. 54–58.
4. Лупова, Е. И. Особенности производства ярового рапса на семена по технологии Clearfield при разных сроках посева в условиях Нечерноземья / Е. И. Лупова // Вестник Красноярского ГАУ. – 2020. – № 5. – С. 62–68. – DOI: 10.36718/1819-4036-2020-5-62-68.
5. Торилов, В. Е. Clearfield: здоровый рапс на чистом поле / В. Е. Торилов, В. В. Торилов // Вестник БГСХА. – 2012. – № 4. – С. 37–43.
6. <https://rosselhocenter.com>

ПАРАМЕТРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЛОМКОКОЛОСНИКА СИТНИКОВОГО В УСЛОВИЯХ ЮГА СРЕДНЕЙ СИБИРИ

М.С. Шевцова, к. с.-х. н., ФГБНУ «Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии», Абакан, Россия
e-mail: qeenmaria@yandex.ru

В.Ф. Кадоркина, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии», Абакан, Россия

М.Г. Лубочников, Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: lubochnikov@inbox.ru

Аннотация. Исследования проведены в 2020 – 2022 гг. в селекционном питомнике «ФГБНУ НИИАП Хакасии». Наиболее благоприятными условиями для формирования урожайности зеленой массы сложились в 2022 году индекс среды ($I_j = +15$), выделены номера АС 14 и АС 15. По экологической пластичности (b_i) и стабильности (Si^2) в различных агроэкологических условиях выделился образец АС 15 ($b_i=1,8$; $Si^2=59,1$), он экологически пластичен и стабилен. Стрессоустойчивостью и генетической гибкостью обладает образец АС 1 (стрессоустойчивость – $-27,2$; генетическая гибкость – $76,4$). На основании экспериментальных данных получен селекционный материал с высокой продуктивностью зеленой массы, экологической пластичностью и стабильностью, устойчивый к почвенно-климатическим условиям юга Средней Сибири.

Ключевые слова: Psathyrostachys juncea, сортообразец, урожайность, пластичность, стабильность, адаптивность

PARAMETERS OF ECOLOGICAL PLASTICITY OF BREEDING
SAMPLES OF RUSSIAN WILDRYE UNDER THE CONDITIONS OF THE
SOUTH OF CENTRAL SIBERIA

M.S. Shevtsova, candidate of Agricultural Sciences, Federal State Budgetary Institution "NIIAP Khakassia", Abakan, Russia

e-mail: qeenmaria@yandex.ru

V.F. Kadorkina, Federal State Budgetary Institution "NIIAP Khakassia", Abakan, Russia

M.G. Lubochnikov, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC

KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: lubochnikov@inbox.ru

Abstract. Studies were carried out in 2020-2022. in the breeding nursery "FGBNU NIIAP Khakassia." The most favorable conditions for the formation of green mass yield were the medium index ($I_j = + 15$) in 2022, the lines AS 14 and AS 15 were highlighted. According to ecological plasticity (b_i) and stability (S_i^2), a sample of AS 15 ($b_i = 1.8$; $S_i^2 = 59.1$) was outstanding. Stress resistance and genetic flexibility has an AS 1 line (stress resistance - -27.2; genetic flexibility - 76.4). Based on experimental data, a selection material with high green mass productivity, ecological plasticity and stability, resistant to soil-climatic conditions in the south of Central Siberia, was obtained.

Keywords: *Psathyrostachys juncea*, variety sample, yield, plasticity, stability, adaptability

Введение

Современная селекция направлена на усиление адаптивных свойств видов кормовых культур с учетом почвенно-климатического потенциала территории [1, 2]. Сорта нового поколения должны быть пластичными, более урожайными, с повышенной кормовой ценностью и высокой устойчивостью к воздействию неблагоприятных биотических и абиотических факторов среды обитания [3].

В условиях юга Средней Сибири в повышении кормовой продуктивности степных пастбищ большую роль играют засухоустойчивые кормовые культуры, к таким культурам относятся лугопастбищный злак ломкоколосник ситниковый (*Psathyrostachys juncea* (Fisch.)) характеризующийся высокой засухо- и зимостойкостью [4, 5].

В повышении урожайности различных культур ведущая роль принадлежит сорту. Поэтому следует развивать концепцию внедрения таких сортов, которые способны эффективно использовать местные условия роста и развития (тепло, влагу, питательные вещества и др.), обладающие широкой адаптивной способностью и обеспечивающие стабильную урожайность в различных почвенно-климатических условиях в различные годы [2].

Цель исследований – оценка экологической пластичности выделенных образцов ломкоколосника ситникового из селекционного питомника по кормовой продуктивности, сухого вещества.

Методы исследований

Исследования проводились в «ФГБНУ НИИАП Хакасии» в 2020–2022 гг. на каштановой карбонатной легкосуглинистой почве, с неблагоприятными физическими свойствами и большой подверженностью к ветровой эрозии.

Объектом исследования являлись четыре образца ломкоколосника ситникового, отобранных в селекционном питомнике в 2018 году. Размещение последовательное, в трехкратной повторности. Способ размножения вручную, квадратно гнездовым способом. Учетная площадь делянки 1 м². Оценка, наблюдения и учёты проводились по методике полевого опыта [6, 3]. Для расчёта экологической пластичности и стабильности использовали методики S.A. Eberhart and W.A. Russel (1966). Рассчитаны индексы экологической стабильности и пластичности, индекс условий среды (*I_j*), стрессоустойчивость, генетическая гибкость. Для вычисления коэффициента линейной регрессии *b_i* (экологической пластичности) сначала определили индексы условий среды по формуле (1):

$$I_i = \sum Y_{ij}/v - \sum \sum Y_{ij}/v \times n, (1)$$

где, $\sum Y_{ij}$ – сумма урожайности всех сортов за определенный год;

$\sum \sum \{ Y_{ij} \}$ – сумма урожайности всех сортов за все годы;

v – количество сортов;

n – число лет.

Затем для каждого сорта рассчитывали коэффициент регрессии, характеризующий экологическую пластичность по формуле (2):

$$b_i = \frac{\sum Y_{ij} I_j}{\sum I_j^2} \quad (2)$$

где, $\sum Y_{ij} I_j$ – сумма произведения урожайности определенного сорта за определенный год на соответствующую величину индекса условий среды;

$\sum I_j^2$ – сумма квадратов индексов условий среды.

Для определения стабильности зеленой массы рассчитывали по формуле (3) предварительно вычисляли теоретическую урожайность для каждого сорта в отдельности:

$$Y_{ij} = x_i + b_i \times I_j, \quad (3)$$

где, x_i – средняя урожайность i -сорта за годы испытаний, ц/га (т.е. значение x_i равно значению Y_i);

$b_i I_j$ – произведение коэффициента регрессии i -го сорта на индекс условий среды.

Метод S.A. Eberhart and W.A. Russel (1966) основан на расчете двух параметров: коэффициента линейной регрессии (b_i) и дисперсии (σ_d^2). Первый показывает отклик генотипа на улучшение условий выращивания, а второй характеризует стабильность сорта в различных условиях среды [8]. Коэффициент линейной регрессии урожайности (b_i) показывает их реакции на изменение условий выращивания. Он может быть больше или меньше 1, а также быть равным 1. Чем выше значение коэффициента $b_i > 1$, тем большей отзывчивостью обладает данный сорт. В случае $b_i < 1$ сорт реагирует слабее на изменение условий среды. При условии $b_i = 1$ имеется полное соответствие изменения урожайности сорта изменению условий выращивания [9].

Погодные условия в 2020–2022 гг. на протяжении периодов вегетации имели значительные различия по температурному режиму и влагообеспеченности. Это позволило провести оценку реакции изучаемых селекционных номеров в различных условиях среды.

Температурный режим вегетационного периода за три года был выше

среднемноголетних данных.

В 2020 году в июне выпало осадков в 4,2 раза выше нормы, июль и август соответствовал среднемноголетнему значению,

В 2021 году осадки составляли в пределах среднемноголетнего показателя. Достаточно сухим был 2022 год, осадков в период развития культуры с апреля по июнь выпало 53,3 мм, что на 12,7 мм ниже нормы. В июле осадки были выше среднемноголетнего значения.

Результаты исследований

В селекционном питомнике ломкоколосника ситникового за 2020–2022 гг. изучалось 15 сортообразцов отобранных из питомника исходного материала 2015 года посева. В этом питомнике за три года изучения в сравнении со стандартом Манчаары по кормовой продуктивности выделились четыре номера АС 1, АС 12, АС 14, АС 15.

Фенологические наблюдения показали, что за годы изучения начало весеннего отрастания наблюдалось с 03 мая по 05 мая, при высоте растений 2,7–6,5 см, выход в трубку 7 июня – 10 июня, колошение 28 июня–01 июля, цветение с 20 июля по 23 июля.

По форме побегообразования ломкоколосник относится к низовым злакам, то есть большая часть побегов остается укороченными, и меньшая часть образует генеративные (цветоносные побеги). Основу кормовой массы при ежегодной уборке на сено или при стравливании составляют укороченные вегетативные побеги. Они являются наиболее облиственными, что повышает их кормовую ценность.

По числу вегетативных побегов в сравнении со стандартом Манчаары в 2020 году выделились номера АС 14 и АС 15 от 578,3 шт/м² до 660,3 шт/м²); в 2021–2022 гг. – эти же образцы (от 498,0 шт/м² до 550,0 шт/м²) (табл. 1).

За три года по числу вегетативных побегов достоверная прибавка получена в сравнении со стандартом Манчаары у номеров АС 14 и АС 15.

Таблица 1 – Хозяйственно ценные показатели селекционного питомника (2020 - 2022 гг.)

Селекционный номер	Число вегетативных побегов, шт/м ²			Вес сухого вещества, г/м ²			Высота растений, см			Зимостойкость, %		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Стандарт Манчаары	329,0	310,0	302,0	33,3	21,6	15,6	25,3	25,0	29,3	86,0	84,0	79,0
АС 1	417,6	400,0	396,0	38,3	25,0	33,7	27,0	28,0	38,3	96,0	90,0	90,0
АС12	341,0	333,0	318,0	12,5	19,6	25,0	28,6	30,0	35,0	88,0	88,0	84,0
АС14	660,3	541,0	519,4	23,0	30,5	39,3	29,3	30,0	36,0	96,8	98,0	96,0
АС15	578,3	550,0	498,0	25,0	16,8	74,6	29,0	28,0	40,0	89,0	95,8	98,1
НСР 0,5	10,8	8,0	7,5	2,5	3,0	3,0	2,4	3,3	2,9	8,0	8,1	6,0

По содержанию сухого вещества, достоверная прибавка по сравнению со стандартом Манчаары в 2020 г. составила у номеров АС 1 – 12,4%; в 2021 г. – АС 1 – 13,6%, АС 14 – 29,1; в 2022 г АС 1 – 53,0% , АС 12 - 37,6%, АС 14 – 60,3%, АС 15 – 79,1%.

Высота травостоя – хозяйственный признак, который служит косвенным показателем кормовой продуктивности. В 2020 году фазу кущения высота четырех образцов составляла 27,0 см–29,3 см, у стандарта 25,3 см; в 2021 г.: 28,0–30,0 см, стандарт 25,0 см, в 2022 году от 35,0 до 40,0 см, стандарт 29,3 см.

Одним из основных биологических свойств, обеспечивающих стабильную урожайность при различных колебаниях температур, является зимостойкость. Высокую зимостойкость в 2020 году показали номера АС1, АС 14 – от 96,0% до 96,8%, стандарт 86%; в 2021 – 2022 гг.: АС 1, АС 14, АС 15 – 90,0-98,0%, стандарт 79-84%.

Урожайность зеленой массы – показатель, характеризующий хозяйственную ценность сорта в конкретных условиях. Он отражает биологические особенности сорта, а также влияние метеорологических, почвенных и агротехнических факторов [10].

В селекционном питомнике образцы АС 1, АС 14, АС 15 достоверно превысили стандарт Манчаары по урожайности зелёной массы в среднем за 3 года (2020–2022 гг.) на 22,3–43,8% (табл. 2).

Таблица 2 – Расчёт индекса условий среды и коэффициента линейной регрессии

Селекционный номер	Средняя урожайность зелёной массы, г/м ²			E _y i	Y _i	b _i	S _i ²
	2020	2021	2023				
St. Манчаары	88,6	39,2	30,0	157,8	52,5	1,4	3935,4
АС 1	90,0	62,8	73,3	226,1	75,3	0,1	383,0
АС 12	30,0	66,1	58,3	154,4	51,4	0,3	684,29
АС 14	43,3	73,3	86,6	189,9	67,6	1,1	531,7
АС 15	56,6	56,1	168,3	281,0	93,1	1,8	59,1
НСР 0,5	2,4	3,7	4,4				
I _j	-6,5	-8,7	15,0				

Оценка взаимодействия генотип – среда даёт нам представление о стабильности и пластичности изучаемых генотипов. Пластичность, то есть способность к изменчивости признаков, а также их стабильность под действием экологических факторов считаются неотъемлемыми и необходимыми свойствами адаптивности [11].

Для вычисления коэффициента линейной регрессии необходимо определить индексы условий среды. Совокупность индексов характеризует изменчивость условий, в которых выращивались сортообразцы. Результаты исследований показали, что наиболее благоприятные условия в селекционном питомнике сложились в 2022 году (+15,0), а худшие условия для роста сортообразцов в 2020 (–6,5) и в 2021 годах (–8,7).

Понятие «пластичность» и «стабильность» использованы при оценке селекционных образцов ломкоколосника ситникового. Из расчёта линейной регрессии (b_i), которая характеризует экологическую пластичность и даёт возможность прогнозировать исследуемый признак. В производственных условиях представляют ценность те номера, у которых $b_i > 1$. В результате исследований высокой отзывчивостью на изменения условий возделывания обладали номера: АС 14 и АС 15 (коэффициент пластичности $b_i = 1,1-1,8$), это номера интенсивного типа, они требовательны к агротехническим мероприятиям и только в этом случае дадут максимальную урожайность. Номера АС 1 и АС 12 экстенсивные: у них слабее реакция на изменения

условий среды ($b_i = 0,1-0,3$). Чем меньше коэффициент Si^2 , тем стабильнее селекционный номер. Из всех изучаемых номеров выделился образец АС 15 ($Si^2=59,1$). На основе расчёта b_i и Si^2 как в благоприятных, так и в неблагоприятных погодных условиях выделился один образец АС 15 ($b_i=1,8$; $Si^2=59,1$), он более отзывчив, стабилен, экологически пластичен.

Установлено, что стрессоустойчивость и способность формировать стабильную продуктивность в неодинаковых условиях среды имели сортообразцы АС 1, АС 12, АС 14 (от $-27,2$ до $-43,3$). При отрицательном значении этот показатель отражает уровень устойчивости сортов к условиям произрастания. Считается, что чем меньше разрыв между этими значениями, тем выше стрессоустойчивость сорта и тем шире интервал его приспособительных возможностей (Левакова, 2019). Самую низкую стрессоустойчивость имел номер АС 15 = $-111,9$ (табл. 3).

Таблица 3 – Параметры адаптивной способности селекционных номеров ломкоколосника ситникового

Селекционный номер	Прирост урожайности ($Y_{\min} - Y_{\max}$)	$Y_1 - Y_2$ (стрессоустойчивость)	$(Y_1 - Y_2)/2$ (генетическая гибкость)
St. Манчаары	30,0 – 88,6	-58,6	59,3
АС 1	62,8 – 90,0	-27,2	76,4
АС 12	30,0 – 66,1	-36,1	48,0
АС 14	43,3 – 86,6	-43,3	64,9
АС 15	56,1 – 168,0	-111,9	112,0

Исследованиями установлено, что наибольшую генетическую гибкость с высоким соответствием между генотипом и факторами среды имели сортообразцы АС 1, АС 15 (76,4-112,0).

Выводы и предложения

В результате оценки выделены селекционные образцы, обладающие высокой урожайностью зеленой массы, пластичностью, стабильностью, генетической гибкостью.

Для формирования урожайности зеленой массы в 2022 году индекс среды составил ($I_j = +15$), отобраны номера АС 14, АС 15, которые

достоверно превысили стандарт Манчаары на 22,3-43,8%. Номера АС 1 и АС 12 экстенсивные ($b_i = 0,1-0,3$). По экологической пластичности (b_i) и стабильности (Si^2) в различных агроэкологических условиях выделился образец АС 15 ($b_i=1,8$; $Si^2=59,1$), он экологически пластичен и стабилен. По стрессоустойчивости и генетической гибкости выделился АС 1 (стрессоустойчивость – -27,2; генетическая гибкость – 76,4).

Библиографический список

1. Неволлина, К. Н. Адаптивная способность и стабильность озимых зерновых культур при возделывании в условиях Пермского края / К. Н. Неволлина // Аграрная наука. 2015. – № 6. – С.13–15.
2. Мелёхина, Т. С. Экологическая пластичность и стабильность сортов яровой и озимой мягкой пшеницы, озимой ржи по урожайности и качеству зерна в условиях Юга-Востока Западной Сибири: специальность 06.01.05 "Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений, дис. канд. с.-х. наук / Татьяна Сергеевна Мелёхина. – Кемерово, 2015. – 149 с.
3. Косолапов, В. М. Методические указания по селекции многолетних злаковых трав / В. М. Косолапов. – М.: РГАУ – МСХА, 2012. – 53 с.
4. Кадоркина, В. Ф. Особенности биологии и семенная продуктивность биотипов исходного материала ломкоколосника ситникового на юге Средней Сибири / В. Ф. Кадоркина, М. С. Шевцова // Аграрная наука. – 2020 – №6. – С. 70–74.
5. Кадоркина, В. Ф. Фитоценотическая парадигма в селекции ломкоколосника ситникового на юге Средней Сибири / В. Ф. Кадоркина, М. С. Шевцова // Аграрная наука. – 2019. – № 4. – С. 58–61.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – М., 2013. – 349 с.
7. Eberhart, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russel // Crop Science. – 1966. – Vol. 6, №1. – P. 36–40.
8. Зыкин, В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчёт и анализ: методические рекомендации / В. А. Зыкин, В. В. Мешков, В. А. Сапега. – Новосибирск, 1984. – 24 с.
9. Кадычegov, А. Н. Сортовой потенциал ярового ячменя в степной Юга Средней Сибири / А. Н. Кадычegov, А. Н. Бородыня, Ю. Я. Кавардилов. – Абакан: ФГБОУ ВПО «Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова». – 2013. – 176 с.
10. Жуков, Ю. П. Баланс питательных веществ как прогнозoэкологический показатель плодородия почв и продуктивности культур / Ю. П. Жуков // Агрохимия. – 1996. – № 7. – С. 35.
11. Тимошкина, О. Ю. Оценка продуктивности и адаптивности сортообразцов клевера ползучего в условиях лесостепи Среднего Поволжья / О. Ю. Тимошкина, О. А. Тимошкина // Кормопроизводство. – 2020. – № 10. – С. 39–43.

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ
В УСЛОВИЯХ МОНГОЛИИ**

Н.С. Козулина, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО
РАН, г. Красноярск, Россия
e-mail: kozulina.n@bk.ru

В.С. Литвинова, к.с.- х. н., ФГБОУ ВО Красноярский государственный
аграрный университет, г. Красноярск, Россия
e-mail: tina.litvinova@mail.ru

Л.В. Фомина, к.с.- х.н., ФГБОУ ВО Красноярский государственный
аграрный университет, г. Красноярск, Россия
e-mail: lyfomina@yandex.ru

Ж.Н. Шмелёва, к. филос.н., ГБОУ ВО Красноярский государственный
аграрный университет, г. Красноярск, Россия
e-mail: shemelevazhanna@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены перспективы возделывания сортов сибирской селекции в условиях Монголии. Дана агроэкологическая оценка перспективных сортов зерновых культур сибирской селекции в сравнении с местными сортами в почвенно – климатических условиях Монголии. По результатам исследований выделился сорт пшеницы Новосибирская 31, который сформировал максимальную урожайность и показал высокие хлебопекарные качества.

Ключевые слова: зерновые культуры, адаптационный потенциал, перспективный сорт, сибирская селекция, агроэкологическая оценка, продуктивность, качество зерна, Монголия

**AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF PROMISING VARIETIES OF
GRAIN CROPS OF SIBERIAN BREEDING IN THE CONDITIONS OF
MONGOLIA**

N.S. Kozulina, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Scientific Research Institute of Agriculture-a special unit of the Federal State Budgetary Institution FITC KNC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: kozulina.n@bk.ru

V.S. Litvinova, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: tina.litvinova@mail.ru

L.V. Fomina, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: lyfomina@yandex.ru

Zh.N. Shmeleva, candidate of Philosophical Sciences, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: shemelevazhanna@mail.ru

Abstract. The article discusses the prospects of cultivating varieties of Siberian breeding in Mongolia. An agroecological assessment of promising varieties of grain crops of Siberian breeding in comparison with local varieties in the soil and climatic conditions of Mongolia is given. According to the results of the research wheat variety Novosibirskay 31 was distinguished, which formed the maximum yield and showed high baking qualities.

Keywords: grain crops, adaptive potential, promising variety, Siberian breeding, agroecological assessment, productivity, grain quality, Mongolia

Введение

В последние годы все большее значение приобретает не только потенциальная продуктивность сортов, но и их экологическая устойчивость. Зерновые культуры в мировом производстве имеют большой удельный вес. Получение высококачественных семян часто сопряжено со сложными климатическими условиями. В связи с изменением экологии, со всеобщим потеплением в последние годы наблюдаются непредсказуемые климатические условия. При этом 70% потенциального ущерба от климатических изменений приходится на сельскохозяйственное производство, в этой связи актуально создание сортов, адаптированных для конкретной зоны возделывания, что позволит максимально реализовать генетические ресурсы культуры и повысить эффективность

сельскохозяйственного производства. Селекция является экологически безопасным способом создания новых сортов сельскохозяйственных культур с полезными признаками и свойствами.

В Красноярском научно-исследовательском институте сельского хозяйства селекционная работа направлена на создание сортов сельскохозяйственных культур, способных в экстремальных условиях формировать высокие урожаи с хорошим качеством зерна и обладают повышенной устойчивостью к различным неблагоприятным факторам среды, полеганию, болезням и вредителям [1,2,3,4,5]. Применение агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур, с учетом почвенно-климатических условий и особенностью сорта, позволяет реализовать потенциальную продуктивность, технологические и посевные качества. [2,5,6,7]. Актуальным остается изучение экологической пластичности, адаптивного и продуктивного потенциала сорта, способного противостоять негативным факторам среды и максимально использовать благоприятные условия [1,2,8,9,10].

Цель исследования - агроэкологическая оценка и изучение элементов технологии возделывания перспективных сортов сибирской селекции зерновых культур в условиях Монголии.

Методы исследований

Исследования проводились на опытных полях компании ХХК PROLOG (Аймак Хэнтий), ХХК Ингэттолгой (Аймак Булган), ХХК Шинэамжилт (Аймак Булган), ХХК Бадрал Трейд (Аймак Сэлэнгэ), находящихся на территории Монголии. Изучались перспективные сорта зерновых культур сибирской селекции в сравнении с местными сортами в почвенно-климатических условиях Монголии.

В течении вегетационного периода в 2017 году проводились фенологические наблюдения, отмечались основные фазы развития растений. Все учеты проводились, согласно общепринятым методикам и ГОСТам.

На опытных участках компаниях ХХК Монголии почвы в основном представлены каштановым типом. Каштановые почвы развиваются в области суббореального (семиаридного) климата, для которого характерны теплое засушливое лето и холодная зима с незначительным снежным покровом. Главнейшими особенностями процесса почвообразования являются замедленные темпы гумусообразования и слабая выщелоченность профиля от карбонатов и легкорастворимых солей [11]. Подтипы каштановых почв, от темно-каштановых до светло-каштановых, последовательно отражают нарастание засушливости биоклиматического режима. Содержание гумуса в поверхностном слое: темно-каштановые – 3-6%, каштановые – 2-3%, светло-каштановые – 1,5-2,0 %.

Частым явлением для большинства степных районов Монголии являются губительные засухи. Борьба за накопление, сохранение и рациональное использование крайне ограниченных водных ресурсов в этих условиях является ключевым вопросом.

В течении изучаемого вегетационного периода 2017 года наблюдалась засуха, в период с 13 мая по 6 июля и с 8 июля по 21 июля отсутствовали осадки. Средняя температура воздуха за июнь составила +28°C, а июля +35°C. Погодные условия во время этих периодов определялись как критические и привели к снижению урожайности зерновых культур.

Результаты исследований

В рамках выполнения научных работ по агроэкологической оценки, изучению адаптивного потенциала и элементов технологии возделывания перспективных сортов сибирской селекции зерновых культур на территории землепользования компании ХХК «ИнгэтТолгой», расположенного в Аймак Булган, изучали три сорта яровой пшеницы сибирской селекции: Новосибирская 15, Новосибирская 31, Кантегирская 89 и два сорта, возделываемые в хозяйстве: Селенге и Цагаан дэглий.

По итогам проведенных исследований по созреванию зерна выделился раннеспелый сорт Новосибирская 15, который из всех изучаемых сортов

единственный сформировал полную спелость зерна в период проведения учетов. Максимальную урожайность зерна в условиях засухи сформировали сорта сибирской селекции Новосибирская 31 — 2,37 т/га, Кантегирская 89 — 1,97 т/га. Наибольшее количество клейковины показал сорт Новосибирская 31 — 35,08 %.

Аналогичные исследования проведены в ХХК «ШинэАмжилт», расположенном в Аймаке Булган. Изучали три сорта пшеницы сибирской селекции: Новосибирская 15, Новосибирская 31 и Кантегирская 89 и два сорта возделываемых в хозяйстве: Сэлэнгэ, Тобольская.

В вегетационный период на опытных полях в хозяйствах наблюдалась сильная засуха. Необходимо отметить, что ценность сортов пшеницы сибирской селекции как раз и проявляется в сложных экстремальных погодных условиях Монголии. Сорта сибирской селекции в условиях засухи сформировали урожай: Новосибирская 31- 2,38 т/га и Кантегирская 89 – 2,26 т/га, что как раз и подчеркивает их засухоустойчивость. Показатели урожайности значительно ниже у сорта Новосибирская 15, в связи с невысокой засухоустойчивостью данного сорта, при этом, в условиях засухи показатели по содержанию клейковины - 20,34 % и белка -15,58 %.

На опытных полях компании ХХК PROLOG (Аймак Хэнтий) изучались сибирские сорта Новосибирская 15, Кантегирская 89 и два местных сорта: Арвин и Дархан 34.

Показатели качества клейковины у сортов яровой пшеницы сибирской селекции, выращенных в условиях землепользования компании ХХК PROLOG, показывают, что самое высокое качество клейковины – 1 группа – хорошая клейковина – сформировано у сорта Новосибирская 15 - 41,0%. В условиях засухи наибольшую урожайность сформировал сорт Кантегирская 89 – 2,70 т/га. По спелости зерна установлено, что сорт Новосибирская 15 и Кантегирская 89 в период учета урожая достигли полной спелости зерна. У сорта Дархан наблюдалась частично восковая – полная частично, у сорта Арвин – молочная - восковая.

Исследования на опытных полях компании ХХК «Бадрал Трейд», расположенных в Аймаке Сэлэнгэ проводились также на трех сортах пшеницы сибирской селекции: Новосибирская 15, Новосибирская 31, Кантегирская 89 и на двух сортах, возделываемых в хозяйстве: Бурятская остистая и Бурятская 79.

В результате проведенных исследований сорт пшеницы Новосибирская 31 сформировал урожайность на уровне сортов, возделываемых в хозяйстве – 2,65 т/га. Урожайность раннеспелого сорта Новосибирская 15 в засушливых условиях составила 1,74 т/га, при этом показатели содержания белка и клейковины у сорта Новосибирская 15 превышали в два раза в сравнении с сортами, возделываемыми в хозяйстве, что говорит о высоких хлебопекарных качествах сорта.

Выводы и предложения

В результате проведенных исследований в экстремальных условиях Монголии (зафиксирована сильнейшая засуха) по всем показателям выделился сорт пшеницы сибирской селекции Новосибирская 31, который сформировал более высокий урожай (2,65 т/га) и показал хорошие хлебопекарные качества (содержание клейковины 35,08 %). Возделывание сорта Новосибирская 31 позволит использовать его для производства высококачественной муки в хлебопекарной промышленности Монголии.

Перспективными сортами для возделывания в условиях Монголии являются сорта пшеницы, созданные селекционерами Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства: Красноярская 12, Канская, Курагинская 2, Бейская, которые обладают высоким потенциалом урожайности в сочетании с высокой биологической пластичностью и выносливостью к неблагоприятным факторам среды.

Для возделывания в экстремальных условиях Монголии предлагается провести исследования нового перспективного засухоустойчивого сорта яровой мягкой пшеницы Бейская (получен патент на селекционное достижение № 12847 в 2023 г.). Сорт характеризуется как продуктивный с

высокими показателями качества зерна, устойчив к экстремальным факторам, в условиях производства при хорошей агротехнике и благоприятных погодных условиях получен урожай 6,80 т/га.

Наличие сходных экстремальных условий отдельных регионов Сибири с изучаемыми территориями Монголии позволяет продолжить исследования, по агроэкологической оценке, изучению адаптационного потенциала и элементов технологии возделывания перспективных сортов сибирской селекции зерновых культур, с учетом почвенно – климатических особенностей территории Монголии.

Библиографический список

1. Сурин, Н. А. Экологическая селекция ячменя в Средней Сибири / Н. А. Сурин, Н. Е. Ляхова, С. А. Герасимов, А. Г. Липшин // Агропродовольственная политика России. – Красноярск, 2023. – 333 с.
2. Сурин, Н. А. Новые сорта и направления селекции полевых, плодовых и ягодных культур в Восточной Сибири // Адаптивность сельскохозяйственных культур в экстремальных условиях Центрально- и Восточно-Азиатского макрорегиона: материалы симпозиума с международным участием. – Красноярск, 2018. – С. 15-24
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 719 с.
4. Ведров Н.Г., Халипский А.Н. Сравнительная оценка сортов яровой пшеницы западносибирской и восточной селекции // Вестник КрасГАУ –Красноярск. 2009.№ (34). С. 95-102.
5. Селекция яровой пшеницы в Красноярском крае / А.В. Сидоров // Монография. – Красноярск, 2018. – 208 с.
6. Бобровский, А. В. Влияние элементов агротехники на структуру урожая и продуктивность яровой пшеницы сорта Бейская / А. В. Бобровский, Н. С. Козулина, А. В. Василенко, А. А. Крючков // Земледелие. – 2023. – № 3. – С. 32-35. – DOI 10.24412/0044-3913-2023-3-32-35. – EDN LODAYZ.
7. Козулина Н.С. Устойчивость зерновых культур к неблагоприятным факторам в условиях лесостепи Красноярского края / Н.С. Козулина, А.В. Патуринский// Монография/ Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2009. – 191 с.
8. Kozulina, N. S. The extreme factors influence on the grain quality technological indicators of spring wheat of Siberian selection / N. S. Kozulina, L. V. Fomina, Zh. N. Shmeleva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 22060.
9. Shmeleva, Zh. Influence of biotic and abiotic factors on spring yield wheat in the forest-steppe of the Krasnoyarsk territory / Zh. Shmeleva, N. Kozulina // 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019 : Conference proceedings, Albena, 30 июня – 06 2019 года. Vol. 19. – Albena: Общество с ограниченной ответственностью

СТЕФ92 Технолоджи, 2019. – P. 753-760. – DOI 10.5593/sgem2019/6.1/S25.097. – EDN TWMIBB

10. Kozulina, N. S. The influence of the variety adaptive potential on the formation of the Siberian selection spring wheat crop in the extreme conditions of Mongolia / N. S. Kozulina, L. V. Fomina, Zh. N. Shmeleva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : conference proceedings, Krasnoyarsk, Russia, 13–14 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 421. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 22045. – DOI 10.1088/1755-1315/421/2/022045. – EDN YDHIMA.

11. Litvinova V.S., Bopp V.L., Kurachenko N.L., Shmeleva Zh.N. The efficiency of the spring wheat production process depending on the seeding rate in the arid zone of Mongolia // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. conference proceedings. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. С. 82017.

ВНЕДРЕНИЕ СОРТОВ СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ МОНГОЛИИ

Н.А. Булавина, опытное производственное хозяйство «Минусинское» - филиал ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, п. Опытное поле, Минусинский р-он, Красноярский край, Россия;
e-mail: nadezda-bulavina@yandex.ru

Т.М. Барыбкина, опытное производственное хозяйство «Минусинское» - филиал ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, п. Опытное поле, Минусинский р-он, Красноярский край, Россия;
e-mail: minusinskoye.oph@ksc.krasn.ru

А.Г. Липшин, к.с.-х.н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: alipshin@mail.ru

Н.С. Козулина, к.с.-х.н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: kozulina.n@bk.ru

А.В. Бобровский, к.с.-х.н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: aleksandr_bobrovski@mail.ru

А.В. Василенко, к.с.-х.н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: wasilenkoav@ya.ru

Аннотация. Исследования проводили с целью изучения плодово – ягодных и декоративных культур сибирской селекции в условиях Монголии (хозяйство ХХК Цэцэнтогсог). Объектами исследования были сорта плодово – ягодных культур, созданных в ОПХ «Минусинское». По результатам исследований выявлена высокая степень адаптации сортов чёрной смородины, яблони и облепихи, сорта этих культур, рекомендуются для возделывания в условиях Монголии.

Ключевые слова: селекция, садоводство, адаптивность, юг Сибири, плодово – ягодные культуры, облепиха, хозяйственно-ценные признаки, перспективы развития, Монголия

INTRODUCTION OF SIBERIAN BREEDING VARIETIES IN THE CONDITIONS OF MONGOLIA

N.A. Bulavina, experimental production facility "Minusinskoye" - branch of the FGBNU FITC KNC SB RAS, Experimental field, Minusinsky district,

Krasnoyarsk Territory, Russia;

e-mail: nadezda-bulavina@yandex.ru

T.M. Barybkina, experimental production facility "Minusinskoye" - branch of the FGBNU FITC KNC SB RAS, Experimental field, Minusinsky district,

Krasnoyarsk Territory, Russia;

e-mail: minusinskoye.oph@ksc.krasn.ru

A.G. Lipshin, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia;

e-mail: alipshin@mail.ru

N.S. Kozulina, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia;

e-mail: kozulina.n@bk.ru

A.V. Bobrovskiy, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia;

e-mail: aleksandr_bobrovski@mail.ru

A.V. Vasilenko, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia;

e-mail: wasilenkoav@ya.ru

Abstract. The research was carried out in order to study fruit and berry and ornamental crops of Siberian breeding in Mongolia (farm XXK Tsetsentogog). The objects of the study were varieties of fruit and berry crops created in the Minusinskoye agricultural complex. According to the research results, a high degree of adaptation of varieties of black currant, apple and sea buckthorn has been revealed, varieties of these crops are recommended for cultivation in Mongolia.

Keywords: breeding, horticulture, adaptability, south Siberia, fruit and berry crops, sea buckthorn, economically valuable signs, development prospects, Mongolia

Введение

Плоды и ягоды – важнейшая и незаменимая составная часть качественного, рационального питания, обеспечивающая здоровье и долголетие человека [1,2]. В последнее десятилетие с развитием любительского садоводства выращиваемый сортимент плодово – ягодных культур в нашем регионе значительно обогатился, благодаря самоотверженно работе селекционных учреждений. Создано большое количество сортов для промышленного и любительского садоводства, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков и свойств.

Для обеспечения садоводства Сибири в регионе работает минусинская группа селекционеров-плодоводов Красноярского НИИСХ, ФИЦ КНЦ СО РАН способная обеспечить создание, внедрение новых сортов и усовершенствованных технологий для обеспечения процесса внедрения селекционных достижений качественным посадочным материалом.

Сорта плодово – ягодных культур сибирской селекции получили широкое распространение не только на территории России, но и в Монголии, что объясняется схожими природными и климатическими условиями Монголии и Красноярского края [3,4].

Наибольшее распространение получила культура облепихи. Благодаря насыщенности плодов биологически активными веществами, органическими и минеральными соединениями, она имеет профилактическое и лекарственное значение [5,6]. Облепиха эффективно защищает почву от эрозии, используется в лесомелиорации и при рекультивации почв, подвергшихся техногенному разрушению, улучшает их плодородие.

Сибирские сорта облепихи хорошо адаптированы к экстремальным климатическим условиям Монголии, ежегодно плодоносят даже после наиболее суровых зим. Это позволяет считать облепиху промышленной, высокорентабельной, страховой культурой сибирского садоводства. Доля посадки среди плодово – ягодных культур составляет более 65 % и спрос на нее возрастает из года в год [7,8].

Целью данной работы является изучение плодово – ягодных и декоративных культур сибирской селекции в условиях Монголии (хозяйство ХХК Цэцэнтогсог).

Методы исследований

Изучение сортов плодово – ягодных культур сибирской селекции проводилось в ХХК Цэцэнтогсог, расположенном в северо – западной части Монголии.

Климат территории, где проводились исследования умеренно континентальный. Зима холодная и сухая. Средняя температура воздуха в этот период колеблется от -10°C до -20°C , однако температура может опускаться до -50°C . Снег и морозы в этот период могут быть частыми. Весна прохладная и сухая, средняя температура воздуха колеблется от 5°C до 15°C , с умеренным количеством осадков. Лето тёплое и сухое средняя температура воздуха в этот период колеблется от 20°C до 30°C . Количество осадков, выпадающих за год, составляет 130 – 150 мм, большинство из них приходится на тёплое время года.

Преобладающими почвами в хозяйстве являются тёмно – каштановые с легкосуглинистым гранулометрический состав и преобладанием песчаных и крупнопылеватой фракций. Реакция почвенной среды слабокислая, сумма обменных оснований равна в пахотном горизонте 16,2 мг-экв/100 г, в подпахотном - 14,4 мг-экв/100 г. Почва опытного участка имеет очень низкое содержание нитратного азота, среднее - подвижного фосфора и обменного калия (по Мачигину).

Объектами исследования были сорта сибирских плодово – ягодных культур, созданных в ОПХ «Минусинское».

Результаты исследований

В результате исследований выявлено, что сибирские сорта облепихи Солнечная, Минуса, Чуйская, Алтайская, Елизаветта, Улала, Чечек, Джемоя, Великан, Аюла, №1600, Алей (мужской сорт опылитель) показали хорошую адаптивную способность к экстремальным почвенно-

климатическим условиям севера Монголии. Основную часть облепихи, возделываемую плантаторами севера Монголии, поставило ОПХ «Минусинское» в период 2000-2012 в количестве более 400 тыс. шт.



Рисунок 1 – Облепиха сибирской селекции в условиях Монголии (ХХК Цэцэнтогсог)

В рамках сотрудничества с ОПХ «Минусинское», филиала ФИЦ КНЦ СО РАН и ХХК Цэцэнтогсог изучались следующие сорта плодово-ягодных культур сибирской селекции:

1. Смородина красная: Сахарная, Ранняя сладкая, Щедрая
2. Смородина белая: Минусинская белая
3. Смородина черная: Отрадная, Достойная, Дочь дружной, Ожерелье, Минусинская сладкая, Сеянец голубки, Софья, Сокровище, Алтайская ранняя, Черкашинская, Саянский сувенир, Ядреная, Минусинская степная, Калиновка, Шаровидная, Сокровище Алтая.
4. Облепиха: Солнечная, Минуса, Чуйская, Алтайская, Елизаветта, Улала, Чечек, Джемовая, Великан, Аюла, Алей (мужской сорт опылитель)
5. Вишня песчаная: Бессея
6. Вишня войлочная
7. Шиповник садовый витаминный

8. Калина садовая Таежные рубины
9. Яблоня: Юнга, Уральское наливное, Минусинское красное, Синап Минусинский, Тубинское, Мартьяновское, Воспитанница, Заветное, Любимица Шевченко, Мартьяновское, Багряный цвет, Феникс Алтайский, Белый налив.

С 2022 года на испытания в условиях севера Монголии были переданы следующие декоративные культуры:

1. Калина бульдонеж
2. Сирень обыкновенная (сиреневая)
3. Курильский чай
4. Пузыреплодник
5. Тамарикс
6. Золотистая смородина
7. Форзиция
8. Роза рогоза
9. Ива На-На
10. Ива Курайская
14. Девичий виноград.

По результатам проведённых исследований выявлена высокая степень адаптации сортов яблони (полукультурной) не выдержали испытания сорта яблонь: Заветное, Феникс Алтайский, Белый налив и частично Багряный цвет, черной смородины и облепихи. В 2022 году в Монголию были поставлены саженцы этих плодово – ягодных культур. Общее количество поставленных саженцев составило 4854 шт., из них 71,8 % или 3487 шт. составили саженцы чёрной смородины, доля облепихи в поставке составила 22,7 % или 1100 шт., количество саженцев яблони 267 шт. или 5,5 %.

Выводы и предложения

В результате проведенных исследований выявлено, что сибирские сорта плодово – ягодных культур обладают высокой адаптивностью, отличаются улучшенными потребительскими качествами плодов, хорошей

приспособляемостью к возделыванию по традиционным технологиям региона с минимализацией обработки почвы и рекомендуются для возделывания в условиях Монголии.

Библиографический список

1. Смыкова Т.К., Муравьев Г.А., Барыбкина Т.М., Булавина Н.А. Адаптивный сортимент и эффективные агротехнологии возделывания садовых культур в Сибири. – Красноярск: ФИЦ КНЦ СО РАН, 2021. – 269 с.
2. Состояние регионального садоводства и перспективы возделывания минусинских сортов на юге Средней Сибири и в западной части Монголии / Т. К. Смыкова, Г. А. Муравьев, Л. П. Муравьева, Т. М. Барыбкина // Адаптивность сельскохозяйственных культур в экстремальных условиях Центрально- и Восточно-Азиатского макрорегиона : материалы симпозиума с международным участием, Красноярск, 17–18 августа 2017 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2018. – С. 116-123. – EDN YMZPMG.
3. Антонова Н.В. Пути развития сотрудничества между Монголией и Россией в сфере выращивания и переработки плодово-ягодных растений (на примере облепихи) / Н. В. Антонова, Е. А. Кузьмин, В. С. Литвинова // Научно-практические аспекты развития АПК : Материалы национальной научной конференции, Красноярск, 18 ноября 2022 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 394-398. – EDN OZQTQF.
4. Доржсүрэн О. Э. Выход сибирской облепихи на рынок Монголии / О. Э. Доржсүрэн // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XVI Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 24–26 марта 2021 года. Том Часть 3. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 198-200. – EDN BSOERZ.
5. Мырзабек Х. О результатах исследовательских работ по распространению и ресурсам природной (дикой) облепихи в Баян-Ульгийском аймаке / Х. Мырзабек, Ц. Цэндээхүү, Д. Хандсүрэн // Трансграничные территории Востока России: факторы, возможности и барьеры развития: Материалы международной научно-практической конференции, Улан-Удэ, 06–08 сентября 2021 года. – Улан-Удэ: Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, 2021. – С. 363-367. – EDN SDPJTS.
6. Пантелеева Е.И. Селекция и сортоизучение облепихи: учебно-методическое пособие. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. – 44 с.
7. Новые сорта облепихи для промышленного садоводства / Ю. А. Зубарев, А. В. Гунин, Е. И. Пантелеева, А. В. Воробьева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 8(178). – С. 35-40. – EDN TGQHEI.
8. Макарычев С.В. Влияние мелиоративных приемов на урожайность облепихи и термический режим почвы / С. В. Макарычев, А. А. Канарский // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 7(177). – С. 67-73. – EDN TQAPIG.

**ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА РАЗМНОЖЕНИЯ ПРИ
ПРОИЗВОДСТВЕ СЕМЯН СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ**

Е.А. Сурина, Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

Л.К. Бутковская, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: semenovodi@sh.krasn.ru

Аннотация. В семеноводстве для ускоренного размножения сорта часто применяются пониженные нормы высева, так как количество семян может быть ограничено. Для оценки эффективности такого приема, вычисляется коэффициент размножения семян (отношение массы собранных семян к массе высеянных). В нашем опыте, данный показатель был выше при пониженной норме высева ячменя - 3,5 млн всх. зер. на га и составлял 34,6.

Ключевые слова: коэффициент размножения семян, сорта ячменя, нормы высева, семеноводство

**VALUE OF REPRODUCTION COEFFICIENT IN PRODUCTION OF
SEEDS OF SPRING BARLEY VARIETIES**

E.A. Surina, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

L.K. Butkovskaya, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: semenovodi@sh.krasn.ru

Abstract. In seed production, reduced seeding rates are often used for accelerated propagation of varieties, since the number of seeds may be limited. To assess the effectiveness of such a technique, the seed multiplication coefficient is calculated (the ratio of the mass of collected seeds to the mass of sown seeds). In our

experiment, this indicator was higher (34.6) with a reduced seeding rate of barley - 3.5 million grain crops per ha.

Keywords: seed multiplication coefficient, barley varieties, seeding rates, seed production

Введение

Уровень развития растениеводства в современных условиях должен обеспечивать быстреее внедрение новых культур и сортов на основе применения прогрессивных технологий (нормы высева, сроки посева, применение удобрений и т.д.), что позволяет своевременно осуществлять сортосмену (замена в производстве одного районированного сорта другим районированным сортом) и сортообновление (периодическая замена сортовых семян семенами тех же сортов, но высших репродукций) [1,2].

Норма высева семян является важным фактором, определяющим условия роста и развития растений. При уменьшении нормы высева урожайность как правило снижается, что связано с более низкой густотой стояния продуктивного стеблестоя, но при этом значительно увеличивается коэффициент размножения семян (отношение массы собранных семян к массе высеянных). С применением основных элементов интенсивных технологий снижение нормы высева не приводит к снижению урожайности [4,6].

Чем реже посевы, тем сильнее проявляется энергия кущения, что приводит к резкому увеличению боковых вторичных стеблей, за счет чего увеличивается урожайность и коэффициент размножения семян [1].

Целью исследования являлась оценка коэффициента размножения семян сортов ярового ячменя в зависимости от различных норм высева.

Методы исследований

Агротехнические опыты проводились на опытных полях КрасНИИСХ (д. Минино). В качестве объектов исследований использовались семена районированных и перспективных сортов ячменя.

Схема опыта:

Партии семян ячменя Абалак, Такмак, Б-33-6315 (Оплот), Биом с различными нормами высева (3,5; 4,0; 4,5 млн всх. зерен на га).

Посевы опытов осуществлялись сеялкой ССФК - 7, уборка проводилась комбайном Wintersteiger Classic. Полевые опыты и наблюдения проводились согласно методике полевого опыта (Доспехов, 1985) и Методическим рекомендациям по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур (1990).

Статистическую обработку данных осуществляли с использованием пакета прикладных программ SNEDECOR и Microsoft Excel.

Результаты исследований

При различных нормах высева урожайность сортов ячменя увеличивалась в загущенных посевах на 0,2-0,6 т/га по сравнению с разреженными.

Помимо урожайности большое значение имеет коэффициент размножения (отношение массы собранных семян к массе высеянных). В нашем опыте данный показатель изменялся от 28,9 при норме 4,5 млн всх. зерен на га до 34,6 при норме высева 3,5 млн всх. зерен на га (табл. 1).

Таблица 1 – Эффективность различных норм высева при сборе семян ячменя с единицы площади, 2021-2022 гг.

Сорт	Норма высева, млн всх. зер. га	Норма высева, ц/га	Урожайность, ц/га	Коэфф. размн	Засеянная площадь, га	Сбор семян, ц
Абалак	3,5	1,5	48,1	32,1	1,3	62,5
	4,0	1,7	49,4	29,1	1,2	59,3
	4,5	1,9	46,9	24,6	1,1	51,6
Такмак	3,5	1,5	51,9	34,6	1,3	67,5
	4,0	1,7	54,9	33,6	1,2	65,9
	4,5	1,9	56,2	28,9	1,1	61,8
Биом	3,5	1,5	50,8	33,9	1,3	66,0
	4,0	1,7	53,0	31,2	1,2	63,6
	4,5	1,9	53,0	27,4	1,1	58,3
Б-33-6315	3,5	1,6	52,3	32,7	1,3	73,2
	4,0	1,8	53,5	28,4	1,1	69,6

	4,5	2,0	57,0	24,7	1,0	57,0
--	-----	-----	------	------	-----	------

Для оценки эффективности различных норм высева необходимо перевести норму высева из миллионов всхожих зерен на га в центнеры на га. При массе 1000 зерен сортов ячменя Абалак - 42 г, Такмак - 42 г, Биом - 42 г, Б-33-6315 (Оплот) - 45 г, получается норма высева от 1,5 до 2,0 ц. Путем простых арифметических расчетов, зная количество полученных семян с гектара (урожайность, ц/га) и количество высеянных семян (норма высева, ц/га), получаем коэффициенты размножения: от 32,1 до 34,6 при 3,5 млн всх. зерен на га и от 24,6 до 28,9 при норме высева 4,5 млн всх. зерен на га.

При условии, что высеваются 2 ц семян при норме высева 1,5 ц/га, посевная площадь увеличивается с 1 га до 1,3 га у всех сортов и сбор семян с этой площади составляет: 1,3 х 48,1 = 62,5 центнера у сорта Абалак, 67,5 ц у Такмака, 66,0 ц - Биома, 73,2 ц - Б-33-6315(Оплот).

На рисунке 1 видно, что при уменьшении нормы высева у сорта Оплот до 3,5 млн всх. зер. на га увеличивается площадь и, в связи с этим, сбор урожая.

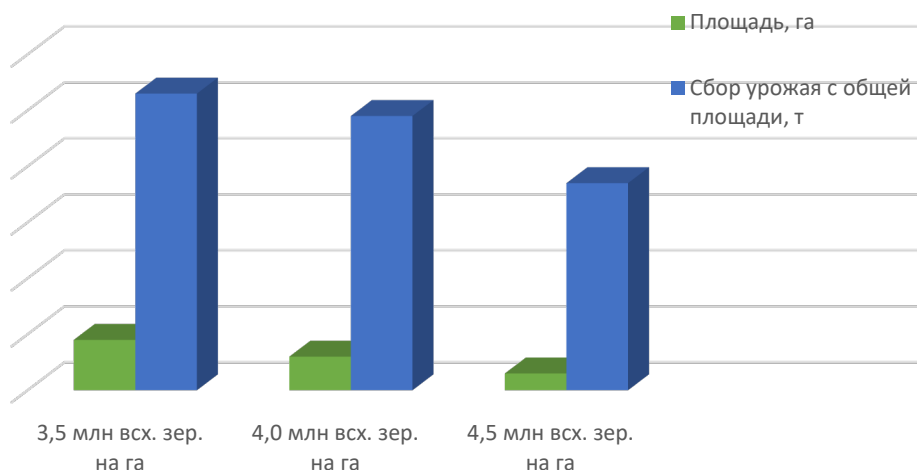


Рисунок 1. Эффективность применения различных норм высева на примере сорта Оплот

При увеличении нормы высева до 4,5 млн всх. зер. на га заметно уменьшение площади и общего сбора урожая.

Выводы и предложения

При снижении нормы высева до 1,5 ц/га сбор урожая увеличивался в 1,2-1,4 раза за счет увеличения площади посева.

При посеве новых и перспективных сортов ячменя целесообразно использование пониженных норм высева- 3,5-4,0 млн всх. зерен на га в первичных звеньях семеноводства для ускоренного размножения.

Библиографический список

1. Бурнатова, Л. Б. Расчет нормы высева и продуктивность яровой пшеницы / Л. Б. Бурнатова // Аграрный вестник Урала. – 2006. – № 5. – С. 40–43.
2. Гужов, Ю. Л. Селекция и семеноводство культивируемых растений: учебник, 3-е изд., перераб. и доп. / Ю. Л. Гужов, А. Фукс, П. Валичек. – М.: Мир, 2003. – 536 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 240 с.
4. Мамонов, С. Н. Нормы высева и продуктивность сортов яровой пшеницы / С. Н. Мамонов // Земледелие. – 2012. – №8. – С. 45–47.
5. Методические рекомендации по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур. – М.: ВАСХНИЛ. – 1990. – 39 с.
6. Митрофанов, Ю. И. Нормы высева ячменя на осушаемых землях [Электронный ресурс] / Ю. И. Митрофанов, М. В. Гуляев, С. А. Лукьянов // Бюллетень науки и практики. – Электрон. журн. – 2018. – №10. – С. 140–147. – Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/mitrofanov-gulyaev>

ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ ДВУХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ООО «ОПХ СОЛЯНСКОЕ»

Т.В. Зазнобина, Красноярский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО
РАН, Красноярск, Россия

Л.В. Ефимова, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО
РАН, Красноярск, Россия
e-mail: tv-kulakova@mail.ru

Аннотация. Целью исследований являлся сравнительный анализ продуктивных качеств коров в условиях ООО «ОПХ Солянское» Красноярского края. Для проведения исследований была сформирована база данных с использованием программы Selex, после обработки которой были отобраны 276 коров в возрасте третьей лактации и старше и распределены вначале на две, затем на четыре группы в зависимости от породной (черно-пестрая, красно-пестрая) и линейной принадлежности (Вис Бек Айдиал, Рефлекшн Соверинг). В результате установлено, что в условиях данного сельскохозяйственного предприятия коровы черно-пестрой породы линии Рефлекшн Соверинг и коровы красно-пестрой породы линии Вис Бек Айдиал характеризовались более высокими удоями, а также лучшей воспроизводительной способностью по сравнению с животными другой линии одной породы.

Ключевые слова: корова, черно-пестрая порода, красно-пестрая порода, линия, молочная продуктивность, воспроизводительная способность

COMPARATIVE ANALYSIS OF PRODUCTIVE QUALITIES OF COWS UNDER THE CONDITIONS OF LLC "EPF SOLYANSKOYE" OF THE KRASNOYARSK TERRITORY

T.V. Zaznobina, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB
RAS, Krasnoyarsk, Russia

L.V. Efimova, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: tv-kulakova@mail.ru

Abstract. The aim of the research was a comparative analysis of the productive qualities of cows under the conditions of LLC "EPF Solyanskoe" of the Krasnoyarsk Territory. To conduct the research, a database was formed using the Selex program, which processing resulted in 276 cows selection at the age of third lactation and older and distributed first into two, further into four groups depending on breed (Black-Mottley, Red-Mottley) and linear affiliation (Vis Bek Ideal, Reflection Sovering). As a result, it was found that under the conditions of this agricultural enterprise, cows of the black-mottled breed of the Reflection Sovering line and cows of the red-mottled breed of the Vis Bek Ideal line were characterized by higher milk yields, as well as better reproductive ability compared to animals of another line of the same breed.

Keywords: cow, Black-Mottley breed, Red-Mottley breed, line, milk productivity, reproductive ability

Введение

В настоящее время одной из основных задач в отрасли молочного скотоводства Российской Федерации является увеличение продуктивности животных и получение молока высокого качества.

Уровень молочной продуктивности коров зависит от наследственных факторов (порода, линейная принадлежность) и ненаследственных (возраста, условий кормления и содержания). Проводя целенаправленный подбор пар при разведении и создавая оптимальные условия кормления и содержания можно существенно повысить молочную продуктивность стад и улучшить их воспроизводительную способность [1, 3, 4].

Целью исследований являлся сравнительный анализ продуктивных качеств коров в условиях ООО «ОПХ Солянское» Красноярского края.

Методика исследований

Для проведения исследований в ООО «ОПХ Соляnskое» Рыбинского района Красноярского края была сформирована база данных с использованием программы Selex, включающая сведения о молочной продуктивности коров за 305 дней последней законченной лактации, их живой массе, воспроизводительной способности. В статистическую обработку вошли данные 276 полновозрастных коров (третья лактация и старше), которые были сгруппированы по породной (черно-пестрая, красно-пестрая) и линейной (Вис Бек Айдиал, Рефлекшн Соверинг) принадлежности. Биометрическую обработку данных проводили в компьютерной программе Microsoft Office Excel с использованием методов вариационной статистики. Расчет экономической эффективности разведения животных двух пород разных линий проводился по «Методике определения экономической эффективности ...» [2].

Результаты исследований

В результате проведенного анализа показателей молочной продуктивности коров двух пород было установлено, что у коров черно-пестрой породы по сравнению с коровами красно-пестрой породы удой был выше на 458,7 кг ($P>0,99$), живая масса и коэффициент молочности больше соответственно на 17,1 кг ($P>0,999$) и на 40 кг.

Анализ показателей воспроизводительной способности коров выявил, что у коров красно-пестрой породы, напротив, были лучше отдельные показатели воспроизводства – сервис- и межотельный периоды были короче на 4,7 дня, чем животных черно-пестрой породы.

При сравнении показателей молочной продуктивности коров двух линий двух пород установлено, что наибольшее количество молока за 305 дней лактации продуцировали коровы черно-пестрой породы линии Рефлекшн Соверинг (разница с линией Вис Бек Айдиал составила 527,8 кг; $P>0,99$) и коровы красно-пестрой породы линии Вис Бек Айдиал (разница с линией Рефлекшн Соверинг составила 438 кг). Однако, черно-пестрые коровы линии Вис Бек Айдиал и красно-пестрые коровы линии Рефлекшн

Соверинг отличались большей живой массой по сравнению с животными другой линии внутри этой же породы (+7,9 кг и +10,4 кг соответственно). Коэффициент молочности был больше у коров линии Рефлекшн Соверинг черно-пестрой породы и линии Вис Бек Айдиал красно-пестрой породы соответственно на 102 и 97 кг (рис.1).

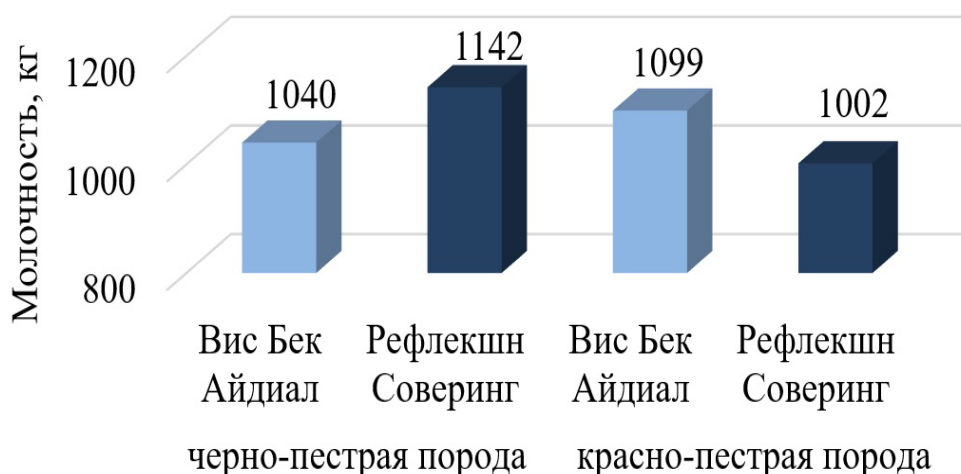


Рисунок 1. Коэффициент молочности коров разных линий, кг

Лучшими показателями воспроизводительной способности характеризовались коровы черно-пестрой породы линии Рефлекшн Соверинг и коровы красно-пестрой породы линии Вис Бек Айдиал. Так, у коров черно-пестрой породы линии Рефлекшн Соверинг по сравнению с линией Вис Бек Айдиал сервис- и межотельный периоды были короче на 8,4 дней, возраст первого плодотворного осеменения и возраст первого отела был меньше на 0,3 и 0,2 месяца соответственно. У коров красно-пестрой породы линии Вис Бек Айдиал, по сравнению с линией Рефлекшн Соверинг, разница по сервис- и межотельному периоду составила 33,2 дня, по возрасту первого плодотворного осеменения и первого отела – 2 месяца ($P>0,95$).

Расчет экономического эффекта показал, что в хозяйстве наиболее выгодно разводить коров черно-пестрой породы линии Рефлекшн Соверинг и коров красно-пестрой породы линии Вис Бек Айдиал, экономический эффект составил 9615,6 и 8977,3 руб/гол. соответственно.

Выводы и предложения

В результате исследований установлено, что в условиях ООО «ОПХ Соляное» коровы черно-пестрой породы линии Рефлекшн Соверинг и коровы красно-пестрой породы линии Вис Бек Айдиал характеризовались более высокими удоями, а также лучшей воспроизводительной способностью. Полученные результаты могут быть рекомендованы к применению в племенной работе с крупным рогатым скотом при ведении селекции на повышение продуктивных качеств.

Библиографический список

1. Ефимова, Л. В. Влияние генетических и технологических факторов на продуктивные качества коров / Л. В. Ефимова, Т. В. Зазнобина // Вестник АПК Ставрополя. – 2017. – № 4. – С. 58–63.
2. Методика определения экономической эффективности в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – М.: Колос, 1980. – С. 108–109.
3. Серяков, И. С. Сравнительный анализ коров-первотелок разных линий и перспективы дальнейшей работы с ними в ОАО «Ставокское» Пинского района / И. С. Серяков, О. Г. Цикунова, В. В. Скобелев, В. И. Супронено // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2017. – № 3 (26). – С. 23–28.
4. Хатанов, К. Ю. Влияние генетических и технологических факторов на молочную продуктивность коров-первотелок в СПК «Киладевский» / К. Ю. Хатанов // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 9. – С. 41–43.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИБРИДИЗАЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

С.С. Голубев, Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН,
Красноярск, Россия
e-mail: fiksumyrsky@mail.ru

Аннотация. В данной статье описаны методы гибридизации, их характерные особенности и результаты скрещиваний 2022 года. Для проведения гибридизации были взяты высокопродуктивные сорта местной селекции и образцы коллекции ВИР различного эколого-географического происхождения. Гибридизацию проводили в открытой лесостепи Красноярского края (ОПХ Минино), на черноземе обыкновенном. Предшественник – чистый пар. Погодные данные брали с метеостанции № 29571. Посев проводили сеялкой ССФК-7 в два срока для облегчения совмещения кастрации и опыления родительских форм. В результате были проведены скрещивания по 31 гибридной комбинации, по итогу получено 2427 зерен, средняя завязываемость составляла 67,3%. Сделаны определенные выводы на основе результатов и рекомендации. Наибольший процент удаchi был в комбинации Красноярский 91 x Краснояржский 6, а среди двурядных Калита x Талан, Такмак x Степан, Саломе x Такмак, Саломе x Талан, Талан x Такмак, Абалак x Такмак, Оленек x Степан, Оленек x Саломе.

Ключевые слова: гибридизация, селекция, погодные условия, ячмень

RESULTS OF SPRING BARLEY HYBRIDIZATION UNDER FOREST- STEPPE CONDITIONS OF THE KRASNOYARSK TERRITORY

S.S. Golubev, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS,
Krasnoyarsk, Russia
e-mail: fiksumyrsky@mail.ru

Abstract. This article describes hybridization methods, their characteristic features and the results of crosses in 2022. For hybridization, highly productive varieties of local selection and samples of the VIR collection of various ecological and geographical origin were taken. Hybridization was carried out in the open forest-steppe of the Krasnoyarsk Territory (EPF Minino), on ordinary chernozem. The precursor is a "black" fallow. Weather data were taken from weather station no. 29571. Sowing was carried out with a SSFC-7 seeder in two periods to facilitate the combination of castration and pollination of parental forms. As a result, crosses were carried out in 31 hybrid combinations, as a result, 2427 grains were obtained, the average set was 67.3%. Certain conclusions are drawn based on the results and recommendations. The highest percentage of luck was in the combination of Krasnoyarsky 91 x Krasnoyarsky 6, and among the two-row Kalita x Talan, Takmak x Stepan, Salome x Takmak, Salome x Talan, Talan x Takmak, Abalak x Takmak, Olenyok x Stepan, Olenyok x Salome.

Keywords: hybridization, selection, weather conditions, barley

Введение

В современной селекции ученые стремятся ускорить получение нового сорта, но вероятность получения сорта остается крайне малой, однако его можно повысить с помощью увеличения завязываемых зерен и числа комбинаций [3]. В разных районах РФ селекционеры используют разные методы гибридизации: Твэл-метод, довольно быстрый, простой, но имеющий низкую завязываемость по сравнению с другими методами скрещивания, где пыльники помещаются непосредственно в каждый женский цветок, но такой метод требует немного больше времени и опыта селекционера, метод опыления, на срезанных побегах и дорастивания на питательных средах, но он требует больше времени, затрат и имеет меньшую завязываемость [2].

В условиях Красноярского НИИСХ наиболее оптимальными остаются два метода, твэл-метод и принудительный способ. В лаборатории селекции

серых хлебов нами использован именно принудительный способ, так как с его помощью можно получить достаточно высокий выход зерен с меньшим риском потери гибрида.

Методика исследований

Для проведения гибридизации были взяты за основу высокопродуктивные сорта местной селекции, зарубежные сорта и образцы ВИР различного эколого- географического происхождения.

Гибридизацию проводили в ОПХ Монино, на обыкновенном черноземе, его агрохимические показатели следующие: содержание гумуса (по Тюрину) – 6,00 %, N-NO₃ (с помощью ионометрического экспресс-метода) – 31,3 мг/кг. почвы, P₂O₅ (по Мачигину) – 5,00 мг/100 г почвы, K₂O (по Мачигину) – 21,9 мг/100 г. почвы, реакция почвенного раствора – нейтральная (рН – 6,2). Предшественник – чистый пар. Погодные данные брали с метеостанции № 29571 [1]. Посев проводился сеялкой ССФК-7 в два срока с разницей в 7 дней.

Основным и решающим фактором успеха в процессе гибридизации был и остается человеческий фактор, в большей степени зависит от опыта селекционера. Так же варьируя сроками опыления можно в некоторой мере сгладить действие неблагоприятных погодных факторов, однако генетический барьер при скрещиваниях остается труднопреодолимым [4].

Результаты исследований

По совокупности температуры и количества осадков во время гибридизации сложились весьма благоприятны. Среднесуточная температура воздуха в среднем составила 16,5-18,1 С, количество осадков в период опыления и налива было немного ниже среднегодового показателя, однако не существенно, - 27 мм в целом за месяц. Так же стоит отметить влияние облачности, благодаря которой рассеивается прямой солнечный свет и уменьшалось негативное влияние на поврежденные после кастрации цветки. За период наблюдения средний показатель облачности составил 7 баллов из 10 (табл. 1).

Таблица 1 – Агрометеорологические условия в период проведения гибридизации ячменя

	Июль		
	I декада	II декада	III декада
Среднесуточная температура, °С	18,1	16,5	18,3
Среднемесячная температура, °С	19,3	19,8	18,6
Сумма активных температур, °С	181,2	164,8	202,1
Среднемесячная сумма активных температур, °С	918,2	1115,7	1319,4
Осадки, мм	20	19,5	9,9
Среднемесячное количество осадков, мм	23,9	26,6	34,6
ГТК	1,1	1,2	0,4
Среднемесячный ГТК	1,24	1,34	1,86
Облачность, балл	7	7	8

В таблице 2 приведены результаты процента завязываемости по каждой гибридной комбинации. Что характерно комбинация Красноярский 91 х Красноярский 6 шестирядного ячменя, кастрация и опыление которого проводились в дождливую погоду, однако это не помешало получить хорошую завязываемость среди других комбинаций шестирядных ячменей. Основываясь на данных табл 1 и табл 2 можно сделать вывод, что при опылении погодные условия, сложившиеся при гибридизации, слабо повлияли на качество прорастания пыльцы, однако в опытах Г.В. Тоболовой, в условиях Тюменской области, была получена наибольшая завязываемость [5].

Таблица 2 – Результаты гибридизации ярового ячменя, 2022 г.

№ п/п	Родительские формы		Дата кастрации	Дата опыления	Число полученных зерен, шт	Завязываемость, %	
	♀	♂					
1	Буян	Саломе	15.07	18.07	99	79,2	65,9
2	Буян	Памяти Чепелева	15.07	18.07	34	50,0	
3	Буян	Лидар	15.07	18.07	59	68,6	
4	Танай	Саломе	1.07	04.07	58	64,4	64,4

5	Калита	Талан	1.07	04.07	61	83,6	83,6
6	Такмак	Степан	1.07	04.07	100	83,0	74,1
7	Такмак	Саломе	04.07	08.07	88	65,2	74,7
8	Саломе	Такмак	04.07	08.07	105	88,2	
9	Саломе	Танай	04.07	08.07	92	74,2	
10	Саломе	Буян	04.07	08.07	63	51,2	
11	Саломе	Талан	05.07	08.07	119	87,5	
12	Саломе	Абалак	12.07	15.07	137	69,2	
13	Саломе	Оленек	15.07	18.07	180	77,9	
14	Такмак	Памяти Чепелева	05.07	08.07	46	34,1	52,1
15	Такмак	Талан	05.07	08.07	81	70,0	65,8
16	Талан	Саломе	05.07	08.07	32	23,0	
17	Талан	Калита	05.07	08.07	65	60,8	
18	Талан	Абалак	05.07	08.07	73	76,0	
19	Талан	Cirstin	05.07	08.07	59	79,7	
20	Талан	Такмак	05.07	08.07	102	89,5	74,5
21	Абалак	Cirstin	1.07	04.07	80	77,7	
22	Абалак	Такмак	05.07	08.07	95	90,5	
23	Абалак	Лидар	15.07	18.07	63	71,6	
24	Абалак	Памяти Чепелева	15.07	18.07	83	76,9	
25	Абалак	Саломе	12.07	15.07	48	55,8	79,8
26	Оленек	Степан	1.07	04.07	109	85,8	
27	Оленек	Саломе	15.07	18.07	131	83,0	
28	Оленек	Памяти Чепелева	15.07	18.07	84	70,6	28,1
29	Колчан	Diamond	1.07	04.07	25	27,5	
30	Колчан	Емеля	1.07	04.07	31	28,7	
31	Красноярски й 91	Краснояржски й 6	19.07	22.07	25	43,9	43,9

Выводы и предложения

В условиях, Красноярской лесостепи были проведены скрещивания по 31 гибридной комбинации, в результате чего получено 2427 зерен. На основе изученных данных можно сделать выводы, наибольшая завязываемость отмечена в комбинациях – среди шестирядных ячменей Красноярский 91 х Краснояржский 6 43,9%, а среди двурядных выделены Калита х Талан 83,6%, Такмак х Степан 83,0%, Саломе х Такмак 88,2%, Саломе х Талан 87,5%, Талан х Такмак 89,5%, Абалак х Такмак 90,5%, Оленек х Степан 85,8%, Оленек х Саломе 83,0%.

Так же выявлено, что завязываемость была выше в случае, если в качестве материнской формы использованы сорта местной селекции – Оленек, Такмак, Абалак, сорт Калита (Свердловская обл.) и зарубежный Саломе (Германия), при этом рекомендуется к применению принудительный способ гибридизации, он позволяет получить хорошую завязываемость при наименьших затратах труда и времени.

Библиографический список

1. Кокина, Л. П. Методы эффективности повышения гибридизации на ячмене / Л. П. Кокина, И. Н. Щенникова // Вестник Вятской ГСХА. – 2020. – № 3 (5). – С. 2–13.
2. Нгуен, Т. Т. Подбор пар для гибридизации яровой пшеницы на основе морфофизиологического и биометрико-генетического методов: автореферат диссертации кандидата биологических наук / Нгуен Т. Т. – М., 2010. – 22 с.
3. Сурин, Н. А. Оценка генотипов ярового ячменя из коллекции ВИР на адаптивность и продуктивность в условиях Восточной Сибири / Н. А. Сурин, С. А. Герасимов, Н. Е. Ляхова // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2019. – № 2 (27). – С. 16–22. – DOI: 10.35523/2307-5872-2019-27-2-16-22.
4. Сурин, Н. А. Селекционная оценка и отбор генотипов ячменя Восточно-сибирской селекции / Н. А. Сурин, Н. Е. Ляхова, С. А. Герасимов, А. Г. Липшин // Вестник Новосибирского ГАУ. – 2018. – № 3 (48). – С. 70–77. – DOI:10.31677/2072-6724-2018-48-3-70-77.
5. Тоболова, Г. В. Создание исходного материала для селекции пшеницы методом отдельной гибридизации в условиях северного Зауралья / Г. В. Тоболова, Н. А. Асташева // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 6 (48). – С. 36 – 37.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАССЫ 1000 ЗЁРЕН СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ УСЛОВИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

А.О. Поляков, Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН,
Красноярск, Россия

В.Е. Мудрова, Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН,
Красноярск, Россия

e-mail: semenovodi@sh.krasn.ru

Аннотация. Масса 1000 зерен - генетически обусловленный признак, вносящий ощутимый вклад в продуктивность сортов и в значительной мере определяет их всхожесть и жизнеспособность. Цель исследований – определить влияние сроков посева и норм высева на массу 1000 зёрен различных сортов ярового ячменя. Установлена зависимость между урожайностью и массой 1000 зёрен. Коэффициент корреляции составил - 0,65.

Ключевые слова: масса 1000 зёрен, изменчивость массы 1000 зёрен, сорта ярового ячменя, условия возделывания

VARIABILITY OF THE 1000-GRAIN MASS OF SPRING BARLEY UNDER THE INFLUENCE OF CULTIVATION CONDITIONS

A.O. Polyakov, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS,
Krasnoyarsk, Russia

V.E. Mudrova, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS,
Krasnoyarsk, Russia

e-mail: semenovodi@sh.krasn.ru

Annotation. The mass of 1000 grains is a genetically determined trait that makes a significant contribution to the productivity of varieties and largely determines their germination and viability. The purpose of the research is to determine the effect of sowing dates and seeding rates on the weight of 1000 grains of various varieties of

spring barley. The dependence between the yield and the mass of 1000 grains has been established. The correlation coefficient was 0.65.

Keywords: mass of 1000 grains, variability of mass of 1000 grains, varieties of spring barley, cultivation conditions

Введение

Крупность зерна, выраженная в массе 1000 зерен - один из показателей качества семян и определения нормы высева. Масса 1000 зёрен — важный хозяйственный признак, характеризующий качество семенного материала. Она связана с крупностью и выполненностью кондиционных по влажности семян [4].

По годам отмечается разница по массе 1000 зерен, связанная с обеспеченностью влагой и питательными веществами. Отрицательно влияют на данный показатель поражение болезнями и вредителями [5].

Масса 1000 зерен вносит ощутимый вклад в продуктивность сортов и в значительной мере определяет их всхожесть и жизнеспособность. Семена с высокой массой 1000 зёрен обладают качественными посевными и урожайными свойствами.

Исследованиями ряда учёных отмечены достоверные положительные корреляционные зависимости между массой 1000 зёрен и урожайностью [6].

Цель исследований – определить влияние сроков посева и норм высева на массу 1000 зёрен различных сортов ярового ячменя.

Методы исследований

Агротехнические опыты проводились на опытных полях КрасНИИСХ (д. Минино). В качестве объектов исследований использовались семена районированных и перспективных сортов ячменя.

Схема опыта: партии семян ячменя Абалак, Такмак, Биом, Б-33-6315 (Оплот) с различными нормами высева (3,5; 4,0; 4,5 млн всх. зерен на га) и сроками посева 17 и 24 мая. Полевые опыты и наблюдения проводились согласно методике полевого опыта [3]. Статистическую обработку данных

осуществляли с использованием пакета прикладных программ SNEDECOR и Microsoft Excel.

Результаты исследований

В наших исследованиях урожайность всех изучаемых сортов ячменя во втором сроке посева (24 мая) сформировалась на 0,2-1,5 т/га выше по сравнению с первым (17 мая) по всем вариантам. Наиболее высокую урожайность (5,19 – 5,75 т/га) в среднем показали сорта Такмак и перспективный образец Б-33-6315 (Оплот). Ячмени Абалак и Биом уступали вышеуказанным сортам на 0,38 - 0,76 т/г (табл. 1).

Уровень урожайности по срокам посева в значительной степени зависел от крупности зерна в колосе, сформировавшемся в условиях достаточной влагообеспеченности при позднем сроке. У всех сортов ячменя при позднем сроке посева масса 1000 зерен выше по сравнению с ранним на 1- 5 граммов.

Таблица 1 – Изменчивость массы 1000 зёрен сортов ярового ячменя под влиянием условий возделывания, 2021-2022 гг.

Сорт	Норма высева, млн всх. зер. га	Урожайность, т/га		Среднее, т/га	Масса 1000 зёрен, г		Среднее, т/га
		I срок	II срок		I срок	II срок	
Абалак	3,5	4,70	4,92	4,81	42,00	42,30	42,15
	4,0	4,91	4,93	4,94	40,30	40,70	40,50
	4,5	4,91	4,98	4,94	40,20	41,40	40,80
Такмак	3,5	5,18	5,20	5,19	42,50	43,90	43,20
	4,0	5,45	5,53	5,49	42,80	43,70	43,25
	4,5	5,58	5,66	5,62	43,80	43,80	43,80
Биом	3,5	4,73	5,42	5,08	44,70	44,80	44,75
	4,0	5,00	5,60	5,30	45,20	46,90	45,80
	4,5	5,28	5,31	5,30	47,70	46,30	47,00
Б-33- 6315	3,5	5,23	5,32	5,23	48,50	49,90	49,20
	4,0	5,33	5,38	5,35	44,90	49,60	47,20
	4,5	5,65	5,75	5,70	44,90	49,20	46,00
НСР _{0,5} сорт – 0,3; НСР _{0,5} срок посева – 0,3; НСР _{0,5} нормы высева – 0,4					НСР _{0,5} сорт – 1,0; НСР _{0,5} срок посева – 1,2; НСР _{0,5} нормы высева – 1,3		

Норма высева семян является важнейшим агротехническим приёмом, оказывающим существенное влияние на урожайность ячменя [1]. В наших

опытах урожайность достигала максимума в вариантах с высокими нормами высева, увеличиваясь в загущенных посевах на 0,2-0,6 т/га по сравнению с разреженными посевами.

Стабилизирующим элементом продуктивности урожая зерна является масса 1000 зерен.

Масса 1000 зерен в значительной степени зависела от сорта. У ячменей Абалак и Оплот она сформировалась на 2-3 грамма меньше в загущенных посевах, у Биома данный показатель увеличивался с повышением нормы высева на 1-3 грамма, сорт Такмак сохранял одинаковую крупность семян при всех нормах высева – 43,7-43,9 граммов.

Таким образом, изменение массы 1000 зерен, как и урожайности, наблюдалось у всех сортов по нормам высева и, особенно, по контрастным срокам посева.

Для установления связей между элементами урожайности проводили корреляционный анализ полученных данных. Это позволило выявить сопряженность между отдельными элементами продуктивности и конечным урожаем (табл. 2).

Таблица 2 – Корреляционный анализ между урожайностью и массой 1000 зёрен сортов ячменя при различных нормах высева и сроках посева, 2021-2022 г.

	Урожайность, т/га	Масса 1000 зёрен, г
Урожайность, т/га	1	
Продуктивный стеблестой, шт./м ²	0,38	
Число зёрен в колосе, шт.	0,75	
Масса 1000 зёрен, г	0,65	0,01

Установлены высокие и средние корреляционные коэффициенты по градации Хижняка С.В. [2] между урожайностью, числом зерен в колосе и массой 1000 зёрен. Зависимость между урожайностью и массой 1000 зёрен показана на рисунке 1. На рисунке четко видна линейная зависимость урожайности от массы 1000 зерен.

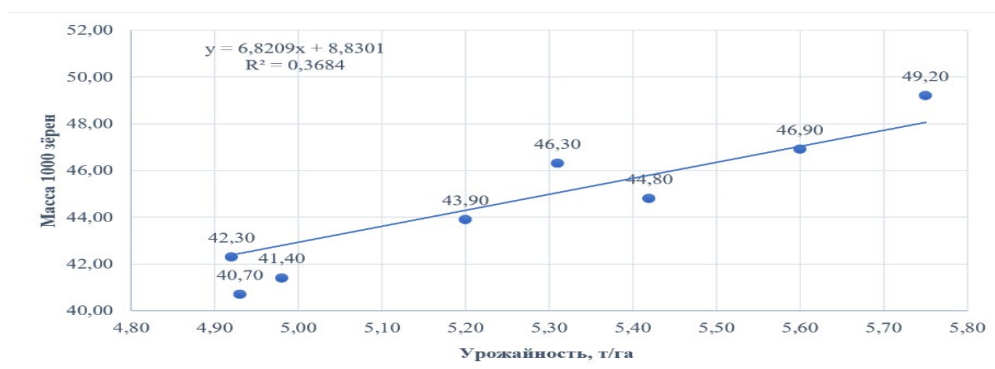


Рисунок 1. Зависимость между урожайностью и массой 1000 зёрен

Выводы и предложения

1. Урожайность сортов ячменя во втором сроке посева (24 мая) сформировалась на 0,2-1,5 т/га выше по сравнению с первым (17 мая). При этом увеличивалась и масса 1000 зёрен от 1-5 граммов.

2. При различных нормах высева урожайность сортов ячменя увеличивалась в загущенных посевах на 0,2-0,6 т/га по сравнению с разреженными посевами. Масса 1000 зерен в значительной степени зависела от сорта. У ячменей Абалак и Оплот она уменьшалась загущенных посевах, у Биома увеличивалась на 1-3 грамма, сорт Такмак сохранял одинаковую крупность семян при всех нормах высева 43,7 - 43,9 граммов.

3. Установлена зависимость между урожайностью и массой 1000 зёрен. Коэффициент корреляции составил 0,65.

Библиографический список

1. Герасимов, С. А. Влияние норм высева на развитие элементов структуры урожая ячменя и его качество в условиях Красноярской лесостепи / С. А. Герасимов, Л. В. Плеханова, Н. М. Попова, Н. С. Герасимова // Материалы научно-практической конференции-семинара «Совершенствование систем земледелия: селекция и семеноводство, адаптивно-ландшафтный подход, современные агротехнологии». – 2018. – С. 120.
2. Хижняк, С. В. Математические методы в агроэкологии и биологии: учебное пособие / С. В. Хижняк, Е. П. Пучкова. – Красноярск: Красноярский ГАУ, 2019. – 244 с. Методика полевого опыта / Доспехов Б.А. // М.: Агропромиздат, 1985 - С. 240.
3. Ториков, В. Е. Производство семян и посадочного материала сельскохозяйственных культур: учебное пособие / В. Е. Ториков, О. В. Мельникова, С. А. Бельченко, Н. С. Шпилев. – Лань, 2023. – 184 с.
4. Сельскохозяйственный энциклопедический словарь // Масса 1000 семян – М.: Сов. энцикл, 1989. – 656 с.
5. Пакуль В. Н. Сравнительное изучение образцов яровой пшеницы коллекции ВИР по комплексу агробиологических свойств и признаков / В. Н. Пакуль, А. В. Шерина // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 9. – С. 7–8.

**ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА
МИКРОКЛУБНЕОБРАЗОВАНИЕ РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ
КАРТОФЕЛЯ *IN VITRO***

Н. С. Помыткин, Красноярский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО
РАН, Красноярск, Россия
e-mail: nspomytkin@yandex.ru

С. Ю. Луговцова, Красноярский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО
РАН, Красноярск, Россия
e-mail: svlug@bk.ru

В. Ю. Ступко, к. с-х. н., Красноярский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ
КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
e-mail: stupko@list.ru

Аннотация. Изучена динамика микроклубнеобразования у шести
районированных сортов картофеля на различных питательных средах.
Основным компонентом сред, оказывающим влияние на
микроклубнеобразование, является сахароза (80 г/л). Добавление в среду
фитогормонов не оказало значимого влияния на микроклубнеобразование, за
исключением сорта Ред Скарлетт.

Ключевые слова: микроклубни, *Solanum tuberosum*, регуляторы роста
растений, среда клубнеобразования

**INFLUENCE OF NUTRIENT MEDIUM CONTENT ON
MICROTUBER FORMATION OF ZONED POTATO VARIETIES IN
VITRO**

N. S. Pomytkin, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC
SB RAS, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: nspomytkin@yandex.ru

S. Yu. Lugovtsova, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC
KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: svlug@bk.ru

V. Yu. Stupko, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research
Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: stupko@list.ru

Abstract. The dynamics of microtuber formation in six zoned potato varieties was studied on various media. The main component of the media that influences microtuber formation is sucrose (80 g/l). The addition of phytohormones to the medium did not have a significant effect on microtuber formation, with the exception of the Red Scarlett variety.

Keywords: microtubers, *Solanum tuberosum*, plant growth regulators, tuberization medium

Введение

Технология микроклубнеобразования (МКО) активно используется для поддержания оздоровленных от патогенов сортовых коллекций [1]. Однако, информация о содержании питательных сред для МКО в литературе сильно варьирует. Общим признается высокая доля содержания сахаров в питательной среде (до 8%). Влияние же гормонов на МКО является сортоспецифичным [2], вследствие чего наиболее эффективная концентрация их может варьировать от сорта к сорту [3]. Во многих исследованиях указывается на положительный эффект цитокининов в средах для МКО [4,5,6], несмотря на это есть исследования, указывающие на негативное влияние цитокининов (БАП) на МКО [7,8]. В некоторых случаях успешными оказываются и безгормональные среды [7].

Методы исследования

Объектом исследования служили микрорастения картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сортов Ред Скарлетт, Метеор, Розара, Хозяюшка, Антонина и Чароит из рабочей коллекции оздоровленных растений *in vitro* лаборатории физиологии и биотехнологии Красноярского НИИСХ.

Микрорастения размножали клонированием *in vitro* на агаризованной среде Мурасиге и Скуга (МС) с добавлением 100 мг/л мезоинозита, 0,1 мг/л

тиамина, 0,5 мг/л пиридоксина, 0,5 мг/л никотиновой кислоты и 3% сахарозы. Среды автоклавировали при 120°C 20 минут (Tuttnauer 5050EL, Бреда, Голландия). Растения черенковали на одноузловые сегменты (с одним листом) и переносили для клубнеобразования на питательные среды МС, различающиеся по содержанию сахарозы и регуляторов роста (табл. 1), по 15 штук на каждый вариант среды. Освещенность на этапе МКО составляла 3000 Лк, фотопериод – 16/8 часов, температура варьировала в интервале 22 – 26°C днем и 18 – 22°C ночью. Подсчёт МК проводили на 62 день.

Статистическую обработку данных проводили с использованием статистического пакета R 4.0.4 в среде разработки RStudio 1.4.1103 (2009-2021 RStudio, PBC).

Таблица 1 – Состав сред для образования микроклубней картофеля в культуре *in vitro*

Среда культивирования	Сахароза, %	Кинетин, мг/л	ИУК, мг/л	Аденин, мг/л	Аскорбиновая кислота, мг/л	Источник
Контроль	3	0	0	0	0	
М0	8	0	0	0	0	[2]
М1	8	1	0	0	0	[4]
М2	8	2	1,5	1,5	3	[3]

Результаты исследований. Согласно данным литературы, уровень сахарозы в 8% является наиболее оптимальным [8,9]. Мы также наблюдали индуцирующий эффект МКО у большинства сортов при высоком содержании сахарозы.

Таблица 2 – Влияние сорта картофеля и состава сред на частоту формирования микроклубней *in vitro* (доля растений с МК, %)

Среда культивирования	Сорт					
	Ред Скарлетт	Розара	Антонина	Хозяюшка	Чароит	Метеор
Контроль	0,00 ^{Aa}	0,00 ^{Aa}	0,00 ^{Aa}	0,1 ^{Aa}	0,1 ^{Aa}	0,0 ^{Aa}
М0	76,9 ^{Abc}	46,7 ^{Ab}	53,3 ^{Ab}	53,3 ^{Aa}	58,3 ^{Ab}	46,7 ^{Ab}
М1	57,2 ^{Ac}	7,14 ^{Aab}	60,0 ^{Ab}	40,0 ^{Aa}	50,0 ^{Ab}	21,4 ^{Aab}
М2	1,00 ^{Ab}	21,4 ^{Bab}	53,9 ^{ABb}	46,7 ^{Ba}	21,4 ^{Bb}	28,6 ^{Bab}

Примечание. Одинаковыми буквами отмечены значения достоверно не отличающиеся при

$p < 0,05$; прописные буквы – для фактора «сорт» при фиксированном значении фактора «среда»; строчные буквы – для фактора «среда» при фиксированном значении фактора «сорт».

Добавление в среду кинетина не привело к увеличению частоты МКО в нашем эксперименте. Увеличение дозы кинетина до 2-х мг/л, а также добавление аденина (предшественника цитокининов) и индолилуксусной кислоты (ИУК) не привело к статистически значимому увеличению МКО в всех исследуемых сортах за исключением сорта Ред Скарлетт.

Выводы и предложения

В исследовании показано, что МКО у районированных сортов картофеля реагирует на содержание в среде сахарозы, однако реакция на регуляторы роста растений отсутствует. Оптимальная концентрация сахарозы составляет 80 г/л. Исключением являлся только сорт Ред Скарлетт.

Библиографический список

1. Morais, T. P. Application of tissue culture techniques in potato / T. P. Morais, S. A. de Asmar, H. F. J. de Silva, J. M. Q. Luz, B. de Melo // Bioscience Journal. – 2018. – Vol. 34, № 4. – P. 952–969.
2. Salem, J. In vitro propagation, microtuberization, and molecular characterization of three potato cultivars / J. Salem, A. M. Hassanein // Biol. Plant. – 2017. – Vol. 61. – P. 427–437.
3. Артюхова, С. И. Способ микроклонального размножения картофеля in vitro сорта картофеля Алена / С. И. Артюхова, И. В. Киргизова. – МПК А01Н 4/00. ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет» (РФ). RU 2637361 C1; заявл. 04.08.16. Опубл. 04.12.17. Бюл. № 34.
4. Гизатуллина, А. Т. Особенности формирования микроклубней картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Невский в асептической культуре in vitro / А. Т. Гизатуллина, З. Сташевски, Е. А. Гимаева, Г. Ф. Сафиуллина // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2019. – Т. 161., кн. 3. – С. 375–384.
5. Aksenova, N. P. Interaction between day length and phytohormones in the control of potato tuberization in the in vitro culture / N. P. Aksenova, T. N. Konstantinova, V. N. Lozhnikova, S. A. Golyanovskaya, L. I. Sergeeva // Russian Journal of Plant Physiology. – 2009. – Vol. 56. – P. 454–461.
6. Coleman, W. K. Potato microtubers as research tools: A review / W. K. Coleman, D. J. Donnelly, S. E. Coleman // Am. J. Potato Res. – 2001. – Vol. 78. article number 47.
7. Naqvi, B. Evaluation of in vitro tuber induction ability of two potato genotypes / B. Naqvi, H. Abbas, H. Ali // Pak. J. Agric. Sci. – 2019. – Vol. 56. – P. 77–81.
8. Yagiz, A. K. Effects of Growth Regulators, Media and Explant Types on Microtuberization of Potato / A. K. Yagiz, C. Yavuz, C. Tarim, U. Demirel, M. E. Caliskan // Am. J. Potato Res. – 2020. Vol. 97. – P. 523–530.
9. Hossain, M. A. Standardization of sucrose and 6-benzylaminopurine for in vitro micro tuberization of potato / M. A. Hossain, M. A. Kawochar, A. Al-Mahmud, E. H. M. S. Rahaman, M. A. Hossain, K. M. Nasiruddin // American Journal of Agriculture and Forestry. – 2015. – Vol. 3. – P. 25–30.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

<i>Айдаров А.Н.</i>	ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
<i>Асанов А.М.</i>	к. с.-х. н., ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», Омск, Россия
<i>Бобровский А.В.</i>	к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
<i>Барыбкина Т.М.</i>	опытное производственное хозяйство «Минусинское» - филиал ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, п. Опытное поле, Минусинский р-он, Красноярский край, Россия
<i>Бопп В.Л.</i>	к. б. н., ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия
<i>Брагин Н.А.</i>	ФГБУН ТюмНЦ СО РАН, Тюмень, Россия
<i>Брагина М.В.</i>	ФГБУН ТюмНЦ СО РАН, Тюмень, Россия
<i>Булавина Н.А.</i>	опытное производственное хозяйство «Минусинское» - филиал ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, п. Опытное поле, Минусинский р-он, Красноярский край, Россия
<i>Бутковская Л.К.</i>	к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
<i>Буханов Е.Р.</i>	ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

- Вагнер В.В.** к. с.-х. н., ОПХ Курагинское, ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
- Василенко А.В.** к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
- Васильева Е.В.** филиал ФГБУ "Россельхозцентр" по Красноярскому краю, Красноярск, Россия
- Величко В.В.** к. б. н., Институт биофизики СО РАН – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
- Вернер А.О.** ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
- Власенко О.А.** к. б. н., ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия
- Гарьдхуу Ж.** д. б. н., Национальная академия наук Монголии, Улан-Батор, Монголия
- Герасимов С.А.** к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
- Герасимова Н.С.** Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
- Гладких М.С.** к. с.-х. н., ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
- Голубев С.С.** Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное

подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН,
Красноярск, Россия

Гришин В.М.

д. с.-х. н., ФГБУН Сибирский федеральный
научный центр агробиотехнологий Российской
академии наук, Краснообск, Россия

Дрокин Н.А.

д. физ.-мат. н., Институт физики имени Л.В.
Киренского СО РАН – обособленное
подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН,
Красноярск, Россия

Ессе С.А.

ФГБОУ ВО «Омский государственный
аграрный университет имени П.А.
Столыпина», Омск, Россия

Ефимова Л.В.

к. с.-х. н., Красноярский научно-
исследовательский институт сельского
хозяйства – обособленное подразделение
ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск,
Россия

Зазнобина Т.В.

Красноярский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства – обособленное
подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН,
Красноярск, Россия

Иванова Ю.С.

к. с.-х. н., ФГБУН ТюмНЦ СО РАН, Тюмень,
Россия

Кадоркина В.Ф.

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт
аграрных проблем Хакасии», Абакан, Россия

Казанов В.В.

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный
аграрный университет», Красноярск, Россия

Казанова Е.Ю.

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный
аграрный университет», Красноярск, Россия

Кожухова Е.В.

к. с.-х. н., Красноярский научно-
исследовательский институт сельского
хозяйства – обособленное подразделение
ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск,
Россия

- Козулина Н.С.** к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
- Кошкин М.Н.** ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
- Кузьмин О.Г.** к. с.-х. н., ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
- Кураченко Н.Д.** д. б. н., ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия
- Липшин А.Г.** к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
- Литвинова В.С.** к.с.-х.н., доцент ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия
- Лубочников М.Г.** Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
- Луговцова С.Ю.** Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
- Михайлец М.А.** Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

- Мороз Ж.М.*** к. физ.-мат. н., Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», Красноярск, Россия
- Мудрова В.В.*** Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
- Ничкова Н.М.*** Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», Красноярск, Россия
- Новиков В.В.*** Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
- Омельянюк Л.В.*** д. с.-х. н., ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», Омск, Россия
- Пожерукова В.Е.*** к. б. н., ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
- Полонский В.И.*** д. б. н., ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия
- Полюдина Р.И.*** д. с.-х. н., ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий Российской академии наук, Краснообск, Россия
- Поляков А.О.*** Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
- Помыткин Н.С.*** Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН,

Красноярск, Россия

Потоцкая И.В.

д. с.-х. н., ФГБОУ ВО «Омский
государственный аграрный университет имени
П.А. Столыпина», Омск, Россия

Рябичев А.П.

ОПХ Михайловское, ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО
РАН, Красноярск, Россия

Рябцев А.А.

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный
аграрный университет», АО Фирма «Август»
представительство в г. Красноярск, Россия

Саурбаев А.Ж.

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»,
Омск, Россия

Семирадская М.А.

Красноярский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства – обособленное
подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН,
Красноярск, Россия

Сидоров А.В.

к. с.-х. н., Красноярский научно-
исследовательский институт сельского
хозяйства – обособленное подразделение
ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск,
Россия

Смыкова Т.К.

к. с.-х. н., Красноярский научно-
исследовательский институт сельского
хозяйства – обособленное подразделение
ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск,
Россия

Ступко В.Ю.

к. с.-х. н., Красноярский научно-
исследовательский институт сельского
хозяйства – обособленное подразделение
ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск,
Россия

Сумина А.В.

к. с.-х. н., ФГБОУ ВО "Хакасский
государственный университет им. Н.Ф.
Катанова", Абакан, Россия

Сурин Н.А.

д. с.-х. н., Красноярский научно-

исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

Сурина Е.А.

Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

Тимина М.А.

к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

Ульянова О.А.

д. б. н., ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия

Федосенко Д.Ф.

к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

Фомина М.Н.

к. с.-х. н., ФГБУН ТюмНЦ СО РАН, Тюмень, Россия

Фомина Л.В.

к.с.-х. н., доцент ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия

Чжан А.В.

д. физ.-мат. н., ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия

Чурсин А.С.

к. с.-х. н., ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия

Чуслин А.А.

Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН,

Красноярск, Россия

Шаманин В.П.

д. с.-х. н., ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия

Шевцова Л.Н.

к. с.-х. н., ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия

Шевцова М.С.

к. с.-х. н., ФГБНУ «Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии», Абакан, Россия

Шепелев С.С.

к. с.-х. н., ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия

Шефер А.Д.

Институт физики имени Л.В. Киренского СО РАН – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

Шмелева Ж.Н.

к. филос.н., доцент ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия

Шихов В.Н.

к. б. н., Институт биофизики СО РАН – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

**СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
НАУКИ В ПРИЕНИСЕЙСКОЙ СИБИРИ**

В рамках Проблемного Совета СО РАН по селекции, генетике,
биотехнологии и семеноводству сельскохозяйственных культур в Сибири
27 – 28 июля 2023 г.

Материалы опубликованы в авторской редакции

ISBN 978-5-6050879-0-8

