

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ СЕЛЕКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ САДОВОДСТВА И ПИТОМНИКОВОДСТВА» (ФГБНУ ВСТИСП)

На правах рукописи

Варгач Юлия Игоревна

ИСТОЧНИКИ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ
ОВСА (*AVENA L.*) В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ

06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель
доктор биологических наук, профессор
Лоскутов Игорь Градиславович

Москва – 2019 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Обзор литературы	10
1.1. Селекция овса в РФ: результаты и проблемы	10
1.2. Хозяйственно ценные признаки овса.....	13
1.2.1. Вегетационный период.....	13
1.2.2. Высота растений и устойчивость к полеганию.....	14
1.2.3. Продуктивность.....	18
1.2.4. Устойчивость к болезням и вредителям.....	22
1.3. Биохимические особенности зерна	43
2. Условия проведения опытов, исходный материал и методика исследований	60
2.1. Почвенно-климатические условия Ступинского р-на Московской области	60
2.2. Метеорологические условия вегетационных периодов 2016-2018 гг.....	61
2.3. Исходный материал	65
2.4. Методика исследований	66
2.4.1. Агрохимический анализ почвы	66
2.4.2. Полевая оценка хозяйственно ценных признаков	67
2.4.3. Определение зараженности образцов овса патогенами.....	69
2.4.4. Проведение биохимических анализов	69
3. Оценка образцов овса (<i>Avena L.</i>) по хозяйственно ценным признакам	72
3.1. Полевая оценка по хозяйственно ценным признакам.....	72
3.2. Устойчивость растений к болезням	88
3.3. Определение зараженности образцов овса грибами	90
3.4. Биохимический анализ образцов.....	98
4. Обоснование параметров модели сорта	119
5. Экономическая эффективность	125
Заключение.....	126
Рекомендации научным учреждениям и производству	129
Список используемой литературы	131
Приложения.....	167
Приложение А. Список изучаемых образцов	167
Приложение Б. Происхождение изучаемых образцов	174
Приложение В. Частота выделения (%) микромицетов из зерна овса, Михнево (2016-2018 гг.).....	179
Приложение Г. Содержание белка, крахмала и масла в зерновках	182

Приложение Д. Антиоксидантная активность зерновок овса.....	185
Приложение Е. Сведения об источниках, выделенных в Михнево в 2016-2018 гг.	186
Приложение Ж. Дескрипторный словарь	190

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Овес – ценная сельскохозяйственная культура, относящаяся к семейству Poaceae. В мировом производстве зерна данная культура занимает пятое место после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя. Кроме того, она неприхотлива к почвам и климату и имеет сравнительно короткий вегетационный период, поэтому ее выращивание хорошо развито в странах с умеренным климатом. В большинстве случаев овес производится как зернофуражная культура, но за последние десятилетия он стал широко использоваться для получения пищевых продуктов для здорового и диетического питания. В этой связи, появился особый интерес к голозерному овсу, который хотя несколько и уступает пленчатому в урожайности, имеет более высокие натуру и качество зерна. При этом, отсутствие пленок позволяет существенно уменьшить затраты на шелушение и утилизацию отходов.

Между тем, несмотря на значительную пользу и популярность культуры, с 1992 г. по 2019 г. в России посевные площади овса сократились почти в 5 раз (с 8,5 млн. га до 1,6 млн. га), что повлекло за собой уменьшение валовых сборов с 11,2 млн. т до 4,7 млн. т (FAOSTAT, 2019; Росстат, 2019).

Главным направлением селекции овса в Нечерноземной зоне является стабильная продуктивность зерна с высокими качественными параметрами. Для формирования таких показателей сорт должен обладать сокращенным вегетационным периодом, устойчивостью к полеганию, основным болезням и комплексом биохимических признаков. Положительные результаты в создании сортов и гибридов различного направления в большей степени зависят от многообразия исходного генетического материала. Поэтому значение мировых коллекций растений для селекции и сельскохозяйственного производства регулярно растет, а вклад новых сортов в повышение урожая повышается.

Степень разработанности темы. Вопросам изучения особенностей технологии выращивания, химического состава и технологических параметров зерна, выделения источников ценных признаков пленчатых и голозерных сортов овса в различных условиях посвящены работы отечественных и зарубежных

ученых: Г.А. Баталовой, О.В. Акимовой, Е.А. Будиной, И.Г. Лоскутова, А.В. Доставалова, М.Н. Фоминой, И.П. Гаврилюк, С.В. Васюкевича, Н.К. Губарева, С.Л. Елисеева, А.Д. Кабашова, В.Н. Красильникова, А.А. Завалина, О.И. Кузнецовой, О.И. Гамзиковой, Н.В. Емелевой, В.А. Ильченко, И.И. Русаковой, З.И. Усановой, Л.В. Амбросьевой, Ю.В. Борисовой, Н.В. Кротовой, Ю.С. Ивановой, А.В. Остапенко, Б.Г. Магарамова, С.С. Сергеевой, Andreas Hansson, Olof Olsson (Швеция); Changzhong Ren, Xin-Zhong (Китай); F. Haziar, M. Nevrientova (Словакия); D. Golebiewski, A. Zalewska, M. Krosmak (Польша) и других. Выделение новых источников хозяйственно ценных признаков, биохимический состав, антиоксидантная активность и метаболомный профиль зерновок овса образцов из мировой коллекции ВИР, уточнение видового состава микромицетов в условиях Центрального региона Нечерноземной зоны требует уточнения, что и послужило отправной точкой для данного исследования.

Цель исследований – провести комплексную оценку коллекционных образцов овса различного географического происхождения для выделения источников хозяйственно ценных признаков для селекции высокопродуктивных и высококачественных сортов для условий Центрального региона Нечерноземной зоны РФ.

Задачи исследований:

1. Провести оценку образцов культурных видов овса *A. sativa* L. и *A. byzantina* C. Koch. по хозяйственно ценным признакам, выделить источники;
2. Выявить источники устойчивости к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине;
3. Оценить видовой состав фитопатогенов и зараженность зерна образцов грибными болезнями;
4. Определить биохимический состав зерна, антиоксидантную активность и метаболомный профиль выделившихся коллекционных образцов;
5. Установить корреляционные связи между хозяйственно-ценными признаками овса и биохимическими показателями зерновки;

6. Создать генетическую коллекцию образцов овса по комплексу хозяйственно ценных признаков для использования в селекции.

Научная новизна. В условиях Центрального региона Нечерноземной зоны выделены новые источники хозяйственно ценных признаков овса. Уточнен видовой состав микромицетов на зерне пленчатых и голозерных форм овса для условий Центрального региона Нечерноземной зоны. Выполнена комплексная биохимическая оценка зерна пленчатых и голозерных образцов представительной коллекции овса по содержанию белка, крахмала, масла. Впервые проведены метаболомный анализ и изучение антиоксидантной активности голозерных и пленчатых образцов овса с разной окраской цветковой пленки репрезентативной выборки. Получены новые данные о различиях голозерных и пленчатых форм генетической коллекции овса по элементам продуктивности, поражению болезнями, биохимическому составу, антиоксидантной активности и метаболомному спектру зерновки в условиях Центрального региона.

Сформирована компьютерная база данных комплексной оценки 300 образцов овса, которая будет использоваться при описании и структуризации мировой коллекции овса. Создана рабочая коллекция новых источников с комплексом хозяйственно ценных признаков для использования в селекции: урожайности, устойчивости к полеганию и болезням, содержанию в зерне белка, масла и крахмала.

Теоретическая значимость работы. Проведенное комплексное изучение и анализ биохимических и селекционно ценных признаков расширяет представления о потенциальных возможностях отдельных генотипов и видов культурного овса. Установлен преобладающий патоккомплекс микромицетов на зерне овса для условий Московской области. Полученные результаты по хозяйственно ценным и биохимическим признакам, антиоксидантной активности и метаболомным профилям достоверно подтвердили деление вида посевного овса на два подвида – пленчатый (*A. sativa* subsp. *sativa* Rod. et Sold.) и голозерный (*A. sativa* subsp. *nudisativa* (Husnot.) Rod. et Sold.).

Проведенное комплексное изучение биохимических показателей зерновки, антиоксидантной активности и метаболомных спектров образцов овса указывает на потенциальные возможности использования данной культуры на пищевые и диетические цели. Выявленные корреляции между основными хозяйственно ценными признаками и биохимическими показателями зерновки позволяют интенсифицировать селекционный процесс на начальных этапах за счет повышения эффективности подбора пар для скрещиваний и отбора лучших продуктивных образцов и гибридов в условиях Центральной части Нечерноземной зоны РФ.

Практическая значимость работы. Комплексная оценка исходного материала с использованием морфологических, физиологических, фитопатологических и биохимических методов позволила выделить и рекомендовать для использования в селекционном процессе генетические источники пленчатого и голозерного овса по отдельным и сопряженным хозяйственно ценным признакам и биохимическим показателям зерновки.

Выделенные источники хозяйственно ценных признаков разосланы в ведущие селекцентры РФ и используются в селекционном процессе для создания новых сортов в лаборатории полевых культур научно-исследовательского отдела (НИО) генофонда ФГБНУ «Всероссийского селекционно-технологического института садоводства и питомниководства» (ФГБНУ ВСТИСП).

Методология и методы исследований основаны на научных трудах отечественных и зарубежных ученых. При выполнении работы были использованы общепринятые теоретические (статистические) и экспериментальные (лабораторные и полевые) методы исследований.

Основные положения, выносимые на защиту:

- генетические источники ценных свойств и признаков для использования в селекции сортов голозерного и пленчатого овса.

- фитопатологический комплекс микромицетов зерна овса в агроценозе Центрального региона Нечерноземной зоны.

- биохимический состав зерна голозерных и пленчатых форм овса для оценки пищевой ценности.

- антиоксидантная активность зерна голозерных и пленчатых образцов овса с различной окраской цветковых пленок.

- метаболомные спектры голозерных и пленчатых форм овса для идентификации подвидовой принадлежности.

Степень достоверности и апробация результатов. Объективность и достоверность результатов подтверждена многолетними экспериментальными данными, полученными в лабораторных и опытно-полевых условиях с применением современных методик и статистических обработок. Основные результаты исследований ежегодно рассматривались на ученых советах ФГБНУ ВСТИСП; доложены на 9 научно-практических международных конференциях и форумах: «Современные направления использования генофонда культурных растений для устойчивого сельского хозяйства» (Москва, 2016); «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве» (Киров, 2017); «Идеи Н. И. Вавилова в современном мире» (Санкт-Петербург, 2017); «Развитие традиционных методов и инновационные подходы в исследованиях культурных растений и их дикорастущих сородичей» (Москва, 2018); «Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции сельскохозяйственных растений» (Москва, 2019); «Биологизация и продовольственная безопасность – векторы развития современного АПК» (Орел, 2019); «Использование инновационных методов в изучении агробιοразнообразия зерновых, овощных и садовых культур для устойчивого развития сельского хозяйства» (Москва, 2019); «Координационный совет по селекции и семеноводству зернофуражных культур» (Екатеринбург, 2019), «4th International Scientific Conference» (Nitra, 2019); 4 всероссийских конференциях и совещаниях: «Селекция – инновационный путь развития сельского хозяйства» (Ульяновск, 2017); Экспериментальная биология растений: фундаментальные и прикладные аспекты» (Судак, 2017); «Рациональное использование генофонда культурных растений в современных условиях развития

сельского хозяйства» (Москва, 2017); «Генетические ресурсы растений и здоровое питание: потенциал зерновых культур» (Санкт-Петербург, 2018).

Публикация результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 11 печатных работ, в том числе 3 научные статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ. При оформлении научных публикаций участие автора было определяющим.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 191 странице печатного текста. Состоит из введения, 5 глав, заключения, практических рекомендаций, списка литературы и приложений. Работа содержит 26 таблиц, 32 рисунка, 7 приложений. Список литературы включает 357 источников, из них 221 – на иностранных языках.

Личный вклад соискателя. Все результаты, представленные в работе, получены лично автором или выполнены при его непосредственном участии в 2015-2019 гг. Анализ, статистическая обработка экспериментального материала, выводы и рекомендации выполнены автором самостоятельно.

В 2017 г. соискатель удостоен стипендии Президента Российской Федерации.

Автор признателен коллективам, оказавшим методическую помощь, и специалистам, принимавшим участие в обсуждении результатов исследований: к.б.н. Е.В. Власовой, к.с.-х.н. С.М. Мотылевой (НИО генофонда ФГБНУ ВСТИСП); д.с.-х.н. С.Е. Головину (зав. лаб. фитопатологии и энтомологии ФГБНУ ВСТИСП); к.б.н. Т.В. Шеленге и к.б.н. В.И. Хоревой (отдел биохимии и молекулярной биологии ФГБНУ ФИЦ ВИР, г. Санкт-Петербург); к.с.-х.н. Е.В. Блиновой (отдел генетических ресурсов овса, ржи, ячменя ФГБНУ ФИЦ ВИР, г. Санкт-Петербург).

Особую и искреннюю благодарность соискатель выражает своему научному руководителю, д.б.н., профессору, И.Г. Лоскутову за ценные советы и замечания в работе над диссертацией.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Селекция овса в РФ: результаты и проблемы

Овес является традиционной культурой для Российской Федерации. В начале XX века он занимал более 18 млн. га с общим объемом зерна более чем в 16 млн. т. Уменьшение посевных площадей во второй половине XX века привело к значительному падению производства овса. На сегодняшний день в Российской Федерации посевы овса занимают 2,5-2,7 млн. га и валовый сбор составляет около 4,0-5,3 млн. тонн. В 2015 г. урожайность овса составила 4,54 млн. т при средней урожайности 1,6 т/га. Основные посевы овса находятся в Сибирском (1,224 млн. га), Приволжском (0,917 млн. га) и Центральном (0,406 млн. га) федеральных округах (ФО) страны. В 2015 г. на данных территориях был получен урожай: 1698,61; 1267,07 и 781,43 тыс. т соответственно (Batalova, 2016).

В 2014-2015 гг. ведущими регионами по производству овса стали Красноярский край (389,03-343,76 тыс. тонн), Татарстан (161,36-151,0 тыс. тонн), Брянская (121,64-121,78 тыс. тонн) и Тюменская (242,65-183,01 тыс. тонн) области с урожайностью около 1,84-2,26 т/га. Урожайность 3 т/га и выше была получена в Краснодарском крае, Белгородской, Ленинградской, Липецкой и Калининградской областях. В Алтайском крае в 2014 г. было получено 483,09 тыс. тонн (урожайность 1,45 т/га), в 2015 г. – самый высокий в стране валовый сбор зерна овса – 559,47 тыс. т при урожайности 1,32 т/га. Низкая урожайность характерна в 2015 г. для Челябинской (1,02-1,29 т/га) и Самарской (1,69-1,26 т/га) областей с валовым сбором 108,32 и 101,48 тыс. т зерна (Batalova, 2016).

Овес часто рассматривается как культура, которая замыкает севооборот, что нарушает технологию его выращивания. Этот факт в сочетании с неблагоприятными региональными экологическими факторами отрицательно влияет на урожайность. Но использование адаптивных сортов и обоснованных технологий возделывания позволяет получить высокий урожай овса на территории Российской Федерации.

Сортимент культуры оказывает значительное влияние на уровень и стабильность производства. По данным ФГБУ «Россельхозцентр» (Batalova, 2016)

706,4 млн. т овса было посеяно в 2015 г.: 73,2% из них являлись сортами отечественной селекции и, 1,7% – составляли иностранные сорта; на долю не сортовых семян и семян сортов, не включенных в Государственный реестр, приходилось 25,1%.

На сегодняшний день лидирующие позиции по урожайности в Центральном регионе занимают сорта ведущих селекционных центров: Яков, Лев (ФИЦ Немчиновка), третье место между собой делят сорта Конкур (Ульяновский НИИСХ и ФИЦ Немчиновка) и Универсал 1 (УрФАНИЦ УрО РАН). Систематические исследования по селекции овса в России проводятся в 19 селекционных центрах; 6 из них расположены в Европейской части страны, 3 – в Уральском регионе, и 11 – в Сибири и на Дальнем Востоке.

Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации на 2019 г. включает в себя 132 сорта овса, 94 из них (78,8%) отечественные сорта, 66 сортов разрешены для выращивания в Центральном, Северо-Западном, Приволжском, Южном и Северо-Кавказском ФО; большая часть из них, созданы селекционерами Московского НИИСХ «Немчиновка», Ульяновского НИИСХ и Фаленской селекционной станцией НИИСХ Северо-Востока. С 2016 г. сорта пленчатого овса Сапсан и Медведь (Фаленская селекционная станция НИИСХ Северо-Востока), Стиплер (Московский и Ульяновской НИИСХ), Виленский (Якутский НИИСХ), и Казачок (фирма «Ключевая») рекомендованы к размножению. 58 сортов рекомендованы для выращивания на Урале, Сибири и Дальнем Востоке. 10 сортов Сибирского НИИ Растениеводства и Селекции (Орион, Памяти Богачкова, и т.д.) и 7 сортов Кемеровского НИИСХ (включая голозерные сорта Гаврош и Помор, выведенные в сотрудничестве с Всероссийским институтом генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР)) занимают большинство посевных площадей в Западно-Сибирском и Уральском регионах.

Селекционная работа в России ведется также с зимующим овсом. Его возделывают и выводят в Адыгее. Государственный реестр на 2019 г. включает в себя пять сортов зимующего овса (Государственный реестр селекционных достижений, 2019).

Основные экологические факторы, определяющие эффективность производства овса, – климат и качество пахотных земель. Климатические условия на территории Российской Федерации сильно различаются. Значительное снижение солнечной радиации наблюдается при перемещении с юга на север; континентальность климата возрастает с запада на восток; амплитуда годовой температуры и количество выпадения осадков варьирует с запада на восток. Морозы в мае и июне, ранние заморозки осенью, дожди осенью характерны для значительной части посевных площадей овса. Засухи и суховеи также очень опасны. В некоторых регионах урожайность овса ограничена низким уровнем естественного плодородия кислых почв, которые занимают более 50 млн. га в стране.

Все эти показатели наряду с требованиями к количеству и качеству урожая определяют направления селекции овса. Основными требованиями для включения сорта в Государственный реестр являются: высокая стабильная урожайность и качество, устойчивость к болезням и вредителям.

При детализации направлений селекции овса в РФ необходимо обратить внимание на продолжительность фаз вегетационного периода, устойчивость к полеганию, устойчивость или толерантность к неблагоприятным эдафическим факторам (кислотность, низкое плодородие), устойчивость к воздушной и почвенной засухе, устойчивость к болезням и вредителям, тип зерна (Пыльнев и др., 2008; Пыльнев и др., 2016).

Для производства комбикормов и диетических продуктов представляют большой интерес голозерные сорта овса. В Госреестр включено 13 голозерных сортов: Бекас (с 2019 г.), Вятский, Гаврош, Голец, Першерон, Помор, Самсон 57, Тайдон, Владыка, Прогресс, Сибирский голозерный, Тарский голозерный, и лишь 2 из них допущены для возделывания в Центральном регионе – Вятский и Першерон.

Зерно голозерного овса предлагается как полезное сырье для переработки на пищевые продукты, как удовлетворяющий требованиям корм для выращивания птицы и молодняка скота, как компонент комбикормов, способный заменить в их

рецептуре кукурузный и соевый шрот. Высокое содержание в зерне белка (до 16%) и жира (до 8%), отсутствие пленок делает его ценным и экономически выгодным продуктом.

Таким образом, разнообразие сортов должно обеспечить наиболее эффективное использование благоприятных природных и техногенных факторов во времени и пространстве, одновременную устойчивость к воздействию абиотических и биотических стрессоров за счет генетической адаптивности, толерантности, способности использовать минеральные вещества, стрессоустойчивости в критических этапах онтогенеза и др.

1.2. Хозяйственно ценные признаки овса

1.2.1. Вегетационный период

В роде *Avena* L. по продолжительности периода вегетации, который определяется количеством суток от появления всходов до полного созревания, наблюдаются значительная разнородность среди сортов и форм в пределах одного вида. В наибольшей степени скороспелые формы распространены на северо-западе РФ, в Восточной Сибири (Иркутской обл.), в Коми и Бурятии. За границей скороспелые формы овса возделывают в Грузии и Армении, в степных регионах на территории Украины, на севере Скандинавских стран – в Норвегии и Швеции, в горных районах Швейцарии, Северной Италии, Монголии и Китае. Предельно скороспелые формы найдены в Индии и Палестине. Множество скороспелых сортов произрастает в Перу, Эквадоре, Мексике и США (Родионова и др., 1994). Продолжительность вегетационного периода – важный показатель в селекции овса, от которого во многом зависят урожай, качество и посевные свойства зерна, восприимчивость сорта к поражениям вредителями и болезнями (Лоскутов, 2007).

Скороспелость обладает принципиальной значимостью, поскольку создает условия для дальнейшего продвижения овса на север (Солдатов, Баталова, 1989; Петров и др., 1991; Ермолаева и др., 1992, Файт и др., 1993). На юге скороспелые сорта можно использовать как промежуточные посевы в летне-осенний период после уборки основной культуры, в степных же, засушливых районах они успевают

созреть до наступления суховея и засухи. Так же, как и у иных длиннодневных культур, с перемещением на север у овса укорачивается первая половина вегетаций, а вторая увеличивается прямо пропорционально величине выпавших осадков (Солдатов, Баталова, 1989; Родионова и др., 1994). У культурного овса (Родионова, Солдатов, 1981), встречаются популяции, значительно различающиеся по продолжительности вегетационного периода (Трофимовская и др., 1976).

В основном, продолжительность начальных фаз развития растений в сильной степени зависит от температурного режима мая и начала июня. Выявлена достоверная существенная связь между средней продолжительностью периодов всходы – выход в трубку, всходы – выметывание и температурой воздуха во II и III декады мая и различные декады июня (Лоскутов, 2003).

Кроме того, существует связь между формой куста и продолжительностью отдельных периодов развития и вегетационного периода. Образцы со стелющейся формой куста преимущественно сильно затягивают начальные периоды развития и весь вегетационный период, а формы с прямостоячей формой куста быстро проходят начальные периоды и имеют сокращенный вегетационный период. Форма куста может быть использована как признак для предварительной оценки образцов по продолжительности отдельных фаз и вегетационного периода в целом.

Существующие скороспелые яровые формы культурных видов овса, обладающие отдельными укороченными фазами развития растений или сокращенным вегетационным периодом, могут вовлекаться в селекцию скороспелых сортов.

1.2.2. Высота растений и устойчивость к полеганию

Внутривидовое разнообразие рода *Avena* L. включает в себя масштабный ресурс изменчивости. Однако, помимо генетической детерминированности, значительное воздействие на высоту растений, оказывают почвенно-климатические и метеорологические условия, в особенности обилие осадков. Во влажный вегетационный период высота растений значительно выше, чем в аридный и знойный.

В «Культурной флоре» растения гексаплоидных видов овса по высоте и по длине метелки оцениваются по пяти градациям (Родионова и др., 1994), приведенным в таблице 1.

Таблица 1. Градации гексаплоидных видов овса по высоте и длине метелки

Высота растений (см):	Длина метелки (см):
– очень высокая, более 170;	– очень длинная, более 21;
– высокая, 131–170;	– длинная, 19–21;
– средняя, 101–130;	– средняя, 15–18;
– низкая, 61–100;	– короткая, 12–14;
– очень низкая, менее 60.	– очень короткая, менее 12.

Исследования зависимости длины метелки от высоты растений привели к полярным заключениям среди ученых. С одной стороны, утверждается, что длина метелки – показатель, который наследуется независимо от высоты растений и изменяется не пропорционально ей (Лоскутов, 2000). С другой стороны, существует мнение, что в генотипе злаков длина метелки (колоса), связана с высотой растений, которая, в свою очередь, зависит от длины верхних пятого и шестого междоузлий. Т.е. чем выше растение, тем длиннее соцветие (Гудкова, Кузенко, 2017). При этом доля верхних междоузлий пропорционально увеличивается у всех короткостебельных и высокорослых сортов.

Использование сортов с прочной, но укороченной соломиной считается вполне оправданным, ведь потери урожая при полегании высокорослых сортов достигают внушительных размеров. С другой стороны, большинство «карликов» содержит ряд неблагоприятных признаков: компактную метелку, что влияет на качество и количество зерна; позднеспелость; укороченное верхнее междоузлие и частичную или полную стерильность цветков из-за невыполненности зерновок (Лоскутов, 2007).

В прошлом столетии Маршал и Мерфи высказали предположение, согласно которому аллели генов короткостебельности овса тесно сцеплены с аллелями генов нечувствительности на воздействие гиббереллиновой кислотой (ГК), по примеру пшеницы (Marshall, Murphy, 1981), что могло бы быть маркерным признаком.

Однако, позже оказалось, что аллели генов короткостебельности (Dw 6; Dw 7 и Dw 8) овса являются ГК-чувствительными (Milach, 2001).

Устойчивость растений к полеганию является значимым фактором, лимитирующим урожайность зерновых культур в производственных условиях. Наблюдения агрономов и исследования физиологов показывают, что потери урожая зерна при полегании посевов могут достигать в отдельные годы до 50 % (Третьяков, Яковлев, 1984).

Причины полегания зерновых культур изучали и изучают большое число исследователей под разным углом зрения: архитектура растений, развитие механических тканей, мощность развития корневой системы (Ахадова, Куркиев, 2016; Пыльнев, Батоев, 1993), биохимический состав, связь с генотипом и результат воздействия неблагоприятных условий окружающей среды (Гудкова, Кузенко, 2017). Негативными последствиями полегания могут являться взаимное затенение, вытягивание и этиоляция стебля и как результат – снижение активности фотосинтеза. Уменьшение количества углеводов в растении, тормозящее накопление в клеточных оболочках целлюлозы и гемицеллюлозы, а также лигнификация клеточных оболочек, обеспечивающая прочность механических тканей (Лазаревич, Мыхлык, 2014).

Снижение прочности стебля и полегание растений может быть обусловлено ферментативным расщеплением полисахаридов клеточных оболочек стебля и использованием их на формирование семян (Третьяков, Яковлев, 1984; Ляковский, Калинин, 1997). Полегание растений может обуславливаться средовыми условиями произрастания растений, а также их сортовыми особенностями (Ильинская-Центилович, 1964; Тетерятченко, 1984).

Существуют различные прямые и косвенные методы определения устойчивости растений к полеганию. Среди прямых методов основные – полевая визуальная оценка сортов на полегание, а также определение показателей прочности стеблей (Murphy et al., 1958; Лазаревич, Мыхлык, 2014) и корней (Данильчук и др., 1974) растений. Важным является определение и внутренних причин полегания путем изучения морфологического и анатомического строения

надземных и подземных органов (Родионова, 1964; Гудкова, Кузенко, 2017; Иванова, Фомина, 2017).

Так, коллеги из Беларуси, установили, что прочность стебля овса обеспечивается комплексом анатомических признаков: развитием периферического слоя склеренхимы перициклического происхождения, численностью и взаимным расположением проводящих пучков, развитием у проводящих пучков склеренхимы прокамбиального происхождения, топографическим положением в стебле механических тканей и проводящих пучков (Лазаревич и др., 2013).

Овес посевной (*Avena sativa* L.), являясь представителем семейства Мятликовые, характеризуется первичным анатомическим строения стебля пучкового типа с хорошо развитой в междоузлиях медуллярной лакуной. Ученые установили, что для обеспечения прочности стебля оказалось важным не абсолютное значение толщины слоя склеренхимы, а ее доля в структуре выполненной части соломины (Лазаревич, Мыхлык, 2014).

Отмечают, что устойчивые к полеганию растения овса следует отбирать по длине верхних междоузлий, начиная с четвертого. Чем они короче, тем устойчивее соломина.

Большинство литературных данных отмечают высокую положительную корреляцию диаметра нижних междоузлий с устойчивостью к полеганию (Гудкова, Кузенко, 2017).

Увеличение площади питания приводит к увеличению числа продуктивных побегов, увеличению толщины всех междоузлий и в итоге – к высокой устойчивости к полеганию.

Установлено, что сила сцепления растений овса с почвой связана с силой сцепления одного стебля и одного узлового корня с почвой, а также с общим числом узловых корней на растении. В то же время, сила сцепления растения с почвой положительно связана с диаметром междоузлий и отрицательно – с длиной первого нижнего междоузлия. Сила сцепления растений с почвой и сила излома стебля коррелирует с результатами полевой оценки устойчивости растений к

полеганию. В силу влияния данных факторов, короткостебельные формы не всегда бывают устойчивыми к полеганию (Лоскутов, 2007).

Выделение новых источников снижения высоты растений и устойчивости к полеганию дает возможность селекционерам быть более гибкими и снизить генетическую эрозию генотипов на внутривидовом уровне.

1.2.3. Продуктивность

На урожайности, как конечном показателе, отражается все то, что произошло в ходе онтогенеза растения, и поэтому она больше всего подвержена воздействию со стороны факторов окружающей среды (Бороевич, 1984). Из всех факторов вегетационного периода наиболее существенное отрицательное действие на урожайность оказывает недостаток влаги в июне, а пониженные среднесуточные температуры, а июле и августе удлиняют созревание, затягивают уборку (Степина, 1995).

Основными компонентами структуры урожая овса являются продуктивная кустистость, число колосков и зерен в метелке, масса зерна с метелки и растения, масса 1000 зерен.

В Нечерноземной зоне РФ прирост урожая овса от повышения продуктивности метелки составляет 68% (Шафранский, 1980; Баталова, 2013). Результирующий признак «продуктивность метелки» состоит из двух компонентов – «количество зерен в метелке» и «масса 1000 зерен» (Драгавцев и др., 1984). Главную роль в формировании продуктивности метелки играет ее озерненность, в ряде работ установлена высокая положительная корреляция между данными признаками ($r = 0,73-0,86$) (Лызлов, 1976; Баталова, 1995; Русакова, Баталова, 2002). Однако величина этой связи может варьировать в зависимости от сорта и погодных условий, особенно в период формирования колосков и в фазу цветения (Богачков и др., 1976; Солдатов, Петров, 1989; Баталова, 1995). В конце 80-х гг. также установлено, что число зерен в метелке наследуется доминантно (Солдатов, Баталова, 1989).

Число колосков в метелке зависит от условий вегетации в период формирования генеративных органов, в наиболее засушливые годы число колосков сокращается (Богачков, Смищук, 1989).

На характер связи продуктивности с массой 1000 зерен в значительной степени влияет фактор «год» и характер этот определяется в основном климатическими условиями в период налива зерна (Богачков, Смищук, 1989; Кузнецова, 2000). Крупность зерновок овса сильно варьирует как внутри колоска, так и внутри метелки, на что в большей степени влияют погодные условия выращивания, а также сортовая детерминированность (Солдатов, Васильева-Пчелина, 1985; Youngs, Shands, 1974). Образцы, хорошо сохраняющие этот признак в различных условиях среды, отличаются более стабильной урожайностью (Солдатов, Петров, 1989). Исследованиями К.Ж. Frey и Т.Ф. Huang (1969) показано, что при массе 100 зерен в интервале от 2,75 до 3,10 г урожайность увеличивалась от 16 до 32%, при весе 100 зерен ниже 2,75 – только на 5%.

Для массы 1000 зерен, массы зерна с метелки найдены положительные доминантные аллели, действие которых направлено в сторону увеличения признака (Козленко, 1981). Длина метелки, число колосков в ней, масса 1000 зерен и число зерен с растения контролируется доминантными аллелями, оказывающими как положительное, так и отрицательное действие. Высокая наследуемость и стабильность оценок по годам позволяет рекомендовать для отбора в ранних поколениях (с F_2) признаки: массу 1000 зерен, длину метелки и число колосков в ней (Родионова и др., 1994).

Отмечено, что у культурных видов длина метелки влияет на продуктивность. Для гексаплоидных видов свойственно повышенное число зерен в метелке (Лоскутов, 2003).

Следующий признак, непосредственно сцепленный с урожайностью, – это продуктивная кустистость. Относительно высокая продуктивная кустистость среди местных сортов была отмечена у образцов из северных и северо-западных областей нашей страны (Петропавловский, 1931). Для продуктивной кустистости установлены как отрицательные, так и положительные доминантные аллели,

присутствие которых снижает или увеличивает число продуктивных побегов у растений (Manga, Sidhu, 1979).

Число зерен в колоске равно двум, но в зависимости от условий изменяется от одного до четырех. Образование третьих зерен контролируют два гена – *Ts-1* и *Ts-2*, частично доминантных по низкому проценту формирования трехзерных колосков. Они имеют множественные аллели – *Ts-1a...ts-1c*, *Ts-2a...ts-2c*; присутствие рецессивных генов обуславливает высокий процент формирования третьих зерен. Имеет место сложный неаллельный эпистаз (McBratney, Frey, 1983).

Пленчатость зерна овса в значительной степени оказывает воздействие на качественные показатели конкретного сорта. Ее понижение чаще сопряжено с высокой натурой и крупностью зерновок, степенью полегания, но может меняться и из-за пораженности растений грибами, вызывающих различные виды ржавчины (Митрофанов, Митрофанова, 1972). Следует, однако, учитывать, что повышенная крупность зерновки лишь частично зависит от продуктивности метелки. Пленчатость контролируется генами, проявляющими аддитивное действие; наследуемость 62-95%. В разных скрещиваниях отмечено доминирование или низкого, или высокого содержания пленок. Независимая изменчивость массы зерна и процента пленок свидетельствует о возможностях селекции снизить пленчатость зерна (Stuthman, Grander, 1977).

В последнее время повысился интерес к голозерному овсу, как исходному материалу для селекции на качество зерна. Голозерные формы посевного овса не получили широкого распространения в культуре, так как по урожайности они значительно уступают пленчатым из-за череззерницы (Кабашов и др., 2018), большей чувствительности к агротехнике возделывания и условиям хранения (Лукьянова, Родионова, 1977). Отдельным пунктом стоит вопрос полноты выщелушивания зерна образцов (Кабашов и др., 2019). Тем не менее рядом авторов показана возможность создания сортов голозерного овса с урожайностью ядра (зерновки) на уровне пленчатых сортов, если они уступают пленчатому стандарту по урожайности не более чем на 20-25% (Кабашов и др., 2018). Согласно А.Д. Кабашову и др. (2018), основной причиной пониженной, по сравнению с

пенчатými генотипами, урожайности у голозерного овса является многоцветковость и не устойчивость к воздействию биотических и абиотических стрессоров.

Канадские ученые (Birgows et al., 2001) в своих исследованиях пришли к выводу, что пониженная урожайность зерна голозерного овса не связана с морфологией цветка и генами голозерности. Таким образом, голозерность не является препятствием для создания новых высокоурожайных сортов овса.

Масса 1000 зерен - это не только элемент структуры урожая, но и важный качественный показатель сорта, который определяет запас питательных веществ, всхожесть и жизнеспособность семян, пищевые и кормовые достоинства (Кулешов, 1964). Среди гексаплоидных культурных форм овса большей крупнозерностью и повышенной пенчатостью отличается вид *Avena byzantina* (Мордвинкина, 1960; Жуковский, 1964). Отмечено, что крупнозерность культурных форм овса с положительным результатом может контролироваться и рецессивными, и доминантными аллелями генов независимо от условий выращивания (Козленко, 1986).

Большое влияние на формирование данного показателя оказывают погодные условия в период формирования и налива. Корреляционная связь между величиной массы 1000 зерен овса и количеством осадков в июле месяце положительная среднего уровня (Баталова и др., 2008).

Влагообеспеченность и температурный режим, наряду с генотипом сорта, влияют на варьирование массы 1000 зерен как в колоске, так и в метелке овса (Youngs, Shands, 1974). В связи с этим важной задачей селекции является выделение источников и доноров, сохраняющих высокую массу 1000 зерен в меняющихся условиях вегетационного периода.

Значительное влияние на формирование массы 1000 зерен оказывают сроки уборки. Преждевременная уборка ведет к образованию щуплого и неполноценного зерна. При перестое происходит его осыпание, в первую очередь – крупных первых зерен в колосках верхней трети метелки, которая созревает раньше.

Итак, внутривидовая гибридизация, благодаря которой получено большинство районированных сортов овса, является ключевым методом селекции данной культуры в РФ. Увеличение продуктивности сорта является первоочередным направлением селекции и во многом оно зависит от таких показателей, как длина метелки, число зерен и колосков в метелке (Козленко, 2002; Кремкова, 1980; Кремкова, Лошак, 1982).

На вариативность крупности зерновок овса значительное влияние оказывают погодные условия выращивания и сортовая детерминированность (Youngs, Shands, 1974).

1.2.4. Устойчивость к болезням и вредителям

Болезни и вредители – это ключевые причины ухудшения качества зерна и понижения урожая зерновых и зернофуражных культур. По данным ФАО, потери урожая в мире от болезней составляют 9,3%, а от насекомых-вредителей - 8%. За минувшие годы ввиду ряда факторов фитосанитарная обстановка на полях РФ ухудшилась. Наблюдается рост заболеваемости растений (Баталова, 2000), численности насекомых-вредителей и их активизация и миграция в северном направлении. Нарушение севооборотов, перенасыщение их зерновыми культурами, весенне-летние засухи содействуют массовому появлению и обширному распространению новых облигатных и факультативных заболеваний. Ключевыми вредоносными заболеваниями овса в России являются корончатая и стеблевая ржавчины, пыльная и твердая головня, вирус желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ). Начиная с 2000 гг., ученые во всем мире обратили внимание, на известное ранее, но недостаточно изученное заболевание – фузариоз зерна. Все более вредоносными становятся факультативные грибные заболевания – гельминтоспориоз, септориоз, миратециум, корневые гнили.

Использование в производстве восприимчивых к болезням и вредителям генетически близких по генам устойчивости сортов может привести к эпифитотиям. Поэтому сейчас особо остро стоит вопрос о выведении разнообразных доноров и источников устойчивости (Cliford, 1995).

Головня

Головневые заболевания, вызываемые *Ustilago* spp., входят в число наиболее опасных болезней овса. До 1940-х годов ежегодные потери урожая овса от головни в США достигали 3...5%, в западной Канаде – 10...25%, а на отдельных полях – 75%. Несмотря на использование устойчивых сортов и химический контроль, которые значительно снизили уровень заболевания, головневые заболевания наблюдаются каждый год на больших территориях, а в 90-е годы прошлого века отмечалось даже повышение заболеваемости в Новой Зеландии (Harder, Haber, 1992). В Центральном регионе России пыльная головня является распространенным заболеванием. Иногда потери урожая зерна в Московской области достигают 25%. Помимо прямой потери урожая, выраженной в разрушении грибом метелок овса, происходит снижение качества продукции (Баталова и др., 2008).

У овса существует 2 формы головни – пыльная, вызываемая грибом *Ustilago avenae* Jens (Pers) Jens., и твердая, вызываемая грибом *Ustilago kolleri* Wille (Wallwork, 1992). Инфицированные растения могут быть несколько ниже здоровых, симптомы пыльной головни обнаруживаются, в основном, на метелках овса в период выметывания.

Инфицированные метелки появляются одновременно со здоровыми и обычно имеют более узкий и эректоидный габитус. Пыльная головня разрушает семена и цветковые пленки, которые становятся светло-серыми к моменту созревания (Martens et al., 1985).

Головневые болезни овса передаются от сезона к сезону в виде спор, происходящих из семян, причем наличие пленки очень сильно помогает развитию инфекции. После посева инфицированных семян споры прорастают, и их гифы проникают в молодые проростки на ранних стадиях развития и заражают растущее растение. Гриб и растение-хозяин развиваются вместе до тех пор, пока пыльная головневая масса не разрушит цветки и не заменит собой семена. Разрушаются все части цветка – завязи, пленки и ости. Неразрушенным остается только стержень. Споры пыльной головни легко переносятся ветром и инфицируют при этом

здоровые цветки. Споры шаровидные и короткоэллипсоидные, светло-коричневые, мелкоморщинистые, иногда почти гладкие.

Твердая головня также инфицирует метелку и споры, которые, чаще всего, разносятся при уборке урожая (Martens et al., 1985). При поражении твердой головней от колосовых чешуек остаются непораженными лишь тонкие наружные серебристые пленки, прикрывающие телиоспоры.

В естественных условиях уровень головневой инфекции варьирует по годам, причем вариабельность эта больше зависит не от количества доступного инокулюма, а от климатических условий, сложившихся при прорастании семян или в момент цветения. Выход спор имеет максимум во время цветения (Mills, 1967), но холодная пасмурная погода при цветении может снижать степень открытия цветков и, следовательно, возможность для инфицирования. Головневые грибы в целом достаточно устойчивы к широкому диапазону температуры и влажности, но количество инфекции сильно зависит от взаимодействия факторов среды, влияющих на прорастание и рост, как гриба, так и растения-хозяина. Чаще всего инфицирование происходит при температуре от 6 до 25°C, с оптимумом около 18...22°C, поскольку в таких условиях понижена влажность почвы. Высокая температура и влажность почвы менее благоприятны для развития болезни (Harder, Haber, 1992).

В настоящее время контроль заболеваний достаточно прост, поскольку имеются системные фунгициды (Martinelli, 1998; von Schmeling, Kulka, 1966), а селекция на устойчивость эффективна, так как существует большой набор доноров устойчивости (McKenzie et al., 1981, 1984). М. Hermann (2004) отмечал очень высокую корреляцию уровня оценок устойчивости к пыльной головне, полученной в полевых и вегетационных (в теплицах) опытах и рекомендовал тестировать устойчивость в условиях теплицы при высокой патогенной нагрузке. Он же указал, что в условиях Германии перспективными в селекции являются сорта овса с высокой устойчивостью: Neklan, Jumbo, Firth, Hamel, Boxer, Auteuil и Chantilly (по 2 последним в том числе велись исследования в данной работе).

В Центральном регионе Нечерноземной зоны изучением данной проблемы и выведением устойчивых к пыльной головне сортов занимается ФИЦ «Немчиновка». На базе данного института созданы такие зарекомендовавшие себя сорта, как Козырь, Яков, Буланный и ЗАЛП, которые получили свою устойчивость от сорта Putnam 61 (США), а ЗАЛП, кроме того, и от сорта Черкасский 1 (Россия). Новые перспективные линии пленчатого и голозерного овса получены от высокоустойчивых к пыльной головне сортообразцов пленчатого овса Komex (Польша), Braun (США) и сортообразцов голозерного овса Penniline-2005 (США), Ac Lotta, Ac Belmont, Ac Batton (Канада). В настоящее время в гибридизации используются в качестве доноров устойчивости к пыльной голове сортообразцы пленчатого овса Proat и Nugene (США), Ac Ronald и Ac Medalion (Канада), Negritta (Франция), Уралец (Россия) и голозерного овса Ac Gween, Ac Ernie, Gehl (Канада), Помор (Россия), генетическая линия № 58-2 (Канада) (Кабашов и др., 2013; Лейбович и др., 2018).

Большой интерес для селекции представляет местный селекционный материал, сочетающий высокий уровень устойчивости с адаптивностью к почвенно-климатическим условиям и формирующий урожайность на уровне районированных в регионе сортов.

Ценность представляют генотипы с комплексной устойчивостью к патогенам, в частности, к пыльной головне и корончатой, стеблевой ржавчине.

Ржавчина

Ржавчинные болезни приносят самый большой ущерб зерновым культурам. Все надземные части растений могут быть поражены на стадиях от проростков до полной спелости. Симптомы заболевания проявляются на стебле и черешке листа, но и листовая пластинка, и метелка могут также быть инфицированы. На овсе могут существовать 2 стадии развития спор – уредиальная и телеальная. Уредиоспоры в основном являются причиной эпидемии ржавчинных заболеваний. Уредиоспоры формируются в течении всего вегетационного периода растений. При созревании зерновых патоген прекращает производство уредиоспор и начинает продуцировать

телиоспоры (Sebesta et al., 1997). Пустулы уредий прорывают эпидермис и производят красно-коричневые споры. Развитие темно-коричневых телиоспор начинается с момента созревания растений. Телиоспоры остаются на соломинке.

Корончатая ржавчина является наиболее вредоносным заболеванием, которое повреждает овес. Она распространена по всему миру, обнаруживается во всех зонах возделывания овса (Simons, 1985). Корончатая ржавчина является одной из главных заболеваний овса в Центральной и Юго-Восточной Европе, Канаде, США, Южной Америке и Австралии, широко распространена в России. Урожай зерна отрицательно коррелирует с уровнем развития корончатой ржавчины (Chaves et al., 2002) и может снижаться у восприимчивых сортов на 50% (Martinelli et al., 1994). Заболевание вызывается грибом *Puccinia coronata* Cda. f. sp. *avenae* Erikss.

Особенностью данного заболевания является способность поражать несколько видов растений. Уредидальная и телеальная фазы развития проходят на злаках, включая все виды овса (*Avena* spp.), рожь (*Secale cereale*), ячмень (*Hordeum vulgare*), плевел (*Lolium* spp.), овсяницу (*Festuca* spp.), кострец безостый (*Bromus inermis*); спермогониальная и эцидиальная фазы проходят на кустарниках жостера (*Rhamnus*), альтернативном хозяине (Browning, 1973; Harder, Haber, 1992). Заражение патогеном вызывает структурные, биохимические и физиологические изменения у хозяина. Наиболее глубокие изменения связаны с внутриклеточным вторжением гриба и формированием гаусторий, но на ранних стадиях инфицирования не наблюдается никаких прямых физиологических влияний межклеточных гиф на протопласты клеток хозяина.

Симптомы болезни проявляются в виде желтых пустул, содержащих массу уредиоспор, которые выпирают после разрыва эпидермиса листа. Эти места повреждений либо круглые, либо продолговатые и находятся на обеих сторонах листовой пластинки и могут достигать других зеленых частей растения, когда болезнь получает сильное распространение. Через несколько недель границы уредопустул становятся черными, начинается формирование телиоспор. Когда инфицированное растение достигает стадии зрелости, продукция уредиоспор

прекращается, и они замещаются телиоспорами (Browning, 1973; Simons, 1985; Harder, Haber, 1992).

Уредииоспоры и эцидииоспоры *Puccinia coronata* f. sp. *avenae* распространяются ветром и могут перемещаться на большие расстояния. Их прорастание требует воды на поверхности листьев, и инфекция проникает в лист через открытые устьица. Этим двум процессам благоприятствует температура между 10 и 25°C. Температура выше 30°C ингибирует инфекционный процесс (Simons, 1985).

Количественная частичная устойчивость может обеспечить продолжительную защиту зерновых культур от ржавчины, поскольку практически не оказывает селекционного давления на популяцию патогена, хотя и из этого правила возможны исключения (Carson, Stuthman, 2004). В типичных случаях устойчивость к патогену обеспечивается простыми доминантными генами устойчивости (Nof, Dinoor, 1981; Simons et al., 1978). К настоящему времени идентифицированы около 100 генов устойчивости к корончатой ржавчине – от *Pc1* до *Pc96* и *PcX* (Harder et al., 1990; Marshall, Shaner, 1992; Simons et al., 1978). В то же время у гексаплоидных и диплоидных видов овса обнаружены и рецессивные гены, и неполностью доминантные гены устойчивости, а также гены, ингибирующие устойчивость (Simons et al., 1978; Wise et al., 1996). Harder и McKenzie (1984) объясняли проявление устойчивости также взаимодействием двух или трех генов как в доминантной, так и в аддитивной форме. A.L. Bush et al. (1994), W.L. Ronney et al. (1994) считают, что эти гены распределены по всему геному овса.

Некоторые локусы объединены в кластеры, например, локусы *Pc44*, *Pc46*, *Pc50*, *Pc68*, *Pc95* и *PcX* образуют один кластер (Chong et al., 1994; Harder et al., 1995; Martens et al., 1968; McKenzie, Green, 1965; McKenzie et al., 1965, 1968; O'Donoghue et al., 1996; Wong et al., 1983), другие кластеры образуют локусы *Pc35*, *Pc54* и *Pc6*; *Pc39* и *Pc55*; *Pc38*, *Pc62* и *Pc63* (Marshall, Shaner, 1992). В большинстве случаев, однако, неясно, являются ли они действительно кластерами разных генов или же представляют собой аллельные варианты одного гена (Koo et al., 1955; McKenzie, Green, 1962; McKenzie et al., 1965).

Большинство селекционеров использует в своей работе главные гены, которые обеспечивают полную расоспецифическую устойчивость. Однако в данном случае устойчивость формируется только на короткий период времени, более перспективно использование частичной устойчивости к патогену (Diaz, Stuthman, 2000). Авторы провели семь циклов рекуррентного отбора по урожайности и для выделенного высокоурожайного материала – четыре быстрых цикла (1 цикл = 1 год) рекуррентного отбора на устойчивость. Результаты, полученные авторами, говорят о том, что быстрый цикл рекуррентной селекции приводит к значительному повышению уровня устойчивости к корончатой ржавчине и может быть эффективной стратегией селекции.

Стеблевая ржавчина является более деструктивным патогеном, чем корончатая ржавчина. Снижение урожая зерна восприимчивых сортов варьирует от 27 до 29%, масса 1000 зерен может снижаться на 25...29%. Пленчатость повышается на 30...39% (Sebesta et al., 1999). В опытах М.Е. McDaniel (2000) было показано, что 29 восприимчивых к ржавчине сортов овса в среднем имели урожайность на 97% ниже, чем у устойчивого сорта TAM 397 в условиях Южного Техаса и на 63% ниже – в условиях Центрального Техаса.

Грибом, вызывающим заболевание, является *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *avenae* Eriks. and Henn., который поражает все виды овса, включая дикорастущие (Wallwork, 1992). Стеблевая ржавчина является повсеместно распространенным заболеванием, проявляясь во всех местах выращивания овса (Zillinsky, 1983).

Симптомы заболевания проявляются обычно на стеблях и листовых влагалищах, но листовые пластинки и метелки также могут быть инфицированы. Уредии споры развиваются в пустулах (уредиях), которые разрывают эпидермис и выделяют массу красновато-коричневых спор. Пустулы крупнее, чем у корончатой ржавчины, овальной или продолговатой формы, со свободными или порванными эпидермальными тканями вдоль их границ. Они могут возникать на обеих сторонах листа и продолжают развиваться до стадии полной спелости зерна. После этого развиваются телиоспоры как в самих уредиях, так и в других структурах,

называемых «телия». Стеблевая ржавчина проходит свою сексуальную стадию развития на растениях барбариса обыкновенного (*Berberis vulgaris* L.) в отсутствие альтернативного хозяина ее распространение и эпидемиология совпадают по схеме с корончатой ржавчиной (Leonard, Martinelli, 2005). Эпифитотии возможны, когда погода становится теплой (15...30°C) и влажной (Wallwork, 1992).

Выявлено 17 различных генов устойчивости овса к заболеванию (*Pg1-Pg17*) (Harder et al., 1990; Marshall, Shaner, 1992; Simons et al., 1978) *Pg1*, *Pg2* и *Pg8* формируют один кластер генов (Marshall, Shaner, 1992), ген *Pg4* ассоциирован с геном *Pg13* (McKenzie et al., 1970). Но, как и в случае с генами устойчивости к корончатой ржавчине, неясно являются ли они действительно кластерами разных генов или же представляют собой аллельные варианты одного гена (Koo et al., 1955; McKenzie, Green, 1962; McKenzie et al., 1965). Ген *Pg9* (и весь кластер, в который он входит) локализован на группе сцепления КО4; ген *Pg4* (и соответственно, *Pg13*) – на группе КО3 (O'Donoghue et al., 1996).

Эффективным для борьбы с источником инфекции является уничтожение альтернативных хозяев, либо размещение посевов овса в значительном удалении от промежуточных хозяев.

Уход от поражения – еще один важный фактор снижения ущерба от патогенов. Его можно достичь, проводя посев в более ранние сроки или используя скороспелые сорта, применяя оптимальные дозы азотных удобрений.

Эффективны листовые фунгициды, имеющие активное вещество пропиконазол и/или трифлуксистробин. Лучшее время использования фунгицидов для защиты – распыление по появлению флагового листа. Ржавчина может развиваться очень быстро, если флаговый лист покрыт спорами – применять фунгициды уже поздно.

Вирус желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ)

В последние годы вирус желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ) превратился в серьезное заболевание овса, присутствующее, по крайней мере, в следовых количествах в большинстве сеющих овес регионах (Kolb, Domier, 2000).

ВЖКЯ относится к группе лютео-вирусов. Эти вирусы характеризуются проявлением симптомов «желтости» и ограничены флоэмой, т.е. они переносятся исключительно тлями и существуют в виде 25 μm изометрических частиц (Mathews, 1982). ВЖКЯ включает в себя несколько родственных вирусов, сгруппированных в пять штаммов на основании видоспецифичности тлей, способных переносить частные штаммы. Переносчиками ВЖКЯ являются 23 вида тлей, которые заражают почти 100 видов однолетних и многолетних трав, включая ячмень, кукурузу, овес, рожь и пшеницу (Watkins, Lane, 2004).

ВЖКЯ диагностируется в полевых условиях по присутствию желтоватых или красноватых чахлых растений, расположенных отдельно или маленькими группами среди нормальных растений. Ранняя инфекция любого вида зерновых культур может привести к значительной остановке роста, чрезмерной или пониженной кустистости, ярко-желтой или красноватой окраске старых листьев, запоздалому выметыванию или созреванию, повышенной стерильности, уменьшению числа и массы зерна. У некоторых сортов овса листья становятся бронзовыми.

Это заболевание является не единственным, которое приводит к покраснению листьев овса. Заражение после прорастания значительно менее опасно, и проявляется в изменении окраски только верхних, или флаговых листьев. Листья растений, инфицированных ВЖКЯ, короче нормальных, а флаговый лист может быть значительно короче. Листья часто более жестки и более эректоидны. Корневая система редуцирована, и больные растения легче извлекаются из почвы, чем здоровые растения (Wallwork, 1992; Watkins, Lane, 2004). Первые симптомы проявления заболевания на овсе – желтовато-зеленые пятна около вершины старых листьев. В конечном итоге эти пятна увеличиваются и сливаются. Симптомы варьируют в зависимости от сорта, штамма вируса, стадии развития растений, температуры и других факторов среды. В основном цвет изменяется до оттенков желтого, красновато-оранжевого, красновато-коричневого или пурпурного (Martens et al., 1985).

Укорачивание растений происходит за счет потери способности к удлинению междоузлий. Это приводит к «телескопичности» растений, когда листья разворачиваются еще до того, как полностью выйдут из влагалища предыдущего листа. Зараженные растения становятся «карликами» и теряют свою нормальную форму. Даже метелка не может полностью или правильно развернуться. Растения, пораженные ВЖКЯ, могут быть, как случайно расположены на поле среди нормально развитых растений, так и как закругленные или угловатые группы, что отражает характер движения тлей по полю. Многие зараженные растения созревают преждевременно, после чего ни них могут появляться плесневые налеты, придающие им грязный вид и снижающие всхожесть собранных семян (Watkins, Lane, 2004).

Из более, чем 20 видов тлей, переносящих ВЖКЯ, наиболее вредоносными являются черемуховая – *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758), сорговая – *Rhopalosiphum maidis* (= *Rh. maidis*) (Fitch, 1856), большая злаковая – *Sitobion avenae* (Fabricius, 1775) и обыкновенная злаковая тля – *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852). Сорговая *Rh. padi* и розанно-злаковая тля *Metopolophium dirhodum* (Walker, 1849) являются наиболее важными переносчиками ВЖКЯ у овса. *M. dirhodum* широко распространен в Европе.

Вирус желтой карликовости ячменя зимует на зараженных озимых зерновых, на дикорастущих и возделываемых травах. Многолетние травы, типа мятлика лугового, ежи сборной, овсяницы тростниковой и бородача могут служить резервуаром для различных штаммов ВЖКЯ. Овес очень восприимчив к ВЖКЯ. Если его высевают в поздние сроки как почвопокровную, противозерозионную или кормовую культуру, то часто наблюдается поражение вирусом в сильной степени, и овес может служить важным источником для миграции тлей и вируса на озимые культуры.

Тли заражаются ВЖКЯ при питании на зараженном растении. Обычно это занимает от 24 до 48 часов питания, но получив вирус однажды, тля носит его в себе до конца жизни. Распространение вируса зависит полностью от передвижения тли. Одна очень активная тля, питающаяся короткий промежуток времени на

разных растениях, является более вредоносным переносчиком вируса, чем несколько тлей, питающихся на одном растении.

Опасные вспышки ВЖКЯ происходят в условиях высокой интенсивности освещения в прохладные, влажные сезоны (около 15°C), которые благоприятны не только для роста и трав и зерновых, но и для репродукции и миграции тлей. Дожди могут, как способствовать перемещению тлей, так и уменьшать их популяции. Вирус ввиду его тесной связи с тлями-переносчиками, не может переноситься с семенами, соком растений или другими насекомыми (Watkins, Lane, 2004).

Наибольший успех в контроле заболевания достигается созданием устойчивых или толерантных сортов. Наиболее восприимчивы к инфицированию поздно посеянные яровые овсы. Молодые растения более привлекательны для тлей, чем старые. Для минимизации вспышек заболевания посев озимых зерновых должен быть отложен до снижения численности популяции тли. Правильный выбор времени посева позволяет растениям развиваться в то время, пока популяция тли мала.

Красно-бурая пятнистость (гельминтоспориоз)

Поражает листья, колосковые или цветковые пленки, иногда зерно. Симптомы заболевания – узкие коричневые полосы на первом, втором и третьем листьях. На более старых листьях поражение начинается в виде маленьких коричневых пятнышек, которые развиваются в хорошо различимые удлиненные полосы отмерших тканей (Ivanoff, 1963; Ellis, 1971). Инфицированные растения подвержены полеганию и обламыванию на уровне почвы.

Другой симптом, называемый черным стеблем или ломкостью стебля, первоначально был описан Н.Н. Luke et al. (1957) и D.G. Jones, D.B.C. Clifford (1983). Он начинается с поражения листовых пластинок, непосредственно контактирующих с нодулами. Когда развитие болезни становится более значительным, мицелиальная масса гриба может выглядывать из разрывов стебля, и стебель легко ломается между третьим и четвертым междоузлиями. Симптомы черного стебля напоминают симптомы, описанные для *Septoria avenae* Frank (Luke

et al., 1957). Патогеном, вызывающим заболевание, является гриб *Bipolaris sorokiniana* (*Pyrenophors chaetomioides* Speg) или как его называли ранее *Helminthosporium teres* Sacc. f. *avenae-sativae* (Saccardo, 1882).

Гельминтоспориоз (красно-бурая пятнистость) характерен для большинства стран мира, где возделывается овес. Однако к настоящему времени нет доказательств того, что гриб производит токсины в листьях или в зерне, что смогло бы помешать использовать зерно в пищевой продукции и на корм животным.

Симптомы на семенах были впервые описаны М.М.С. Blum (1997). Позднее С.А.С. Vocchese et al. (2001) описали симптомы потемнения на поверхности зерна, интенсивность которого варьировала от желто-коричневого до черного в зависимости от плотности мицелия и его локальной энзиматической активности.

На инфицированных пожнивных остатках растений-хозяев *P. chaetomioides* развивает структуры, называемые псевдотеции (Martinelli et al., 2003). Однако половая стадия гриба редко упоминается в литературе ввиду ее меньшей значимости по сравнению с другими источником инокулюма. Асексуальная форма *P. chaetomioides* продуцирует конидии на метровой соломе, которая является основным источником инокулюма для формирующегося зерна, так как гриб в природе населяет почву (Shaner, 1981) и не переживает неблагоприятные условия в виде спор на почве (Ries, 1987).

Источником инфекции может служить зерно. Согласно Е.Ж. Маскхасек, Н.А.Н. Wallace (1952), на семенах овса, хранившихся 10 лет, остается до 10% грибной инфекции. В исследованиях J.E. Sheridan, P.E.T. Tan (1973) обнаружена жизнеспособность мицелия *P. chaetomioides* через семь лет хранения зерна овса. гриб переживает длительные периоды в хранящихся семенах при относительной влажности 12-13% (Ries, 1988).

Чернь колоса (оливковая или бурая плесень злаков)

Болезнь распространена повсеместно. Массовое развитие наблюдается в период созревания зерна, особенно во влажные годы. Оливковая плесень чаще

проявляется после цветения на листьях, стеблях и в большей степени на колосьях в виде оливково-черного бархатистого налета.

Согласно одним данным, болезнь вызывается грибами рода *Cladosporium* (Link, 1816) (Пересыпкин, 1989; Шкаликов, 2010), другие утверждают, что комплексом микромицетов: *Alternaria* (Nees, 1817), *Cladosporium* (Link, 1816), *Botrytis cinerea* (Pers., 1794) (Левитин, Тютерев, 2003). Согласно М.М. Левитину и С.Л. Тютереву (2003), каждый из указанных видов патогенов развивается независимо друг от друга и вызывает отдельное заболевание, но их сочетание называют чернью колоса.

Так, грибы рода *Alternaria* (Nees, 1817) – вызывают альтернариоз. (Федоров, 1976). Он легко распространяется потоками воздуха и способен выживать и развиваться в различных условиях. Конидии многоклеточные, темные, образуют цепочки. Перегородки поперечные и продольные (Благовещенская, 2015). Споры могут быть соединены в цепочки. Вначале гриб поселяется на старых листьях, со временем перемещается на молодые листья и стебель. Значительное ослабление растения приводит к тому, что патоген начинает проявлять паразитические свойства. Выступает, как вторичный паразит. Споры гриба присутствуют в патогенной флоре, окружающей семена всегда. Сильное развитие инфекции может привести к потере всхожести, но чаще всего семена к патогену толерантны. Отмечаются случаи передачи инфекции при помощи семян (Федоров, 1976).

Несовершенный гриб рода *Cladosporium* (Pers.) Link класса *Hyphomycetales* – вызывает кладоспориоз (Дорофеева, 2007). Темноокрашенная грибница располагается на поверхности тканей растений. На ней образуются пучки оливково-черных конидиеносцев, толщиной 5—10 мкм, с конидиями (Шкаликов, 2010). Конидии цилиндрические, удлиненные, оливково-черные, мелкощетинистые. Перегородки образуются в количестве 2 – 5 штук во второй половине развития. Иногда конидии почкуются (Пересыпкин, 1989).

Гриб — полупаразит с преобладающими свойствами сапротрофа. Он быстро развивается на выделениях тли. При сильном ее размножении на посевах поражение растений оливковой плесенью усиливается. Патоген обычен для

эпифитной микробной флоры созревших листьев различных видов растений (Федоров, 1976), поэтому развитие начинается в самом конце вегетации на стареющих растениях. Сохранение инфекционного начала в зимний период наблюдается в форме конидий и мицелия на растительных остатках. (Станчева, 2003). В период полной спелости во влажную погоду заболевание вызывает почернение всей надземной массы растений.

Botrytis cinerea Pers. – это полиморфный вид, вызывающий серую гниль (Благовещенская, 2015). Мицелий патогена развивается внутри тканей растений-хозяев и густым войлочным налетом серого или серо-коричневого цвета выступает на поверхность. Конидиеносцы древовидно разветвлены, цвет оливковый или коричневый. Конидии бесцветные или дымчатые, округлой или яйцевидной формы (Благовещенская, 2015). *B. cinerea* или серый ботритис – многоядный паразитический вид. В цикле развития гриба конидии, мицелий, склероции. Последние весной прорастают в мицелий либо формируют плодовые тела в виде апотеций с асками и аскоспорами. В почве патоген обитает на растительных остатках в форме мицелия и склероциев. Попадая на растения, серый ботритис заселяет отмершие ткани на небольших участках. Впоследствии токсические выделения гриба отравляют соседние здоровые клетки. После этого патоген проникает в них и использует для питания. (Федоров, 1976) Благоприятные условия для развития комплекса указанных выше патогенов и возникновения заболевания Чернь колоса создаются при повышенной влажности в период спелости зерна. Способствуют развитию инфекции поздняя уборка хлебов и поражение злаковыми тлями (Благовещенская, 2015).

Симптомом альтернариоза, кладоспориоза и оливковой плесени является оливково-черный бархатистый налет в виде уплотненных дернинок, покрывающих стебли и соцветия. Поверхность зерна покрывается различными повреждениями типа бороздок и черными пятнышками, территориально тяготеющими к зародышу (Станчева, 2003). Формирующийся на колосе плотный налет схож с телиоспорами пыльной головки пшеницы (Пересыпкин, 1989). Особенно сильно поражаются колоски и метелки при избыточной влажности воздуха в период дозревания овса,

вследствие чего колосковые чешуйки чернеют. Иногда наблюдается почернение наружных пленок зерна (Родионова и др., 1994).

Максимальные потери урожая могут достигать 10...20 %, качество зерна при этом ухудшается. (Шкаликов, 2010; Левитин, 2003) Одновременно комплекс патогенов отрицательно влияет на всхожесть семян и их хлебопекарные качества. (Станчева, 2003) Возбудитель сохраняется на пораженных растительных остатках, зерновках в виде гребницы и конидий. Мицелий кладоспориума травяного проникая в зерно, насыщает его токсинами и превращает в ядовитое для человека и животных. (Федоров, 1976).

Фузариоз зерна овса

Фузариевые грибы способны поражать все зерновые культуры, что приводит к снижению урожая и ухудшению качества зерна. Многие аспекты проблемы фузариоза колоса и зерна обобщены в ряде отечественных и зарубежных публикаций (Snijders et al., 1990; Parry et al., 1995; Buerstmayr et al., 1996; Mesterhazy, 2002; Иващенко и др., 2000; Bai, Shaner, 2004; Ковалева, Гагкаева, 2008). Однако большинство исследований этого заболевания проводились в основном на пшенице и ячмене.

В Польше, Канаде, Норвегии, Финляндии, Чехии, Словакии и России сейчас активно изучается проблема устойчивости овса, и проводится поиск ее источников (Kiesana et al., 2002; Tekauz et al., 2004, 2008; Bjørnstad, Skinnes, 2008; Parikka et al., 2008; Polsenska et al., 2008; Šlikova et al., 2008, 2010; Гаврилова и др., 2009а). Существующее до этого ошибочное мнение, что овес слабо поражается фузариевыми грибами, сложилось вследствие отсутствия ярко выраженных симптомов заболевания на этой культуре, в отличие, например, от ржи или пшеницы, что отмечал еще Н.А. Наумов (1916) в начале XX века в одной из первых монографий по проблеме фузариоза, указывая одновременно на высокую зараженность зерна. В научной литературе фузариоз зерна либо описывается по аналогии с заболеванием на колосовых зерновых культурах (Родионова и др., 1994; Хохряков и др., 2003), либо не упоминается в ряду вредоносных заболеваний овса

(Левитин, Тютереv, 2003; Лоскутов, 2007). Информация по устойчивости к фузариозу зерна у возделываемых сортов овса практически отсутствует, а при селекции этот признак игнорируется, несмотря на высокую повсеместную зараженность зерна (22-25%), которое (и это следует особо подчеркнуть) используется не только на фуражные цели, но и в качестве основы детского, спортивного и диетического питания.

Установлено, что инфекционный процесс, приводящий к колонизации зерна грибами рода *Fusarium* и накоплению микотоксинов, имеет общие, типичные для всех зерновых культур черты (Гаврилова и др., 2012).

На течение инфекционного процесса, вызванного грибами рода *Fusarium*, существенным образом влияют биологические, биохимические и морфоанатомические особенности овса. В отличие от колосовых культур у овса соцветие (метелка) состоит из колосков с большими кроющими чешуйками. Цветение и созревание, начинаясь с верхних колосков, происходит в нисходящем порядке, тогда как внутри колоска, наоборот, первыми открываются нижние цветки и процесс продолжается в восходящем направлении (Мордвинкина, 1966). У овса, по сравнению с пшеницей или ячменем период цветения и наибольшей восприимчивости к фузариозу длиннее и растянут по времени (Bjørnstad, Skinnes, 2008).

Показано, что в основном распространение гриба по колосу пшеницы осуществляется по сосудистой ткани через ось колоска в его стержень, в котором гриб развивается в обоих направлениях от инфицированного колоска и может продвинуться в цветоножку под колосом (Bushnell et al, 2003). В отличие от колоса, в котором колоски плотно прилегают друг к другу, в метелке они расположены на концах многократно ветвящихся веточек на расстоянии, что значительно затрудняет распространение патогенов в колоске. В недавно приведенных исследованиях показано, что для культуры овса вклад типов физиологической устойчивости к проникновению и распространению патогенов в метелке (соответственно I и II типы) в суммарную устойчивость малозначителен (Bjørnstad, Skinnes, 2008; Yan et al., 2010). Даже при искусственной инокуляции овса у

растения, в незначительной степени подвергшегося заражению, имеются только единичные колоски с видимыми симптомами фузариоза. Маловероятно, что распространение гиф гриба способно происходить в метелке эндогенно по тканям веточек от одного колоска до другого. Есть все основания считать, что для овса более характерно многополярное, экзогенное первичное заражение колосков. Не случайно симптомы фузариоза зерна овса в поле, как правило, проявляются на единичных колосках, расположенных на концах разветвленных веточек соцветия.

В зависимости от агрессивности патогена и условий, сопутствующих заражению, в инфицированных колосках образуются щуплые, легковесные, деформированные, потемневшие, хрупкие зерновки или же семена вообще не формируются. Однако у овса основная доля колосков и зерна в них не подвергаются видимым изменениям (IV тип физиологической устойчивости) даже при наличии грибной инфекции. Поэтому визуальный анализ поражения метелки в поле и зараженности полученного зерна овса малоинформативен (Гагкаева и др., 2012).

С практической точки зрения особый интерес представляет V тип физиологической устойчивости овса к фузариозу, влияющий на итоговую загрязненность зерна микотоксинами. Мониторинг фузариотоксинов в зерновых культурах (Кононенко, Буркин, 2009) выявил четкую закономерность загрязнения зерна Т-2 токсином у овса в гораздо большей степени, чем у других культур (пшеница, рожь, ячмень). Проведенный сравнительный анализ на Северо-Западе РФ в 2007 г. показал, что овес, по сравнению с другими возделываемыми зерновыми культурами, поражается сильнее: зараженность зерна составила 15,2% (пределы варьирования – от 2,0 до 65,3%), 39% образцов содержали Т-2 токсин, 81% - дезоксиниваленол (ДОН) (Гагкаева, Гаврилова, 2010). В Германии ДОН был выявлен в 71% выращенных образцов овса (Schollenberger et al., 2006). Канадские исследователи установили значительное повышение содержания ДОН в зерне овса (в 2-4 раза) относительно ожидаемого результата на пшенице и ячмене (Tekauz et al., 2008). Авторы высказали предположение, что овес как субстрат, возможно, стимулирует образование ДОН у *F. graminearum*.

В то же время другими авторами получены противоположные данные, демонстрирующие, что овес накапливает ДОН в меньшей степени, чем другие зерновые культуры: при инокуляции *F. culmorum* в среднем показатели были ниже, чем у пшеницы и ячменя (Liu et al., 1997). В полевых образцах у овса, выращенного в Норвегии, содержание ДОН оказалось ниже, чем у яровой пшеницы и ярового ячменя, но выше, чем у озимой пшеницы (Elen et al., 2003). Польские исследователи установили, что овес, инокулированный *F. avenaceum*, накапливает токсин монилиформин (МОН) в меньшей степени, чем другие зерновые культуры (Chelkowski et al., 1990; Golinski et al., 1996).

В последние годы в европейских странах отмечено возрастание загрязненности овса Т-2 и НТ-2 токсинами, содержание которых в зерне строго регламентировано (Kosiak et al., 2003; Parikka et al., 2007; Edwards et al., 2009; Pettersson, 2010; Djurle et al., 2010). Это связывают с появлением и массовым распространением в посевах зерновых, и в особенности овса, нового вида гриба *F. langsethiae*, способного продуцировать большое количество указанных микотоксинов так же, как повсеместно был распространен *F. sporotrichioides* (Torp, Nirenberg, 2004). Очевидно, что проблема аккумуляции микотоксинов в зависимости от продуцирующего их вида гриба, субстрата и условий требует дальнейшего тщательного исследования.

Хорошо известно, что в комплексе патогенов, вызывающих фузариоз овса, как правило, доминирует *F. roae* (Шипилова, 1994; Иващенко и др., 2000; Текауз et al., 2004; Kurowski, Wysocka, 2009; Гаврилова, Гагкаева, 2010). Этот гриб продуцирует микотоксин ниваленол, относящийся к трихотеценовой группе химических соединений (так же, как ДОН, Т-2 и НТ-2 токсины). Есть все основания полагать, что этот микотоксин – основной контаминант зерна у овса, влияющий на его качество. Однако ниваленол не относится к числу регламентированных фузариотоксинов в зерне и массовый анализ этого опасного токсина в зерне овса и продуктах его переработки не проводится.

Явное доминирование *F. roae* в комплексе патогенов зерна у овса до сих пор не имеет точного объяснения. Среди широко распространенных видов рода

Fusarium, паразитирующих на зерновых, *F. poae* – единственный патоген, не способной к обильному образованию макроконидий, массовое скопление которых обычно и придает розово-оранжевую окраску колосковым чешуйкам. Инокуляция *F. poae* приводит к появлению шероховатости, глазковой пятнистости колосковых чешуй и малозаметного порошистого налета, состоящего из шаровидных микроконидий (около 5 мкм в диаметре), легко распространяемых ветром. Также для культур этого гриба характерно присутствие довольно сильного приторно-сладкого аромата. По мнению некоторых исследователей, запах служит для привлечения насекомых и клещей, способствующих разносу конидий (Кальвиш, 1969; Gordon, 1959; Pettersson, Olvang, 1997). Предполагается, что *F. poae* заражает уже поврежденную (например, трипсами) растительную ткань (Sturz, Johnson, 1983). Такое пассивное проникновение инфекции объясняет значительное распространение *F. poae* в годы с недостаточной влажностью в период вегетации зерновых, когда активность насекомых и клещей высокая. Кроме того, гриб *F. poae*, как и овес, относительно малотребователен к теплу (Doohan et al., 2003). В годы с повышенными значениями влажности и температуры в период выметывания-созревания, благоприятствующими развитию более агрессивного вида *F. graminearum*, гриб *F. poae* проигрывает ему в конкуренции как субстрат (Henriksen, 1999). Однако в засушливых и более прохладных условиях *F. poae* имеет явные преимущества и может быть едва ли не единственным представителем этого рода грибов на зерне (Шпилова, 1994; Гаврилова и др., 2009b). Можно также предположить повышенную аттрактивность химического состава тканей овса для этого гриба.

В последнее время на Северо-Западе и в Нечерноземной зоне РФ, где эта культура занимает значительные площади, типичные симптомы фузариоза на метелках овса стали встречаться чаще (Гагкаева и др., 2009). По данным ВИР, это связано с появлением в зоне возделывания овса одного из самых агрессивных грибов рода *Fusarium* – *F. graminearum*, для которого характерно быстрое образование спороношения в виде массы макроконидий на колосковых чешуйках и, как следствие, появление видимых симптомов заболевания. Расширение ареала

этого патогена на территориях, где ранее он не выявлялся, также отмечено на севере Европы (Waalwijk et al., 2003; Nicholson et al., 2003) в США и Канаде (Ward et al., 2008; Gale et al., 2007). Гриб *F. graminearum* продуцирует токсин ДОН, наличие которого подлежит обязательному анализу при исследовании зерна, используемого на кормовые и пищевые цели. Так, в Норвегии в зерне овса выявлено до 25 мг/кг ДОН, что в 25 раз превышает допустимый уровень в продовольственном зерне в европейских странах (Bjørnstad, Skinnes, 2008).

У пленчатых форм овса зерновка покрыта сверху кожистой цветковой пленкой, но не срастается с ней, как у ячменя, и при незначительном усилии легко отделяется (Мордвинкина, 1966). Удаление цветковых пленок значительно (в 1,6-2,0 раза) уменьшает зараженность зерна. В. McCallum с соавторами сообщают, что количество ДОН в образцах зерна из Манитобы (Канада) варьировало от 1,2 до 2,3 мкг/кг, а после удаления пленок снизилось до значений менее 1,1 мг/кг (McCallum et al., 1999). Сходные результаты сообщали английские исследователи, выявившие снижение (на 90-95%) количества микотоксина в овсе после удаления пленок (Scudamore et al., 2007; Edwards et al., 2009). Эти данные согласуются с опубликованными польскими коллегами статьями, показавшими снижение содержания ДОН в пленчатых сортах овса после удаления пленок в 9 раз (Šlikova et al., 2010). Таким образом, цветковая пленка играет важную роль в защите зерновки, служит дополнительным барьером для проникновения патогена и факторам пассивной устойчивости (Лоскутов и др., 2016а).

В то же время у образцов голозерных форм овса по сравнению с пленчатыми выявлена высокая устойчивость к фузариозу (Tekauz et al., 2005, 2008; Yan et al., 2010; Gagkaeva et al., 2002; Legzdina, Buerstmayr, 2004). При искусственной инокуляции зараженность образцов зерна у голозерных форм овса может снижаться 5-кратно, накопление микотоксинов – 2,6-кратно по сравнению с показателями пленчатых форм. По всей видимости, голозерные формы растений имеют уникальные механизмы устойчивости, защищающие зерно от проникновения патогенов инвазии зерновки и препятствующие накоплению микотоксинов.

Поскольку при использовании овса в пищевой промышленности цветковые чешуи удаляются, то это приводит к значительному снижению количества микотоксинов в конечной продукции. Однако в процессе хранения зерна при возникновении способствующих инфекций условий с чешуей может легко перейти на саму зерновку и продолжить развитие, вызывая нежелательные последствия. В народной медицине отвар неочищенного зерна овса активно используют для лечения кашля, при диабете, при нарушении обмена веществ, атеросклерозе, нарушении работы желудочно-кишечного тракта. При использовании овса в кормовой промышленности также используется неочищенное зерно, и микотоксины, продуцируемые грибами рода *Fusarium* отрицательно влияют на здоровье домашних животных и птиц (Kalac, Woolford, 1982; Joffe, 1986; Smith, MacDonald, 1991; D`Mello et al., 1999). Таким образом, значительная зараженность овса грибами и опасность высокого содержания микотоксинов, требуют постоянного наблюдения за состоянием зернового сырья и продуктов его переработки. Также необходимо создание высокопродуктивных сортов, способных противостоять проникновению грибов и препятствовать аккумуляции токсичных метаболитов в зерне.

По некоторым данным, если признак невосприимчивости сорта к патогену сохраняется на протяжении 5 лет, то затраты на создание сорта окупятся в сотни раз (Лесовой, Пантелеев, 1987). Однако доля устойчивых к болезням сортов зерновых культур в отечественном сельскохозяйственном производстве составляет не более 20% (Сурин, 2004). В связи с этим поиск доноров и источников, создание на их основе устойчивых к основным патогенным комплексам культуры в Нечерноземной зоне (головня, ржавчина, пятнистости и др.) является актуальной.

В настоящее время большинство информации относительно болезней овса, их биологических характеристик, эпидемиологии и генетики, связано с исследованиями сортов, а не кормовой массы. Чтобы создавать эффективные механизмы контроля, все аспекты взаимодействия патогенов с растениями овса, особенно в их естественной окружающей среде, должны быть детально изучены. В современных условиях значительно возросла необходимость поиска и передачи

генетической устойчивости к большинству болезней, которая имеется у различных видов овса, в т.ч. диких, в сорта возделываемого овса.

Достигнуты определенные успехи в селекции на устойчивость к болезням, но проблемы не решены. Необходимо создавать устойчивые к болезням сорта, которые не требовали бы применения фунгицидов. Хотя, процесс преодоления многих заболеваний, особенно в благоприятных для их развития условиях окружающей среды, очень трудоемок.

1.3. Биохимические особенности зерна

Основные вещества зерна, определяющие его питательную ценность, - белок, углеводы, липиды, витамины и другие биологически активные соединения. Химические вещества неодинаково распределены в различных частях семени. Плодовые и семенные оболочки содержат много целлюлозы, пентозанов. Алейроновый слой имеет высокую концентрацию белка, целлюлозы, золы, а эндосперм – высокую концентрацию крахмала и белка. Зародышевые части (ось, щиток) богаты белком и маслом. Среднее содержание тех или иных веществ в целом зерне определяет удельная масса отдельных его частей. Химический состав зерна зависит от сорта, агротехники и условий произрастания.

Одним из основных направлений современной селекции овса является улучшение качества зерна: достижение высокого содержания белка и масла, оптимизация аминокислотного и жирнокислотного составов. По мнению некоторых экспертов, в будущем овес может стать в ряд с основными источниками растительного белка и даже масла для потребления человеком. Данные по генетике биохимических признаков у овса представлены главным образом результатами исследований генетического контроля полиморфных белковых систем. У разных видов овса изучено наследование множественных молекулярных форм различных ферментов. У большого набора американских коммерческих сортов идентифицировано четыре гена – *Av-1*, *Av-2*, *Av-3* и *Av-4*, определяющих содержание авенина с разнообразной степенью их проявления и доминантного гена активности диафразы – *Dia-1*.

Последнее время к важнейшим биохимическим компонентам, повышающим пищевое значение овса, относятся β -глюканы, токоферолы, стеролы, авенантрамиды и другие компоненты. В настоящее время это направление изучения коллекции является наиболее перспективным (Лоскутов, 2007).

Содержание крахмала, масла и белка в зерновках

Крахмал. Важной характеристикой перевариваемости зерна является наличие в нем крахмала. По своей структуре крахмал овса стоит ближе к наиболее крахмалистой культуре – рису и отличается от крахмала пшеницы (Bechtel, Romeranz, 1981). Содержание амилозы в крахмале овса в 1,5 раза ниже содержания этого компонента в крахмале пшеницы (Paton, 1986). Содержание амилозы в крахмале овса составляет 25-30%, и по своим физическим показателям он выгодно отличается от крахмала других зерновых культур (Peterson, 2004). О сортовых особенностях качества крахмала овса можно судить по содержанию в нем амилозы и амилопектина. Соотношение между ними определяет консистенцию каш, их развариваемость.

Наибольшие показатели по содержанию крахмала в зерновке овса были найдены у голозерных форм *A. sativa* (Салмина, 1980). У пленчатых форм *A. sativa* было отмечено большое варьирование этого признака (Родионова, 1974). Максимальные показатели по содержанию амилозы в крахмале были найдены у форм *A. byzantina* (Салмина, 1980). Высокое качество крахмала было отмечено у австралийских районированных сортов овса, которые большей частью относятся к виду *A. byzantina* (Hall, Tarr, 2000).

β -глюканы. Физиологически важным диетическим компонентом зерна считается (1-3) (1-4)- β -D-глюкан, или некрахмалистый водорастворимый полисахарид β -глюкан. При этом отмечается, что данный компонент типичен для всех представителей семейства *Poaceae*: в ячмене его содержание колеблется в пределах 3-11%, у ржи 1-2%, у пшеницы <1%, у других зерновых обнаружены только его следы (Wood, Beer, 1998). Наличие в зерновке овса повышенного количества β -глюканов определяет вязкость овсяных отваров. Смешанный β -

глиюкан эндосперма овса принадлежит к группе неразветвленных полисахаридов, состоящих из 1-4 и 1-3 связанных β -D-глюкопиранозных остатков в различных соотношениях (Wood, 1986). Изучение β -глиюканов у культурных сортов овса связано с использованием их в диетических целях и в медицинской промышленности (Hurt et al., 1988).

Различные авторы определяют наличие β -глиюканов в зерновке овса на уровне от 1,9% до 7,5% (Wood, Beer, 1998; Wood et al., 1977). Большое содержание β -глиюканов (более 5%) было найдено у сортов Кировец, Аргмак (Кировская обл.), Спринт 2 (Свердловская обл.), Aslak (Финляндия), Belinda (Швеция). Кроме того, были выделены следующие, являющиеся источниками повышенного содержания β -глиюканов: Теремок (Кировская обл.), Амурский утес (Хабаровский кр.), Синельниковский 28 (Украина), Holden, Spear, Wright (США) (Лоскутов, 2007).

При внутривидовом скрещивании этот признак наследуется полигенно с аддитивным эффектом (Holthaus et al., 1996). Этот показатель варьирует в зависимости от места и условий выращивания, но не столь сильно, как содержание белка и масла в зерновке. В то же время, содержание β -глиюканов не зависит от размера самой зерновки (Brunner, Freed, 1994; Ganssmann, 1996; Miller et al., 1993a; Peterson, 1991). По ряду данных, увеличение количества β -глиюканов, с одной стороны, отрицательно зависит от накопления белка в зерновке (Miller et al., 1993b), с другой – прямо пропорционально увеличению белка и обратно пропорционально содержанию жира в зерновке (Kibite, Edney, 1996). По всей видимости, это объясняется тем, что динамика накопления β -глиюканов в зерновке отличается от динамики накопления других биохимических компонентов (Doehlert, 1996).

Жиры. Зерно овса богато и другими химическими соединениями, в частности, жирами (Жуковский, 1933). Жиры растительного происхождения наиболее благоприятны для диетического питания, и поэтому доля потребления растительного масла все время увеличивается и сейчас составляет более 60% (Robbelen, 1975). В среднем содержание свободных липидов в зерновке овса находится на уровне 7-9% (Baker, McKenzie, 1972; Thro et al., 1985). Другие зерновые культуры имеют содержание масла в зерновке намного ниже – кукуруза

до 5,8%, просо – 5,5%, сорго – 5,3%, ячмень – 4,6%, пшеница – 3,8% (Morrison, 1978). С другой стороны, повышенное накопление масла в зерновке вызывает дополнительные трудности при его хранении. На этот показатель в зерновках овса оказывают влияние как климатические, так и генотипические особенности, оно отрицательно связано с размером зерновки, но не в такой мере, как это проявляется по отношению к содержанию белка (Brown, Craddock, 1972; Saastsmoinen et al., 1989).

Жиры (свободные и связанные) содержатся во всех частях зерновки овса, но в большом количестве (относительно массы зерна) они накапливаются в эндосперме: наружном алейроновом слое и основной крахмалистой паренхиме. Распределение в накоплении свободных и связанных жиров в зерновке овса происходит следующим образом: 2% свободных жиров и 0,6% связанных находится в пленке, покрывающей зерновку, эндосперм содержит 5,2% и 1,0%, алейроновый слой – 6,4% и 1,3%, щиток зародыша – 20,4% и 4,2%, эмбриональная ось зародыша – 10,6% и 4,1% соответственно (Youngs, 1986). У высокомасличных форм липиды, в большей степени, располагаются в клетках эндосперма, в то время как у низкомасличных липиды концентрируются в клетках алейронового слоя (Heneen et al., 1992).

Накопление значительного содержания масла в зерновке овса влечет за собой изменение морфологических признаков: многие признаки габитуса растения, связанные с фотосинтетической деятельностью, увеличивают свои параметры. При увеличении количества масла в зерновках содержание белка остается неизменным (Schipper, Frey, 1991a). Содержание масла в зерновках культурного вида *A. byzantina* в ряде случаев превосходит его содержание у форм *A. sativa* (Жуковский, 1933; Ярош и др., 1977). Поиск аллелей генов, увеличивающих этот показатель у культурных видов овса при неизменном уровне урожайности, не дает желаемых результатов. Кроме того, выяснено, что гены, контролирующие этот признак у культурных и дикорастущих видов, не аллельны (Frey, 1986; Thro, Frey, 1985). Использование же межвидовой гибридизации явилось более результативным методом селекции на этот признак. У некоторых диплоидных и

тетраплоидных видов содержание масла в зерновке доходит до 12-13% (Welch, Leggett, 1997). Основным методом передачи повышенной масличности от дикорастущих видов к культурным является рекуррентная селекция (Branson, Frey, 1989a; Branson, Frey, 1989b; Frey, Holland, 1999; Schipper, Frey, 1991b).

Жирнокислотный состав масла. Культурный овес обладает хорошо сбалансированным жирнокислотным составом относительно других зерновых культур (Olson, Frey, 1987; Schipper et al., 1991).

Триглицериды овсяного масла представлены двумя типами: мононенасыщенные, диненасыщенные – 42,5% и триненасыщенные – 55,9% (Нечаев и др., 1972; Новожилова и др., 1967). Кроме этого, в эволюционном плане наличие полиненасыщенных жирных кислот, таких как линолевая и линоленовая могло появиться у растений только благодаря взаимодействию хлорофилла растительной клетки, кислорода и света (Robbelen, 1975). В масле овса на долю линолевой, олеиновой и пальмитиновой кислот приходится 90-95%, на долю мистициновой, стеариновой и линоленовой – 1-4%, другие жирные кислоты составляют только доли процента (Welch, 1995). Таким образом, масло овса по количественным показателям жирных кислот имеет высокие пищевые достоинства: в его составе преобладает незаменимая линолевая кислота, на долю линоленовой кислоты, также незаменимой, но быстро окисляющейся, приходится низкий процент от суммы всех кислот (Родионова и др., 1994).

С увеличением процента масла в процессе селекции в его составе будет возрастать концентрация олеиновой кислоты, а не полиненасыщенных кислот, которые легче подвергаются окислению при хранении зерна (Ярош и др., 1977).

Масло в зерновках гексаплоидных дикорастущих видов практически не отличается от культурных: главные кислоты в его составе – также олеиновая и линоленовая, причем количество последней либо несколько уступает олеиновой, либо превышает ее. Сумма полиненасыщенных кислот укладывается в амплитуду культурных видов. Таким образом, дикорастущие виды отличаются от культурных больше по содержанию масла, чем по соотношению в нем жирных кислот (Ярош и др., 1977). При скрещиваниях форм с высоким и низким количеством линолевой

кислоты установлено, что наследование линоленовой и олеиновой кислот происходит олигогенно (Karow, 1984). Другие авторы считают, что пальмитиновая, олеиновая и линоленовая кислоты наследуются полигенно с аддитивным эффектом (Thro, 1982), при том, что проявление характера наследования выражается как частично доминантное (Webster, 1986).

Увеличение содержания насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот в масле овса ведет к уменьшению содержания полиненасыщенных кислот, которые легко подвергаются окислению при хранении зерна (Лоскутов, 2003).

Белок. Процентное содержание белка у овса и его выход с единицы площади часто превышает эти показатели у других зерновых культур, а его аминокислотный состав лучше сбалансирован, что говорит о хорошей питательной ценности этой культуры. В среднем, содержание белка в зерне овса находится на уровне 9-12% (Губанова, Козленко, 1980; Козленко, 1981), хотя максимальное его содержание у некоторых коммерческих сортов доходит до 20% (Briggle et al., 1975; Souza, Sorrels, 1990). Традиционно формы *A. byzantina* имеют большее содержание белка в зерне, чем формы посевного овса (Вавилов, 1962; Жуковский, 1933). Однако урожайность зерна у зерновых культур отрицательно коррелирует с содержанием белка в зерновке, но у овса содержание белка напрямую связано с натурным весом зерна (Marshall, Kolb, 1986). Большое содержание белка в зерне культурных видов овса приводит к существенному уменьшению липидов (Brown et al., 1966) и β -глюканов в нем (Miller et al., 1993b). Поиск у культурных видов аллелей генов, уменьшающих накопление крахмала и увеличивающих содержание белка при неизменном уровне урожайности, не дает желаемых результатов.

Использование межвидовой гибридизации явилось более результативным методом селекции на этот признак (Alexander, 1975; Axtell, 1981; Clamot, 1984; McFerson, Frey, 1990). При скрещивании культурных и дикорастущих гексаплоидных видов содержание белка и урожайность наследуются независимо (Cox, Frey, 1985; Kuenzel, Frey, 1985). Высокое содержание белка, как у культурных, так и у дикорастущих видов наследуется через рецессивные аллели генов с аддитивным эффектом (Sraon et al., 1975). У гексаплоидных сорно-полевых

видов овса содержание белка на беспленчатое зерно может составлять 27-28% (Campbell, Frey, 1972), а по некоторым данным может достигать до 35% (Frey, 1975). При сравнении гексаплоидных видов культурного и дикорастущего овса было установлено, что процентное содержание белка в поперечных срезах зерновки у дикорастущих видов было больше, а содержание белка в пересчете на зерновку было меньше в силу меньшего размера самой зерновки диких видов (Youngs, Peterson, 1973).

Повышение количества белка в зерне важно не только для пищевых целей, но и для фуражного зерна. В последнее время для корма скота, особенно в коневодстве, используют голозерные формы овса, в селекции которого для повышения концентрации белка в зерне также используют дикорастущие виды (Wood et al., 1977).

Аминокислотный состав белка. Белковый комплекс зерна овса состоит на 14% из альбуминов, на 20% из глобулинов, на 55% из проламинов и на 14% из глютелинов (Соколова, 1976).

Отдельные белки, выделяемые по растворимости, представляют собой смеси разных белковых компонентов. Высокобелковые формы имеют больший процент глобулинов и глютелинов по сравнению с низкобелковыми (Ohm, Peterson, 1975). Кроме этого, отдельные группы белков не только различаются по физико-химическим свойствам, но и характеризуются определенным аминокислотным составом. Пищевая ценность белков определяется в первую очередь содержанием «незаменимых» аминокислот (лизина, триптофана, метионина, треонина, валина, фенилаланина, лейцина, изолейцина). Наибольшая концентрация незаменимых аминокислот в зерновке овса находится в различных ее частях. Так, например, метионин, изолейцин концентрируются в эндосперме и зародыше, фенилаланин, лейцин – в эндосперме и алейроновом слое, треонин, валин – в зародыше и алейроновом слое (Fulcher, 1986).

Белок овса очень ценен, и у различных сортов овса его ценность (в сравнении с куриным яйцом) колеблется в пределах от 55 до 66 единиц (Седова, 1969). Основной аминокислотой при определении ценности белка является лизин. У овса

отсутствует обратная связь между содержанием белка в зерне и лизина в белке, что открывает широкие возможности для селекции на этот признак (Лызлов, 1992).

Аминокислотный состав белка культурных видов овса хорошо сбалансирован (Ярош и др., 1977; Robins et al., 1971).

Качество зерна овса, кроме наличия белка, зависит от содержания лизина и других аминокислот в конкретных образцах, что очень важно для выявления их питательной ценности.

Ученые выявили некоторые закономерности в накоплении белка и отдельных аминокислот в зерновке овса: содержание всех «незаменимых» аминокислот (кроме метионина) тесным образом положительно связано с содержанием белка и лизина (Лоскутов, 2007). От содержания лизина в белке положительно с высокой степенью достоверности зависит содержание всех аминокислот, кроме пролина и метионина. Содержание остальных аминокислот связано между собой положительно с разной степенью достоверности, кроме связи с содержанием метионина (Лоскутов, 2003).

Витамины

В зерне овса наиболее хорошо изучены такие витамины группы В, как тиамин, рибофлавин, ниацин (никотиновая кислота), пантотеновая кислота, в меньшей степени – холин, биотин, пиродоксин. Овес от других зерновых культур отличается более низким содержанием ниацина. Содержание рибофлавина и пантотеновой кислоты также понижено, что следует иметь в виду при составлении рациона для животных. По некоторым данным, в зависимости от генотипа содержание витаминов варьирует в широких пределах (мг/кг): тиамина – 5,37-9,69, рибофлавина – 1,05-1,87, ниацина – 4,4-11,7, пантотеновой кислоты – 6,3-12,7 (Frey, Watson, 1950).

Витамины группы В неравномерно распределены в различных частях семени. В оболочке (пленке) спелого зерна тиамин отсутствует. На долю зародыша приходится 9 %, щитка – 27, отрубей – 61 и эндосперма – 3% общего содержания тиамина в зрелом зерне (Holman, Godden, 1947). Согласно исследованиям Л.Х.

Пуллки (Pulkki, Puutula, 1947), тиамин в целом зерне овса содержится 4 мг/кг, в оболочке – 0,9, в зерне без оболочки – 5, в полированном зерне – 4, в пыли, полученной при полировке зерна, – 10,7 и в крупе – 4,1 мг/кг. Согласно данным этих авторов, распределение ниацина такое же, как и тиамин: наружные ткани зерна содержат ниацина больше, чем внутренние, но так как наружные слои тоньше центральных, то абсолютное количество никотиновой кислоты в наружных и внутренних слоях одинаково (Родионова и др., 1994).

В овсяной крупе содержание витаминов составляет (мг/кг): тиамин – 7,7, рибофлавин – 1,4, ниацин – 9,7, пантотеновой кислоты – 3,6, пиридоксин – 1,2, фолиевой кислоты – 0,6, α -токоферол – следы; овсяные хлопья отличаются от крупы в основном тем, что содержат меньше тиамин (6,7 мг/кг), больше пантотеновой кислоты (4,8 мг/кг), следы фолиевой кислоты, а количество α -токоферол составляет 19,4 мг/кг. Из жирорастворимых витаминов в семенах овса кроме токоферол обнаружен провитамин А. В масле семян содержание каротиноидов составляет 16,0, а токоферолов – 41,1 мг на 100 г (Нечаев, 1971).

По содержанию витаминов группы В – тиамин, рибофлавин, ниацин и холин *A. byzantina* среди гексаплоидных культурных видов имел наивысшие показатели вместе с голозерными формами *A. sativa* (Низова, 1993). По содержанию витамина В1 овсяные продукты не уступают гречневой крупе и превосходят пшеницу и ячмень (Баталова, 2000). Финскими исследователями было определено, что накопление тиамин в зерновках овса в большей степени зависит от условий выращивания, и в меньшей от генотипа сорта, хотя были выделены финские сорта с содержанием тиамин более 7% (Hietaniemi et al., 2000). Кроме водорастворимых витаминов группы В овес содержит жирорастворимый витамин Е (токоферолы и токотриенолы). Отмечается, что эти вещества обладают повышенными антиоксидантными свойствами (Peterson, 2001), что придает такому маслу большую устойчивость против окисления. Как токоферолы, так и токотриенолы имеют ряд изомерных форм, обозначаемые буквами α , β , γ и δ . Всего в состав витамина Е может входить восемь таких изомеров, большую часть из которых составляют α изомеры (70-85%), где δ изомеры составляют не более 1%.

Общее содержание токоферолов у сортов овса может достигать до 2,6–3,2 мг/100 г, что составляет значение на порядок ниже, чем у ячменя (Welch, 1995). У американских сортов этот показатель достигает до 4 мг/100 г. У высоко масличных линий содержание α -токотриенолов тесно коррелирует с содержанием масла (Peterson, 2004). По предварительным данным, общее содержание токоферолов у голозерных сортов овса в 2 - 3,5 раза превосходит их содержание у пленчатых. По всей видимости, это защитная реакция растений на окисление масла голых зерновок, не защищенных цветковыми пленками от воздействия внешних условий. Кроме того, определено, что у разных сортов содержание α изомера составляет 53-55% от общего количества токоферолов, сумма $\beta+\gamma$ – 32-40% и δ – может достигать до 15% (Лоскутов, 2007).

Зерно овса является хорошим источником витаминов. В нем присутствуют как витамины, растворимые в воде, так и растворимые в жирах. Поэтому ежедневное использование в питании овсяных продуктов позволяет в значительной степени восполнить потребность организма в витаминах.

Многоатомные спирты

Стеролы. Важным компонентом растительных масел являются стеролы. Их содержание колеблется по разным данным от 0,1% до 9,3% от общего содержания жирных кислот в зерновках овса. Этот показатель часто зависит не только от генотипа овса, но также и от метода их экстракции. Из шести компонентов стеролов, основным в овсе является ситостерол, содержание которого достигает до 70% от общего содержания стеролов, кроме этого около 20% составляют кампестерол и стигмастерол (Sorrells, Simmons, 1992; Welch, 1995; Youngs, 1986). По предварительным данным, общее содержание стеролов у сортов овса может составлять у пленчатых форм - 1,7-2,4% и у голозерных – 2,3-2,6%.

Фенольные соединения. В зерне злаков обнаружены разнообразные по составу фенольные соединения. У овса они встречаются в виде фенолкарбоновых кислот, флавоноидов, аминифенолов и их эфирных или других конъюгированных форм. У растений с фенольными соединениями связаны такие показатели качества,

как цвет, запах, вкус. Некоторые из них обладают действием витамина Р. В работе Ф. Коллинса (Collins, 1986) имеются многочисленные ссылки на примеры бактериостатической, фунгистатической, фитогормональной и аллостерической активности фенолкарбоновых кислот и родственных фенолов.

В различных частях семени и продуктах переработки среди фенолкарбоновых кислот обнаружены производные оксибензойной кислоты; п-оксибензойная кислота (пленка, мука – до 0,7 мкг/г), протокатеховая кислота (мука – 0,5 мкг/г), ванилиновая кислота (пленка, крупа, мука – 0,7 мкг/г), сиреневая кислота (пленка) и производные коричной: п-кумаровая (пленка, крупа – следы, мука - 0,7 мкг/г), кофейная (мука – 1,0 мкг/г) и синаповая кислота (пленка).

Наиболее обширная группа фенольных соединений – флавоноиды. У овса обнаружены представители проантоцианидинов (лейкодельфинидин – в пленке), халконов (в пленке), флавононов (гомозериодиктиол – в пленке), флавонолов (кемпферол, кверцетин – в зерне без пленки), С-гликозилфлавонов (витехин, трицин). Из аминофенолов в целом зерне овса найден дегидрофенилаланин (Collins, 1986).

Авенантрамиды. К классу фенольных соединений с антиоксидантной и биологической активностью относятся авенантрамиды. Эти вещества алкалоидной природы, которые имеют три основных компонента, были найдены в зерновках и в цветковых пленках овса в 1989 г. (Peterson, 2001). В зерновках было обнаружено 25, а в пленках – 25 компонентов этих веществ (Welch, 1995). В настоящее время из них выделяют три доминирующих компонента, которые были названы 2p, 2f и 2c (Peterson, 2004). В основном авенантрамиды содержатся в зерновке овса, но при поражении растений корончатой ржавчиной или гельминтоспориозом они начинают синтезироваться в листьях, как средство защиты от возбудителей болезней. В зерновках овса общее содержание авенантрамидов может достигать до 4-13,2 мг/100 г. Предположительно содержание этих веществ у голозерных сортов овса больше, чем у пленчатых, в то же время на их содержание оказывают большое влияние генотип сорта и условия его выращивания. Отмечается, что авенантрамиды имеют антиаллергенное и противовоспалительное действие на

кожные покровы человека и домашних животных, так как их структура подобна некоторым веществам, имеющим фармацевтические антиаллергенные и терапевтические свойства.

Антиоксиданты

Антиоксидантом называют любое вещество, которое задерживает или предотвращает окислительное повреждение молекулы-мишени (Halliwell, 2007). Такое окисление производят свободные радикалы, запускающие несколько цепных реакций, которые в итоге могут привести к повреждению или гибели клетки. Антиоксиданты способны предотвращать или восстанавливать ущерб, причиненный в результате указанного окисления. Они способствуют удалению свободных радикалов путем самоокисления и подавляют другие окислительные процессы, останавливая, таким образом, цепные реакции (Shebis et al., 2013).

Антиоксиданты представляют собой совокупность гидрофильных и гидрофобных метаболитов, участвующих в защитных и регуляторных реакциях клетки. Основная функция антиоксидантов в клетке заключается в обезвреживании активных форм кислорода и свободных радикалов, возникающих, как правило, при действии неблагоприятных экологических факторов. Уровень устойчивости конкретного растения к окислительному стрессу определяется содержанием и составом антиоксидантов, а также скоростью их синтеза, накопления и расходования, который формируется генотипом (Гинс, Гинс, 2015). Самые сильные природные антиоксиданты – это флавоноиды. Более слабые антиоксиданты – витамины Е, С и каротиноиды (Яшин и др., 2012). Наряду с флавоноидами к сильным антиоксидантам относятся фенольные кислоты – производные бензойной и коричной кислот. Суммарное содержание антиоксидантов и их антиоксидантная активность довольно полно установлены в овощах, фруктах, напитках, однако на сегодняшний день выполнено сравнительно небольшое количество исследований, посвященных определению антиоксидантной активности зерновых культур, хотя они считаются одним из основных компонентов питания (Яшин, 2008; Яшин и др., 2012).

Еще одна группа антиоксидантов – фенольные кислоты (кумаровая, феруловая, кофейная и синаповая) обнаруживаются в различных продуктах питания, в том числе, коммерческих зерновых продуктах, приготовленных из риса и ячменя (Li et al., 2010). В зерне ржи, пшеницы, ячменя, проса, риса, кукурузы, овса, сорго обнаружены как производные бензойной кислоты (галловая, салициловая, ванилиновая, сиреневая, протокатехиновая и гидроксibenзойная), так и производные коричной кислоты (феруловая, кофейная, кумаровая, синаповая) (Dykes, Rooney, 2007).

Овес характеризуется наличием целого ряда компонентов с повышенной антиоксидантной активностью и обладает потенциалом для физиологической профилактики против действия окислителя. Овес, как известно, относится к безглютеновым хлебным продуктам (Hüttner, Arendt, 2010), его зерно имеет высокое содержание витамина Е и других антиоксидантных соединений, включая фенольные кислоты, авенантрамиды, низкомолекулярны β-глюканы (Sontag-Strohm et al., 2008; Suchecka et al., 2015). Однако физиологическое значение овсяных антиоксидантов еще изучено довольно слабо (Liu, 2010).

Среди культурных злаков найдены межвидовые различия в общем содержании в целых зернах антиоксидантов, в частности фенольных соединений, а также каротиноидов и токоферола. Этот эффект был продемонстрирован в результате исследования химических экстрактов, полученных из цельного зерна овса, ржи, ячменя, тритикале, твердой и мягкой пшеницы (Menga et al., 2010; Žilić et al., 2011). При изучении свободных, растворимых конъюгированных и нерастворимых связанных форм фенольных соединений цельного зерна кукурузы, овса, пшеницы и риса было найдено, что кукуруза имела самый высокий уровень этих химических веществ (15,6 мкмоль галловой кислоты экв/г зерна), затем располагалась пшеница (8,0 мкмоль галловой кислоты экв/г), овес (6,5 мкмоль галловой кислоты экв/г) и рис (5,6 мкмоль галловой кислоты экв/г). По уровню общей антиоксидантной активности перечисленные зерновые культуры размещались в том же порядке: кукуруза (181,4 мкмоль витамина С экв/г), пшеница

(76,7 мкмоль витамина С экв/г зерна), овес (74,7 мкмоль витамина С экв/г) и рис (55,7 мкмоль витамина С экв/г) (Adom, Liu, 2002; Полонский и др., 2018).

Сравнительное определение содержания различных антиоксидантов в цельном зерне голозерного ячменя, голозерного овса, ржи, мягкой и твердой пшеницы позволило обнаружить самое высокое содержание свободных фенолов и флавоноидов в зерне голозерного ячменя, а токоферолов, желтых пигментов и связанных фенольных соединений, в зерне голозерного овса. По уровню антиоксидантной активности указанные виды злаков распределились следующим образом: голозерный ячмень, рожь, голозерный овес, твердая и мягкая пшеница (Žilić et al., 2011). В другой работе оценивали общую антиоксидантную активность 80% метанольных экстрактов зерна ячменя (сорта Gregor и Mobek), овса (сорт Slawko), ржи (сорт Dańkowskie Złote), мягкой пшеницы (сорта Almarí и Henika) и гречихи. В ряду указанных культур антиоксидантная активность экстракта цельного зерна была представлена следующим порядком: гречиха > ячмень > овес > пшеница \cong рожь (Zieliński, Kozłowska, 2000).

Как известно, основная часть фенольных соединений в зерне находится в связанном виде (85% в зерне кукурузы, 76% пшеницы, 75% овса, 62% в зерне риса) (Adom, Liu, 2002; Liu, 2007). Доминирующим фенольным соединением в зерне ряда злаков является феруловая кислота (Adom, Liu, 2002; Guo, Beta, 2013; Hosseinian, Mazza, 2009), которая присутствовала практически лишь в связанном состоянии. Именно связанные фенольные соединения (как это показано на примере овса, пшеницы, кукурузы, риса, тритикале) вносят основной вклад в антиоксидантную активность зерна (Adom, Liu, 2002; Hosseinian, Mazza, 2009; Das, Singh, 2015).

Данные, касающиеся содержания фолиевой кислоты в разных фракциях зерна, демонстрирующих в 1,5-3,5 раза более высокое ее содержание в овсяных отрубях, чем в нативном зерне, были продемонстрированы для различных сортов овса, выращиваемых в течение трех лет (Edelmann et al., 2012). На примере ячменя, овса, пшеницы и кукурузы было показано, что антиоксидантная активность каротиноидов, находящихся в алейроновом слое, составила 50% от таковой для зародышевой фракции (Ndolo, Beta, 2013).

Общее содержание фенольных соединений в зерне овса значимо коррелировало с его антиоксидантной активностью. Авторы указали на существенный потенциал для овсяных продуктов, особенно обогащенных отрубями, в плане диетического потребления антиоксидантных фитонутриентов (Emmons et al., 1999).

Отруби, полученные из риса, пшеницы, овса, ячменя, сорго, проса, ржи и кукурузы, содержали богатый набор функциональных ингредиентов. Последние включали фенольные кислоты (феруловая кислота), флавоноиды (антоцианы), витамины (каротиноиды, токолы), фолаты и другие соединения (Guo, Beta, 2013; Patel, 2015). Хлеб, обогащенный отрубями, характеризовался повышенными уровнями антиоксидантов (Menga et al., 2010).

На содержание антиоксидантов в зерне оказывает влияние генотип и условия выращивания растений. Общее содержание токолов, фенольных кислот и авенантрамидов различалось между изученными сортами более чем в 2 раза. Полученные результаты указывают на то, что проведение отбора овса на повышенное содержание антиоксидантов вполне возможно (Shewry et al., 2008).

Ряд исследований посвящен изучению генотипического разнообразия зерновых злаков, выращиваемых в специфических условиях высокогорья (Shah et al., 2016).

К важному признаку зерна в отношении антиоксидантной активности можно отнести его окраску (Lee et al., 2013) и пигментированные формы, по сравнению с бесцветными (Gong et al., 2012).

Для определения влияния генотипа на биосинтез фенольных кислот в зерне овса в одной местности в том же году выращивали 21 образец этой зерновой культуры. Было продемонстрировано, что значительные различия в содержании феруловой и кумаровой кислот, а также в общем содержании фенольных соединений определяются генетической природой овса (Kovačova, Malinova, 2007). Другое исследование, выполненное на 20 сортах овса, подтвердило заметные различия среди генотипов в содержании растворимых фенольных соединений и общей антиоксидантной активности (Alfieri, Redaelli, 2015).

Ряд авторов пришел к выводу о большем эффекте окружающей среды, чем влиянию генотипа на антиоксидантную активность зерна. У большинства изученных сортов было найдено более высокое содержание альфа-токотриенолов и большее значение антиоксидантной активности при выращивании овса в глинистой почве (Broeck et al., 2016). Другие результаты исследования показали, что окружающая среда, генотип и взаимодействие этих двух факторов в значительной степени влияли на общее содержание антиоксидантов и антиоксидантную активность зерна овса (Li et al., 2017).

Известно, что неблагоприятные для роста внешние условия могут увеличивать содержание антиоксидантов в растениях. Так, окислительный стресс, вызванный накоплением активных форм кислорода, вызывает многочисленные реакции в растительных организмах, в том числе ответы антиоксидантных систем, которые, как правило, приводят к увеличению концентрации антиоксидантов в растениях (Wang, Frei, 2011).

Обзор литературных источников позволил обнаружить ряд проблем и преимуществ в селекции и производстве овса. Несмотря на складывающуюся в РФ неблагоприятную ситуацию, связанную со значительным ежегодным сокращением площадей под посевами овса, несоблюдением севооборотов, появлению и распространению новых заболеваний, росту численности и миграции в северном направлении насекомых-вредителей, наша страна все же имеет все необходимые объективные условия для получения максимального и высококачественного урожая зерна данной культуры. Необходимо существенно увеличить процент зерна, используемого для переработки на продукты питания, что может сделать эту часть растениеводства экономически более выгодной и привести к изменению режима питания граждан. Следует отметить, что при наличии большого и разнообразного материала от староместных сортов-популяций до районированных сортов, данная культура недостаточно изучается по ряду аспектов: недостаточно идентифицированы гены, контролирующие важнейшие селекционные и морфологические признаки; мало изучено разнообразие овса для использования на пищевые и лекарственные цели. Поэтому целенаправленное изучение образцов из

мирового генофонда по комплексу ценных признаков, а также оценка биохимических и антиоксидантных свойств зерна с целью выделения генетических источников для селекции является актуальным направлением.

2. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ, ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Почвенно-климатические условия Ступинского р-на Московской области

Ступинский район находится в южной части Московской области и относится к территории Москворецко-Окской озерно-ледниковой и моренно-эрозионной равнины. Территория района состоит из пологой равнины с островами сглаженных холмов, с редкими заболоченными впадинами между ними и расчлененной речной и овражной сети.

К неблагоприятным территориям района относят пойменные участки и эрозионные формы рельефа. Основной грунт – покровные и моренные суглинки, в большей степени пылеватые.

Территория района входит в состав бассейна реки Ока, который в основном дренируется притоками реки Москва (Пахрой, Северкой, Гнилушей), южная часть – притоками реки Ока (Каширкой, Медведкой). Питание рек смешанное. Самый большой уровень и расход приходится на период весенних паводков. Подземные воды приурочены к горизонтам и комплексам моренных и четвертичных отложений. Водоносные горизонты приурочены к известнякам, доломитам, частично мергелям, мощность каждого горизонта до 40 – 60 м, они напорные. Подземные воды, используемые для питьевого водоснабжения, представлены каширским водоносным горизонтом.

К экзогенным процессам, характерным для данного района, относятся эрозия, карст, оползни. Оползневой характер разрушения имеет правый берег реки Ока. Эрозионные процессы проявляются, главным образом, в боковом подмыве склонов, что наблюдается в долинах всех рек и ручьев. Эродированность почв характерна также для сельскохозяйственных угодий.

Почвенный покров представлен почвами дерново-подзолистого типа различного механического состава с невысоким естественным плодородием, требующим внесения удобрения и известкования. Содержание гумуса невысокое (2,2 %), но имеется тенденция к его увеличению. В целом для района отмечается

повышенная эрозия почв и слабая степень их увлажнения. Развитию эрозии способствуют, с одной стороны, природные условия, невысокая гумусность, с другой стороны – хозяйственная деятельность (высокая распаханность, большая площадь пропашных культур, слабая почвоохранная направленность земледелия).

Полевой опыт заложен в поселке Михнево Ступинского района (Московская обл.) в НИО генофонда ФГБНУ ВСТИСП. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая слабогумусированная, мощность пахотного горизонта 22 см (Тулупников, Никишов, 1960; Григорьев, 2016). Хорошо выражен подзолистый горизонт. Подстилаящая порода – моренный суглинок. Эрозионные процессы на участке выражены слабо. В таблице 2 представлены основные почвенные показатели за 2016-2018 гг.

Таблица 2. Анализы почвы на поле, Московская обл., Ступинский район, п. Михнево, 2016-2018 гг.

	рН ксl	Гумус, %	N щ/г (по Корнфилду)	P ₂ O ₅	K ₂ O
				(по Кирсанову)	
				В мг/100 г воздушно-сухой почвы	
Средняя за 2016-2018 гг.	5,1	2,4	4,7	28,0	15,1
Оптимальные показатели для овса	5-6	> 1,6%	3,5-4,6	12-13	13-15

Почва опытного участка характеризуется как освоенная слабокислая, со слабой обеспеченностью азотом, высокой обеспеченностью фосфором и повышенной – калием. Почва пригодна для возделывания овса.

2.2. Метеорологические условия вегетационных периодов 2016-2018 гг.

Рассматриваемая территория относится ко II-му поясу умеренно-континентального климата (с относительно холодной зимой и теплым летом). Суммы активных температур (более 10°С) убывают от 2100°С на юго-востоке и востоке, до 1900°С на северо-западе, вегетационный период, соответственно укорачивается от 140-145 до 120-125 дней (Агроклиматический справочник, 1954; Федорин и др., 1981). Среднемесячная температура самого теплого месяца (июль)

составляет $+18,3^{\circ}\text{C}$, холодного (январь) $-7,1^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура в Московской области $+3,5^{\circ}\text{C}$. Гидротермический коэффициент для данной местности равен 1,3—1,4.

Преобладающими направлениями ветра в течение года являются южное и западное (повторяемость 16 – 21%). Штилевая погода в данном районе, создающая неблагоприятные условия для рассеивания вредных примесей в атмосфере, наблюдается крайне редко (среднегодовая повторяемость – 4%). Наиболее тихая погода характерна для летних месяцев (июль-август – 6 – 7%).

Величина относительной влажности в районе колеблется от сезона к сезону и от года к году. По среднемноголетним данным она составляет 60 – 70%. Максимум осадков, как правило, приходится на июль, минимум – на февраль-апрель. Среднегодовое количество осадков составляет 450 – 650 мм. Вероятность избыточно влажных лет 25-40 %, полусухих и сухих 12-20%.

Погодные условия на протяжении вегетационного периода (май – август) 2016 года характеризовались умеренными среднесуточными температурами воздуха – $17,3^{\circ}\text{C}$, превышающими среднемноголетние данные на $2,2^{\circ}\text{C}$ и обилием осадков (461,4 мм), превышавших «норму» в 1,7 раз. Такие условия были благоприятны для роста и развития и своевременной уборки растений зерновых культур, но в то же время способствовали накоплению фитопатогенов.

Май 2017 г. был холоднее нормы. За весну (конец апреля-май) отмечено всего 16 дней со среднесуточными температурами воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$. Низкие положительные температуры воздуха в сочетании с осадками затягивали «созревание» почвы.

Первая половина лета была холодной с обилием осадков, что растягивало вегетацию растений и замедляло созревание. Благодаря теплой и сравнительно сухой погоде в течение III декады июля и августе сложились благоприятные условия уборки полевых культур.

Вегетационный период 2018 г. отличался засушливыми условиями. При недостатке осадков (86,5 мм), в 3 раза ниже «нормы», умеренные среднесуточные температуры воздуха – 18°C , превышали среднемноголетние данные на $2,9^{\circ}\text{C}$.

Наступление фаз выметывания и полного созревания растений в среднем наступили на 2 недели раньше, чем в предыдущие годы, при этом средняя урожайность образцов снизилась вдвое.

Сводные данные по метеорологическим условиям 2016-2018 гг. представлены в таблице 3 и на рисунке 1.

Уровень влагообеспеченности территории оценивали по гидротермическому коэффициенту (ГТК) Селянинова (Селянинов, 1930), который рассчитывали по формуле:

$$\text{ГТК} = \frac{\Sigma \text{осадков}}{0,1 \times \Sigma \text{активных температур}} ;$$

Таблица 3. Метеорологические условия в Михнево в 2016-2018 гг.

А) среднесуточная температура воздуха и ГТК

Месяц	Среднесуточная t воздуха, °C				ГТК		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Ср. мн. Лет.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Май	13,7	9,6	15,6	11,4	2,65	3,28	0,31
Июнь	17,0	14	16,8	15,4	2,47	1,69	0,39
Июль	19,9	17,7	20,7	17,7	2,47	1,17	0,69
Август	18,8	18	19,1	16,0	0,68	0,39	0,17
<i>Х̄ за вегетацию</i>	17,3	14,8	18,0	15,1	2,48	1,46	0,45

Б) сумма активных температур и осадков

Месяц	Сумма активных температур, °C			Сумма осадков, мм			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Ср. мн. Лет.
Май	345,3	180,1	473,5	91,4	59,0	14,5	49
Июнь	472,5	376,4	464,5	116,5	63,6	18	63
Июль	617,3	543,6	640,5	152,4	63,8	44	78
Август	580,9	534,8	589	101,1	32,0	10	74
<i>Всего за вегетацию</i>	2015,9	1623,9	2167,5	461,4	218,4	86,5	264

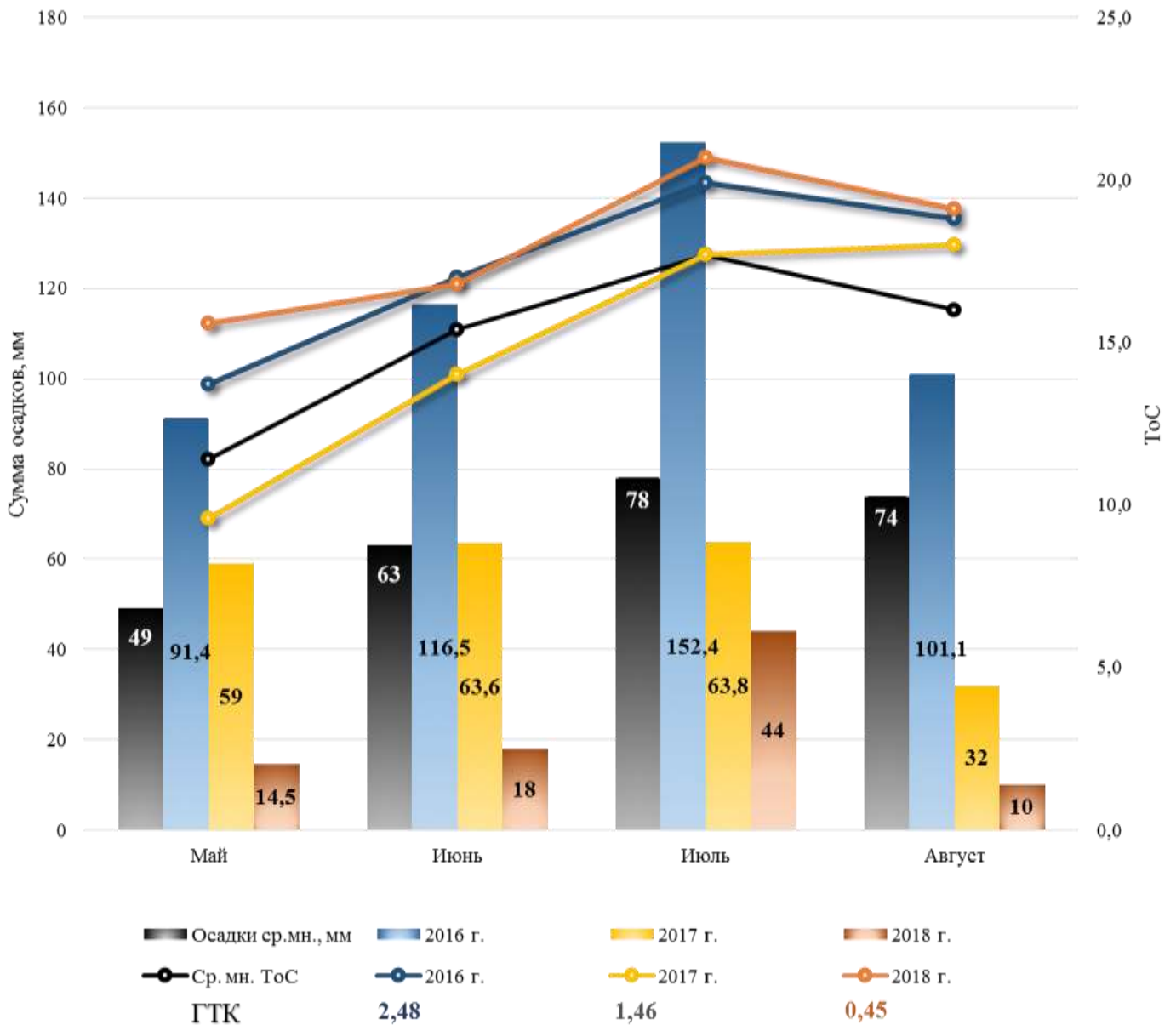


Рисунок 1. Гидротермические условия в годы исследований (Михнево, май-август 2016-2018 гг.)

2.3. Исходный материал

Высевали 300 образцов овса из коллекции ВИР пленчатых и голозерных форм гексаплоидных ($2n = 42$) культурных видов *A. sativa* L., *A. byzantina* C. Koch. 32 стран происхождения (см. Приложения А, Б) с различной степенью селекционной проработки (местные, примитивно-селекционные и современные селекционные сорта). Среди образцов овса посевного – два подвида: пленчатый (*A. sativa* subsp. *sativa* Rod. et Sold.) (134 образца) и голозерный (*A. sativa* subsp. *nudisativa* (Husnot.) Rod. et Sold.) овес (44 образца) (табл. 4).

Таблица 4. Список изучаемых образцов по географическому происхождению

№ п/п	Происхождение образцов	Кол-во изучаемых образцов, шт.		
		Всего	Пленчатые формы	Голозерные формы
1	2	3	4	5
1-15	Российская Федерация	79	73	5
16	Беларусь	7	6	1
17	Украина	13	10	3
18	Казахстан	6	6	-
19	Швеция	7	7	-
20	Норвегия	20	20	-
21	Финляндия	1	1	-
22	Дания	2	2	-
23	Великобритания	4	3	1
24	Федеративная Республика Германия (ФРГ)	32	32	-
25	Чехия	1	1	-
26	Польша	11	10	1
27	Словакия	1	-	1
28	Франция	7	6	1
29	Швейцария	1	1	-
30	Австрия	10	10	-
31	Венгрия	4	4	-
32	Молдова	1	1	-
33	Португалия	2	2	-
34	Италия	1	1	-
35	Болгария	2	2	-
36	Турция	3	3	-
37	Монголия	1	-	1
38	Китай	33	7	26
39	Япония	2	2	-
40	Канада	6	4	2
41	США	6	6	-
42	Бразилия	30	29	1

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
43	Уругвай	2	2	-
44	Тунис	4	4	-
45	Алжир	1	1	-
46	Австралия	1	-	1
Всего:		300	256	44

Для биохимических исследований на содержание масла, крахмала и белка в зерновках делали репрезентативную выборку 100 образцов овса, отличающихся по разновидностям, формам, происхождению, но выделившихся по хозяйственно ценным признакам (устойчивости к полеганию и болезням при полевой оценке, высокой урожайности относительно стандартов) в 1 год изучения (см. Приложение Г).

Кроме этого, у 40 лучших образцов (20 пленчатых и 20 голозерных форм) из 100, о которых указано выше, изучали инфекционный фон (Приложение В), метаболомный профиль и антиоксидантную активность зерновок (см. Приложение Д).

2.4. Методика исследований

2.4.1. Агрохимический анализ почвы

Анализ почвы проводили в лабораторно-аналитическом центре агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБНУ ВСТИСП, полученные данные представлены в главе 2.

Согласно ГОСТ 17.4.4.02-84, точечные пробы были отобраны по диагоналям на площади 0,15 га после уборки урожая в сентябре 2016, 2017 и 2018 гг., при пахотном горизонте 0-30 см (ГОСТ 17.4.3.01-83). В 2016 г. было получено 2, в 2017-2018 гг. по 4 объединенных проб, каждая из которых состояла из 10 точечных проб.

Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH проводили по методу ЦИНАО, согласно ГОСТ 26483-85.

Определение подвижных соединений фосфора и калия проводили по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 54650-2011).

Определение щелочногидролизуемого азота проводили по методу Корнфилда (Соколов, 1975).

Содержание гумуса в почве определяли согласно ГОСТ 26213-91.

2.4.2. Полевая оценка хозяйственно ценных признаков

Посев образцов производился в полевом севообороте НИО генофонда ФГБНУ ВСТИСП на момент физической зрелости почвы 7 мая 2016 г., 3 мая 2017 г. и 4 мая 2018 г. селекционной сеялкой на делянках 2 м². Способ посева – сплошной, глубина заделки семян – 4 см, норма высева – 300 зерен на 1 м². В качестве стандартов для пленчатых форм использовали сорт Улов (Патент № 0276 от 2.02.99 г.), выведенный в НИИСХ ЦРНЗ и внесенный в Гос. реестр с 1992...1996 гг., для голозерных форм – сорт Пушкинский. Стандарты высевали через каждые 20 номеров. Расстояние между делянками – 0,5 м. Общая площадь, заложенная под опыт, – 0,15 га. Предшественником в 2016 г. была горчица, в 2017 и 2018 г. – зернобобовые культуры.

Уборку проводили 22-23 августа 2016 г., 1-2 сентября 2017 г., 3-4 августа 2018 г. комбайном САМПО-130.

Фенологические наблюдения и иммунологические оценки проводились систематически на всех этапах изучения согласно «Методическим указаниям по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса ВИР» (Лоскутов и др., 2012), «Методике полевого опыта» Б.А. Доспехова (2011) и «Биометрии» Г.Ф. Лакина (1990). Все данные были занесены в журналы, а затем перенесены в электронные таблицы с использованием программы MS Excel (Боровиков, 2001, 2003).

Оценку химического состава (содержание сырого белка в зерне) биологических свойств (продолжительность периода вегетации, устойчивость к полеганию и устойчивость к болезням), морфологических (высоты растений, длины метелки) и хозяйственных признаков (озерненность, число зерен в метелке, масса зерна с метелки, урожай зерна, масса 1000 зерен), проводили согласно «Международному классификатору СЭВ рода *Avena L.*» (Великовский и др., 1984). Для наглядности используемые в классификаторе шкалы приведены в Приложении Ж.

Анализ снопов проводился так же согласно «Методическим указаниям по изучению мировой коллекции ячменя и овса» (Лоскутов и др., 2012). Для этого перед уборкой по всем изучаемым образцам и стандартам были отобраны снопы, состоящие из 10 растений, взятых из средней части каждой делянки, по которым выведены следующие средние показатели:

- высота растений;
- масса зерна с одной метелки;
- масса 1000 зерен;
- число зерен в метелке;
- длина метелки;
- озерненность метелки;
- масса зерна растений с 1 м².

Для оценки приспособленности образцов к условиям среды по трехлетним данным рассчитывали коэффициент адаптивности (Kad) (Животков и др., 1994) и показатель уровня и стабильности урожайности сорта (Пусс) (Неттевич и др., 1985).

Для оценки адаптивного потенциала образцов использовали методику выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм по показателю «урожайность» (Животков и др., 1994). Коэффициент адаптивности (Kad) рассчитывали, как среднее процентное отклонение от среднегодовой урожайности за 3 года с контрастными условиями. Высокоадаптивными можно считать образцы, коэффициент адаптивности которых больше единицы.

Показатель уровня и стабильности урожайности сорта (Пусс) согласно описанию его авторов (Неттевич и др., 1985) получают умножением средней урожайности сорта, выраженной в % к стандарту, на индекс стабильности. Последний рассчитывают путем деления средней урожайности сорта в ц/га (г/м²) на коэффициент вариации урожайности. Эту величину выражают в % к стандарту.

Формула вычисления показателя уровня и стабильности урожайности сорта (Пусс) имеет вид:

$$ПУСС_{сорта, \% кSt} = \left(\frac{\bar{x}_{сорта}}{\bar{x}_{St}} \right)^3 \cdot \frac{S_{St}}{S_{сорта}} \cdot 100,$$

где и $\bar{x}_{сорта}$ и \bar{x}_{St} - показатели среднего за годы испытаний значения урожайности сорта и стандарта, соответственно, а $S_{сорта}$ и S_{St} – стандартное отклонение средних значений урожайности сорта и стандарта, соответственно (Горбунова, Власова, 2019).

Следует отметить особенность этого показателя: он зависит только от показателей среднего значения урожайности и его стандартного отклонения у конкретного сорта и у стандарта, и на него не влияют количество и набор сортов, участвующих в испытаниях (Горбунова, Власова, 2019).

2.4.3. Определение зараженности образцов овса патогенами

Выявление видового разнообразия микромицетов на зерне проводилось в лаборатории фитопатологии и энтомологии ФГБНУ ВСТИСП в 2016 – 2018 гг. методом влажных камер Литвинова (1969) и световой микроскопии.

Для изучения зараженности образцов, зерна помещали во влажные камеры на 8-10 суток (после поверхностной стерилизации половины из них 70% этанолом, другой половины – дистиллированной водой).

Некоторые изоляты грибов для уточнения видовой принадлежности помещали на картофельно-сахарозную агаризированную (КГА) среду. (Гагкаева и др., 2011)

Видовую принадлежность микромицетов определяли по определителям (Пидопличко, 1977; Gerlach, Nirenberg, 1982; Simmons, 2007; Bensch et al., 2012).

2.4.4. Проведение биохимических анализов

2.4.4.1. Определение содержания крахмала, масла и белка в зерне

Исследования проводились в отделе биохимии и молекулярной биологии ФГБНУ Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР).

Содержание белка/ азота определяли по современной модификации метода Кьельдаля, белок вычисляли, используя коэффициент перерасчета - 5,7, навеска муки 0,3 г. (Ермаков и др., 1987; ГОСТ 10846-91). Анализ выполняли на полуавтоматическом анализаторе "Kjeltec 2200" (FOSS, Швеция) с автоматическим дистилляционным блоком. Содержание масла определяли по массе сухого обезжиренного остатка (в аппарате Сокслета), применяя в качестве растворителя петролейный эфир ($t_{\text{кип.}} -40-70^{\circ}\text{C}$) (Ермаков и др., 1987; ГОСТ 29033-91). Содержание крахмала – поляриметрическим методом по Эверсу (Ермаков и др., 1987), навеска муки 0,2 г.

2.4.4.2. Антиоксидантная активность (АОА) зерна

Антиоксидантную активность определяли методом DPPH с использованием радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразида (Plank et al., 2012) в лаборатории физиологии и биохимии НИО генофонда ФГБНУ ВСТИСП.

Образцы измельчали в мельнице до консистенции муки. 0,5 г навески экстрагировали 12 мл дистиллированной (для водных экстрактов) воды, 12 мл метанола (для метанольных экстрактов) с помощью шейкера в течение 12 часов, а затем фильтровали.

При проведении анализа антиоксидантной активности (АОА) в кювету помещали 3,9 мл рабочего раствора DPPH и, после измерения оптической плотности при длине волны 515 μm (A_0), добавляли 0,1 мл фильтрата. Через 10 мин. измеряли оптическую плотность полученного раствора (A_{10}). Повторность опыта 3-кратная. Процент ингибирования DPPH определяли по формуле:

$$\frac{A_0 - A_{10}}{A_0} \times 100\%$$

2.4.4.3. Метаболомный анализ зерна

Анализировали состав и содержание органических и жирных кислот, свободных аминокислот, многоатомных спиртов и сахаров в отделе биохимии и молекулярной биологии ФГБНУ Федеральный исследовательский центр

Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР).

Пробоподготовку для метаболомного анализа осуществляли по методике (Лоскутов и др., 2016b). Несколько зерен образца взвешивали, гомогенизировали с адекватным количеством этанола, пробу настаивали в течение 30 суток при 5-6°C. 100 мкл экстракта выпаривали досуха на установке CentriVar Concentrator фирмы «Labconco» (США). Сухой остаток силилировали с помощью бис(триметилсилил)трифторацетамида в течение 40 минут при 100°C. Качественное и количественное определение биохимического состава зерна проводили на капиллярной колонке HP-5MS 5% фенил, 95% метилполисилоксан (30,0 м, 250,00 мкм, 0,25 мкм) с помощью газо-жидкостной хроматографии с масс-спектрометрией (ГЖХ МС) на хроматографе «Agilent 6850» с квадрупольным масс-селективным детектором Agilent 5975B VL MSD фирмы «Agilent Technologi» (США). Условия проведения хроматографического исследования: скорость потока инертного газа через колонку 1,5 мл/мин. Программа нагревания колонки: начальная температура – +70°C, конечная – +320°C, скорость нагревания 4°C в минуту. Температура детектора масс спектрометра – +250°C, температура инжектора – +300°C, объем вводимой пробы – 1 мкл. Внутренним стандартом служил раствор трикозана в пиридине (1 мкг/мкл). Анализ проводился в трех биологических и трех аналитических повторностях. Полученные результаты обрабатывались с помощью программы «UniChrom» и AMDIS 32. Идентификацию пиков проводили с помощью библиотек масс спектров NIST 2010, научно-исследовательского парка Санкт-Петербургского университета и ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук (Puzanskiy et al., 2015; Shulaev et al., 2008).

3. ОЦЕНКА ОБРАЗЦОВ ОВСА (*AVENA L.*) ПО ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

3.1. Полевая оценка по хозяйственно ценным признакам

3.1.1. Продолжительность фенологических периодов

Средняя продолжительность периода вегетации по всей коллекции за время изучения составила 87 ± 3 суток. Из них порядка 49 ± 4 суток приходилось на фенофазу от всходов до выметывания; 38 ± 3 – на фенофазу от выметывания до созревания. При этом в различные годы в зависимости от погодных условий, вида, разновидности и иных особенностей сорта, продолжительность тех или иных фаз в значительной степени варьировала. Отмечено, что средняя продолжительность периода по коллекции от всходов до полного созревания в засушливый 2018 г. составила 82 ± 6 , в прохладный и влажный 2017 г. – 94 ± 3 , в оптимальный по погодным условиям 2016 г. – 85 ± 3 суток.

Повышенный уровень выпавших осадков и влагообеспеченности в мае и начале июня, способствовал увеличению продолжительности периода от всходов до выметывания, в то время как сумма активных температур – уменьшала этот период. Во второй половине июня и начале июля при наступлении фазы выметывания, уровень влагообеспеченности и количество выпавших осадков влияли на продолжительность вегетации растений незначительно.

Согласно «Международному классификатору СЭВ рода *Avena L.*» (1984), продолжительность периода вегетации определяется в сравнении с контрольным сортом. В нашем случае контроля было 2: сорт Улов (87 ± 6 сут.) для пленчатых образцов и сорт Пушкинский (85 ± 6 сут.) – для голозерных.

В соответствии с классификатором изучаемые 300 образцов коллекции представлены следующими категориями: 10% образцов являлись ранними; 78% – среднеспелыми; 8% – среднепоздними и 4% были оценены, как поздние (табл. 5).

Были найдены различия по продолжительности периода вегетации между видами; разновидностями, а также голозерными и пленчатыми формами посевного овса (рисунок 2).

Таблица 5. Продолжительность периода вегетации в сравнении с контрольными сортами

Период вегетации, сут.	Значение	Процент от коллекции (300 обр.), %
74-78	Очень ранний	0
79-83	Ранний	10
84-89	Среднеспелый	78
90-94	Среднепоздний	8
95-102	Поздний	4

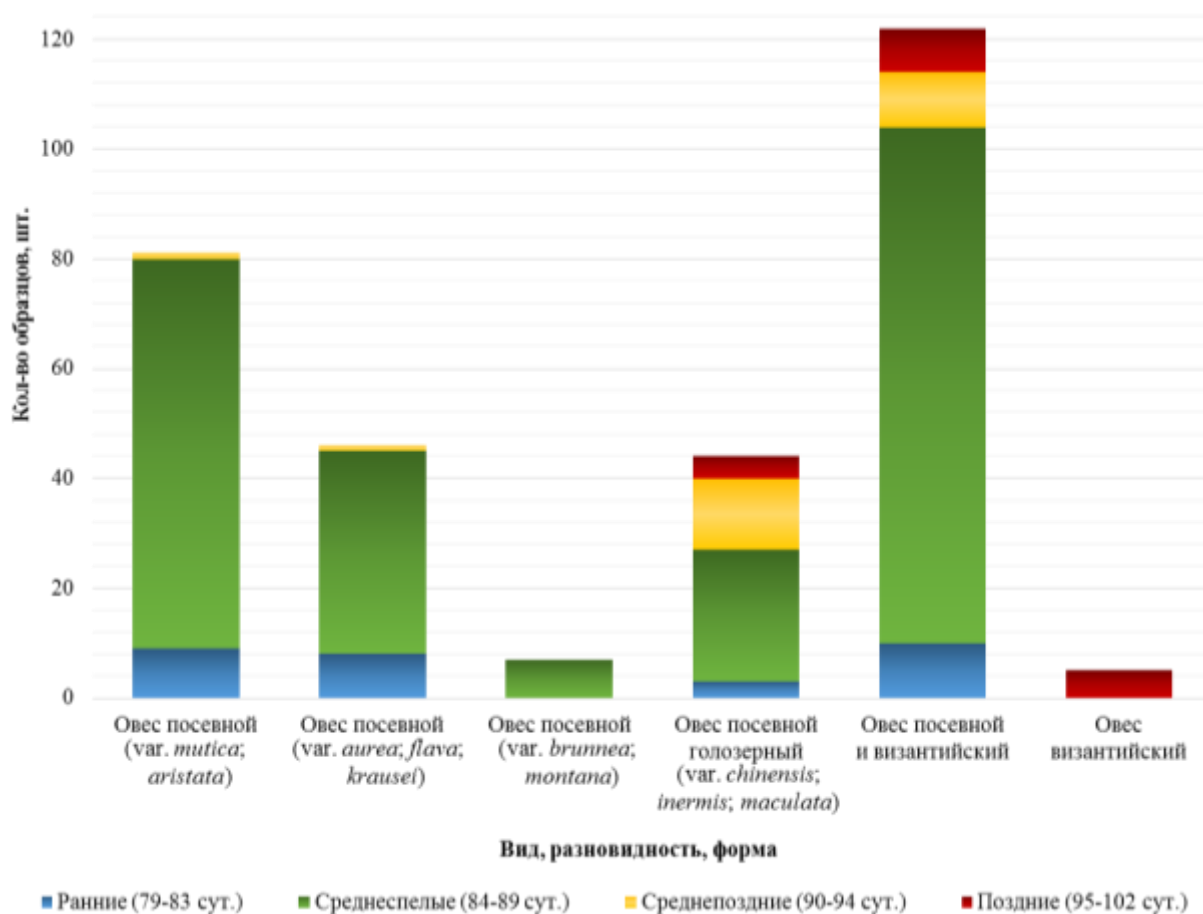


Рисунок 2. Продолжительность периода вегетации овса посевного и византийского, Михнево, 2016-2018 гг.

Образцы овса византийского в наших условиях созревали поздно, вероятно, по причине увеличенной продолжительности первой половины вегетации – 61 ± 3 суток. (Варгач, Лоскутов, 2017). В группе образцов, выведенных путем скрещивания овса посевного с византийским среднепоздние и поздние, составляли 11%.

Пленчатые формы овса посевного вне зависимости от цвета цветковых пленок и наличия остей на 99% относились к категории ранних и среднеспелых. Голозерные формы на 39% представлены среднепоздними и поздними категориями.

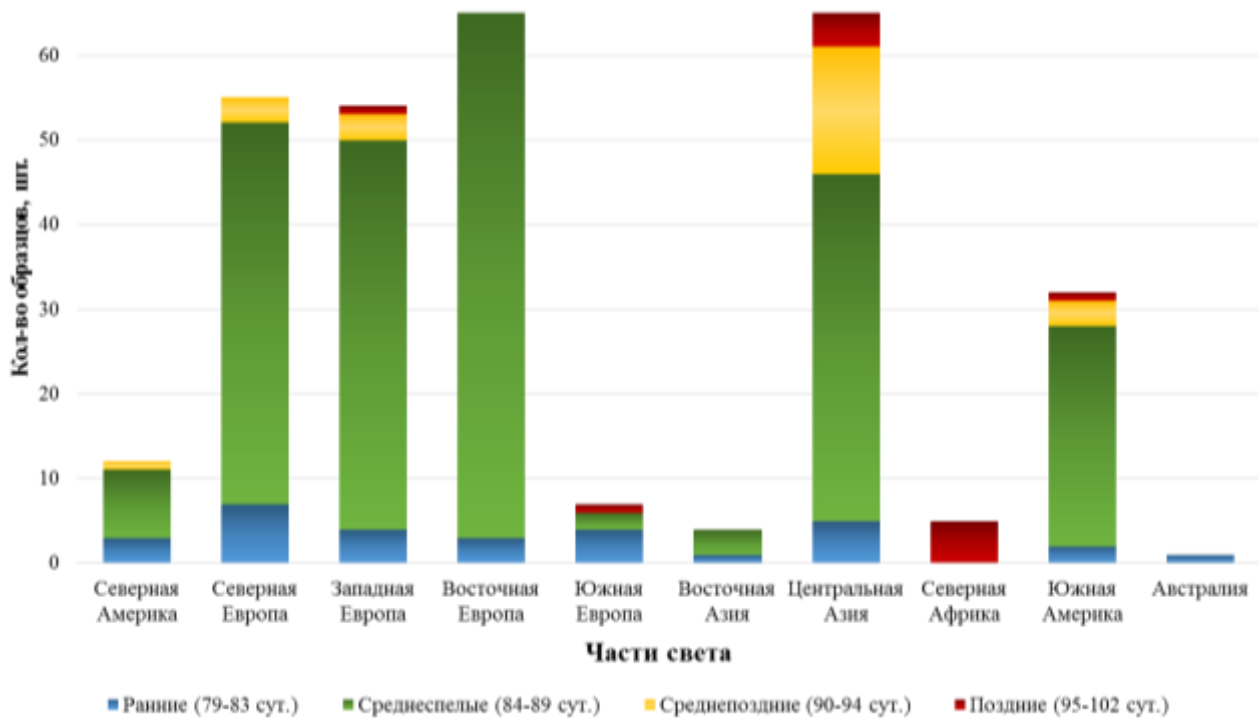


Рисунок 3. Продолжительность периода вегетации образцов овса в зависимости от эколого-географического происхождения, Михнево, 2016-2018 гг.

Было сопоставлено место происхождения образцов с их продолжительностью вегетации (рис. 3) и установлено, что турецкие, норвежские и венгерские образцы были самыми ранними. Ранними и среднеспелыми были также образцы из восточной Европы (в том числе, некоторых регионов РФ), восточной Азии и Австралии. Несколько среднепоздних образцов были из Северной Америки и северной Европы. Поздние образцы были выведены из западной (Великобритания) и южной (Португалия) Европы, Центральной Азии (Китай), северной Африки (Алжир и Тунис – овес византийский) и Южной Америки (Бразилия), при этом следует отметить, что часть из перечисленных поздних образцов – голозерные. Информация по распределению стран приведена в Приложении Б.

Таким образом, продолжительность вегетационного периода зависит как от генотипа, так и от абиотических факторов среды. Повышенный уровень выпавших осадков и влагообеспеченности, способствует увеличению продолжительности периодов, в то время как сумма активных температур – уменьшает.

Установлено, что образцы из Турции, Норвегии и Венгрии были наиболее ранними. Ранним созреванием характеризовались также образцы из восточной Европы, восточной Азии и Австралии. По скороспелости выделились пленчатые сорта Кубанский (к-12244, РФ, Краснодарский край), Таежник (к-12245, РФ, Томская обл.), Vorrus (к-11840, ФРГ), Espresso (к-15638, Австрия) и линии Gialla SR 67 (к-15298, Италия), GN 08033 (к- 15355, Норвегия), С.І. 3300 (к-15476, США), UFRGS 077014-2 (к-15597, Бразилия); голозерные сорта Numbat (к-14851, Австралия), Вятский (к-14960, РФ, Кировская обл.), Gkzalon (к-15299, Монголия).

3.1.2. Устойчивость к полеганию и высота растений

По результатам исследований, из 300 образцов 50 стабильно показали очень высокую устойчивость к полеганию (9 баллов), 12 – высокую устойчивость (7 баллов). Таким образом, на 7-9 баллов по устойчивости к полеганию оценивались 20,7% образцов. Высота растений по годам значительно различалась. Так, в 2016 г. средний показатель по всей коллекции составлял 81 ± 13 см, в 2017 г. – 102 ± 13 см, в 2018 г. – 73 ± 12 см. Отмечено, что на длину соломины голозерных и пленчатых форм оказывал влияние уровень влагообеспеченности и температура воздуха в период вегетации.

На рисунке 4 показана высота растений устойчивых, среднеустойчивых и неустойчивых к полеганию образцов за 3 года. Поскольку в 2018 г. уровень влагообеспеченности был очень низким (ГТК = 0,45), неустойчивых (1-3 балла) к полеганию образцов не наблюдали. Неустойчивые к полеганию образцы имели длину стебля от 61 см до 110 см в 2016 г. и от 108 см до 129 см в 2017 г. В то же время, в группе устойчивых к полеганию образцов отмечены как

короткостебельные, так и наиболее длинностебельные формы (21-110 см в 2016 г., 51-129 см в 2017 г., 37-107 см в 2018 г.).

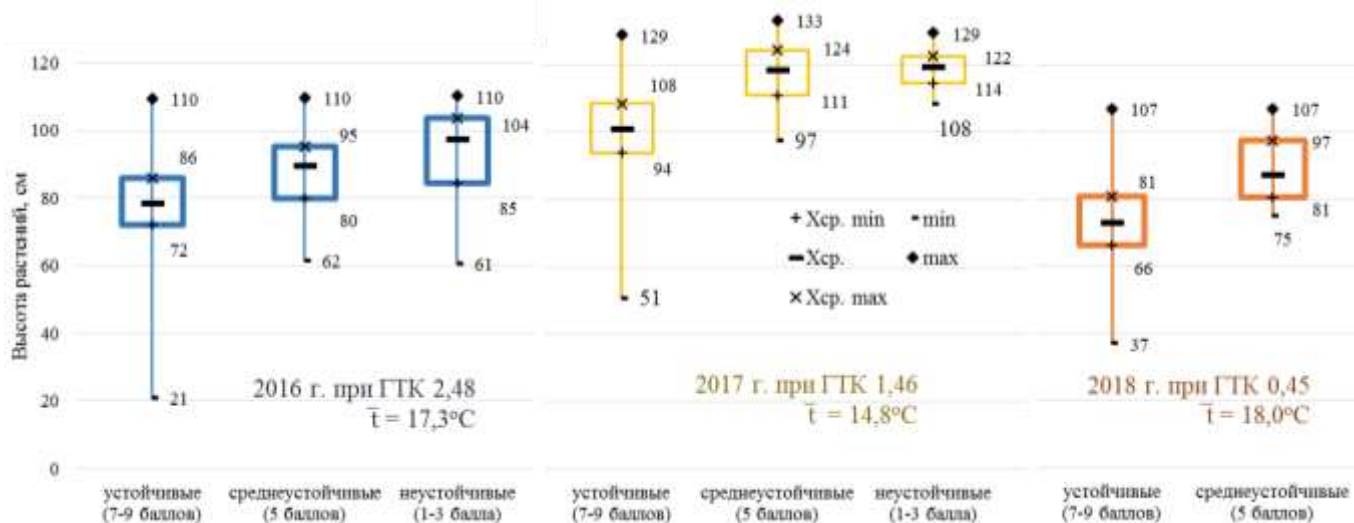


Рисунок 4. Высота растений устойчивых, среднеустойчивых и неустойчивых к полеганию образцов, Михнево, 2016-2018 гг.

В соответствии с классификатором 2% коллекции характеризовалась очень низкой (41-60 см); 86% – низкой (61-100 см); 12% – средней (101-130 см) высотой растений. Высокорослые образцы в коллекции отсутствовали (рис. 5).

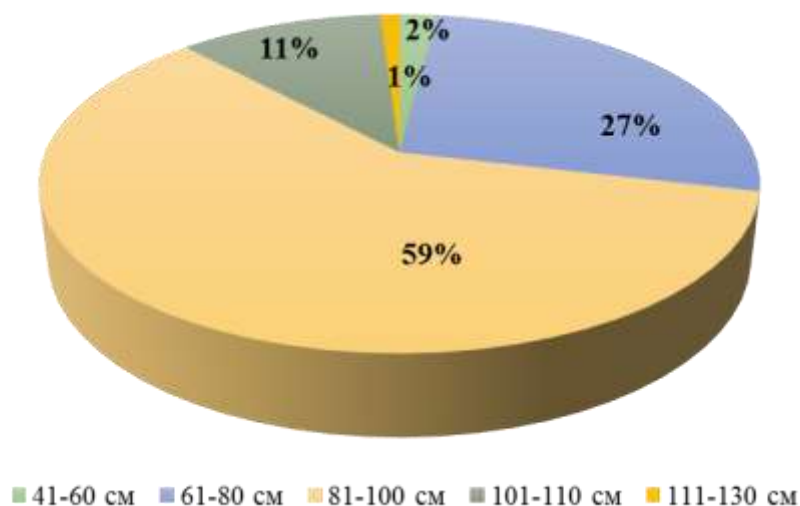


Рисунок 5. Высота растений изучаемых образцов коллекции, Михнево (2016-2018 гг.)

Согласно полученным данным, высота растений имеет достаточно высокую прямую взаимосвязь с длиной метелки как у голозерных ($r = 0,61 \dots 0,81$), так и у пленчатых ($r = 0,65 \dots 0,76$) форм. Связь высоты растений и длины метелки с устойчивостью к полеганию была отрицательной и по величине от слабой до средней (табл. 6) (Варгач, Лоскутов, 2018).

Таблица 6. Линейная корреляция устойчивости к полеганию с признаками строения пленчатых и голозерных форм овса, Михнево, 2016-2018 гг.

Коррелирующие признаки	2016 г.	2017 г.	2018 г.
	Голозерные образцы		
Высота растений - длина метелки	0,78	0,71	0,61
Высота растений - устойчивость к полеганию	-0,40	-0,48	-0,25
Длина метелки - устойчивость к полеганию	-0,42	-0,52	-0,26
Пленчатые образцы			
Высота растений - длина метелки	0,70	0,65	0,76
Высота растений - устойчивость к полеганию	-0,34	-0,48	-0,53
Длина метелки - устойчивость к полеганию	-0,18	-0,41	-0,31

Необходимо отметить, что голозерные образцы в целом оказались более устойчивыми к полеганию, чем пленчатые. За период изучения ни один образец не оценивался как неустойчивый (1-3 балла). В 2016 г. лишь 3, а в 2017 г. – 10 образцов отмечались как среднеустойчивые (5 баллов). В таблице 7 и 8 представлены наиболее урожайные образцы, устойчивые к полеганию в условиях Московской области.

Таблица 7. Выделившиеся по устойчивости к полеганию урожайные пленчатые образцы, Михнево, 2016-2018 гг.

№	№ по кат. ВИР	Происхождение	Сорт	Высота растений		Урожайность,	
				см	V, %	г/м ²	V, %
<i>Пленчатые образцы</i>							
1	15468	ФРГ	Poseidon	79	28	472	43
2	14911	Швеция	Belinda	80	16	453	44
3	15418	ФРГ	Husky	82	17	426	55
4	15472	ФРГ	Symphony	85	23	425	36
5	15470	ФРГ	Rocy	79	27	421	36
6	15425	ФРГ	Rocky	80	19	421	58
7	15393	Швеция	SW Argyle	83	23	420	37
8	15384	Украина	Закат	91	13	418	33
9	15426	ФРГ	Werva	85	19	411	40
10	15353	Норвегия	Odal	82	21	406	45
11	15415	ФРГ	Firth	70	19	405	63
12	15390	Казахстан	Арман	89	25	399	41
13	15395	Швеция	SW Margaret	89	18	394	31
14	15419	ФРГ	Krezus	79	18	391	52
15	15320	РФ, Ленинградская обл.	Випен	80	20	393	32
16	15502	Украина	Житомирский	93	16	393	35
	14231	РФ, Московская обл.	Улов (St)	85	15	349	36
НСР₀₅				1,3	-	10,9	-

Таблица 8. Выделившиеся по устойчивости к полеганию урожайные голозерные образцы, Михнево, 2016-2018 гг.

№	№ по кат. ВИР	Происхождение	Сорт	Высота растений		Урожайность,	
				см	V, %	г/м ²	V, %
1	14960	РФ, Кировская обл.	Вятский	101	12	207	8
2	15461	Респ. Беларусь	Королек	88	21	208	39
3	15339	РФ, Омская обл.	Прогресс	98	18	207	53
4	15505	Украина	Авгол	86	19	203	48
5	15305	Канада	Gehl	98	10	188	20
6	15304	Канада	АС Ernie	85	10	178	36
7	15063	РФ, Омская обл.	Сибирский Голозерный	89	11	177	10
	14717	РФ, Ленинградская обл.	Пушкинский (St)	97	16	170	30
НСР ₀₅				3,3	-	15,9	-

В результате исследований отмечена от средней до высокой корреляции высоты растений с показателями с длины метелки у всех изученных форм овса. Связь высоты растений и длины метелки с устойчивостью к полеганию была от слабой до средней отрицательной.

Голозерные формы в целом оказались более устойчивыми к полеганию, чем пленчатые.

По устойчивости к полеганию выделились урожайные пленчатые образцы Poseidon (к-15468), Belinda (к-14911), Husky (к-15418), Symphony (к-15472), Rocy (к-15470), Rocky (к-15425), SW Argyle (к-15393), Закат (к-15384), Werva (к-15426), Odal (к-15353), Firth (к-15415), Арман (к-15390), SW Margaret (к-15395), Krezus (к-15419), Випен (к-15320), Житомирский (к-15502); голозерные Вятский (к-14960), Королек (к-15461), Прогресс (к-15339), Авгол (к-15505), Gehl (к-15305), АС Ernie (к-15304), Сибирский Голозерный (к-15063).

3.1.3. Продуктивность

Урожайность образцов голозерных и пленчатых форм в коллекции в значительной степени различалась. Средние показатели урожайности по коллекции за период трехлетних исследований следующие: для пленчатых 369±88 г/м²; для голозерных почти в вдвое меньше – 178±52 г/м². Среди 256 пленчатых образцов за 3 года выделились 25, среди 44 голозерных – 6 образцов,

превышавших стандарт по урожаю зерна, что в общей сложности составило 10% от изучаемой коллекции.

Лучшие условия для роста и развития растений пленчатых и голозерных форм овса в условиях Московской области сложились в 2017 г., когда средняя урожайность по коллекционному питомнику составила 485 г/м² и 239 г/м², соответственно.

В таблице 9 отображена корреляция урожайности пленчатых и голозерных форм с элементами продуктивности. Отмечена умеренная прямая связь урожайности с такими элементами продуктивности, как масса 1000 зерен, масса зерна с метелки, число зерен в метелке, число колосков в метелке. Слабое влияние, особенно у пленчатых, оказывал показатель озерненности метелки.

Таблица 9. Линейная корреляция урожайности с продолжительностью вегетационного периода и элементами продуктивности растений

Коррелирующие признаки	Коэффициент корреляции по формам овса	
	Пленчатые	Голозерные
Урожайность – продолжительность вегетационного периода	0,40	0,26
Урожайность – масса 1000 зерен	0,38	0,41
Урожайность – масса зерна с метелки	0,42	0,42
Урожайность – число зерен в метелке	0,38	0,40
Урожайность – число колосков в метелке	0,32	0,34
Урожайность – озерненность	0,09	0,27

Для получения объективной информации об адаптивности изучаемых сортов овса рассчитали коэффициент адаптивности (Kad). Доля относительно среднесортовой урожайности и средний коэффициент адаптивности представлены в таблицах 10 и 11. По полученному среднему коэффициенту адаптивности можно судить о продуктивных возможностях изучаемых сортов. В наших исследованиях он варьировал от 1,61 до 0,41 для пленчатых форм и от 1,95 до 0,38 для голозерных. За годы (2015–2018 гг.) исследований 124 пленчатых (из 256) и 19 голозерных (из 44) образцов имели коэффициент адаптивности свыше 1,0. По абсолютному показателю адаптивности сорта расположились в следующей очередности: пленчатые Сиг (к-15335; 1,61), Мирт (к-15500; 1,56), Poseidon (к-15468; 1,52),

Belinda (к-14911; 1,46), Symphony (к-15472; 1,46), Genziana (к-15417; 1,43), Rajtar (к-15424; 1,41) и т.д. (табл. 11); голозерные Бекас (к-151475; 1,95), Вятский (к- 14960; 1,49), Королек (к-15461; 1,39), Прогресс (к-15339; 1,36), Авгол (к-15505; 1,35), Tatran (к-15372; 1,35), Hua Zao 2 (к-15669; 1,31), Gehl (к-15305; 1,31).

Метеорологические условия в годы исследования носили разнообразный характер. Это позволило дать более объективную оценку изучаемым сортам, исходя из сложившихся внешних условий среды, обусловленных гидротермическим режимом. Индекс условий среды (I_j) по годам у пленчатых форм изменялся от минус 128 до плюс 116; у голозерных от минус 41 до плюс 61. Положительное значение индекс условий среды формирует благодаря более полной реализации потенциальных возможностей генотипов в данных условиях, а, между тем, высокие отрицательные индексы являются следствием низкого адаптивного потенциала изучаемых сортов. Наиболее благоприятным по влагообеспеченности и температурному режиму для сортов овса был 2017 год ($I_j = 116$) (табл. 10) и ($I_j = 61$) (табл. 11). Недостаток тепла в репродуктивный период 2016 года оказал негативное влияние на продуктивность культуры. Для данного года определено высокое отрицательное значение индекса среды ($I_j = -128$) (табл. 10), ($I_j = -41$) (табл. 11).

Критерий Пусс является комплексным показателем, одновременно учитывающим уровень и стабильность урожайности. У сортов с максимальной средней урожайностью и минимальным коэффициентом вариации, отмечаются максимальные значения критерия Пусс (табл. 10 и 11): пленчатые Мирт (к-15500; 330), КСИ 639/05 (к-15329; 311), Сиг (к-15335; 307); голозерные Вятский (к-14960; 1394), Hua Zao 2 (к-15669; 667), Бекас (к-151475; 572), Gehl (к15305; 443).

Максимальной средней урожайностью (от 135,2% до 125,6% относительно стандарта) за период исследований характеризовались пленчатые сорта: Poseidon (к-15468; ФРГ); Сиг (к-15335; РФ, Новосибирская обл.); Genziana (к-15417; ФРГ); Мирт (15500; Респ. Беларусь); Belinda (к-14911; Швеция); Nike (к-15467; ФРГ); Rajtar (к-15424; Польша); 120h2106 (к-15281; РФ, Московская обл.) и голозерные сорта (от 170,1% до 122,1%) – Бекас (к-151475; РФ, Кировская обл.); Tatran

(к- 15372; Словакия); Королек (к-15461; Респ. Беларусь). Однако не все перечисленные генотипы обладали высокой стабильностью по признаку урожайности за исключением сортов пленчатых сортов Мирт, Сиг и голозерного Бекас (табл. 10 и 11).

Масса зерна относится к категории количественных признаков и отражает конечный результат – зерновую продуктивность растений. Более высокая продуктивность у пленчатых сортов объясняется тем, что у них наибольшее число зерен в главной метелке и выше масса 1000 зерен: у нас она варьировала в различные годы от 21,2 г (2016 г.) до 50,7 г (2017 г.) у пленчатых, и от 16,2 г до 46,5 г у голозерных. По данному показателю выделились пленчатые сорта и линии 23h2201 (к- 15278, РФ, Московская обл.), AC Francis (к-15302, Канада), AC Goslin (к-15303, Канада), UFRGS 970654 (к-15610, Бразилия), 120h2106 (к-15281, РФ, Московская обл.), OAC Paisley (к-15300, Канада), UFRGS 16 (к-15540, Бразилия), UFRGS 086208-3 (к-15600, Бразилия), КСИ 411/04 (к-15332, РФ, Ульяновская обл.), Malin (к-15421, ФРГ) и голозерные - Gehl (к-15305, Канада), Прогресс (к-15339, РФ, Омская обл.), AC Ernie (к-15304, Канада) – более 30 г.

Результаты корреляционного анализа между элементами структуры продуктивности показали, что во все годы изучения масса зерна метелки в значительной степени зависела от числа зерен. Коэффициенты корреляции между этими показателями высокие и положительные как для пленчатых ($r = 0,76-0,91$), так и для голозерных ($r = 0,84-0,90$) форм. У голозерных форм также была выявлена достоверная от средней до высокой связи массы зерна метелки с ее длиной ($r=0,54-0,84$). Сопряженная зависимость между массой зерна метелки с крупностью зерна несущественная отрицательная у голозерных форм, несущественная положительная у пленчатых. У голозерных форм в вегетационные периоды с наименьшим уровнем влагообеспеченности (2017 и 2018 гг.) масса 1000 зерен отрицательно коррелировала с числом зерен в метелке ($r= - 0,41-0,55$).

Количество зерен в метелке варьировало у голозерных форм от 32 до 161 шт. в среднем за годы изучения 67 шт. у пленчатых – от 21 до 168 шт., в среднем – 72 шт. Выделились в порядке убывания голозерные образцы Bai Yan 1 (к-15649,

Китай), Gkzalon (к-15299, Монголия), Королек (к-15461, Респ. Беларусь), Визит (к- 15501, Украина), Бекас (к-151475, РФ, Кировская обл.), Сибирский Голозерный (к-15063, РФ, Омская обл.), AC Ernie (к-15304, Канада); пленчатые Swat (к-15431, Польша), GN 07045 (к-15354, Норвегия), Bohun (к-15428, Польша), Чакал (к-15381, Респ. Беларусь), GN 09016 (к-15366, Норвегия), Furman (к-15416, ФРГ), Уралец (к- 15498, РФ, Свердловская обл.), SW Margaret (к-15395, Швеция), Skrzat (к- 15294, Польша), 55h2106 (к-15280, РФ, Московская обл.).

Масса зерна с метелки в среднем за годы у голозерных форм варьировала от 1,2 до 2,4 г, у пленчатых – от 0,9 до 5,9 г. По данному показателю выделились пленчатые 55h2106 (к-15280, РФ, Московская обл.), Чакал (к-15381, Респ. Беларусь), Уралец (к-15498, РФ, Свердловская обл.), Prelekst (к-15423, ФРГ), Swat (к-15431, Польша), 23h2201 (к-15278, РФ, Московская обл.), Skrzat (к-15294, Польша), GN 09016 (к-15366, Норвегия), Универсал 1 (к-14415, РФ, Свердловская обл.), Genziana (к-15417, ФРГ); и голозерные образцы Бекас (к- 151475, РФ, Кировская обл.), AC Ernie (к-15304, Канада), Tatran (к-15372, Словакия), Королек (к-15461, Респ. Беларусь).

Озерненность колоска в среднем за годы у голозерных форм варьировала от 1,1 до 2,9 шт. Выделились голозерные образцы Смачный (Скарб Украины) (к- 15382, Украина), Королек (к- 15461, Респ. Беларусь), Yung 492 (к-14994, Китай), Сибирский Голозерный (к- 15063, РФ, Омская обл.), Avoine nue Rennes (к- 15399, Франция), Numbat (к- 14851, Австралия), Бекас (к-151475, РФ, Кировская обл.), AC Ernie (к-15304, Канада), Tatran (к- 15372, Словакия), Bai Yan 1 (к-15649, Китай), пленчатые – Bohun (к- 15428, Польша), Velino (к-15403, Франция), Oberon (к-15513, ФРГ), Simon (к-15515, ФРГ), URS Tarimba (к-15485, Бразилия), Kaplan (к-15510, ФРГ), Lach AL 328/75 (к-15288, ПОЛЬША), Скроколик (к-15321, РФ, Ленинградская обл.), КСИ 731/01 (к-15327, РФ, Ульяновская обл.), Chantilly (к- 15401, Франция), Furman (к-15416, ФРГ), Kurt (к-15511, ФРГ), Zorro (к-15516, ФРГ).

Высокая урожайность выделившихся образцов (табл. 12 и 13) была обусловлена:

- крупнозерностью: у всех пленчатых образцов, в особенности у сортов Poseidon (к-15468), Symphony (к-15472), Werva (к-15426, ФРГ) с массой 1000 зерен более 42 г; и у голозерных - AC Ernie (к-15304), Gehl (к-15305, Канада), Прогресс (к-15339, РФ, Омская обл.) – более 30 г.

- повышенным числом зерен (> 90 шт.) в метелке у голозерных: белорусского образца Королек (к-15461); и российского образца Пушкинский (к-14717), взятого в качестве стандарта.

- повышенным числом зерен (> 90 шт.) и колосков в метелке (от 48,5 до 51 шт.) у немецких пленчатых образцов Genziana (к-15417) и Furman (к-15416) и российского сорта Сиг (к-15335, Новосибирская обл.).

Итак, наиболее значимыми показателями, связанными с урожайностью зерна, являются масса зерна с метелки, масса 1000 зерен и число зерен в метелке. Однако немаловажным является показатель продуктивной кустистости.

Было выяснено, что показатели стабильности урожая и адаптивности сортов не всегда совпадают. Стабильность сорта обусловлена высокой урожайностью и низкой вариативностью по годам, в то время, как адаптивность сортов учитывает показатели отклонений от среднегодовых значений коллекции, что в конечном итоге оценивает способность сорта давать относительно высокий и стабильный урожай зерна не только в благоприятных, но и в контрастных условиях.

Высокопродуктивными образцами, сочетающими в себе оба эти показателя, являются пленчатые Сиг (Новосибирская обл.), Мирт (Беларусь), и голозерные Ниа Zao 2 (Китай) и Gehl (Канада).

Максимальную урожайность (в % к стандартам) показали пленчатые сорта Poseidon (Германия), Сиг (Новосибирская обл.) и Genziana (Германия) и голозерные Бекас (Кировская обл.), Tatran (Словакия), Королек (Беларусь).

Таблица 10. Продуктивность, коэффициент адаптивности и критерий стабильности выделившихся пленчатых образцов овса, Михнево, 2016-2018 гг.

№ по кат. ВИР	Происхождение	Сорт	Урожайность, г/м ²				Кад	Урожайность, в % к St	V, %	Пусс, %
			2016 г.	2017 г.	2018 г.	\bar{X}				
15500	Респ. Беларусь	Мирт	455	661	548	555	1,56	131,1	19	330
15329	РФ, Ульяновская обл.	КСИ 639/05	412	567	506	495	1,40	117,0	16	311
15335	РФ, Новосибирская обл.	Сиг	488	709	515	571	1,61	134,9	21	307
15384	Украина	Закат	324	655	539	506	1,37	119,6	33	154
15468	ФРГ	Poseidon	342	830	542	572	1,52	135,2	43	152
15472	ФРГ	Symphony	467	718	361	515	1,46	121,8	36	149
15470	ФРГ	Rocy	342	706	482	510	1,38	120,6	36	144
15393	Швеция	SW Argyle	294	642	591	509	1,37	120,4	37	140
14911	Швеция	Belinda	339	809	497	548	1,46	129,7	44	138
15424	Польша	Rajtar	282	712	606	533	1,41	126,1	42	135
15360	Норвегия	GN 09039	273	606	621	500	1,34	118,2	39	127
15388	Молдова	Saltaret	291	512	664	489	1,34	115,6	38	124
15426	ФРГ	Werva	288	682	524	498	1,33	117,7	40	124
15497	РФ, Свердловская обл.	Атлет	261	712	600	524	1,38	123,9	45	122
15467	ФРГ	Nike	242	770	615	542	1,40	128,2	50	117
15462	Респ. Беларусь	Фристайл	233	718	627	526	1,37	124,4	49	113
15421	ФРГ	Malin	233	639	682	518	1,36	122,5	48	112
15417	ФРГ	Genziana	203	812	673	563	1,43	133,0	57	111
15391	Швеция	Aveny	248	652	567	489	1,29	115,6	43	110
15353	Норвегия	Odal	239	655	582	492	1,29	116,3	45	107
15418	ФРГ	Husky	197	745	606	516	1,32	122,0	55	96
15281	РФ, Московская обл.	120h2106	230	864	500	531	1,35	125,6	60	94
15425	ФРГ	Rocky	221	809	500	510	1,30	120,6	58	90
15416	ФРГ	Furman	218	879	458	518	1,31	122,5	65	83
15415	ФРГ	Firth	179	800	494	491	1,23	116,1	63	76
14231	РФ, Московская обл.	Улов (St)	258	554	458	423	-	-	36	-
Индекс среды			-128	116	12	-	-	-	-	-
НСР ₀₅			11,03	17,32	15,91	-	-	-	-	-

Таблица 11. Продуктивность, коэффициент адаптивности и критерий стабильности выделившихся голозерных образцов овса, Михнево, 2016-2018 гг.

№ по кат. ВИР	Происхождение	Сорт	Урожайность, г/м ²				Kad	Урожайность, в % к St	V, %	Пусс, %
			2016 г.	2017 г.	2018 г.	\bar{X}				
14960	РФ, Кировская обл.	Вятский	236	242	273	251	1,49	121,6	8	1394
15669	Китай	Ниа Зао 2	224	252	194	223	1,31	108,4	13	667
151475	РФ, Кировская обл.	Бекас	264	500	288	351	1,95	170,1	37	572
15305	Канада	Gehl	185	276	221	227	1,31	110,3	20	443
15501	Украина	Визит	158	288	227	224	1,27	108,9	29	299
15461	Респ. Беларусь	Королек	173	361	221	252	1,39	122,1	39	282
15505	Украина	Авгол	115	348	276	246	1,35	119,6	48	217
15339	РФ, Омская обл.	Прогресс	115	379	258	251	1,36	121,6	53	206
15372	Словакия	Tatran	85	488	218	264	1,35	128,0	78	154
14717	РФ, Ленинградская обл.	Пушкинский (St)	159	275	185	206	-	-	30	-
Индекс среды			-41	61	-20	-	-	-	-	-
НСР ₀₅			16,71	28,54	18,90	-	-	-	-	-

Таблица 12. Показатели элементов продуктивности выделившихся голозерных образцов овса, Михнево, 2016-2018 гг.

№ по кат. ВИР	Происхождение	Сорт	Урожайность, г/м ²	Масса 1000 зерен		Масса зерна с метелки		Число зерен в метелке		Озерность, шт.	Длина метелки	
				\bar{X} , г	V, %	\bar{X} , г.	V, %	\bar{X} , шт.	V, %		\bar{X} , см	V, %
151475	РФ, Кировская обл.	Бекас	351	25,5	15	2,4	18	85	32	2,7	20	5
15372	Словакия	Tatran	264	28,5	7	2,2	37	75	20	2,6	18	10
15461	Беларусь	Королек	252	26,0	14	2,2	27	94	13	2,9	21	5
14960	РФ, Кировская обл.	Вятский	250	27,6	5	2,1	7	78	11	2,3	20	4
15339	РФ, Омская обл.	Прогресс	251	31,6	15	2,0	49	65	20	1,8	21	20
15505	Украина	Авгол	246	29,1	13	1,9	31	59	42	2,0	17	4
15305	Канада	Gehl	227	34,2	2	2,0	16	54	15	2,0	19	8
15669	Китай	Hua Zao 2	223	25,5	13	2,1	13	70	53	2,0	18	15
15304	Канада	AC Ernie	215	30,2	4	2,3	31	83	17	2,6	20	5
15063	РФ, Омская обл.	Сибирский Голозерный	214	25,9	7	2,1	21	84	2	2,8	19	11
15493	Бразилия	UFRGS 106150-3	210	28,1	8	1,2	11	43	6	1,9	14	5
14717	РФ, Ленинградская обл.	Пушкинский (St)	206	27,1	9	3,3	5	128	18	3,2	23	2
НСР ₀₅			15,9	1,7	-	0,2	-	6,6	-	-	0,8	-

Таблица 13. Показатели элементов продуктивности выделившихся пленчатых образцов овса, Михнево, 2016-2018 гг.

№ по кат. ВИР	Происхождение	Сорт	Урожайность, г/м ²	Масса 1000 зерен		Масса зерна с метелки		Число зерен в метелке		Длина метелки	
				\bar{X} , г	V, %	\bar{X} , г	V, %	\bar{X} , шт.	V, %	\bar{X} , см	V, %
14911	Швеция	Belinda	548	41,0	10	4,3	35	96	36	19	17
15320	РФ, Ленинградская обл.	Випен	477	38,8	10	3,2	20	72	32	17	21
15329	РФ, Ульяновская обл.	КСИ 639/05	495	38,3	10	3,1	17	75	29	19	11
15335	РФ, Новосибирская обл.	Сиг	571	39,8	13	4,1	29	94	24	22	12
15352	Норвегия	Haga	484	37,9	9	3,6	6	93	19	18	6
15353	Норвегия	Odal	492	35,9	11	2,9	14	80	12	17	4
15360	Норвегия	GN 09039	500	37,7	9	3,8	9	75	46	20	10
15384	Украина	Закат	506	39,7	9	4,0	7	85	43	20	9
15390	Казахстан	Арман	484	39,6	6	3,1	17	84	17	19	11
15393	Швеция	SW Argyle	509	41,4	9	3,1	6	78	14	18	8
15395	Швеция	SW Margaret	478	38,2	8	4,3	36	113	42	19	11
15415	ФРГ	Firth	491	36,4	12	3,2	15	70	37	16	16
15418	ФРГ	Husky	516	39,0	8	2,9	13	69	21	16	4
15419	ФРГ	Krezus	474	36,1	8	3,2	24	96	25	16	8
15424	Польша	Rajtar	533	38,3	5	3,9	27	75	66	19	8
15425	ФРГ	Rocky	510	40,9	9	3,2	32	59	56	17	7
15426	ФРГ	Werva	498	42,3	6	3,2	27	62	43	16	8
15468	ФРГ	Poseidon	572	43,7	8	3,9	39	67	62	17	10
15470	ФРГ	Rocy	510	41,3	8	3,2	29	59	53	17	10
15472	ФРГ	Symphony	515	42,2	9	3,7	13	81	8	18	7
15497	РФ, Свердловская обл.	Атлет	524	42,0	8	3,6	23	76	21	18	9
15500	Беларусь	Мирт	555	38,1	5	2,9	9	67	23	17	3
15502	Украина	Житомирский	477	40,0	5	3,0	13	64	26	19	9
14231	РФ, Московская обл.	Улов	423	39	14	2,8	13	66	24	17	15
		НСР ₀₅	-	0,5	-	0,1	-	2,6	-	0,3	-

3.2. Устойчивость растений к болезням

2016-2018 гг. были достаточно контрастными, но за данный период в полевых условиях наблюдались на растениях овса в основном следующие болезни и вирусы: ВЖКЯ, красно-бурая пятнистость, септориоз, стеблевая ржавчина, пыльная головня, оливковая (бурая) плесень. Очень редко на некоторых метелках образцов отмечали колоски, пораженные фузариозом зерна, но в целом идентифицировать эту болезнь смогли лишь только при проверке зерна овса на зараженность в лабораторных условиях (раздел 3.2.).

Отмечали болезни на разных этапах. Головню определяли в период и после выметывания образцов вплоть до созревания. Красно-бурую пятнистость, вызванную грибом *Pyrenophora avenae* (= *Drechslera avenae* (Eidam) Scharif. = *Helminthosporium avenae* Eidam) и септориоз (*Septoria avenae*), в основном наблюдали после цветения образцов. Стеблевой ржавчиной (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *avenae* Eriks.) и оливковой плесенью особенно сильно растения поражались перед непосредственным созреванием и уборкой. Что касается таких распространенных для других зерновых культур заболеваний, как корневые гнили, церкоспорелез и офиобулус, то на овсе они практически не наблюдались, поэтому по данным болезням оценку не проводили.

На рисунке 6 показано распределение болезней в коллекции в различные годы. Сильнее всего в условиях Московской области коллекция поражалась стеблевой ржавчиной, особенно в дождливый август (2016 и 2017 гг.), между тем, ВЖКЯ, красно-бурая пятнистость и септориоз наблюдались реже в 2017 г. Сильное поражение септориозом наблюдали в 2016 г.

Наиболее устойчивые к поражению различными болезнями образцы представлены в таблице 14. Некоторые выделившиеся образцы, отмечались также высокой устойчивостью к полеганию.

В 2016-2018 гг. на естественном инфекционном фоне было обнаружено 26 образцов, которые поражались пыльной головней, при проценте поражения делянок от 0,3 до 63% (от 1 до 226 пораженных метелок).

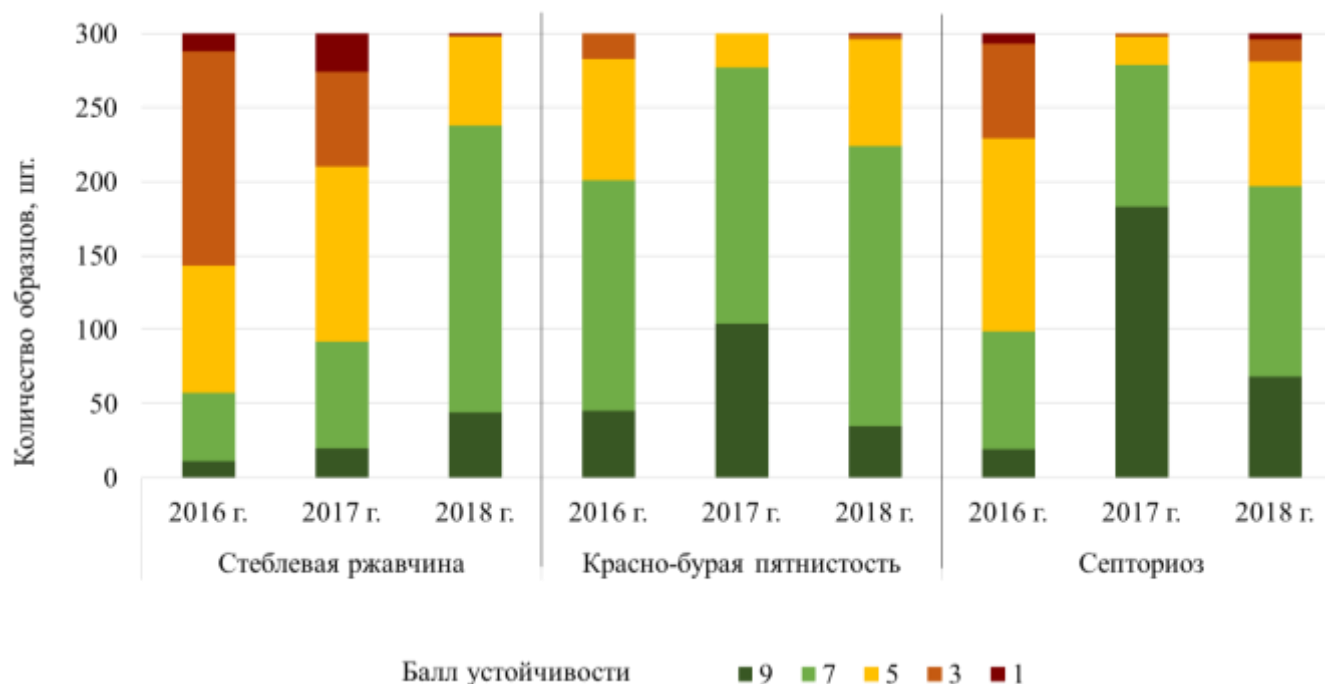


Рисунок 6. Распределение образцов по устойчивости к стеблевой ржавчине, красно-бурой пятнистости и септориозу, Михнево, 2016-2018 гг.

Таблица 14. Образцы овса, выделившиеся по высокой устойчивости к болезням в полевых условиях, Михнево, 2016-2018 гг.

№ по кат. ВИР	Сорт	Устойчивость, балл 1-9			
		Стеблевая ржавчина	Красно-бурая пятнистость	Септориоз	Состояние перед уборкой
Пленчатые формы					
15301	CDC Dancer	9	7	5...7	7...9
15335	Сиг	5...7	7...9	7	7...9
15345	Байче	7...9	7...9	7...9	7...9
15348	Hurdal	7	7	5...7	7
15352	Haga	7	7	7...9	7...9
15410	Duffy	5...7	7	7	7...9
15414	Ehostar	9	7...9	5...7	7...9
15467	Nike	7...9	5...7	7	7...9
15533	UFRGS 8	7	7	7...9	7
15539	UFRGS 15	7	7	9	7...9
15540	UFRGS 16	7...9	7	7	7...9
15544	UFRGS 20	7	7	7	7...9
15597	UFRGS 077014-2	5...7	7	7...9	7...9
15638	Espresso	7	7	7...9	7...9
Голозерные формы					
15305	Gehl	7	7...9	7	7
15339	Прогресс	9	7...9	7...9	9
15461	Королек	7	7	7...9	7...9
15493	UFRGS 106150-3	7...9	5...7	5...7	7
15650	Bai Yan 4	7	7	5...7	5...7

Таким образом, на естественном инфекционном фоне на растениях отмечались следующие болезни: красно-бурая пятнистость, септориоз, стеблевая ржавчина, пыльная головня, оливковая (бурая) плесень. Выявлены источники комплексной устойчивости к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине на естественном инфекционном фоне – Байче (к-15345), Нага (к-15352), UFRGS 8 (к-15533), UFRGS 15 (к-15539), UFRGS 16 (к-15540), UFRGS 20 (к-15544), Espresso (к-15638), Gehl (к-15305), Прогресс (к-15339), Королек (к-15461).

Несколько выделенных с комплексной устойчивостью к болезням образцов, отличались также высокой продуктивностью – пленчатые Сиг (Новосибирская обл.) и Нага (Норвегия), голозерные Gehl (Канада), Прогресс (Омская обл.) и Королек (Беларусь).

3.3. Определение зараженности образцов овса грибами

В результате микологических исследований образцов зерна овса проведенных в 2016-2018 гг. выявили в общей сложности 46 видов грибов с различной степенью встречаемости. Чаще всего выделялись представители из родов *Alternaria* Sacc., *Fusarium* Link ex Fr., *Cladosporium* Link, *Acremonium* Fr., *Rhizopus* Ehrenb., которые по сообщениям многих исследователей входят в патоккомплекс на зерновых культурах (Лебедев и др., 1998; Григорьев, 2016; Киселева и др., 2016; Гаврилова и др., 2016). На рисунке 7 и в таблице 15 отображены основные фитопатогены, которые были отмечены в эти годы.

Среди видов рода *Alternaria* на растениях овса в 2016 г. доминировал вид *A. infectoria* E. G. Simmons (рис. 12), а в 2017 и 2018 гг. – *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire (рис. 13), который выделялся почти с одинаковой частотой.

Из видов рода *Cladosporium* наиболее часто встречались два вида *Cl. cladosporioides* (Fresen.) G. A. de Vries и *Cl. herbarum* (Pers.) Link, с преобладанием первого.

Из грибов рода *Fusarium* наиболее часто встречались такие виды, как *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. (19,2%) (рис. 8), *F. proliferatum* (Matsush.) Nirenberg (16,9%) (рис. 9), *F. poae* (Peck) Wollenw. (16,7%) (рис. 10), *F. heterosporum*

Nees & T. Nees (8%), реже *F. oxysporum* Schltdl., *F. sporotrichioides* Sherb., *F. tricinctum* (Corda) Sacc., *F. culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc. (рис. 11), *F. nivale* (Fr.) Sorauer, *F. solani* (Mart.) Sacc.

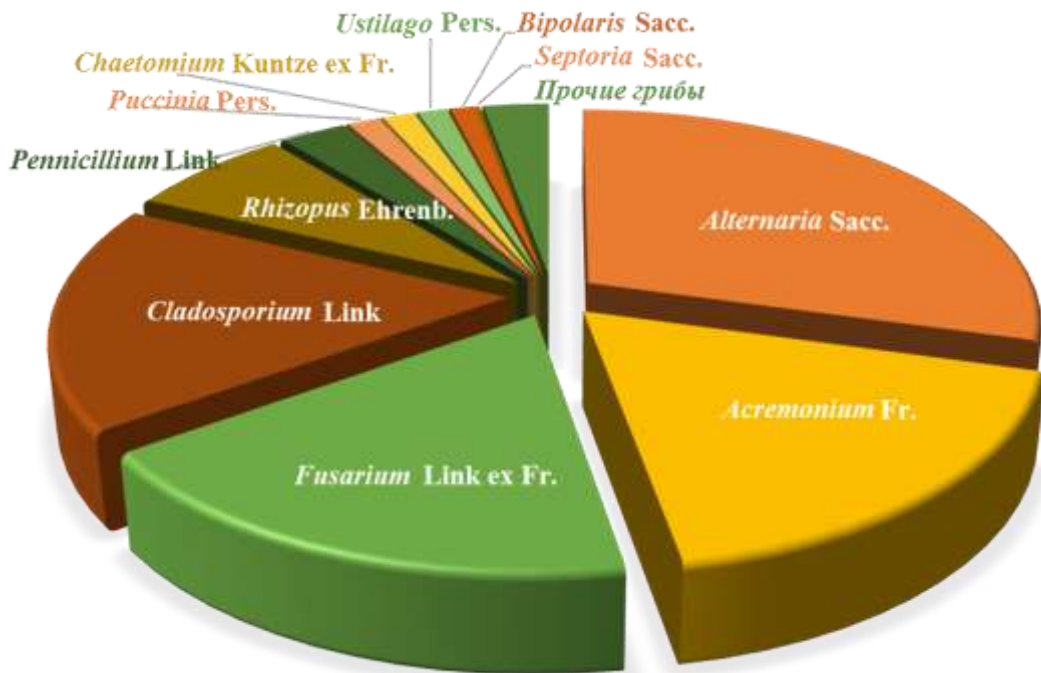


Рисунок 7. Видовой состав микобиоты зерна овса (%), Михнево, 2016-2018 гг.

Возбудитель красно-бурой пятнистости *Bipolaris sorokiniana* Shoemaker (син. *Helminthosporium sativum* Pammel, C. M. King & Bakke) (рис. 17) был выделен на зерне 5% проанализированных образцов.

Встречались видоспецифические патогены, такие как возбудитель пыльной головки овса – *Ustilago avenae* (Pers.) Rostr. (рис. 15) и возбудитель септориоза овса – *Septoria avenae* A. B. Frank.

Изучаемые образцы в 2016-2017 гг. были сильно заражены возбудителем ржавчины зерновых культур – грибом *Puccinia graminis* f. *avenae* Erikss. & Henning. (рис. 14). Частота встречаемости этого гриба составила 56,2 % на растениях овса и 6% на зерновках.



Рисунок 8. Макроконидии *Fusarium avenaceum* (Михнево, 2017)

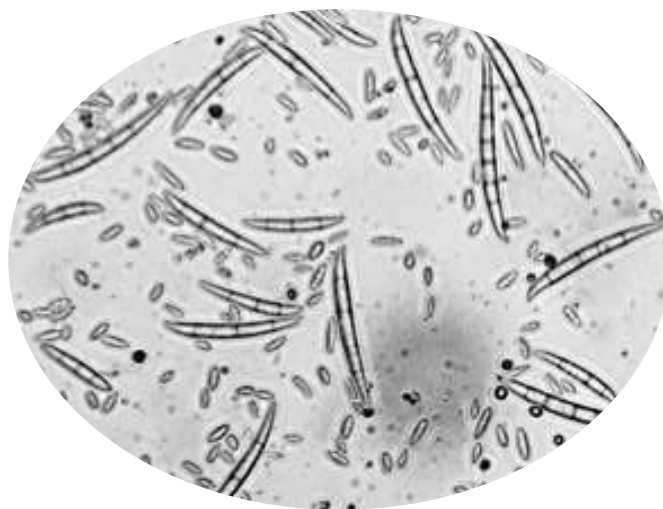


Рисунок 9. Макро- и микроконидии *Fusarium proliferatum* (Михнево, 2016)

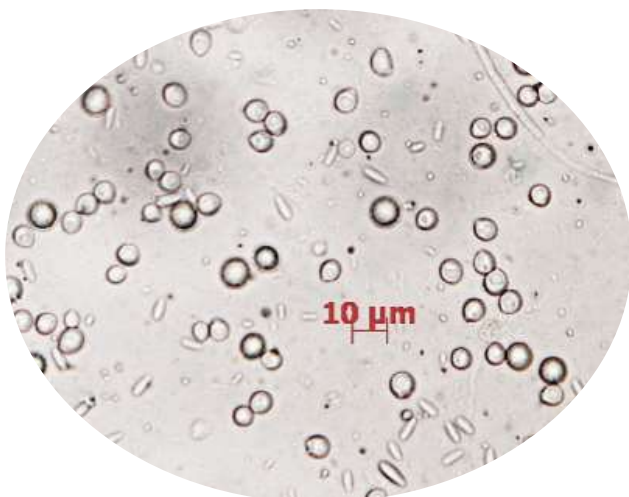


Рисунок 10. Макро- и микроконидии *Fusarium poae* (Михнево, 2016)



Рисунок 11. Макроконидии *Fusarium culmorum* (Михнево, 2016)



Рисунок 12. Конидии *Alternaria infectoria* (Михнево, 2016)



Рисунок 13. Конидии *Alternaria tenuissima* (Михнево, 2017)



Рисунок 14. Телиоспоры *Puccinia graminis* sp. *avenae* (Михнево, 2017)

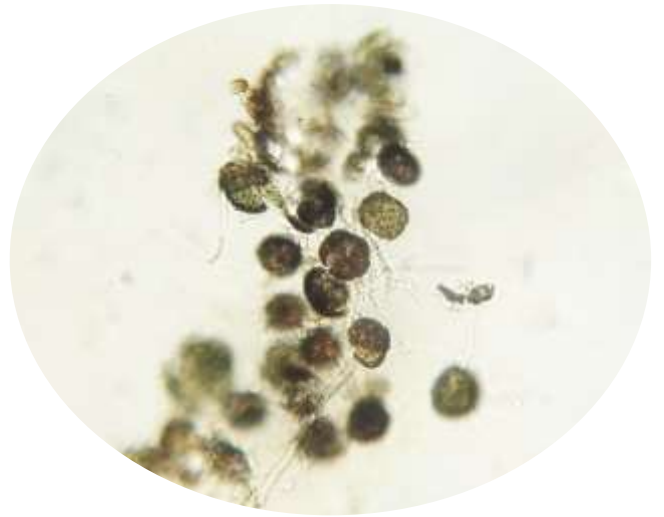


Рисунок 15. Телиоспоры *Ustilago avenae* (Михнево, 2017)

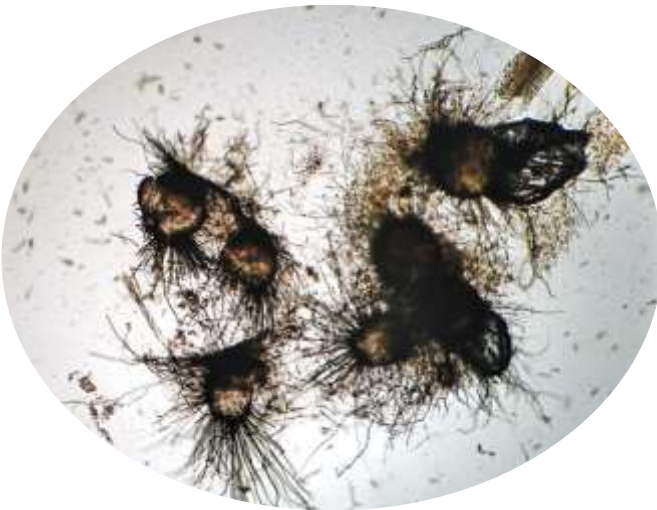


Рисунок 16. Перитеции *Chaetomium* sp. (Михнево, 2018)



Рисунок 17. Конидия *Bipolaris sorokiana* (Михнево, 2017)

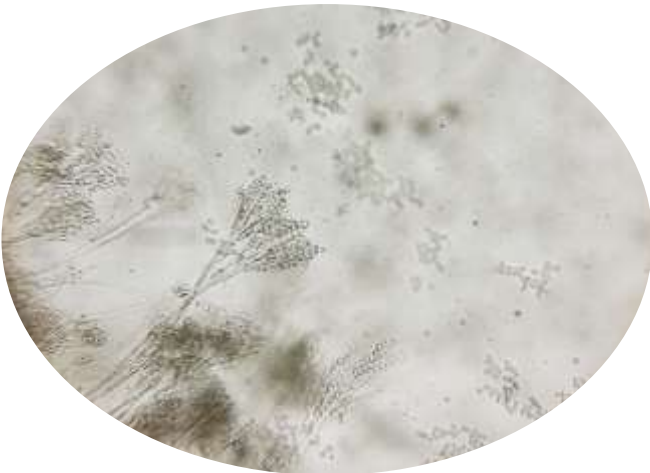


Рисунок 18. Конидиеносцы *Penicillium* sp. (Михнево, 2017)



Рисунок 19. Спорангий и спорангиеносцы *Rhizopus* sp. (Михнево, 2017)

Таблица 15. Видовой состав микобиоты зерна овса, Михнево, 2016-2018 гг.

Виды грибов	Частота встречаемости, %							
	Пленчатые формы				Голозерные формы			
	2016	2017	2018	\bar{X}	2016	2017	2018	\bar{X}
<i>Acremoniella atra</i>	0,8			0,8				
<i>Acremonium</i> spp.	47,7	34,9	68,3	50,3	31,9	46,7	70,8	49,8
<i>Alternaria</i> spp.	31,8	0,8		16,3	18,8	0,8		9,8
<i>A. infectoria</i>	28,0	4,0		16,0	11,8	1,7		6,7
<i>A. tenuissima</i>	29,5	92,9	85,7	69,4	17,4	53,3	55,0	41,9
<i>Arthrotrichum oligospora</i>	1,5			1,5	3,5			3,5
<i>Aspergillus</i> spp.					0,7			0,7
<i>Aureobasidium</i> sp.			0,8	0,8				
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	6,1	0,8		3,4	6,3	0,8	0,8	2,6
<i>Chaetomium</i> spp.	1,5	0,8	15,1	5,8	0,7		0,8	0,8
<i>Cladosporium</i> spp.	42,4			42,4	38,2			38,2
<i>Cl. cladosporioides</i>	0,8	28,6	23,8	17,7		48,3	13,3	30,8
<i>Cl. herbarum</i>	0,8	22,2	7,1	10,0		7,5	5,8	6,7
<i>Compostosporium</i> spp.		0,8		0,8		0,8		0,8
<i>Fusarium</i> spp.	7,6	8,7	0,8	5,7	7,6	9,2	1,7	6,2
<i>F. avenaceum</i>	15,9	15,9	2,4	11,4	4,9	10,8		7,8
<i>F. culmorum</i>	1,5			1,5	2,1			2,1
<i>F. heterosporum</i>	3,0	1,6	0,8	1,8	7,6	9,2	1,7	6,2
<i>F. oxysporum</i>		1,6	3,2	2,4	2,8	4,2	4,2	3,7
<i>F. poae</i>	13,6	3,2	9,5	8,8	10,4	3,3	10,0	7,9
<i>F. proliferatum</i>	16,7	4,8	1,6	7,7	7,6	9,2	10,8	9,2
<i>F. solani</i>		0,8		0,8	1,4			1,4
<i>F. sporotrichioides</i>	1,5	4,0		2,7	1,4	3,3		2,4
<i>F. tricinctum</i>		0,8	2,4	1,6	3,5		1,7	2,6
<i>Penicillium</i> spp.	4,5	2,4	4,8	3,9	13,9	9,2	30,0	17,7
<i>Puccinia graminis</i> sp. <i>Avenae</i>	0,8	10,3	1,6	4,2	2,1	3,3		2,7
<i>Rhizopus</i> spp.	31,8	0,8	15,9	16,2	31,3	5,8	78,3	38,5
<i>Stigmina trimera</i>		4,8		4,8		0,8	0,8	0,8
<i>Trichoderma</i> spp.					0,7			0,7
<i>Trichothecium roseum</i>		0,8	2,4	1,6	0,7			0,7
<i>Ustilago avenae</i>	1,5	13,5	1,6	5,5				
<i>Septoria avenae</i>	0,8			0,8				
<i>Mucor</i> spp.	1,5			1,5				
<i>Leptosphaeria avenaria</i>	0,8			0,8				
<i>Rhizoctonia solani</i>	0,8			0,8				
<i>Torula</i> sp.					0,7			0,7
<i>Helicomyces</i> spp.					0,7			0,7
Бактерии	3,8	0,8		2,3	3,5	4,2	1,7	3,1
Прочие грибы	1,5		1,6	1,6	6,3	0,8		7,1

Почвенные микромицеты *Rhizoctonia solani* J. G. Kühn, *Cylindrocarpon destructans* (Zinssm.) Scholten, *Pythium* Pringsh. spp., *Typhula* (Pers.) Fr. spp., которые

известны, как возбудители корневых и прикорневых гнилей многих культурных растений, встречались очень редко.

Многие грибы из рода *Acremonium* могут являться микопаразитами и паразитировать на гифах других почвенных грибов. В частности, в нашем исследовании наблюдалось, как некоторые виды из этого рода паразитировали на гифах таких микромицетов, как *Rhizopus* sp., *Alternaria* sp. и *Bipolaris* sp (рис. 19).

Выявлены различия видового состава микромицетов между формами овса. Наименьшее количество фузариевых грибов за 3 года было найдено на голозерном образце Местный (к-15290) и на пленчатых образцах: Буланный (к-15277) и Закат (к-15384) – *F. avenaceum*. В среднем же находили от 2 до 5 на пленчатых и до 7 на голозерных образцах видов фузариевых грибов.

B. sorokiniana был отмечен только на 15 образцах, а на остальных этот гриб не встречался (табл. 15).

Для оценки возможности распространения видов микромицетов с зерном овса в поле осенью 2016 г. был проведен микологический анализ зерна некоторых образцов после сбора урожая. Виды из рода *Fusarium* наиболее часто встречались на зерне овса. В частности, *F. proliferatum* наиболее часто встречался как на зерне, так и на растениях овса в поле. Другой вид *F. culmorum* встречался только на зерне сорта Bötö, а также он выделялся из растений этого сорта в поле. Тем не менее, некоторые виды из этого рода, например, *F. avenaceum* на зерне отмечены не были, но из растений выделялись. По-видимому, заражение растений этим грибом произошло в поле.

О заражении растений овса в поле также говорит тот факт, что такие патогены, как *Puccinia graminis*, *Ustilago avenae* и *Septoria avenae* на зерне овса в первый год изучения отмечены не были, а растения в поле были ими поражены.

Виды из родов *Alternaria* и *Cladosporium* также выделялись из зерна овса, а также из растений в поле.

Почвенные микромицеты, *Acremonium spp.* и *Rhizopus nigricans* встречались на зерне овса, а также присутствовали на растениях в поле.

Результаты наших исследований показали, что в условиях Ступинского района Московской области на растениях овса присутствуют представители из родов *Bipolaris*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*. Эти данные соответствуют сообщениям многих авторов (Лебедев и др., 1998; Алехин и др., 2004; Григорьев, 2012, 2016; Казакова и др., 2013; Киселева и др., 2016; Гаврилова и др., 2016), которые отмечали наличие данного патокомплекса на зерновых культурах в России. Тем не менее, наши данные о видовом составе несколько отличаются от информации, опубликованной другими исследователями. В частности, О.П. Гаврилова с соавторами (2016) сообщали, что в условиях Северо-запада России, на зерне овса было отмечено 12 видов из рода *Fusarium*. Нами было идентифицировано десять видов, четыре из которых совпали с указанными у данных авторов: *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*, *F. tricinctum*; остальные – *F. culmorum*, *F. heterosporum*, *F. nivale* var. *nivale*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. solani*. Наиболее опасные среди них: *F. culmorum*, продуцирующий микотоксины ДОН (дезоксиниваленол) и ЗЕН (зеараленон) и *F. sporotrichioides* – Т-2-токсин. *F. culmorum* был определен на образцах UFRGS 106150-3 (к-15493), Bai Yan 1 (к-15649); Bötö (Veggerlose) (к-15367), *F. sporotrichioides* – на образцах Tatraň (к-15372), Bai Yan 5 (к-15648), Din Yan 4 (к-15520), GN 08207 (к-15357), Элегант (к-15463), Мирт (к-15500) и Улов (к-14231). У короткостебельного сорта Numbat (к-14851, Австралия) оба вида были идентифицированы на растениях.

Эти же авторы (Гаврилова и др., 2016) сообщали, что из видов *Alternaria* в условиях Северо-запада, на зерне овса преобладали виды *A. tenuissima* и *A. arborensens*. Тем не менее, в наших условиях преобладал вид *A. tenuissima* и *A. infectoria*, а вид *A. arborensens* встречался редко.

Следует отметить, что наши данные о том, что овес не сильно поражается грибом *Bipolaris sorokiniana*, совпадают с данными с исследователями из

Мордовии (Киселева и др., 2016), которые изучали патокомплекс грибов из родов *Bipolaris* и *Fusarium* на яровой пшенице, ячмене и овсе.

Из рода *Cladosporium* на овсе было идентифицировано два вида – *Cl. cladosporioides* и *Cl. herbarum*. Причем, на овсе виды из этого рода часто ассоциировались с почернениями метелки и выделялись с такой же частотой, как и грибы из рода *Alternaria*. Следует отметить, что большинство исследователей не уделяют достаточного внимания грибам из рода *Cladosporium* в патокомплексе микромицетов на зерновых культурах, хотя некоторые из них (Алехин и др., 2004; Белошапкина и др., 2015) отмечают способность этих полупаразитных грибов с выраженными сапротрофными свойствами вызывать чернь колоса (Головин и др., 2016).

Результаты исследований показали, что в условиях Ступинского района Московской области на растениях овса преобладает патокомплекс микромицетов из родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*.

Грибы из рода *Fusarium* были представлены 10 видами (*F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. heterosporum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. proliferatum*, *F. solani*, *F. sporotrichioides* var. *minus*, *F. tricinctum*). Из этих видов наиболее часто встречались – *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. heterosporum* и *F. proliferatum*. Виды *F. culmorum*, *F. proliferatum*, *F. poae*, *F. solani* и *F. oxysporum* были отмечены на зерне овса перед посевом. Наименьшее число видов фузариевых грибов за два года изучения было найдено на голозерном польском местном сорте (к-15290) и на пленчатых сортах: Буланный (к-15277) и Закат (к-15384) – *F. avenaceum*.

Грибы из рода *Alternaria*, встречающиеся на овсе, были представлены, в основном, двумя видами: *A. infectoria* и *A. tenuissima*, с преобладанием *A. tenuissima*. Эти патогены встречались на всех образцах без исключения.

Почвенные микромицеты – возбудители корневых и прикорневых гнилей, такие как *Rhizoctonia solani*, *Cylindrocarpon destructans* (Zins.) Scholten. и *Typhula* sp. встречались относительно редко.

3.4. Биохимический анализ образцов

3.4.1. Содержание белка, масла и крахмала в зерне

По результатам анализов выяснили, что содержание белка (в среднем на 5,2%), масла (на 2,5%), и крахмала (на 14%) в зерновках образцов голозерных форм выше, чем у пленчатых (рис. 20-22). На рисунке 20 представлена гистограмма распределения белка у разновидностей овса посевного, на которой показано, что самым высоким содержанием этого вещества обладают образцы *A. sativa* var. *chinensis* (16,6%). Среди пленчатых форм отмечено незначительное превышение (на 0,6-0,8%) по содержанию белка образцов с темноокрашенными цветковыми пленками (разновидности *A. sativa* var. *brunnea* и var. *montana*) по сравнению с разновидностями с белыми цветковыми пленками (*A. sativa* var. *mutica*, *aristata*).

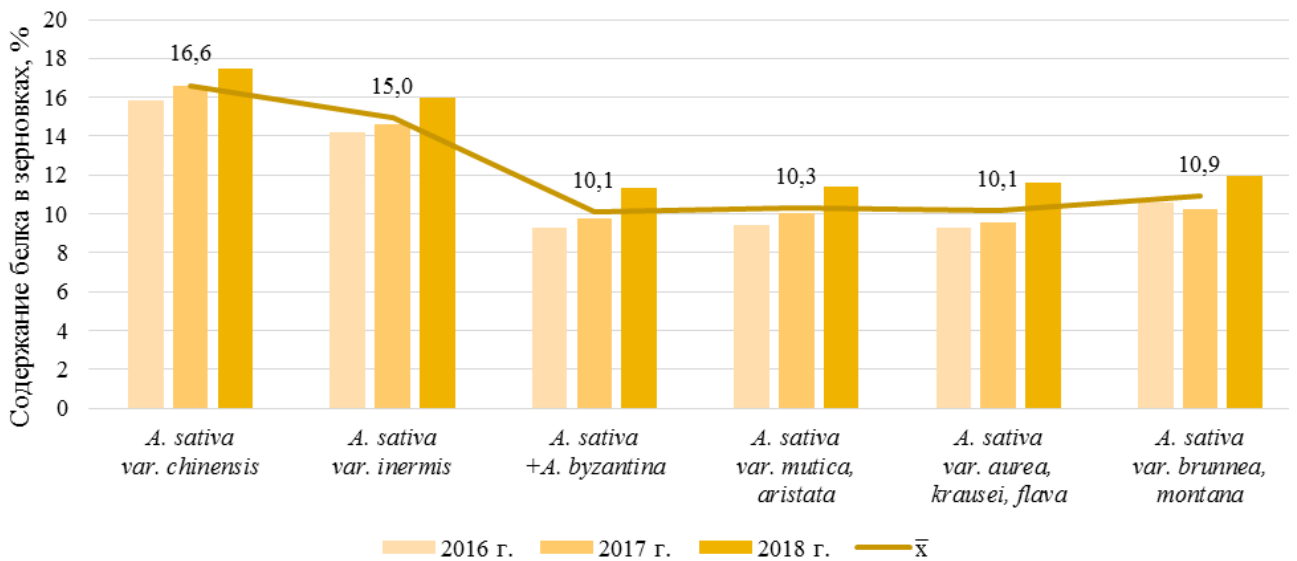


Рисунок 20. Гистограмма распределения содержания белка в зерновках различных разновидностей овса, Михнево, 2016-2018 гг.

Из рисунка 21 можно видеть, что у пленчатых образцов разновидностей *A. sativa* var. *mutica* и var. *aristata* (5,1 %) содержание масла выше, чем у темноокрашенных разновидностей *A. sativa* var. *brunnea* и var. *montana* (4,2%) в среднем на 0,9%.

В целом наибольшее содержание белка наблюдали по коллекции в 2018 г., отличавшемся засушливыми условиями вегетации, а масла – в 2017 г., который оказался оптимальным для получения высокого урожая.

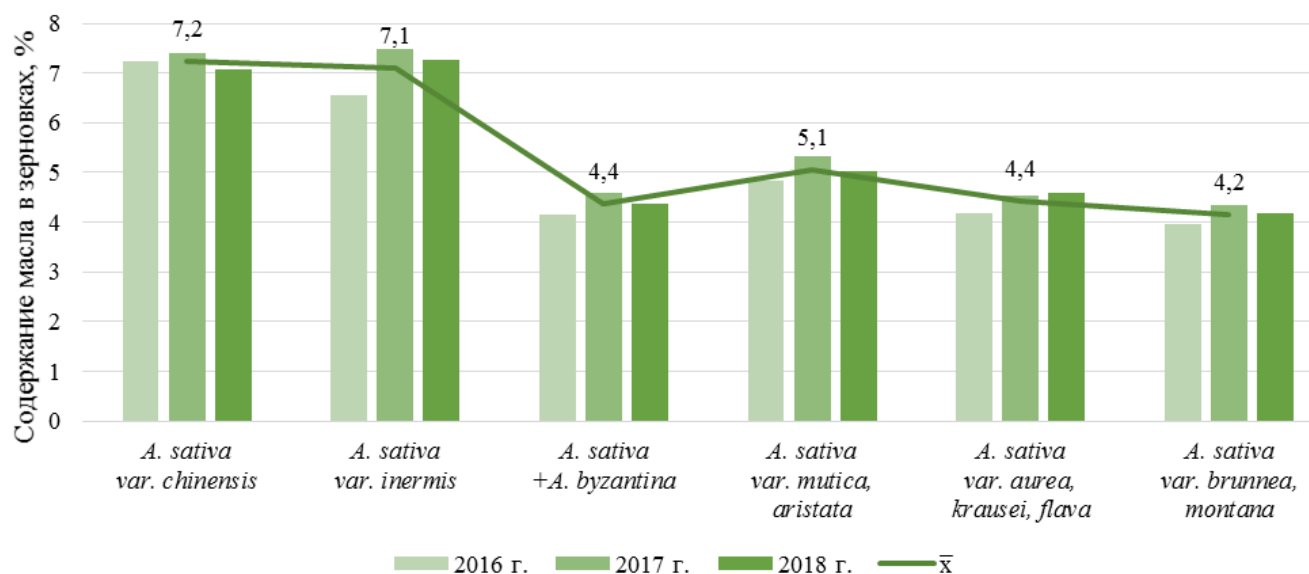


Рисунок 22. Гистограмма распределения содержания масла в зерновках различных разновидностей овса, Михнево, 2016-2018 гг.

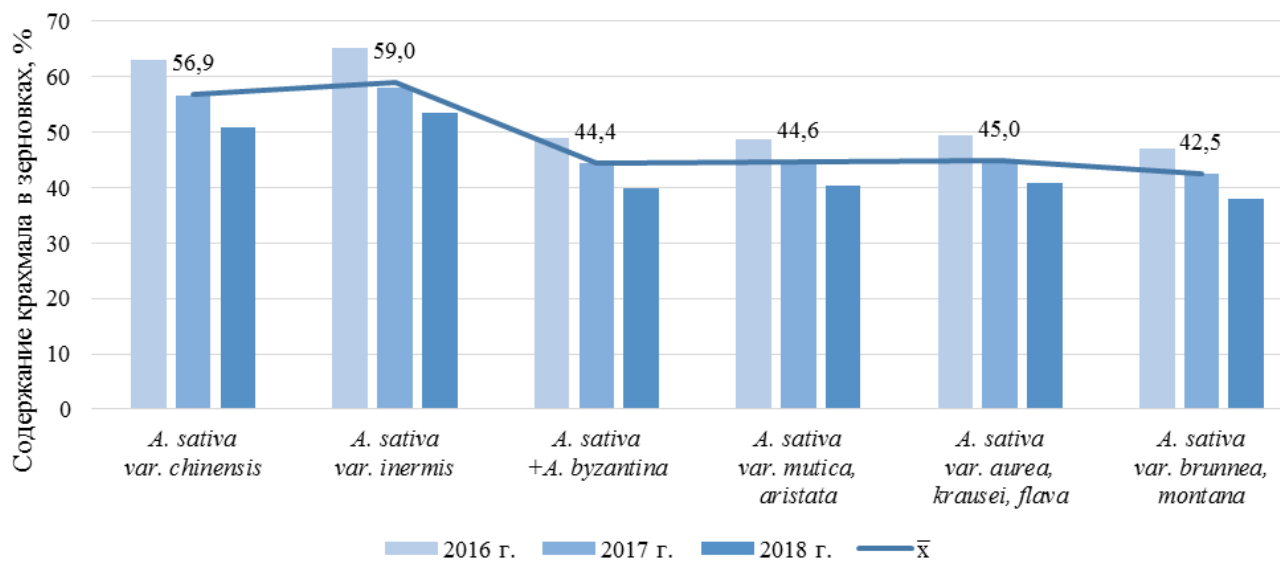


Рисунок 21. Гистограмма распределения содержания крахмала в зерновках различных разновидностей овса, Михнево, 2016-2018 гг.

Самое высокое содержание крахмала отмечено у голозерных образцов разновидности *A. sativa* var. *inermis* (59%), при этом наибольшие показатели по этому значению приходятся на урожай 2016 г. (рис. 22). Самые низкие показатели по содержанию крахмала в зерновках у разновидностей с темноокрашенными цветковыми пленками *A. sativa* var. *brunnea* и var. *montana* (42,5%).

Отмечена средняя обратная корреляция (от -0,29 до -0,57) между содержанием крахмала и белка в зерновках, причем для пленчатых эта связь была ниже в 2016 г., а для голозерных – в 2018 г. (табл. 16 и 17). Между содержанием белка и масла у пленчатых образцов выявлена слабая положительная корреляция (от 0,09 до 0,45), а у голозерных – слабая отрицательная (от -0,14 до -0,33). У пленчатых образцов отмечена от низкой до средней обратной корреляции урожайности с содержанием белка (от -0,05 до -0,47), у голозерных форм эта связь оказалась выше (от -0,36 до -0,57). В засушливый 2018 г., корреляция урожайности с содержанием крахмала в зерновках была ниже как у голозерных, так и у пленчатых образцов (от 0,08 до 0,11), чем в годы с оптимальной влагообеспеченностью (от 0,20 до 0,51).

Таблица 16. Линейная корреляция биохимического состава зерновок с урожайностью пленчатых форм овса, Михнево, 2016-2018 гг.

Коррелирующие признаки	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Содержание белка – содержание крахмала	-0,35	-0,54	-0,54
Содержание белка – содержание масла	0,09	0,45	0,15
Содержание крахмала – содержание масла	-0,24	-0,37	-0,23
Урожайность – содержание белка	-0,28	-0,47	-0,05
Урожайность – содержание масла	-0,05	-0,09	-0,27
Урожайность – содержание крахмала	0,20	0,40	0,11

Таблица 17. Линейная корреляция биохимического состава зерновок с урожайностью голозерных форм овса, Михнево, 2016-2018 гг.

Коррелирующие признаки	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Содержание белка – содержание крахмала	-0,56	-0,57	-0,29
Содержание белка – содержание масла	-0,14	-0,27	-0,33
Содержание крахмала – содержание масла	0,35	0,21	0,05
Урожайность – содержание белка	-0,36	-0,39	-0,57
Урожайность – содержание масла	0,01	0,23	0,46
Урожайность – содержание крахмала	0,28	0,51	0,08

В результате проведенных исследований установлены общие закономерности и существенные различия у пленчатых и голозерных образцов овса между урожайностью и накоплением крахмала, белка и масла в зерновке. По мере увеличения урожайности накопление крахмала в зерне возрастает, а содержание белка уменьшается. У голозерных образцов овса, эта связь выражена сильнее.

Таким образом, у пленчатых форм представляется возможным вести селекцию на улучшения качества зерна, связанное с одновременным повышением содержания белка и масла. В тоже время, у голозерных форм можно вести селекцию одновременно на урожайность и повышение содержания масла в зерновке.

Был произведен расчет индекса среды и его влияние на показатели продуктивности и качества зерна овса. Тенденция в целом оказалась схожей, как для пленчатых, так и для голозерных образцов (табл. 18). Наиболее благоприятным по влагообеспеченности и температурному режиму был 2017 г. для таких показателей как урожайность ($I_j = 70,9...112,0$) и крупнозерность ($I_j = 3,6...9,6$) образцов овса и для накопления масла в зерновках ($I_j = 0,3...0,2$). Благоприятным репродуктивным периодом для накопления крахмала в зерновках был 2016 г. ($I_j = 6,3...4,3$), а 2018 г. – для накопления белка ($I_j = 1,0...1,2$). Отрицательные значения индекса среды отмечены в 2016 г. для показателей массы 1000 зерен, содержания белка и масла в зерновках, и 2018 гг. – для урожайности образцов и накопления крахмала.

Таблица 18. Влияние метеоусловий на продуктивность и показатели качества зерна, Михнево, 2016-2018 гг.

Показатели	Индекс среды					
	Голозерные формы			Пленчатые формы		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Урожайность	-17,3	70,9	-53,6	77,2	112,0	-189,2
Крупнозерность	-1,9	3,6	-1,7	-4,9	9,6	-4,7
Содержание белка	-0,8	-0,2	1,0	-0,8	-0,4	1,2
Содержание масла	-0,4	0,3	0,1	-0,2	0,2	0,0
Содержание крахмала	6,3	-0,7	-5,6	4,3	-0,1	-4,2

Содержание веществ в зависимости от эколого-географической группы образцов было разнообразно. Отмечено, что для обеих форм, лидерами по содержанию белка в зерновках являются образцы из Южной Америки (12,4% – для пленчатых, 17,6% – для голозерных). Второе место по содержанию белка занимают голозерные формы овса из Центральной Азии (15,9%) и Западной Европы (15,3%).

По содержанию масла наиболее высокие показатели у голозерных образцов из Северной Европы (7,7%) и Южной Америки (7,6%). По пленчатым формам его содержание было практически одинаковым: от 4,2 у образцов из Западной Европы до 4,9 % у образцов из Восточной Европы.

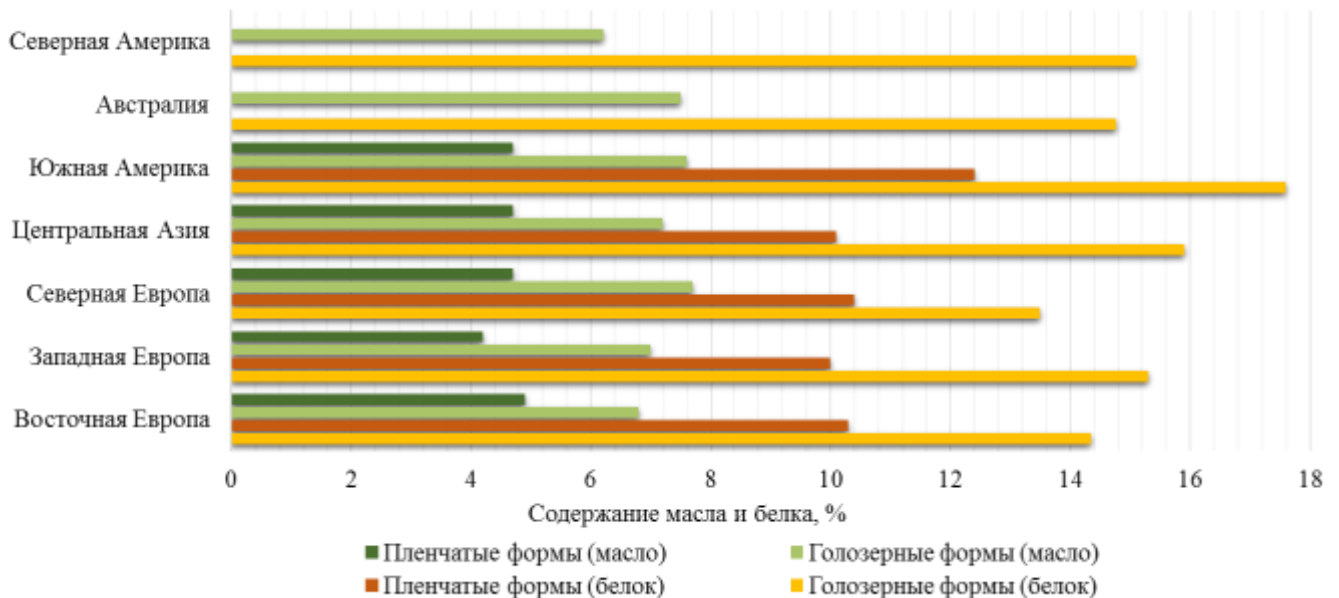


Рисунок 24. Накопление белка и масла в образцах в зависимости от их происхождения, Михнево, 2016-2018 гг.

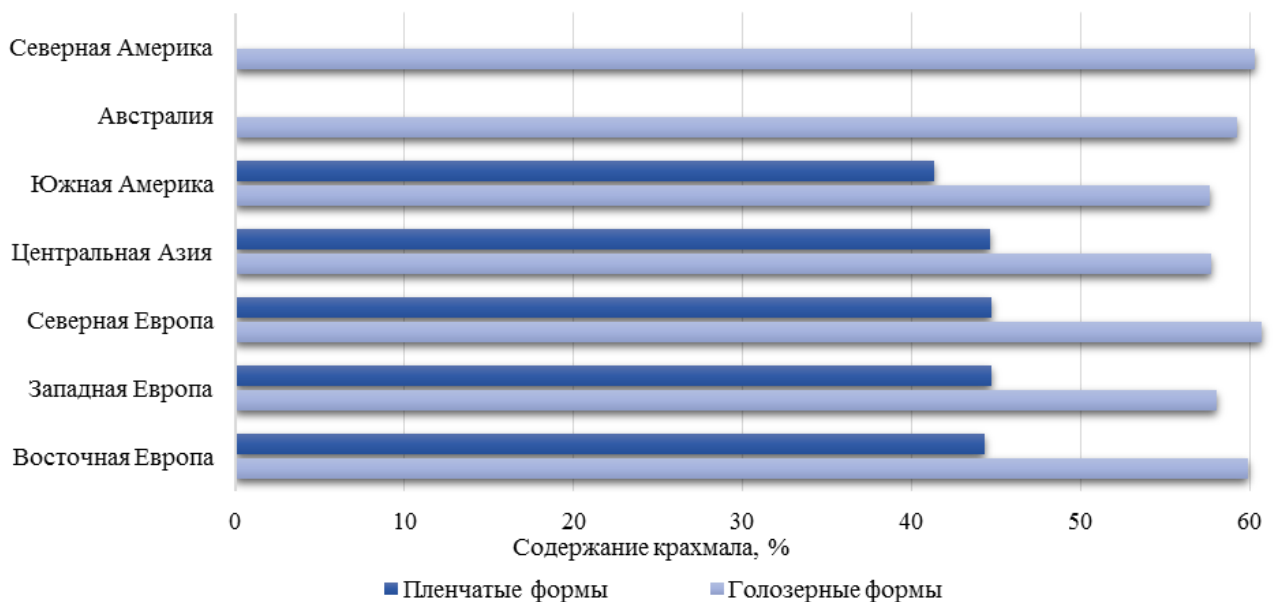


Рисунок 23. Накопление крахмала в зависимости от происхождения образцов, Михнево, 2016-2018 гг.

Лидерами по содержанию крахмала в зерновках являются пленчатые (44,7%) и голозерные (60,7%) образцы родом из Северной Европы, а наименьшее его

содержание отмечено у образцов обеих форм (41,3 и 57,6%, соответственно) из Южной Америки (рис. 24).

В таблице 19 представлены образцы с наибольшим содержанием белка в зерновках. Все эти голозерные сорта происходят из Китая за исключением местного сорта из Великобритании и селекционной линии из Бразилии. Наиболее адаптивные из этого списка образцы Bai Yan 3 (к-15663, Китай), UFRGS 106150-3 (к-15493, Бразилия), Bai Yan 5 (к-15648, Китай).

Таблица 19. Образцы овса, выделившиеся по высокому содержанию белка в зерновках, Михнево, 2016-2018 гг.

№ по кат. ВИР	Происхождение	Сорт	Содержание белка, %				V, %	Kad
			2016	2017	2018	\bar{X}		
15663	Китай	Bai Yan 3	18,2	18,6	19,4	18,73	3	1,21
15493	Бразилия	UFRGS 106150-3	16,6	17,5	18,8	17,63	6	1,14
15648	Китай	Bai Yan 5	17,6	17,9	17	17,50	3	1,14
15662	Китай	Bai Yan 8	16,6	17,2	18,5	17,43	6	1,13
15657	Китай	Bai Yan 10	16,2	17	18,8	17,33	8	1,12
15522	Китай	Din Yan 7	15,9	16,3	17,4	16,53	5	1,07
15650	Китай	Bai Yan 4	14,6	17,2	17,7	16,50	10	1,07
15525	Китай	Bai Yan 2	15,6	16	17,7	16,43	7	1,06
15286	Великобритания	Местный	14	16	19	16,33	15	1,05
15660	Китай	Bai Yan 11	14,6	16,6	17,7	16,30	10	1,05
15518	Китай	Din Yan 6	15,6	16	16,8	16,13	4	1,05
НСР ₀₅			0,53	0,56	0,53	-	-	-

Выделившиеся по содержанию белка, крахмала и масла голозерные образцы представлены в таблице 20. Среди них: Прогресс (к-15339), омский образец, выделившийся по элементам продуктивности, устойчивости к полеганию и болезням в полевых условиях; Авгол (к-15505) – урожайный, устойчивый к полеганию; Сибирский голозерный (к-15063), выделившийся по элементам продуктивности: массе 1000 зерен и числу зерен в метелке и устойчивости к полеганию; образец Bai Yan 4 (к-15650) – по устойчивости к болезням. Среди пленчатых форм, образцы, выделившиеся по содержанию крахмала и масла в зерновках, представлены в таблице 21.

Кроме повышенных биохимических показателей сорт Сиг (к-15335), имел высокие показатели по элементам продуктивности (массе 1000 зерен, массе зерна

с метелки, числу зерен в метелке) и устойчивости к болезням. Подробные данные по данным анализам представлены в Приложении Г.

Таблица 20. Голозерные образцы овса, выделившиеся по высокому содержанию белка, крахмала и масла в зерновках, Михнево, 2016-2018 гг.

№ по кат. ВИР	Происхождение	Сорт	Содержание, %					
			Белка		Крахмала		Масла	
			\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S
14851	Австралия	Numbat	14,8	1,0	59,2	5	7,5	1,3
15063	РФ, Омская обл.	Сибирский Голозерный	14,5	1,0	57,9	6,6	8,2	0,6
15299	Монголия	Gkzalon	14,9	0,2	58,6	6,2	7,4	0,8
15339	РФ, Омская обл.	Прогресс	15,6	0,5	60,3	5,6	7,1	0,7
15399	Франция	Avoine nue Rennes	14,3	1,9	59,4	6,1	8,3	0,5
15505	Украина	Авгол	14,3	0,4	60,9	6,1	7,2	0,6
15520	Китай	Din Yan 4	15,5	1,3	58,0	6,1	7,0	0,6
15649	Китай	Bai Yan 1	15,4	1,9	59,2	9,1	8,3	0,4
15650	Китай	Bai Yan 4	16,5	1,7	57,8	5,8	7,4	0,1
Средние по голозерным формам			15,4	1,3	58,4	2,4	7,1	0,8

Таблица 21. Пленчатые образцы овса, выделившиеся по высокому содержанию крахмала и масла в зерновках, Михнево, 2016-2018 гг.

№ по кат. ВИР	Происхождение	Сорт	Содержание, %					
			Белка		Крахмала		Масла	
			\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S
15333	РФ, Ульяновская обл.	КСИ 542/05	10,2	1,2	46,3	3,1	5,2	0,2
15335	РФ, Новосибирская обл.	Сиг	9,8	1,2	45,9	4,2	5,1	0,1
15357	Норвегия	GN 08207	10,8	0,5	45,1	3,7	5,6	0,3
15358	Норвегия	GN 08214	9,9	1,1	45,4	3,8	6,1	0,4
15463	Беларусь	Элегант	10,6	1,0	46,7	3,6	5,9	0,1
Средние по пленчатым формам			10,3	0,9	44,4	2,0	4,6	0,7

Таким образом, по общему содержанию белка, масла и крахмала в зерновках пленчатые формы в значительной степени уступают голозерным.

Относительно высоким содержанием белка в зерновках, как у пленчатых, так и у голозерных форм выделялись образцы из Южной Америки.

Корреляции между накоплением химических веществ и урожайностью у форм были различными: для пленчатых, накопление белка и масла, а также накопление крахмала и урожайность имеют прямую связь; для голозерных – накопления крахмала и масла в зерновках напрямую зависит от урожайности.

По содержанию белка в зерновках выделились голозерные китайские сорта Bai Yan 3, Bai Yan 5, Bai Yan 8, Bai Yan 10 и бразильская селекционная линия UFRGS 106150-3.

3.4.2. Антиоксидантная активность (АОА) зерна и пленок

Антиоксиданты играют важную роль в регуляции протекания свободно-радикальных превращений в организме, существенно влияя на его состояние, поэтому антиоксиданты и исследование антиокислительных свойств соединений в растительных объектах в последнее время получили широкое распространение.

Нами установлено, что в метанольных и водных экстрактах антиоксидантная активность зерновок голозерных образцов овса (АОА CH_3OH р-ра - $15,6 \pm 1,9$ %, АОА H_2O – $5,8 \pm 1,4$ %) в среднем выше, чем у пленчатых (АОА CH_3OH р-ра $14,9 \pm 1,6$ %; АОА H_2O – $4,9 \pm 1,0$ %). У пленчатых форм содержание антиоксидантов в метанольных экстрактах распределялось неравномерно: около 10,5 до 16,4% приходилось собственно на (ядро) зерновку (в среднем 12,8%), и от 4,5 до 9,5% – на цветковую пленку (в среднем 7,3%) (Варгач и др., 2016) (табл. 22).

В результате проведенного исследования в метанольных экстрактах идентифицированы следующие группы соединений, во многом сходные с метаболомным спектром зерновок (пункт 3.4.3.): 10 органических кислот, (молочная, 3-гидроксипропионовая, фосфорная, янтарная, фумаровая, никотиновая, яблочная, пипеколиновая, аспарагиновая, глутаминовая), 6 свободных аминокислот (α -аланин, валин, лейцин, пролин, серин, треонин), 6 жирных кислот (пеларгоновая, пальмитиновая, линоленовая, линолевая, вакценовая, стеариновая), ацилглицеролы (МАГ-1 С16:0, МАГ-1 С18:0, МАГ-2 С18:2), 4 многоатомных спиртов (глицерол, ксилитол, дульцитол, миоинозитол) и сахара (глицерол-3 фосфат, рибоза, фруктоза, сорбоза, глюкоза А и В, галактоза, манноза, сахароза, раффиноза).

Наибольшие показатели спиртовых экстрактов отмечены у голозерного овса посевного var. *chinensis* – $15,79 \pm 1,47$ % и var. *inermis* – $15,71 \pm 1,83$ %; водных экстрактов – у разновидностей var. *maculata* $9,35 \pm 1,47$ %; и var. *chinensis* $6,7 \pm 1,10$ %.

У пленчатого овса содержание антиоксидантов в зерновке в водных экстрактах было также выше у форм с желтой и белой окраской цветковых пленок (*A. sativa* var. *krausei* – $7 \pm 1,13\%$; *A. sativa* var. *mutica* – $6,6 \pm 1,07\%$), по сравнению с коричневой (*A. sativa* var. *brunnea* – $4,83 \pm 0,94\%$, *A. sativa* var. *montana* – $5,43 \pm 0,59\%$), а в спиртовых экстрактах – наоборот (*A. sativa* var. *krausei* – $14,8 \pm 1,45\%$; *A. sativa* var. *mutica* – $14,4 \pm 1,6\%$; *A. sativa* var. *brunnea* – $15,58 \pm 0,95\%$; *A. sativa* var. *montana* – $15,51 \pm 1,82$) (Варгач, 2018).

Таблица 22. Антиоксидантная активность метанольных экстрактов зерновок и цветковых пленок овса, Михнево, 2016 г.

№ по кат. ВИР	Сорт	Происхождение	АОА метанольных экстрактов, %	
			голой зерновки	цветковой пленки
Голозерные формы				
15305	Gehl	Канада	18,45	
14851	Numbat	Австралия	17,59	
14960	Вятский	РФ, Кировская обл.	17,32	
15519	Din Yan 3	Китай	14,86	
15518	Din Yan 6	Китай	14,18	
Средние по голозерным формам			16,48	
Пленчатые формы				
13911	Камбулинский	РФ, Ленинградская обл.	16,4	8,02
10841	Бисуандоруду	РФ, Сахалинская обл.	15,09	7,72
15442	Залп	РФ, Московская обл.	14,87	4,47
11840	Borris	ФРГ	14,86	5,14
15278	23h2201	РФ, Московская обл.	14,14	8,62
15353	Odal	Норвегия	13,81	6,95
14911	Belinda	Швеция	13,8	7,06
15495	Всадник	РФ, Ульяновская обл.	13,63	7,93
15297	Gesztí	Венгрия	12,72	6,96
15301	CDC dancer	Канада	12,41	7,03
15327	КСИ 731/01	РФ, Ульяновская обл.	12,37	9,15
15521	Z 0585	Китай	12,2	7,71
14329	Kouzan zaizai	Япония	11,94	7,06
14648	Аргмак	РФ, Кировская обл.	11,83	5,93
15524	Bai Yan 7	Китай	11,68	7,4
15496	Стиплер	РФ, Ульяновская обл.	11,54	7,73
15348	Hurdal	Норвегия	11,41	5,97
15068	Конкур	РФ, Ульяновская обл.	11,38	6,56
15326	КСИ 432/08	РФ, Ульяновская обл.	11,09	9,46
15523	Bai Yan 6	Китай	10,54	8,23
15565	Кентер	РФ, Ульяновская обл.	10,51	7,4
Средние по пленчатым формам			12,77	7,26
НСР ₀₅			1,75	0,93

На рисунке 25 представлены средние данные по водным экстрактам зерновок овса различных разновидностей. В 2016 г. эти показатели были выше, чем в 2017 и 2018 гг. При этом обнаружена средняя положительная корреляция антиоксидантной активности с содержанием масла в зерновках у пленчатых форм (до $r=0,51$) и белка (до $r=0,45$), как это видно из таблицы 23.

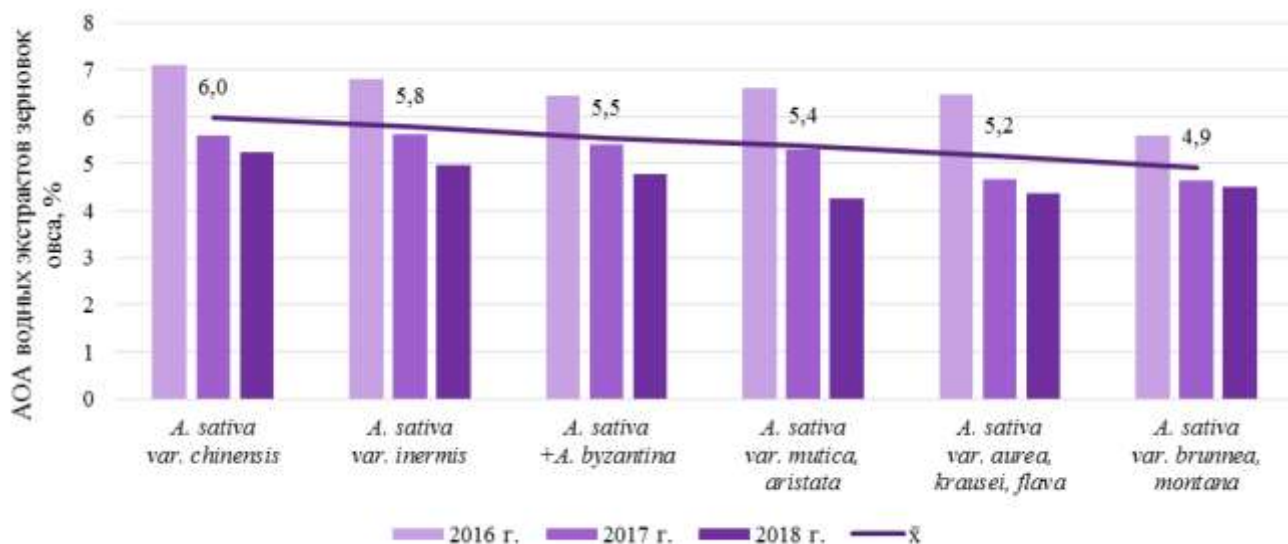


Рисунок 25. Антиоксидантная активность водных экстрактов зерновок овса, Михнево, 2016-2018 гг.

Таблица 23. Линейная корреляция антиоксидантной активности (АОА) водных экстрактов зерновок с биохимическим составом и урожайностью овса, Михнево, 2016-2018 гг.

Коррелирующие признаки	Пленчатые формы			Голозерные формы		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
АОА – содержание белка	0,28	0,00	0,45	0,05	0,17	0,19
АОА – содержание крахмала	-0,06	-0,03	-0,21	-0,13	-0,23	-0,02
АОА – содержание масла	0,51	0,47	0,31	0,00	0,11	0,01
АОА – урожайность	-0,09	-0,03	-0,25	-0,53	-0,46	-0,02

Выделились голозерные сорта с наиболее высокой антиоксидантной активностью водных экстрактов муки: Ва You 3 (к-15665) – $7,9 \pm 1,8\%$, Пушкинский (к-14717) – $7,5 \pm 0,8\%$, Bai Yan 5 (к-15648) – $7,3 \pm 0,8\%$, Numbat – $6,9 \pm 0,8\%$ Сибирский голозерный (к-15063) – $6,9 \pm 1,8\%$, которые превышали остальные голозерные образцы на 1,9 – 5 %.

В результате оценки было определено, что антиоксидантная активность метанольных и водных экстрактов муки голозерных форм в среднем выше, чем пленчатых. У пленчатых форм содержание антиоксидантов в метанольных

экстрактах зерновок выше в 1,2-3,3 раза (в среднем в 1,8), чем в цветковой пленке. При этом у зерновок пленчатого овса содержание антиоксидантов в метанольных экстрактах выше у форм с коричневой окраской цветковых пленок по сравнению с белой и желтой, а в водных экстрактах – наоборот. В метанольных экстрактах идентифицированы такие группы соединений, как органические и жирные кислоты, свободные аминокислоты, ацилглицеролы, многоатомные спирты и сахара. Антиоксидантная активность зерновок положительно коррелирует с такими биохимическими показателями, как содержание масла и белка, но в различной степени для голозерных и пленчатых форм. Выделены голозерные образцы с наиболее высокими показателями АОА водных экстрактов (7-9%): Ва You 3 (к- 15665), Пушкинский (к- 14717), Bai Yan 5 (к- 15648), Numbat (к- 14851), Сибирский голозерный (к- 15063).

3.4.3. Метаболомный анализ образцов

В результате проведенного исследования установлено, что метаболомный профиль зерновок овса в среднем состоял из более, чем 350 компонентов, из них идентифицировано 95, среди которых были определены следующие группы соединений: 22 органические кислоты, 17 свободных аминокислот и азотных оснований (аденозин, уридин), 13 жирных кислот и ацилглицеролы (МАГ-1 С16:0, МАГ-1 С18:0, МАГ-2 С18:3, МАГ-2 С18:2, ДАГ), 18 многоатомных спиртов, в том числе 5 стеролов, 8 фенольных соединений, моно- и дисахариды (15 и 6, соответственно).

Зерновки овса пленчатого и голозерного отличались друг от друга по метаболомному спектру. Для удобства рассмотрения все данные приводятся в % долях от общего содержания всех идентифицированных соединений (рис. 26). У голозерных форм доля органических кислот и фосфорной кислоты в метаболомном профиле выше таковой у пленчатых в 1,2 и 8 раз, соответственно. Различия обусловлены превышением содержания яблочной, глюконовой и молочной кислот. Первая преобладает у голозерных форм, а последние две – у пленчатых. В целом (в умеренных дозах) органические кислоты оказывают положительное влияние на

многие функции человеческого организма, в частности яблочная кислота служит добавкой к лекарственным препаратам. Также в метаболоме образцов голозерного овса была выше доля фитостеролов и дисахаридов (0,18 и 49,37%, соответственно).

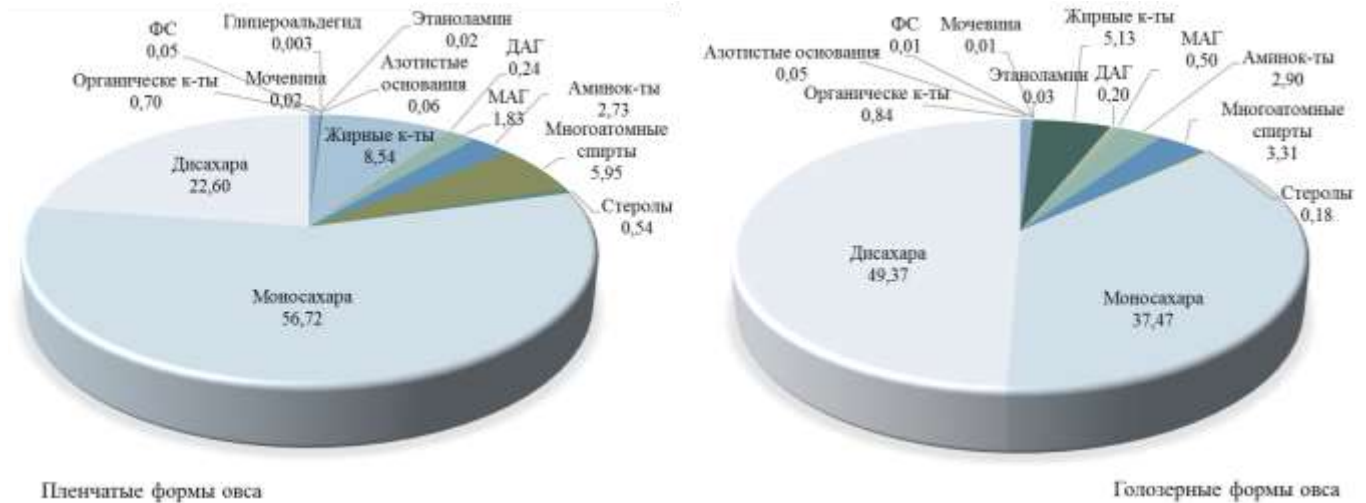


Рисунок 26. Основные группы метаболомного спектра зерновок пленчатого и голозерного овса (в % от общего содержания всех идентифицированных соединений).

У образцов пленчатого овса отмечено более высокое по сравнению с голозерными содержание свободных аминокислот и ацилглицеролов и сахаров (3,2 и 88%, соответственно). Содержание фенольных соединений (ФС) было выше у пленчатых форм овса (рис. 26), также имелись отличия в их качественном составе (см. ниже). Содержание фосфорной кислоты у пленчатых образцов овса составило 0,09%, у голозерных – 0,7%. Доля азотистых оснований для образцов пленчатого и голозерного овса была практически одинаковой 0,06 и 0,05%, соответственно. Выявленное более чем четырехкратное превышение доли ацилглицеролов (АГ) у пленчатых дает основание высказать предположение, о возможной роли этих соединений в формировании у растений, в частности, овса устойчивости к абиотическим факторам (Loskutov et al., 2017).

Органические кислоты были представлены молочной, метилмалоновой, 2- и 3- гидроксипропионовой, никотиновой, щавелевой, янтарной, малониновой, малеиновой, фумаровой, яблочной, глюконовой, галактуроновой, галактоновой, глицериновой, эритроновой, рибоновой, фосфорной, а также небелковыми аминокислотами (пипекловой, 5-гидроксипипекловой), треоно-1,4-лактоном

(продукт окисления аскорбиновой кислоты), фенолкарбоновыми кислотами (бензойной), азелаиновой, фталевой и пирогалловой кислотами, (рис. 27). Во всех исследованных образцах преобладала яблочная кислота – 21% (от общего содержания органических кислот) для пленчатых, 30% – для голозерных форм овса. Кроме того, в образцах пленчатого овса глюконовая и молочная кислоты составили 20 и 14%, соответственно. У голозерных форм овса – доля фосфорной кислоты от общего содержания органических кислот составила 23,5%. Содержание остальных органических кислот в отдельности не превышало 10%.

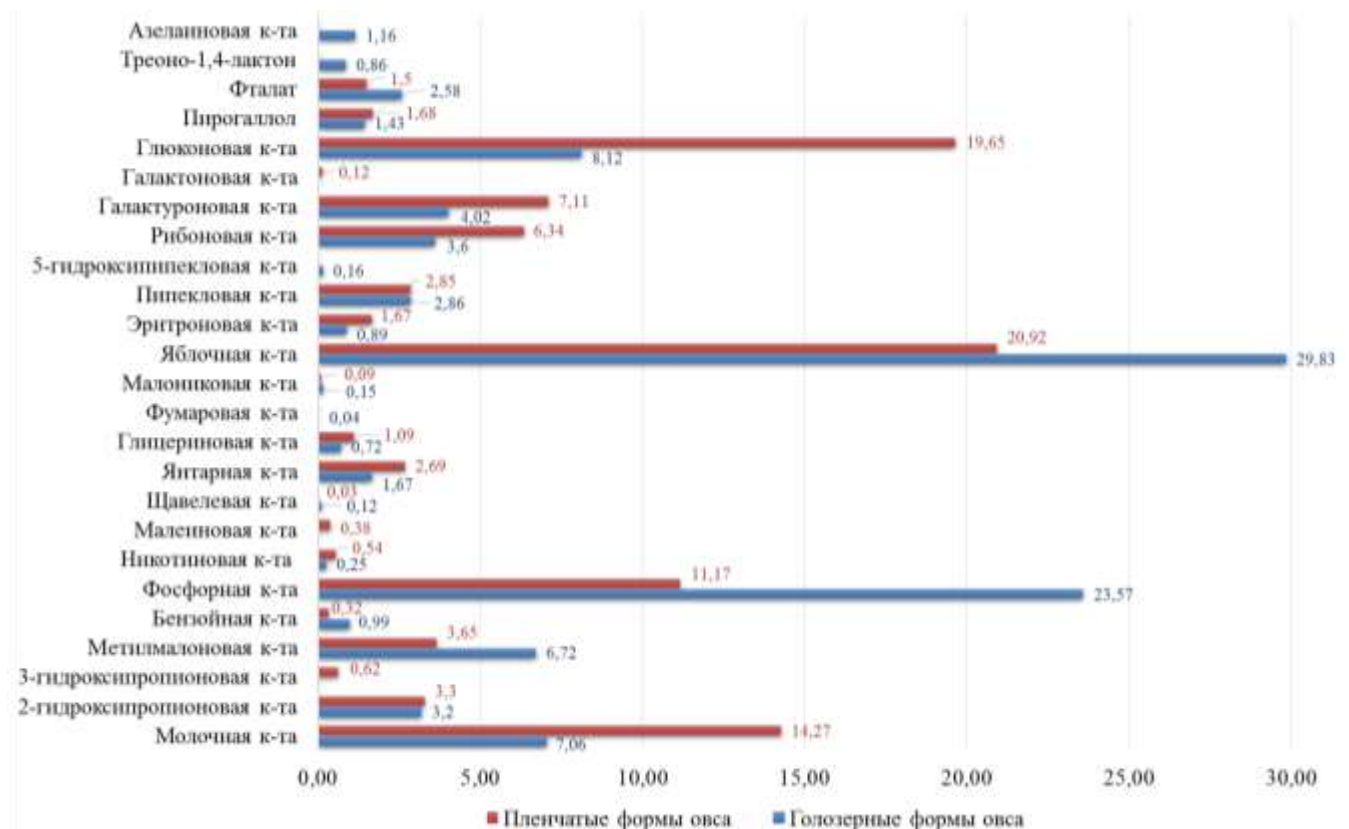


Рисунок 27. Органические кислоты зерновок пленчатого и голозерного овса (в % от общего содержания всех идентифицированных органических кислот)

Из свободных аминокислот были идентифицированы α -аланин, глицин, пролин, серин, оксипролин, орнитин, глютамин, глутаминовая кислота, аспарагин, аспарагиновая кислота, в том числе незаменимые аминокислоты: валин, лейцин, треонин, лизин, тирозин, триптофан, фенилаланин (Рис. 28). В образцах пленчатого овса 73% содержания аминокислот приходилось на тирозин. У голозерного овса основными аминокислотами оказались глицин и тирозин (22,9 и 49,5%, соответственно).

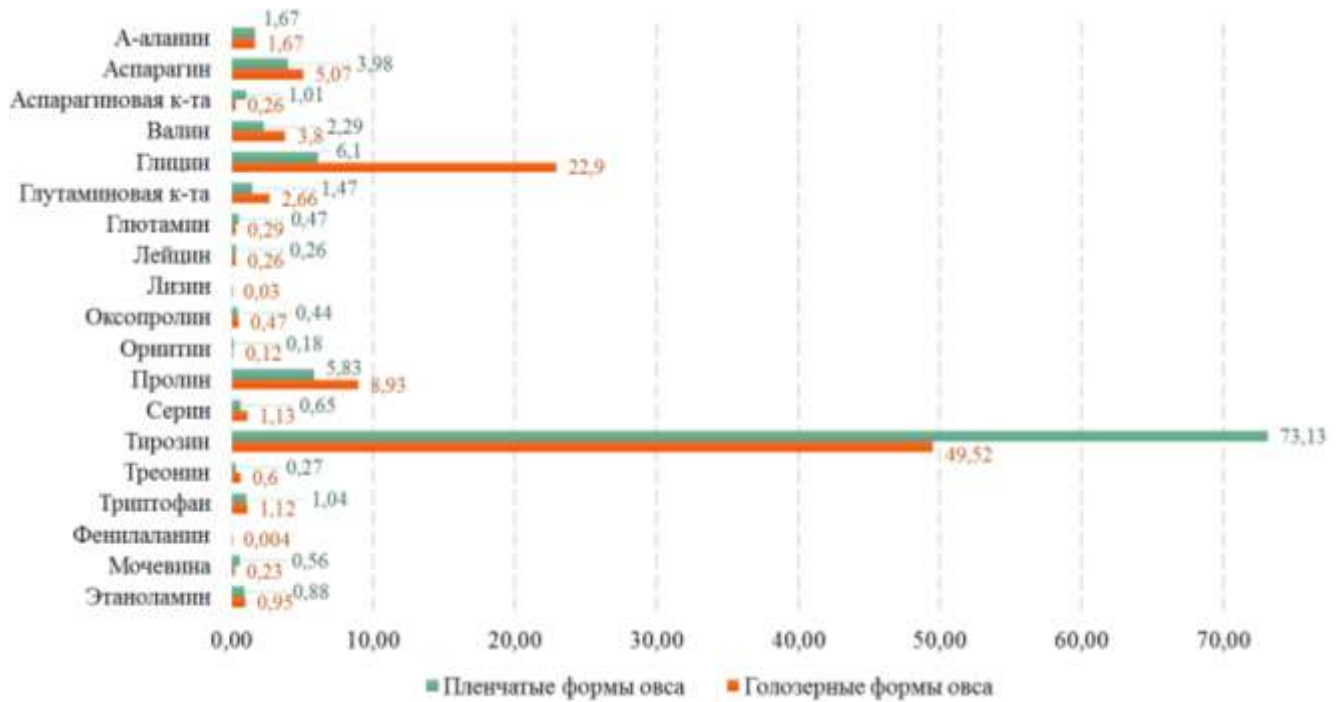


Рисунок 29. Свободные аминокислоты зерновок пленчатого и голозерного овса (в % от общего содержания всех идентифицированных аминокислот)

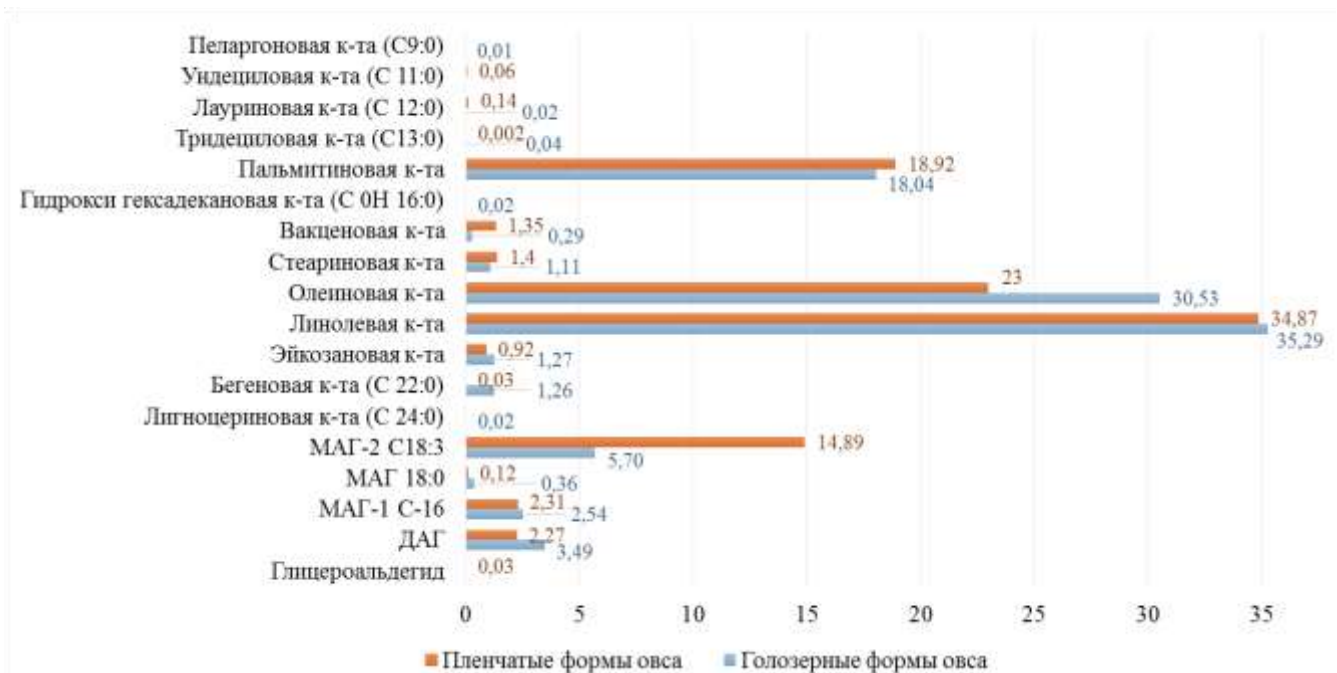


Рисунок 28. Жирные кислоты, ацилглицеролы зерновок пленчатого и голозерного овса (в % от общего содержания всех идентифицированных жирных кислот)

Нами были идентифицированы следующие жирные кислоты: лигноцериновая, бегеновая, эйкозановая, линолевая, олеиновая, стеариновая, вакценовая, пальмитиновая, тридециловая, лауриновая, ундециловая гидрокси гексадекановая кислоты. А также ацилглицеролы (диацилглицерол-ДАГ и

моноацилглицеролы: МАГ-1 С16:0, МАГ-1 С18:0, МАГ-2 С18:3). Для всех изученных образцов зерновок овса основными жирными кислотами были пальмитиновая, линолевая и олеиновая (Рис. 29).

Из соединений ацилглицеролов преобладал у образцов МАГ-2 С18:3: для голозерного овса доля содержания составила 14,9%, для пленчатого овса – 5,7%.

У образцов пленчатого овса основными многоатомным спиртами (Рис. 30) оказались дульцитол, хиро и мио инозитолы, арабинтол (39; 14, 12, 10%, соответственно), а у голозерного – дульцитол, мио-инозитол и глицерол (29; 18, 26%). Фитостеролом, обладавшим наибольшим содержанием в зерновках, всех исследованных образцов, был ситостерол.



Рисунок 30. Многоатомные спирты, идентифицированные в зерновках пленчатого и голозерного овса (в % от общего содержания многоатомных спиртов)

В группе фенольных соединений (Рис. 31) у образцов пленчатого овса встречались такие вещества, как метиларбутин, гидрохинон, феруловая, ванилиновая кислоты и ризорцин (41,73; 25,47; 20,13; 10,6; 2,07%, соответственно), у голозерного овса – метиларбутин и гидрохинон (96,7 и 3,3 %, соответственно). Как видно из вышеизложенного, образцы овса различались по качественному и по количественному составу. Однако, метиларбутин имел значительное процентное содержание во всех изученных образцах (Рис. 31). У пленчатых образцов фенольные соединения были представлены в основном оксикоричными кислотами, гидрохиноном и метиларбутином.



Рисунок 32. Фенольные соединения, идентифицированные в зерновках пленчатого и голозерного овса (в % от общего содержания фенольных соединений)

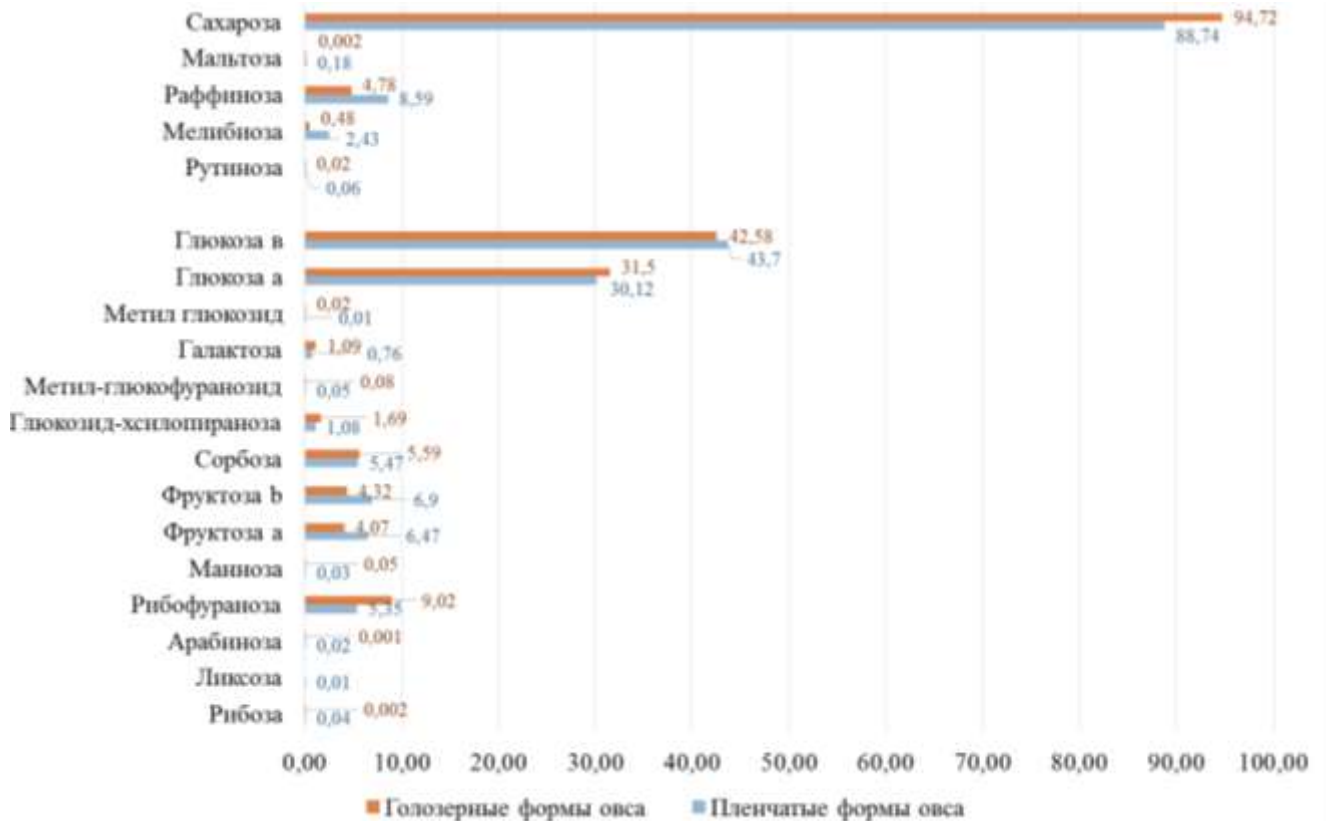


Рисунок 31. Сахара, идентифицированные в зерновках пленчатого и голозерного овса (в % от общего содержания сахаров).

Голозерные и пленчатые формы в значительной степени различались по общему содержанию моно- и дисахаридов (Рис. 32).

Сахара образцов пленчатого овса была представлены в большей степени дисахаридами (72%), моносахариды же составили 28%. Образцы голозерного овса

имели обратное соотношение по содержанию моно- и дисахаридов (43 и 57%, соответственно). Моносахариды были представлены в основном глюкозой, которая у образцов пленчатого и голозерного овса составила 42-43% соответственно, а дисахариды – сахарозой (88 и 94%, соответственно), для пленчатых образцов овса также установлено значительное количество раффинозы (8,6%).

Кроме вышеописанных соединений были идентифицированы фосфатные (глицерол-3-фосфат) и лактонные формы (треоно-1,4-лактон), которые были в основном представлены в образцах голозерных форм овса. Фосфатные и лактонные формы являются метаболически активными формами соединений (Berg et al., 2002).

Таким образом, в образцах овса были идентифицированы компоненты, характеризующие основные метаболические процессы, проходящие в зерновке (дыхание, гликолиз, ЦТК и др.). Выявлены достоверные отличительные особенности метаболома голозерных и пленчатых форм.

У образцов посевного овса был разнообразен качественный состав свободных аминокислот, в том числе незаменимых. Образцы голозерного овса отличались большим количеством 5-гидроксипипеколовой кислоты. Присутствие пипеколовой и 5-гидроксипипеколовой кислот связывают с преобразованием аминокислоты лизина. Также присутствие пипеколовых кислот связывают с иммунным ответом на поражение растительных тканей грибом рода *Fusarium* (Abeysekara et al., 2016). Присутствие глицина, который составлял значительную часть аминокислотного состава голозерного овса, связывают, в том числе, с устойчивостью растений к абиотическим факторам окружающей среды, в частности к засухе (Sánchez-Martín et al., 2015). Пролин не составлял значительной части в аминокислотном составе образцов овса, но присутствовал во всех исследуемых образцах. Его наличие в растительных тканях связывают, с ее устойчивостью к засухе, низким температурам и воздействию свободных радикалов (Bhandari, Nayyar, 2013).

Различия групп овса в представленности тех или иных ацилглицеролов скорее всего связаны с особенностями липидного обмена, в том числе реакцией на воздействие внешней среды (Žilić et al., 2011).

Группа идентифицированных фенольных соединений была немногочисленна. Наименьшее их содержание оказалось у голозерных образцов. Однако, биологически активные соединения не требуют большой концентрации. Образцы овса различались по их качественному и количественному составу. Значительная доля всех фенольных соединений приходилась на паракумаровую кислоту. В тоже время, для голозерных форм были характерны оксибензойные кислоты, а для пленчатых форм – фенолы. Отмечается, что оксибензойные кислоты связаны с устойчивостью растений к болезням, насекомым-вредителям и водному стрессу (Pieterse et al., 2013, Sánchez-Martín et al., 2015).

Доля многоатомных спиртов в метаболоме образцов разных групп овса была практически одинакова (Рис. 22, 26), но состав их различен. Многоатомные спирты являются не только формой запасных веществ, но и могут вырабатываться в ответ на воздействие стрессовых факторов окружающей среды, например, маннитол и галактинол (Bhandari, Nayyar, 2013; Seki et al., 2002, Blanch et al., 2017). Миоинозитол и его изоформы, имели значительное содержание в образцах голозерных и пленчатых форм овса. Известно, что инозитол и его изомеры участвуют в регуляции роста, передачи межклеточных сигналов, способствуют целостности мембранного комплекса (Lahiri et al., 2003).

Изученные голозерные и пленчатые образцы сильно отличались друг от друга по общему содержанию моно- и дисахаридов. Глюкоза была преобладающим моносахаридом для всех образцов овса. Раффиноза была одним из основных олигосахаридов для пленчатых образцов овса. По литературным данным, глюкоза, галактоза, раффиноза и галактинол способствуют устойчивости растительных тканей к абиотическим факторам окружающей среды (температура, водный дефицит) (Blanch et al., 2017) и более длительному хранению семян (Vidigal et al., 2016).

Нельзя не отметить, что образцы, имеющие высокую концентрацию сахаров и свободных аминокислот, являются более устойчивыми к абиотическим факторам окружающей среды (Žilić et al., 2011; Björck et al., 2012; Janpriya et al., 2015).

В нашем эксперименте пленчатые формы показали превышение по содержанию дисахаридов по сравнению с пленчатыми. Этот факт важен для обсуждения (и сравнения) пищевой ценности голозерных и пленчатых сортов овса. Содержание аминокислоты глицина у голозерных сортов оказалось более чем в 3 раза выше такового у пленчатых. В ходе исследований установлено пятикратное превышение содержания фенольных соединений у пленчатых форм по сравнению с голозерными.

Общее число соединений, выявленных и идентифицированных, сравнимы с результатами, полученными при исследовании метаболитного профиля образцов зерна основных зерновых культур: пшеницы, ячменя, ржи и овса. Исследователями было выявлено 247 метаболитов, идентифицировано 89. Тридцать два соединения из числа идентифицированных относились к группе фенольных, 30 к органическим кислотам, 10 к жирным кислотам, 11 к сахарам (карбогидратам), 6 к стеролам (Khakimov et al., 2014). У зарубежных коллег выявлен более широкий спектр фенольных соединений. В нашем исследовании, кроме групп соединений, описанных выше, идентифицированы свободные аминокислоты, полиолы, ацилглицеролы и более широкий спектр сахаров. Фенольные соединения у цитированных авторов были представлены в основном свободными фенолкарбоновыми кислотами (феруловой, кофейной, синаповой, п-салициловой, галловой, гентизиновой, гомованилиновой и α -резорциловой), а также их метиловыми эфирами. В зерновках образцов были идентифицированы следующие фенольные соединения: оксикоричные кислоты (феруловая), бензойные и оксibenзойные кислоты (бензойная, ванилиновая) и гидроксипроизводные бензола (резорцин) и фенолы, в том числе метилированные (гидрохинон, метиларбутин, а-токоферол).

В изученных образцах зерновок овса наиболее представленными по содержанию органическими кислотами оказались яблочная и глюконовая (Рис. 23).

Дополнительно были идентифицированы небелковые аминокислоты (пипекловая и 5-гидроксипипекловая кислоты) и лактонная форма треоновой кислоты. Таким образом, в метаболоме зерна овса, изученном нами и другими исследователями, есть расхождения, которые очевидно связаны различными почвенно-климатическими условиями выращивания исследуемого материала и с различными методическими подходами, применяемыми для исследования метаболомного профиля образцов зерновок.

По результатам проведенного статистического анализа установлены достоверные отличия метаболома образцов пленчатых и голозерных сортов овса. Метаболом образцов голозерного овса достоверно отличался от такового пленчатого по содержанию ряда жирных кислот (лауриновой, стеариновой, бегеновой), фенольных соединений (ванилиновой, феруловой кислот, гидрохинона), фитостеролов (кампестерола, изофукостерола), сахаров (глюкозы и рибозы), молочной и 5-гидроксипипеклоловой кислот.

Как известно из предыдущих исследований (Yandeau-Nelson et al., 2015) метаболомный профиль, в том числе его особенности, характеризует биохимический фенотип, сформировавшийся под влиянием генотипа и условий окружающей среды (биотические и абиотические факторы).

Таким образом, результаты проведенного исследования показали, что в метаболомном профиле у голозерных форм содержание органических кислот, аминокислот и дисахаридов выше, чем у пленчатых, а у пленчатых образцов выше содержание жирных кислот, многоатомных спиртов и моносахаридов по сравнению с голозерными.

Можно предположить, что полученные различия метаболомных профилей пленчатого и голозерного овса подтверждают достоверные различия этих двух подвидов посевного овса и показывают влияние уровня селекционной проработки этих подвидов на его метаболомный профиль.

Что касается исследуемых образцов, то по повышенному содержанию групп веществ выделились следующие голозерные образцы:

- Сибирский голозерный (к-15063) – по суммам органических и жирных кислот, азотистых оснований, многоатомных спиртов, стеролов;
 - Прогресс (к-15339) – по суммам азотистых оснований, жирных и аминокислот и моносахаридов;
 - Ва You 3 (к- 15665) по сумме фенольных соединений и азотистых оснований;
 - Королек (к-15461) по сумме фенольных соединений; Bai Yan 5 (к-15648) – по сумме стеролов; Din Yan 4 (к-15520) – по сумме аминокислот;
- Пленчатые образцы:
- Raven (к-15405) – по суммам органических, жирных кислот, азотистых оснований и моносахаридов;
 - Мирт (к-15500) – по суммам органических, жирных кислот, многоатомных спиртов и моносахаридов;
 - Буланный (к-15277) – по суммам органических и аминокислот;
 - Закат (к-15384) – по суммам фенольных соединений, азотистых оснований и жирных кислот и содержанию глицеролальдегида;
 - Элегант (к-15463) – по суммам аминокислот, многоатомных спиртов и стеролов.

4. ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ СОРТА

Основные посевы овса в Центральном (III) регионе РФ занимают пленчатые сорта: Яков, Лев, Конкур, Универсал 1. Массового распространения голозерные сорта овса пока не получили, но допущены к использованию сорта Вятский и Першерон. Усовершенствование сорта заключается в улучшении его параметров. В настоящее время ведется селекция по созданию ранних и среднеспелых пленчатых и голозерных сортов ярового овса пищевого направления (на продовольственные цели). Голозерные сорта должны иметь потенциальную урожайность 3-4 т/га, пленчатые – 5-6 т/га, вегетационный период 79 - 89 суток, отличаться устойчивостью к полеганию и болезням, кислотоустойчивостью, экологической пластичностью, стабильностью и адаптивностью, высоким содержанием белка. У голозерных сортов также должен быть низкий процент череззерницы, положительным показателем является отсутствие опушения на зерновке.

Основой для получения исходного материала являются образцы, полученные из коллекции ВИР. В качестве компонентов скрещивания (одного из родителей) чаще всего берутся сорта местной селекции (районированные, перспективные), так как они наиболее приспособлены к почвенно-климатическим условиям региона. В скрещивание вовлекают географически отдаленные высоко продуктивные сорта, несущие параметры планируемой модели сорта. На основе проведенного нами многолетнего изучения коллекции и выделенных источников основных хозяйственно ценных признаков предлагаются следующие модели голозерного и пленчатого сорта ярового овса для Центрального региона Нечерноземной зоны РФ (табл. 24 и 25).

Таблица 24. Основные параметры модели сорта голозерного овса пищевого назначения для Центрального региона Нечерноземной зоны РФ

Хозяйственно ценные признаки	Показатели районированных сортов	Показатели нового сорта	Источники хозяйственно ценных признаков
1	2	3	4
Продолжительность вегетационного периода, сутки	85-90	81-85	Numbat (к- 14851), Yung 492 (к- 14994), к- 15290, Gkzalon (к- 15299), AC Ernie (к- 15304), Gehl (к- 15305), Tatran (к- 15372), Королек (к- 15461), Авгол (к- 15505), Qin 719 (к- 15526), Bai Yan 4 (к- 15650), Bai Yan 11 (к- 15660), Бекас (к- 151475)
Высота растений, см	90-100	60-85	AC Ernie (к- 15304), Tatran (к- 15372), Смачный (Скарб Украины) (к- 15382), Пибанд (к- 15440), UFRGS 106150-3 (к- 15493), Ning Yan 1 (к- 15655), Bai Yan 10 (к- 15657), Bai Yan 8 (к- 15662), Hua Zao 2 (к- 15669)
Устойчивость к полеганию, балл	7	7-9	Numbat (к-14851), Сибирский Голозерный (к- 15063), Gkzalon (к-15299), Прогресс (к- 15339), Tatran (к-15372), Пибанд (к- 15440), Королек (к-15461), UFRGS 106150-3 (к- 15493), Авгол (к- 15505), Bai Yan 8 (к- 15662), Bai Yan 3 (к-15663), Ba You 14 (к- 15666), Hua Zao 2 (к-15669), Gehl (к-15305)
Длина метелки, см	15-18	>21	к- 15286, к- 15290, Gkzalon (к- 15299), Прогресс (к- 15339), Avoine Nue Rennes (к- 15399), Королек (к- 15461), Din Yan 4 (к- 15520), Din Yan 7 (к-15522), Qin 719 (к- 15526), Yuan Za 2 (к- 15647), Bai Yan 1 (к- 15649), Pin 16 (к- 15653), Yuan Za 1 (к- 15656), He Yu 3 (к- 15670)
Масса 1000 зерен, г	21-24	>28	AC Ernie (к- 15304), Gehl (к- 15305), Прогресс (к- 15339), Tatran (к- 15372), UFRGS 106150-3 (к- 15493), Авгол (к- 15505)
Масса зерна с метелки, г.	1,6-1,9	1,9-2,4	Вятский (к- 14960), Сибирский Голозерный (к- 15063), AC Ernie (к- 15304), Gehl (к- 15305), Прогресс (к- 15339), Tatran (к- 15372), Королек (к- 15461), Авгол (к- 15505), Hua Zao 2 (к- 15669), Бекас (к- 151475)
Число зерен в метелке, шт.	61-75	>78	Yung 492 (к- 14994), Сибирский Голозерный (к- 15063), к- 15290, Gkzalon (к- 15299), AC Ernie (к- 15304), Смачный (Скарб Украины) (к- 15382), Avoine Nue Rennes (к- 15399), Королек (к- 15461), Визит (к- 15501), Din Yan 3 (к- 15519),

1	2	3	4
			Qin 719 (к- 15526), Bai Yan 1 (к- 15649), Ning Yan 1 (к 15655), Ba You 3 (к- 15665), Ba You 15 (к- 15668), Бекас (к- 151475)
Озерненность колоска, шт.	2,1	2,6-2,9	Смачный (Скарб Украины) (к-15382), Королек (к- 15461), Yung 492 (к-14994), Сибирский Голозерный (к- 15063), Avoine nue Rennes (к- 15399), Numbat (к- 14851), Бекас (к-151475), AC Ernie (к-15304), Tatran (к- 15372), Bai Yan 1 (к-15649)
Урожайность, г/м ²	190-215	227-300	Gehl (к- 15305), Прогресс (к- 15339), Tatran (к- 15372), Королек (к- 15461), Авгол (к- 15505), Бекас (к- 151475)
Стабильность, %	100	>500	Сибирский Голозерный (к- 15063), Gkzalon (к- 15299), Ba You 15 (к- 15668), Hua Zao 2 (к- 15669), Бекас (к- 151475)
Адаптивность (K _{ад})	1	>1,21	Сибирский Голозерный (к- 15063), AC Ernie (к- 15304), Gehl (к- 15305), Прогресс (к- 15339), Tatran (к- 15372), Королек (к- 15461), Авгол (к- 15505), Ba You 14 (к- 15666), Hua Zao 2 (к- 15669), Бекас (к- 151475)
Опушение зерновок	среднее	без опушения	Вятский (к- 14960), Gehl (к- 15305), Bai Yan 2 (к- 15525), Bai Yan 5 (к- 15648), Bai Yan 4 (к- 15650), Yuan Za 1 (к- 15656), Bai Yan 11 (к- 15660), Hua Zao 2 (к- 15669)
Устойчивость к красно-бурой пятнистости, балл	5-7	7-9	Сибирский Голозерный (к- 15063), Gkzalon (к- 15299), Gehl (к- 15305), Прогресс (к- 15339), Bai Yan 2 (к- 15525), Qin 719 (к- 15526), Bai Yan 5 (к- 15648), Yuan Za 1 (к- 15656), Bai Yan 11 (к- 15660), Ba You 3 (к- 15665), Ba You 14 (к- 15666), Ba You 15 (к- 15668), Hua Zao 2 (к- 15669)
Устойчивость к стеблевой ржавчине, балл	5	7-9	Gehl (к- 15305), Прогресс (к- 15339), Королек (к- 15461), UFRGS 106150-3 (к- 15493), Bai Yan 4 (к- 15650), Бекас (к- 151475)
Устойчивость к септориозу, балл	5-7	7-9	Прогресс (к- 15339), Королек (к- 15461), Авгол (к- 15505), Din Yan 7 (к- 15522), Bai Yan 2 (к- 15525), Yuan Za 2 (к- 15647), Ba You 3 (к- 15665), Ba You 1 (к- 15667), Hua Zao 2 (к- 15669)
Содержание белка, %	13-15	>16	к- 15286, UFRGS 106150-3 (к- 15493), Din Yan 7 (к- 15522), Bai Yan 2 (к- 15525), Bai Yan 5 (к- 15648), Bai Yan 4 (к- 15650), Bai Yan 10 (к- 15657), Bai Yan 11 (к- 15660), Bai Yan 8 (к- 15662), Bai Yan 3 (к- 15663)
Содержание масла, %	6,3-7,9	>8,0	Сибирский Голозерный (к- 15063), Avoine Nue Rennes (к- 15399), Qin 719 (к- 15526), Bai Yan 1 (к- 15649), Bai Yan 10 (к- 15657), Bai Yan 8 (к- 15662), Бекас (к- 151475)
Содержание биологически			Сибирский голозерный (к-15063) – суммы органических и жирных кислот, азотистых

Продолжение таблицы 24			
1	2	3	4
активных соединений: стеролы, органические и жирные кислоты, азотистые основания			оснований, многоатомных спиртов, стеролов; - Прогресс (к-15339) – суммы азотистых оснований, жирных и аминокислот и моносахаридов; - Ва You 3 (к- 15665) – суммы фенольных соединений и азотистых оснований; - Королек (к-15461) – сумма фенольных соединений; Bai Yan 5 (к-15648) – сумма стеролов; Din Yan 4 (к-15520) – сумма аминокислот

Таблица 25. Основные параметры модели сорта пленчатого овса пищевого назначения для Центрального региона Нечерноземной зоны РФ

Хозяйственно ценные признаки	Показатели районированных сортов	Показатели нового сорта	Источники хозяйственно ценных признаков
1	2	3	4
Высота растений, см	90-100	<68	Боррав 2 (к- 15276), Ајау (к- 15307), Japeloup (к- 15402), URS Taura (к- 15489), Buggy (к- 15507), Kurt (к- 15511), Dakar (к- 15517), UFRGS 15 (к- 15539), UFRGS 20 (к- 15544), UFRGS 077014-2 (к- 15597), UFRGS 078007-4 (к- 15599), Elipso (к- 15634)
Устойчивость к полеганию, балл	7	9	Нaгa (к- 15352), GN 07045 (к- 15354), Закат (к- 15384), Firth (к- 15415), Furman (к- 15416), Genziana (к- 15417), Krezus (к- 15419), Malin (к- 15421), Rocky (к- 15425), Фристайл (к- 15462), Рoсу (к- 15470), Symphony (к- 15472), Житомирский (к- 15502), Erwin (к- 15636)
Длина метелки, см	17-18	>22	55h2106 (к- 15280), 120h2106 (к- 15281), Альф (к- 15284), Earn (к- 15287), Geszti (к- 15297), Bidi (к- 15308), Сиг (к- 15335), Мутика 713 (к- 15336), Trekornet Gul (к- 15396), Minue (к- 15404), 55/12 (к- 15450), Мутика 1120 (к- 15455), Уралец (к- 15498), 1610 (к- 15590), Spontanie 169 (к- 15593)
Масса 1000 зерен, г	35-39	>45	Буланый (к- 15277), 23h2201 (к- 15278), 120h2106 (к- 15281), OAC Paisley (к- 15300), CDC Dancer (к- 15301), AC Francis (к- 15302), AC Goslin (к- 15303), КСИ 411/04 (к- 15332), Мутика 713 (к- 15336), Minue (к- 15404), Malin (к- 15421), Prelekst (к- 15423), UFRGS 16 (к- 15540), UFRGS 086208-3 (к- 15600), UFRGS 970654 (к- 15610)
Масса зерна с метелки, г.	3,1-3,5	>3,8	Универсал 1 (к- 14415), 23h2201 (к- 15278), 55h2106 (к- 15280), Skrzat (к- 15294), GN 08009 (к- 15365), GN 09016 (к- 15366), Bötö

Продолжение таблицы 25			
1	2	3	4
			(Veggerlose) (к- 15367), Чакал (к- 15381), Genziana (к- 15417), Prelekst (к- 15423), Cwat (к- 15431), Уралец (к- 15498)
Число зерен в метелке, шт.	60-70	>105	55h2106 (к- 15280), Боец (к- 15282), Earn (к- 15287), Skrzat (к- 15294), Скакор (к- 15312), Львовский 39 (к- 15334), GN 07045 (к- 15354), GN 09016 (к- 15366), Bötö (Veggerlose) (к- 15367), Чакал (к- 15381), SW Margaret (к- 15395), Furman (к- 15416), Genziana (к- 15417), Bohun (к- 15428), Cwat (к- 15431), Уралец (к- 15498)
Урожайность, г/м ²	400-500	>500	Belinda (к- 14911), 120h2106 (к- 15281), Сиг (к- 15335), Закат (к- 15384), SW Argyle (к- 15393), Furman (к- 15416), Genziana (к- 15417), Husky (к- 15418), Malin (к- 15421), Rajtar (к- 15424), Rocky (к- 15425), Фристайл (к- 15462), Nike (к- 15467), Poseidon (к- 15468), Rocy (к- 15470), Symphony (к- 15472), Атлет (к- 15497), Мирт (к- 15500)
Стабильность, %	100	>200	Конкур (к- 15068), Farys (к- 15292), Воруна (к- 15293), Gialla SR 67 (к- 15298), КСИ 466/01 (к- 15328), КСИ 639/05 (к- 15329), КСИ 590/05 (к- 15330), КСИ 2167/03 (к- 15331), КСИ 542/05 (к- 15333), Львовский 39 (к- 15334), Сиг (к- 15335), Уран (к- 15340), Ringsaker (к- 15469), Мирт (к- 15500)
Адаптивность (K _{ад})	1	>1,36	Belinda (к- 14911), 120h2106 (к- 15281), КСИ 466/01 (к- 15328), КСИ 639/05 (к- 15329), КСИ 590/05 (к- 15330), КСИ 2167/03 (к- 15331), Сиг (к- 15335), Закат (к- 15384), SW Argyle (к- 15393), Genziana (к- 15417), Malin (к- 15421), Rajtar (к- 15424), Фристайл (к- 15462), Nike (к- 15467), Poseidon (к- 15468), Ringsaker (к- 15469), Rocy (к- 15470), Symphony (к- 15472), Атлет (к- 15497), Мирт (к- 15500)
Устойчивость к красно-бурой пятнистости, балл	5-7	9	50h2035 (к- 15279), Gialla SR 67 (к- 15298), Косарь (к- 15311), Местный (к- 15324), Уран (к- 15340), Догой (к- 15341), Minue (к- 15404), Furman (к- 15416), 55/12 (к- 15450), Buggy (к- 15507), UFRGS 17 (к- 15541), Zhang Yan 3 (к- 15654)
Устойчивость к стеблевой ржавчине, балл	5	7-9	Аргамак (к- 14648), CDC Dancer (к- 15301), AC Goslin (к- 15303), Ehostar (к- 15414), Bohun (к- 15428), Nike (к- 15467), URS Guara (к- 15482), URS Torena (к- 15488), URS Estampa (к- 15491), UFRGS 10 (к- 15535), UFRGS 16 (к- 15540), UFRGS 086208-3 (к- 15600), Тройка (к- 151474)
Устойчивость к септориозу, балл	5-7	9	Боец (к- 15282), Шансон (к- 15283), Lach AL 328/75 (к- 15288), Ажай (к- 15307), St. Aleixo

Продолжение таблицы 25			
1	2	3	4
			(к- 15369), Chantilly (к- 15401), Japeloup (к- 15402), к- 15433, Кулагер (к- 15464), Steinar (к- 15471), UFRGS 15 (к- 15539), UFRGS 17 (к- 15541), 1610 (к- 15590)
Содержание белка, %	9,5-11,1	>11,2	КСИ 411/04 (к- 15332), GN 09146 (к- 15361), Auteuil (к- 15400), Minue (к- 15404), URS Estampa (к- 15491), UFRGS 16 (к- 15540), Скороспелый 1 (к- 15547)
Содержание биологически активных соединений: стеролы, органические и жирные кислоты, азотистые основания			- Raven (к-15405) – по суммам органических, жирных кислот, азотистых оснований и моносахаридов; - Мирт (к-15500) – по суммам органических, жирных кислот, многоатомных спиртов и моносахаридов; - Буланный (к-15277) – по суммам органических и аминокислот; - Закат (к-15384) – по суммам фенольных соединений, азотистых оснований и жирных кислот и содержанию глицероальдегида; - Элегант (к-15463) – по суммам аминокислот, многоатомных спиртов и стеролов.

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Расчет экономической эффективности показал, что использование выделенных пленчатых сортов овса Буланный, Аргмак, Фристайл, по сравнению с контрольным сортом Улов, обеспечит получение стабильной урожайности в условиях Центрального и близлежащих регионов не менее 4,3 -5,3 т/га и рентабельности производства 58-80% (табл. 26). Это достигается высокой урожайностью данных сортов, которая напрямую связана с уровнем их адаптации к неблагоприятным внешним воздействиям и стабильностью. Возделывание голозерного сорта Вятский также рентабельно (до 77%), пр причине снижения затрат на шелушение зерна и утилизацию отходов. Если в фазу кущения произвести подкормку посевов данного сорта аммиачной селитрой в норме 30 кг д. в. на 1 га, то возможно увеличение урожайности, ввиду исключения череззерницы, которым страдают голозерные овсы (Кабашов и др., 2018).

Следует отметить, что все выделенные сорта устойчивы к полеганию, а сорта Фристайл и Аргмак, кроме того, относительно устойчивы к поражению стеблевой ржавчиной (7-9 баллов), септориозом и красно-бурой пятнистостью. Таким образом, возделывание данных сортов позволит повысить экономическую эффективность выращивания овса.

Таблица 26. Экономическая эффективность возделывания выделившихся сортов овса

Показатели, единица измерения	Сорта овса				
	Улов (St)	Буланный	Аргмак	Вятский	Фристайл
Урожайность, т/га	4,23	4,31	4,53	2,51	5,26
Выручка, тыс. руб./га	14,81	15,09	15,86	8,79	18,41
Затраты на производство и доработку зерна, тыс. руб./га	9,56	9,57	9,70	4,95	10,20
Себестоимость зерна, тыс. руб./т	2,26	2,22	2,14	1,97	1,94
Чистый доход, тыс. руб./га	5,25	5,52	6,16	3,84	8,21
Рентабельность, %	55	58	63	77	80

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате оценки 300 образцов овса различного географического происхождения в условиях Центрального региона Нечерноземной зоны выделены источники по повышенной урожайности, адаптивности, устойчивости к полеганию:

А) *пленчатые* – Закат (к- 15384), Сиг (к- 15335), Nike (к- 15467), Belinda (к- 14911), Firth (к- 15415), Husky (к- 15418), Odal (к- 15353), Aveny (к- 15391), Malin (к- 15421).

Б) *голозерные* – Авгол (к- 15505), Вятский (к- 14960); Королек (к- 15461), Gehl (к- 15305).

По коэффициенту адаптивности (Kad) и по критерию показателя стабильности сорта (Пусс) были выделены высокоурожайные пленчатые и голозерные сорта: Мирт (к- 15500), Сиг (к- 15335), Бекас (к- 151475).

Найдены корреляционные связи между отдельными хозяйственно ценными признаками: установлено, что высота растений имеет достаточно высокую прямую взаимосвязь с длиной метелки у голозерных ($r = 0,61 \dots 0,81$) и пленчатых ($r = 0,65 \dots 0,76$) форм. Во все годы изучения масса зерна с метелки в значительной степени зависела от числа зерен: для пленчатых ($r = 0,76-0,91$) и голозерных ($r = 0,84-0,90$) образцов.

Выявлены источники комплексной устойчивости к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине на естественном инфекционном фоне и повышенной продуктивностью – Прогресс (к- 15339), Королек (к- 15461), Байче (к- 15345), Нага (к- 15352), UFRGS 8 (к- 15533), UFRGS 15 (к- 15539), UFRGS 16 (к- 15540), UFRGS 20 (к- 15544), Espresso (к- 15638), Gehl (к- 15305).

Установлено, что в условиях Ступинского района Московской области на растениях овса преобладает патоккомплекс микромицетов из родов: *Alternaria* (*A. infectoria*, *A. tenuissima*), *Cladosporium* (*Cl. cladosporioides*, *Cl. herbarum*) и *Fusarium* (*F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. heterosporum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. proliferatum*, *F. solani*, *F. sporotrichioides*, *F. tricinctum*). Наиболее опасные микромицеты рода *Fusarium* – *F. culmorum*, вырабатывающий микотоксины ДОН

(дезоксиниваленол) и ЗЕН (зеараленон), и *F. sporotrichioides* – Т2-токсин, поражали некоторые изученные образцы. *F. culmorum* был идентифицирован на образцах UFRGS 106150-3 (к-15493), Bai Yan 1 (к-15649); Bötö (Veggerlose) (к-15367), *F. sporotrichioides* – на образцах Улов (к-14231), Элегант (к-15463), Мирт (к-15500), Tatran (к-15372), Bai Yan 5 (к-15648), Din Yan 4 (к-15520), GN 08207 (к-15357) и Numbat (к-14851, Австралия). Выделены образцы, характеризовавшиеся наименьшей зараженностью фитопатогенами – голозерная местная популяция (к-15290) и пленчатые сорта: Буланный (к-15277) и Закат (к-15384).

Выделившиеся по содержанию белка, крахмала и масла образцы овса обладали и другими хозяйственно ценными признаками: Прогресс (к-15339) – повышенными показателями элементов продуктивности, устойчивостью к полеганию и болезням в полевых условиях; Авгол (к-15505) – урожайностью, устойчивостью к полеганию; Сибирский голозерный (к-15063) – повышенными показателями элементов продуктивности и устойчивостью к полеганию; Сиг (к-15335) – повышенными показателями элементов продуктивности и устойчивостью к болезням.

Между отдельными биохимическими показателями найдены корреляционные связи: установлена средняя отрицательная корреляция (от -0,29 до -0,57) между содержанием крахмала и белка в зерновках овса. Между содержанием белка и масла у пленчатых образцов выявлена положительная корреляция от слабой до средней (от 0,09 до 0,45), а у голозерных – слабая отрицательная (от -0,14 до -0,33).

Антиоксидантная активность метанольных и водных экстрактов муки у голозерных образцов была выше, чем у пленчатых. Содержание антиоксидантов у пленчатых форм в метанольных экстрактах зерновок было выше в 1,2-3,3 раза, чем в цветковой пленке. Установлено, что у зерновок пленчатого овса содержание антиоксидантов в метанольных экстрактах было выше у форм с коричневой окраской цветковых пленок по сравнению с белой и желтой, а в водных экстрактах эта зависимость была отрицательной.

В метаболомном профиле у голозерных форм определено более высокое общее содержание органических кислот, аминокислот и дисахаридов, а у пленчатых – содержание жирных кислот, многоатомных спиртов и моносахаридов. По отдельным компонентам метаболом голозерных образцов достоверно отличался от пленчатых по содержанию ряда жирных кислот (лауриновой, стеариновой, бегеновой), фенольных соединений (ванилиновой, феруловой кислот, гидрохинона), фитостеролов (кампестерола, изофукостерола), сахаров (глюкозы и рибозы), молочной и 5-гидроксипипеколовой кислот.

По результатам анализов биохимического состава выделены источники с высокой пищевой ценностью зерна, обусловленной содержанием значительного количества различных физиологически активных соединений, таких как крахмал, масло, белок, стеролы, органические и жирные кислоты, азотистые основания: Буланный (к-15277), Закат (к-15384), Элегант (к-15463), Прогресс (к-15339), Королек (к-15461), Мирт (к-15500), Бекас (к-151475), Вятский (к-14960), Авгол (к-15505), Пушкинский (к-14717), Сибирский Голозерный (к-15063), UFRGS 106150-3 (к-15493), Bai Yan 5 (к-15648), Bai Yan 3 (к-15663), Japelour (к-15402).

Полученные результаты по хозяйственно ценным и биохимическим признакам, антиоксидантной активности и метаболомным профилям достоверно подтвердили разделение вида посевного овса на два подвида – пленчатый (*A. sativa* subsp. *sativa* Rod. et Sold.) и голозерный (*A. sativa* subsp. *nudisativa* (Husnot.) Rod. et Sold.).

Создана рабочая коллекция овса с комплексом хозяйственно ценных признаков для дальнейшего использования в селекции, включающая 24 голозерных и 57 пленчатых образцов. Сформирована компьютерная база данных оценки 300 образцов овса, которая будет использоваться при описании и структуризации мировой коллекции овса.

РЕКОМЕНДАЦИИ НАУЧНЫМ УЧРЕЖДЕНИЯМ И ПРОИЗВОДСТВУ

1) Для селекционных программ по созданию сортов и гибридов рекомендуется использовать исходный материал, характеризующийся комплексом хозяйственно ценных признаков – высокая пищевая ценность, адаптивность, продуктивность, устойчивость к полеганию и болезням:

- *голозерные* – Прогресс (к- 15339), Авгол (к- 15505), Вятский (к- 14960), Королек (к- 15461), Сибирский Голозерный (к- 15063), Tatran (к- 15372), линия UFRGS 106150-3 (к- 15493), Бекас (к- 151475), Gehl (к- 15305).

- *пленчатые* – Закат (к- 15384), Сиг (к- 15335), Belinda (к- 14911), Firth (к- 15415), Husky (к- 15418), Odal (к- 15353), Nike (к- 15467).

2) В селекции на повышение качества зерна целесообразно использовать источники высокого содержания:

- белка и масла – *голозерные* сорта: UFRGS 106150-3 (к- 15493), Bai Yan 8 (к- 15662), Bai Yan 10 (к- 15657), Bai Yan 4 (к- 15650), Bai Yan 11 (к- 15660), Bai Yan 2 (к- 15525).

- белка – *голозерные* сорта: Местный (к- 15286), Bai Yan 3 (к- 15663), Bai Yan 5 (к- 15648), Din Yan 6 (к- 15518), Din Yan 7 (к- 15522).

- крахмала и масла – *голозерные* сорта: Прогресс (к- 15339), Вятский (к- 14960), Бекас (к- 151475), Авгол (к- 15505), Смачный (к- 15382), Tatran (к- 15372), Numbat (к- 14851).

- крахмала - *голозерные* сорта: Королек (к- 15461), Местный (к- 15286), AC Ernie (к- 15304), Ba You 3 (к- 15665), Yuan Za 1 (к- 15656), Pin 16 (к- 15653), Yuan Za 2 (к- 15647).

- масла – *голозерные* сорта: Сибирский Голозерный (к- 15063), Gkzalon (к- 15299), Din Yan 4 (к- 15520), Qin 719 (к- 15526).

Полученные корреляционные связи между биохимическими признаками и урожайностью на репрезентативной выборке коллекции овса показывают, что с использованием пленчатых образцов представляется возможным вести селекцию высоко урожайных сортов одновременно с повышением содержания белка и масла,

с голозерными образцами – на повышенное содержание масла и крахмала в зерновке.

3) Для расширения возделывания в условиях Центрального региона Нечерноземной зоны рекомендуются высокоурожайные сорта овса пищевого назначения:

пленчатые – Фристайл (к- 15462, Беларусь), Аргамак (к- 14648, РФ, Кировская обл.), Буланный (к- 15277, РФ, Московская обл.);

голозерный – Вятский (к- 14960, РФ, Кировская обл.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматический справочник по Московской области / под ред. проф. С. А. Сапожникова. Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Моск. упр. гидрометслужбы. – Ленинград: Гидрометеиздат. - 1954. – 194 с.
2. Алехин, В. Т. Грибные болезни пивоваренного ячменя в ЦЧР РФ: распространенность, вредоносность и системы защиты / В. Д. Наволоцкий, Е. А. Соколова. – Москва: МСХА, 2004. – С. 8-27.
3. Ахадова, Э. Т. Оценка сортообразцов овса по устойчивости к полеганию / Э. Т. Ахадова, К. У. Куркиев // Современные проблемы АПК и перспективы его развития: сборн. научн. тр. Всерос. научн-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Махачкала. – 2017. – С. 15-20.
4. Баталова, Г. А. Сопряженность количественных признаков овса и ее использование в селекции / Г. А. Баталова // Сельскохозяйственная наука Северо-Востока европейской части России. – Киров. – 1995. – Т.1 – С. 155-160.
5. Баталова, Г. А. Овес. Технология возделывания и селекции: монография / Г. А. Баталова. – Киров, 2000. – 206 с.
6. Баталова, Г. А. Биология и генетика овса / Г. А. Баталова, Е. М. Лисицын, И. И. Русакова. – Киров, 2008. – 454 с.
7. Баталова, Г. А. Овес в Волго-Вятском регионе: монография / Г. А. Баталова. – Киров: ООО Орма, 2013. – 288 с.
8. Белошапкина, О. О. Фитопатология: учебное пособие / О. О. Белошапкина, Ф. С. Джалилов, И. В. Корсак; под общ. ред. О. О. Белошапкиной. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 288 с.
9. Благовещенская, Е. Ю. Фитопатогенные микромицеты: учебный определитель / Е. Ю. Благовещенская. – М.: ЛЕНАНД, 2015. – 240 с.
10. Богачков, В. И. Селекция высокопродуктивных, засухоустойчивых, средне-и скороспелых сортов овса в Западной Сибири / В. И. Богачков, О. И. Гамзикова, Л. Г. Тудинова, А. И. Широков, Н. Г. Матюшкова // Селекция овса: Тр. НИИИСХ Северо-Востока. – Киров. – 1976. – С. 65-74.

11. Богачков, В. И. Продуктивность образцов коллекции овса ВИР в условиях Западной Сибири / В. И. Богачков, Н. Г. Смищук // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. – Л. – 1989. – Т. 129. – С. 121-129.
12. Боровиков, В. П. Программа Statistica для студентов и инженеров: учебное пособие / В. П. Боровиков. – М., 2001. – 300 с.
13. Боровиков, В. П. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов: учебное пособие / В. П. Боровиков. – СПб.: Изд-во Питер., 2003. – 688 с.
14. Бороевич, С. Принципы и методы селекции растений: учебное пособие / С. Бороевич. – М.: Колос, 1984. – 344 с.
15. Вавилов, Н. И. Мировые растительные ресурсы и их использование в селекции: избранные труды / Н. И. Вавилов. – Ленинград, 1962. – Т. 3. – С. 474-491.
16. Варгач, Ю. И. Антиоксидантная активность зерна и пленок овса. / Ю. И. Варгач, М. Е. Мертвищева, И. Г. Лоскутов // Плодоводство и ягодоводство России. – М. – 2016. – Т. XXXXVII – С. 57-61.
17. Варгач, Ю. И. Изучение хозяйственно ценных признаков овса в условиях Центральных регионов Нечерноземной зоны / Ю. И. Варгач, И. Г. Лоскутов // Селекция – инновационный путь развития сельского хозяйства. матер. Всерос. научно-практ. конф. – Ульяновск. – 2017. – С. 46-52.
18. Варгач, Ю. И. Антиоксиданты овса (*Avena L.*) / Ю. И. Варгач // Матер. I междисципл. конф. Foodlife 2018. Генетические ресурсы растений и здоровое питание: потенциал зерновых культур. – СПб. – 2018. – С. 93-94.
19. Варгач, Ю. И. Особенности хозяйственно ценных признаков культурного овса в Центральном Нечерноземье РФ / Ю. И. Варгач, И. Г. Лоскутов // Тр. КубГАУ. – Краснодар. – 2018. – В. 3 (72). – С. 67-72.
20. Великовский, В. Международный классификатор СЭВ рода *Avena L.* / В. Великовский, И. Бареш, А. Форел, Я. Сегналова, В. Одегнал, Й. Востржак, И. Лонгауер, М. Трнка, В. Кобылянский, Н. Родионова, В. Солдатов, В. Корнейчук, Н. Ярош. – Л., 1984. – 46 с.

21. Гаврилова, О. П. Зараженность грибами рода *Fusarium* и контаминация микотоксинами зерна овса и ячменя на севере Нечерноземья / О. П. Гаврилова, Т. Ю. Гагкаева, А. А. Буркин, Г. П. Кононенко; под ред. О.П. Гавриловой // С.-х. биология. – 2009. – № 6. – С. 89-93.
22. Гаврилова, О. П. Оценка устойчивости образцов овса из коллекции ВИР к фузариозу зерна / О. П. Гаврилова, Т. Ю. Гагкаева, И. Г. Лоскутов // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. – СПб. – 2009. – С. 15.
23. Гаврилова, О. П. Фузариоз зерна на севере Нечерноземья и в Калининградской области в 2007-2008 года. / О. П. Гаврилова, Т. Ю. Гагкаева // Защита и карантин растений. – 2010. – № 2. – С. 23-25.
24. Гаврилова, О. П. Выделение исходного материала для селекции сортов овса, устойчивых к фузариозу и накоплению микотоксинов в зерне / О. П. Гаврилова, Т. Ю. Гагкаева, И. Г. Лоскутов / докл. Российской академии с.-х. наук. Научно-теоретический журнал, 2012. – № 1 – С. 21-23.
25. Гаврилова, О. П. Зараженность зерна овса грибами *Fusarium* и *Alternaria* и ее сортовая специфика в условиях Северо-запада России / О. П. Гаврилова, Ф. Б. Ганнибал, Т. Ю. Гагкаева // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – т. 51. – № 1. – С. 111-118.
26. Гагкаева, Т. Ю. Зараженность зерна и видовой состав грибов рода *Fusarium* на территории РФ в 2004-2006 годах /Т. Ю. Гагкаева, М. М. Левитин, С. С. Санин, Л. Н. Назарова // Агро XXI. – 2009. – № 4 – С. 4-6.
27. Гагкаева, Т. Ю. Фузариоз зерновых культур /Т. Ю. Гагкаева, О. П. Гаврилова, М. М. Левитин, К. В. Новожилов / прил. к журн. Защита и карантин растений, 2011. – № 5. – С. 69-120.
28. Гагкаева, Т. Ю. Каталог мировой коллекции ВИР. Выпуск 808. Овес. Характеристика устойчивости образцов овса к фузариозу. / Т. Ю. Гагкаева, О. П. Гаврилова, И. Г. Лоскутов, Е. В. Блинова, Л. В. Аникина под ред. Лоскутова И. Г. – СПб., 2012. – В. 808 – 62 с.

29. Гинс, М. С. К вопросу об антиоксидантном метаболоме овощных культур селекции ВНИИССОК / М. С. Гинс, В. К. Гинс // Овощи России. – М. – 2015. – № 2 (27). – С. 75-79.
30. Головин, С. Е. Изучение микромицетов на овсе и ячмене в условиях Ступинского района Московской области /С. Е. Головин, О. О. Белошапкина, Ю. И. Варгач, С. Н. Аношкина// матер. Межд. научно-практ. конф. – Большие Вяземы: ВНИИФ. – 2016. – С. 37-42.
31. Горбунова, Ю. В. Применение показателя ПУСС для оценки семенной продуктивности новых образцов вики посевной / Ю. В. Горбунова, Е. В. Власова // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве матер. V междунар. науч.-практ. конф. – Киров: ФАНЦ Северо-Востока. – 2019. – С. 213-216.
32. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка.
33. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб.
34. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
35. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества.
36. ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО.
37. ГОСТ 29033-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира.
38. ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.
39. Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации [Электронный ресурс] – 2019. – Режим доступа: <https://reestr.gossort.com>.
40. Григорьев, М. Ф. Роль микромицетов в поражении зерновых культур корневыми гнилями в Центральном Нечерноземье России / М. Ф. Григорьев // Известия ТСХА. – 2012. – №2. – С. 101-117.

41. Григорьев, М. Ф. Корневые гнили зерновых культур и закономерности их проявления на примере Центрального Нечерноземья России: монография / М. Ф. Григорьев. – М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2016. – 532 с.
42. Губанова, Л. Г. Качество зерна образцов овса США и Канады / Л. Г. Губанова, Л. В. Козленко // Бюл. ВИР. – Л. – 1980. – Вып. 99. – С. 33-38.
43. Гудкова, Г. Н. Морфологические признаки соломины устойчивого к полеганию зимующего овса / Г. Н. Гудкова, М. В. Кузенко // Вестник Адыгейского государственного университета. С.4: Естественно-математические и технические науки. – 2017. – № 1 (196). – С. 81-86.
44. Данильчук, П. В. Развитие корней у яровых форм пшеницы, ячменя и овса на юге Украины / П. В. Данильчук, Г. К. Яценко, Н. А. Новицкая // Науч.-техн. Бюл. ВСГИ. – 1974. – вып. 23. – С. 23-25.
45. Дорофеева, Л. Л., Болезни зерновых культур / Л. Л. Дорофеева, В. А. Шкаликов. – ООО НПФ СКАРАБЕЙ, 2007. – 22 с.
46. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б. А. Доспехов. – Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – М.: Альянс, 2011. – 350 с.
47. Драгавцев, В. А. Модель эколого-генетического контроля количественных признаков растений / В. А. Драгавцев, Н. П. Литун, И. М. Шкель, Н. Н. Ничипоренко. – докл. АН СССР, 1984. – Вып. 247. – № 3. – С. 720-723.
48. Ермаков, А. И. Методы биохимического исследования растений. / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, М. И. Смирнова-Иконникова, Н. П. Ярош, Г. А. Луковникова / Под ред. Ермакова А. И. – 3 изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
49. Ермолаева, В. Л. Каталог мировой коллекции ВИР. Овес. (Характеристика исходного материала для селекции овса в условиях Дальнего Востока и Восточной Сибири) / В. Л. Ермолаева, Н. А. Родионова, В. Н. Солдатов, В. Е. Мережко, И. Г. Лоскутов. – СПб.: ВИР, 1992. – 105 с.

50. Животков, Л. А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «Урожайность» / Л. А. Животков, З. А. Морозова, Л. И. Секатуева // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3-6.
51. Жуковский, П. М. Земледельческая Турция. (Азиатская часть – Анатолия). / П. М. Жуковский. – М-Л.: Сельхозиздат, 1933. – 907 с.
52. Жуковский, П. М. Культурные растения и их сородичи: монография / П. М. Жуковский. – Л., 1964. – 790 с.
53. Иванова, Ю. С., Морфологические признаки устойчивости коллекционных образцов овса голозерного к стеблевому полеганию / Ю. С. Иванова, М. Н. Фомина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – № 3 (58). – С. 15-21.
54. Иващенко, В. Г. Видовой состав грибов рода *Fusarium* на злаках в азиатской части России / В. Г. Иващенко, Н. П. Шипилова, М. М. Левитин // Микология и фитопатология. – 2000. – № 34 (4). – С. 54-68.
55. Ильинская-Центилович, М. А. Устойчивость к полеганию как проблема селекции озимой пшеницы: автореф. дис... д-ра с.-х. наук. – Харьковский с.-х. ин-т им. В.В.Докучаева. – Харьков, 1964. – 48 с.
56. Кабашов, А. Д. Актуальные направления в селекции овса на современном этапе / А. Д. Кабашов, Р.З. Мамедов, Я.Г. Лейбович // ВЕСТНИК Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – С. 25-28.
57. Кабашов, А. Д. Предварительные итоги селекции голозерного овса / А. Д. Кабашов, А. С. Колупаева, Л. Г. Разумовская, З. В. Филоненко // Селекция, семеноводство и генетика. – 2018. – № 4 (22). – С. 20–24.
58. Кабашов, А. Д. Результаты экологического испытания линий ярового овса селекции ФИЦ «Немчиновка» / А.Д. Кабашов, М.Ю. Жукова, Н.М. Власенко, А.С. Маркова, Я.Г. Лейбович, Л.Г. Разумовская, З.В. Филоненко // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019 – №1(29) – С. 98-102.
59. Казакова, О. А. Экологические факторы, определяющие многолетнюю и сезонную динамику популяций патогенных микромицетов семян ячменя в

- лесостепи Западной Сибири и Восточного Зауралья / О. А. Казакова, Е. Ю. Торопова, И. Г. Воробьева // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 12. – С. 18-21.
60. Кальвиш, Т. К. Возбудители микозов некоторых листогрызущих насекомых Сибири и Казахстана / Т. К. Кальвиш // Микология и фитопатология. – 1969. – № 3 (5) – С. 403-409.
61. Киселева, М. И. Видовой состав возбудителей корневой гнили на яровых зерновых в республике Мордовия / М. И. Киселева, Н. С. Жемчужина, В. П. Дубовой, В. В. Лапина // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – т. 51. – № 1. – С. 119-127.
62. Ковалева, М. М. Фузариоз колоса / М. М. Ковалева, Т. Ю. Гагкаева // Сборник: Устойчивость генетических ресурсов зерновых культур к вредным организмам. Методическое пособие. – М. – 2008 – С. 151-184.
63. Козленко, Л. В. Генетические принципы селекции овса / Л. В. Козленко // Вестн. с.-х. науки. – 1981 – № 9. – С. 51-64.
64. Козленко, Л. В. Селекционно-генетическая оценка сортов овса / Л. В. Козленко // Вестн с.-х. науки. – 1986. – № 8. – С. 75-82.
65. Козленко, Л. В. Идентификация доноров адаптивности, атракции и микрораспределения пластики у овса / Л. В. Козленко // В кн: Оценка сортов зерновых культур по адаптивности и другим полигенным системам. под ред. В. А. Драгавцева. – СПб. – 2002. – С. 53 – 72.
66. Кононенко, Г. П. О контаминации фузариотоксинами зерна злаков, используемых на кормовые цели / Г. П. Кононенко, А. А. Буркин // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 4 – С. 81-88.
67. Кремкова, Л. А. Наследование высоты растений у межсортовых гибридов овса / Л. А. Кремкова // Селекционная, семеноводческая и сортовая агротехника зерновых культур и многолетних трав северо-запада Нечерноземной зоны. – Л. – 1980. – С. 106-112.

68. Кремкова, Л. А. Использование коллекции овса ВИР в северо-западном селек.центре / Л. А. Кремкова, И. Ф. Лошак // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. – Л. – 1982. – т. 73. вып. 1. – С. 118-121.
69. Кузнецова, О. И. Источники хозяйственно ценных признаков для селекции овса в северо-западной зоне России: автореф дис... канд. с.-х.наук: 06.01.05 / Кузнецова Ольга Ивановна. – СПб., 2000. – 21 с.
70. Кулешов, Н. Н. Лабораторная и полевая всхожесть семян сельскохозяйственных растений и её научно-производственное значение / Н. Н. Кулешов // Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений. – М.: Наука. – 1964. – С. 83-87.
71. Лазаревич, С. В. Методология анатомических исследований стебля овса посевного для целей селекции / С. В. Лазаревич, С. П. Халецкий, С. С. Лазаревич, А. И. Мыхлык // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 1. – С. 66-71.
72. Лазаревич, А. И. Разнокачественность сортов овса посевного по развитию механических тканей стебля / А. И. Лазаревич, А. И. Мыхлык // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Могилев. – 2014. – № 3. – С. 73-77.
73. Лакин, Г. Ф. Биометрия: учебное пособие / Г. Ф. Лакин // Учеб. пособие для биол. спец. вузов-4-е Изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк. – 1990. – 352 с.
74. Лебедев, В. Б. Грибные болезни зерновых культур в Саратовской области и меры борьбы с ними. / В. Б. Лебедев, С. С. Санин, Л. Н. Назарова. – Саратов: Изд-во Саратовской ГСХА. – 1998. – 48 с.
75. Левитин, М. М. Грибные болезни зерновых культур / М. М. Левитин, С. Л. Тютюрев // Защита и карантин растений. – 2003. – № 11. – С. 1- 47.
76. Лейбович, Я.Г. Селекция овса на устойчивость к пыльной головне в ФИЦ «Немчиновка» / Я.Г. Лейбович, Н.М. Власенко, А.С. Колупаева // Общая биология. – 2018. – С. 245-247.
77. Лесовой, М. П. Ускорить создание устойчивых сортов / М. П. Лесовой, В. К. Пантелеев // Защита растений. – 1987. – № 4. – С. 10-12.

78. Литвинов, М. А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов. / М. А. Литвинов – Л.: Наука, 1969. – 124 с.
79. Лоскутов, И. Г. Генетический контроль короткостебельности у овса / И. Г. Лоскутов // С.-х. биология. – М. – 2000. – № 5. – С. 13-19.
80. Лоскутов, И. Г. Видовое разнообразие и селекционный потенциал рода *Avena* L.: автореф. дисс. ... докт. биол. наук: 06.01.05 / Лоскутов Игорь Градиславович. – СПб, 2003. – С. 38.
81. Лоскутов, И.Г. Овес (*Avena* L.): распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. /И.Г. Лоскутов. – СПб, 2007. – 335 с.
82. Лоскутов, И.Г. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса / И.Г. Лоскутов, О.Н. Ковалева, Е.В. Блинова. – СПб.: ред.-изд. отд. ВИР, 2012. – 63 с.
83. Лоскутов, И. Г. Разнообразие культурного овса по хозяйственно ценным признакам и их связь с устойчивостью к фузариозу / И.Г. Лоскутов, Е. В. Блинова, О.П. Гаврилова, Т.Ю. Гагкаева // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – № 20 (3). – С. 286-294.
84. Лоскутов, И. Г. Метаболомный подход к сравнительному анализу диких и культурных видов овса (*Avena* L.) / Т.В. Шеленга, А.В. Конарев, А.Л. Шаварда, Е.В. Блинова, Н.И. Дзюбенко // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – 20 (5). – С. 642-648.
85. Лукьянова, М.В. Проблемы качества в селекции ячменя и овса М.В. Лукьянова, Н.А. Родионова // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. – Л. – 1977. – Вып. 3. – Т. 59. – С. 60-65.
86. Лызлов, Е.В. Состояние и перспективы селекции овса в центральной Нечерноземной зоне РСФСР / Е.В. Лызлов // Селекция овса. Тр. НИИСХ Северо-Востока. – Киров. – 1976. – С.46-50.
87. Лызлов, Е.В. Селекция овса в нечерноземной зоне Российской Федерации. Автор. доктор. дисс. в форме науч. докл., М., НИИСХЦРНЗ. / Е.В. Лызлов, 1992. – 37 с.

88. Лясковский, М. И. Динамика фенольных соединений и лигнина в стебле озимой пшеницы и формирование устойчивости к полеганию / М. И. Лясковский, Ф. Л. Калинин // Физиология и биохимия культурных растений. – 1997. – Т. 9. – № 4. – С. 359-365.
89. Митрофанов, А.С. Овес. / А.С. Митрофанов, К.С. Митрофанова. – М.: Колос, 1972. – 269 с.
90. Мордвинкина, А.И. Средиземноморские овсы (*Avena byzantina* С. Koch.) и их использование в селекции СССР. / А.И. Мордвинкина // Вопросы эволюции, биогеографии, генетики и селекции. АН СССР. – М.-Л. – 1960. – С. 175-178.
91. Мордвинкина, А.И. Овес / А.И. Мордвинкина // в кн.: Руководство по апробации сельскохозяйственных культур. Зерновые и крупяные культуры. – М.: Колос. – 1966. – С. 275-312.
92. Наумов, Н.А. Пьяный хлеб. Наблюдения над несколькими видами рода *Fusarium* / Н.А. Наумов // Труды бюро по микологии и фитопатологии ученого комитета. – Петроград. – 1916. – 216 с.
93. Неттевич, Э.Д. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качество зерна / Э.Д. Неттевич, А.И. Моргунов, М.И. Максименко // Вестник с.-х. науки. – М. – 1985. – №1. – С. 66-73.
94. Нечаев, А.П. Липиды зерновых культур и их изменение при хранении и переработки зерна: автореф. дис. . д-ра техн. наук / А.П. Нечаев. – М., 1971. – 70 с.
95. Нечаев, А.П. Состав триглицеридов масла овса / А.П. Нечаев, Г.Н. Новожилова, Г.В. Новицкая // Масло-жировая пром-сть. – Л. – 1972. – № 9. – С. 16-17.
96. Низова, Г.К. Биохимическая характеристика сортов гексаплоидн. видов овса (*A. sativa* L., *A. byzantina* С. Koch.) на северо-западе России в связи с селекц. на качество: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. 03.00.04 / Низова Галина Константиновна. – СПб.: ВИР, 1993. – 19 с.
97. Новожилова, Г.Н. Состав жирных кислот масла овса / Г.Н. Новожилова, Я.И. Денисенко, А.П. Нечаев, М.И. Янотовский // Прикладная биохимия и микробиология. – 1967. – т. 3. вып. 4. – С. 388-390.

98. Пересыпкин, В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология / В.Ф. Пересыпкин / 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 480 с.
99. Петров, Г.Л. Каталог мировой коллекции ВИР. Овес. (Характеристика исходного материала для сел. овса в условиях Северного Зауралья) / Г.Л. Петров, В.Н. Солдатов, В.Е. Мережко, И.Г. Лоскутов. – Л., ВИР. – 1991. – вып. 587. – 55 с.
100. Петропавловский, М.Ф. Возделываемые овсы СССР. / М.Ф. Петропавловский // Приложение 45-е к Тр. по прикл. бот., ген. и селекции. – Л. – 1931. – 138 с.
101. Пидопличко, Н.М. Грибы – паразиты культурных растений / Н.М. Пидопличко. – Определитель. Т.-2. Грибы несовершенные. – Киев: Наукова думка, 1977. – 290 с.
102. 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. – 22(3). – С. 343-352.
103. Пыльнев, В.В. Изменение анатомического строения растений озимой пшеницы в результате селекции / В. В. Пыльнев, Б. Б. Батоев // Известия ТСХА, М. – 1993. – Вып. 1. – С. 31 –39.
104. Пыльнев, В. В. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур: учебное пособие для студентов высш. учеб. заведений / В.В. Пыльнев, Ю.Б. Коновалов, А.Н. Березкин, А.М. Малько, В.С. Рубец, О.А. Буко, Л.И. Долгодворова, Т.И. Хупацария, П.М. Конорев, Л.Л. Березкина, С.С. Баженова, А.А. Соловьев / под. общ. ред. В.В. Пыльнева – М.: КолосС, 2018. – 551 с.
105. Пыльнев, В.В. Частная селекция полевых культур / В.В. Пыльнев, Ю.Б. Коновалов, Т.И.Хупацария и др.; под ред. В.В. Пыльнева – СПб: Лань, 2016. – С.82-102.
106. Родионова, Н.А. Некоторые морфолого-анатомические особенности различных по устойчивости к полеганию образцов овса. / Н.А. Родионова //Тр. по прикл. бот., ген. и сел. – Л. – 1964. – т. 36. – в. 1. – С. 185-194.

107. Родионова, Н.А. Определение подлинности видов и сортов овса по морфологич. признакам зерна / Н.А. Родионова // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. – Л. – 1974. – т. 51. – в. 2. – С. 54-61.
108. Родионова, Н.А. Проблемы селекции овса в Нечерноземной зоне РСФСР/ Н.А. Родионова, В.Н. Солдатов // Бюл. ВНИИР. – 1981. – вып. 117. – С. 17-20.
109. Родионова, Н.А. Овес. Культурная флора. М.: Колос, / Н.А. Родионова, В.Н. Солдатов, В.Е. Мережко, Н.П. Ярош, В.Д. Кобылянский / под ред. Родионовой Н.А., 1994. –Т. II. – Ч.3 – 368 с.
110. Российский статистический ежегодник. 2019: Стат.сб. / Росстат. – М., 2019. – С. 367-370.
111. Русакова, И.И. Анализ компонентов продуктивности образцов овса в питомнике исходного атериала / И.И. Русакова, Г.А. Баталова // Научные основы рационального землепользования сельскохозяйственных территорий Северо-Востока Европейской части России: Сборник материалов научн.-практич. конферен., посвященной 120-летию со дня рождения А.В. Журавского. – Сыктывкар, 2002. – С. 122-124.
112. Салмина, И.С. Биохимические свойства сортов культурных видов овса при различных условиях выращивания на юге Западной Сибири: автореф. дисс. ... канд.биол. наук. / Салмина Ирина Семеновна– Л.: ВИР, 1980. – С. 24.
113. Седова, Е. В. Фракционный и аминокислотный состав белков зерна овса: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. / Седова Е.В. – М., 1969. – С. 24.
114. Селянинов, Г.Т. К методике сельскохозяйственной климатографии / Г.Т. Селянинов // Труды по сельскохозяйственной метеорологии, 1930. – №2. – вып. 22. – С. 45-91.
115. Соколов, А.В. Агрохимические методы исследования почв. / А.В. Соколов – М.: Наука, 1975. – С. 98 – 99.
116. Соколова, С. М. Белковые комплексы некоторых видов в трибе *Avenae* / С.М. Соколова // Бюл. ГБС. – 1976. – № 100. – С. 107-111.

117. Солдатов, В.Н. Экологическая изменчивость морфобиологических признаков у сортов овса / В.Н. Солдатов, Е.А. Васильева-Пчелина // Сб. науч. тр. по прикл. бот., ген. и сел. – Л.: ВИР. – 1985. – Т. 95. – С. 80-86.
118. Солдатов, В.Н. Наследование признаков продуктивности метелки у овса / В.Н. Солдатов, Г.А. Баталова // Сб. научн. тр. по прикл. бот., ген. и селекции. – Л. – 1989. – т. 129. – С. 129 – 133.
119. Солдатов, В.Н, Географическая изменчивость некоторых морфобиологических признаков у сортов овса / В.Н. Солдатов, Г.Л. Петров // Исходный материал для селекции ржи и зернофуражных культур: Сб. науч. тр. по прикл. бот., ген. и сел. – Л.: ВИР. – 1989. – Т. 129. – С. 84-91.
120. Станчева, Й. Атлас болезней сельскохозяйственных культур. Часть 3. Болезни полевых культур. / Й. Станчева / Перевод Г. Даниловой, ред. Васютин А.С., Ширина Л.В., Кулич О.А. – София-Москва, изд. «Пенсофт», 2003 – 175 с.
121. Степина, Л.А. Зависимость урожайности зерновых культур от метеорологических условий / Л.А. Степина // Матер. совещания по проблемам селекции зерновых культур в Нечерноземной зоне России 3-4 июля 1992. – Киров. – 1995. – С. 85-87.
122. Сурин, Н.А. Селекция зерновых культур на устойчивость к грибным заболеваниям в Восточной Сибири / Н.А. Сурин / Селекция сельскохозяйственных культур на иммунитет: Матер, научно-метод. конф. – Омск: ЦПЦ «Юпитер», 2004. – С. 7-12.
123. Тетерятченко, К.Г. Анатомический метод оценки исходного материала мягкой озимой пшеницы на продуктивность, морозостойкость и устойчивость к полеганию / К. Г. Тетерятченко // Науч.-техн. бюл. ВИР. – 1984. – Вып. 146. – С. 28-32.
124. Третьяков, Н.Н. Влияние различной интенсивности полегания на формирование урожая и посевных качеств семян ярового ячменя / Н. Н. Третьяков, А.Ф. Яковлев // Биологические основы повышения продуктивности сельскохозяйственных культур. – М.: Изд-во ТСХА. – 1984. – С. 54-58.

125. Трофимовская, А.Я. Генетический потенциал секции настоящих овсов рода *Avena* и его значение для селекции / А.Я. Трофимовская, В.И. Пасынков, Н.А. Родионова, В.Н. Солдатов // Тр. по прикл. бот., ген. и селекции. – 1976. – т. 58. – вып. 2. – С. 83-109.
126. Тулпников, А. И. Атлас сельского хозяйства СССР / А. И. Тулпников, М. И. Никишов. – М.: Главное управление геодезии и картографии министерства геологии и охраны недр СССР, 1960. – 308 с.
127. Файт, В.И. Влияние генов *Vrn* 1-3 на проявление некоторых хозяйственно-ценных признаков в условиях Западной Сибири / В.И. Файт, А.Ф. Стельмах, Ю.П. Логинов // Изогенные линии и генетические коллекции. – Новосибирск. – 1993. – С.79-81.
128. Федорин, Ю.В. Почвы сельскохозяйственных угодий СССР / Ю.В. Федорин, В.П. Сотников, Л.И. Егоренков. – М.: Колос, 1981. – 199 с.
129. Федоров, А.А. Жизнь растений в шести томах. Том 2. Грибы. /А. А. Федоров под ред. Горленко М.В. – М.: Изд. Просвещение, 1976. – 479 с.
130. Хохряков, М.К. Определитель болезней растений. /М.К. Хохряков, Т.Л. Доброзракова, К.М. Степанов, М.Ф. Летова. – СПб., М., Краснодар, 2003. – 592 с.
131. Шафранский, В.П. Продуктивность колоса (метелки) и урожай / В.П. Шафранский // Научн.-техн. бюл. ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. – 1980. – Вып. 138. – С. 26-28.
132. Шипилова, Н.П. Видовой состав и биоэкологические особенности возбудителей фузариоза семян зерновых культур: автореф. дис... канд. биол. наук 06.01.11. / Шипилова Надежда Петровна. – СПб., 1994. – 23 с.
133. Шкаликов, В.А. Защита растений от болезней: Учебник для студентов высш. учеб. заведений / В.А. Шкаликов — 3-е изд., испр. и доп. – М.: Колос, 2010. – 404 с.
134. Ярош, Н.П. Биохимические свойства некоторых диких и культурных видов овса / Н.П. Ярош, Н.А. Родионова, В.И. Пасынков // Бюл. ВИР. – 1977. – в. 73. – С. 14-20.

135. Яшин, А.Я. Инжекционно-проточная система с амперометрическим детектором для селективного определения антиоксидантов в пищевых продуктах и напитках / А.Я. Яшин // Российский химический журнал. – Иваново. – 2008. – Т. 52. – № 2. – С. 130-135.
136. Яшин, А.Я. Определение природных антиоксидантов в пищевых злаках и бобовых культурах / А.Я. Яшин, П.А. Федина, Н.И. Черноусова // Аналитика. – 2012. – Т. 2., № 1. – С. 32-36.
137. Abeyssekara, S. The plant immunity inducer pipelicolic acid accumulates in the xylem sap and leaves of soybean seedlings following *Fusarium virguliforme* infection. / S. Abeyssekara, S. Swaminathan, N. Desai, L. Guoc, M.K. Bhattacharyya / *Plant Science*, 2016. – V. 243. – P. 105-114.
138. Adom, K.K. Antioxidant activity of grains. / K.K. Adom, R.H. Liu // *J. Agric. Food Chem.* – 2002. – 50 (21). – P. 6182-6187.
139. Alexander, D.E. The identification of high-quality protein variants and their use in crop plant improvement / D.E. Alexander // In: *Crop genetic resources for today and tomorrow*. Ed. by Frankel O. H., Hawkes J. G. Cambridge Univ. Press. – 1975. – P. 223-230.
140. Alfiri, M. Oat phenolic content and total antioxidant capacity during grain development. / M. Alfiri, R. Redaelli // *J. Cereal Sci.* – 2015. – 65(9). – P. 39-42.
141. Axtell, J.D. Breeding for improvement nutritional quality / J.D. Axtell // In: *Plant Breeding*. – 1981. – P. 365-432.
142. Bai, G.H. Management and resistance in wheat and barley to *Fusarium* head blight / G.H. Bai, G.E Shaner // *Annu. Rev. Phytopathol.* – 2004. – № 42. – P. 135-161.
143. Baker, R.I. Heritability of oil content in oats *Avena sativa* L. / R.I. Baker, R.I.H. McKenzie // *Crop Sci.* – 1972. – v. 12. – P. 201-202.
144. Batalova, G.A. Abstracts of oral and poster presentation / G.A. Batalova // 10th international oat conference: N.I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources (VIR). – SPb: ООО «Р-КОПИИ». – 2016. – P. 14-16.

145. Bechtel, D.B. Ultrastructure and cytochemistry of mature oat (*Avena sativa* L.) endosperm. The aleurone layer and starchy endosperm / D.B. Bechtel, Y. Pomeranz // Cereal Chem. – 1981. – V. 58. – P. 61-69.
146. Bensch, K., Braun U., Groenewald J.Z., Crous P.W. The genus *Cladosporium* // Stud Mycol. – 2012. – 72(1). – P. 1-401.
147. Berg, J.M. The Metabolism of Glucose 6-Phosphate by the Pentose Phosphate Pathway Is Coordinated with Glycolysis: [Электронный ресурс]: / J.M. Berg, J.L. Tymoczko, L. Stryer / Biochemistry. 5th edition. – New York, 2002. – Section 20.4. – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK22590/> (20.05.2018).
148. Bhandari, K. Low Temperature Stress in Plants: An Overview of Roles of Cryoprotectants in Defense. / K. Bhandari, H. Nayyar / Physiological Mechanisms and Adaptation Strategies in Plants Under Changing Environment Chapter First Online, 2013. – P. – 193-265.
149. Björck, I. Cereal grains for nutrition and health benefits: / I. Björck, E. Östman, M. Kristensen, N.M. Anson, R.K. Price, G.R.M.M. Haenen, R. Havenaar, K.E.B. Knudsen, A. Frid, H. Mykkänen / Overview of results from in vitro, animal and human studies in the HEALTH GRAIN project. Trends Food Sci. Technol, 2012 – V. 25. – P. 87-100.
150. Bjørnstad, Á. Resistance to *Fusarium* infection in oats (*Avena sativa* L.) / Á. Bjørnstad, H. Skinnes // Cer. res. commun. – 2008. – № 36. – P. 57-61.
151. Blanch, M. Trisaccharides isomers, galactinol and osmotic imbalance associated with CO₂ stress in strawberries. / M. Blanch, I. Alvarez, M.T. Sanchez-Ballesta, M.I. Escribano, C. Merodio / Postharvest Biology and Technology 2017. – V. 131. – P. 84-91.
152. Blum, M.M.C. *Pyrenophora avenae*: ocorrência, inóculo, patogenicidade e sobrevivência / M.M.C. Blum // DiSSERTAÇÃO (mestrado – Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agrinímia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. – 1997. – 111 p.

153. Bocchese, C.A.C. Especificidade de *Pyrenophora avenae* aos tecidos da semente de *Avena sativa* e sua atividade enzimática / C.A.C. Bocchese, J.A. Martinelli, A.T.S. Matsumura, L.C. Federizzi, L.F. Desch, M. Tellier // Fitopatologia Brasileira. – 2001. – V.26. – P. 180-184.
154. Branson, C.V. Recurrent selection for groat oil content in oat / C.V. Branson, K.J. Frey // Crop Sci. – 1989. – V. 29. – № 6. – P. 1382-1387.
155. Branson, C.V. Correlated response to recurrent selection for groat-oil content in oats / C.V. Branson, K.J. Frey // Euphytica. – 1989. – V. 43. – P. 21-28.
156. Briggie, L.W. Protein concentration and amino acid composition of *Avena sterilis* L. groats / L.W. Briggie, R.T. Smith, Y. Pomeranz, G.S. Robbins // Crop Sci. – 1975. – V. 15. – № 4. – P. 547-549.
157. Broeck, H.C. Profiling of nutritional and health-related compounds in oat varieties. / H.C. Broeck, D.M. Londono, R. Timmer, M.J.M. Smulders, L.J.W. Gilissen, I.M. Meer // Foods. – 2016. – 5(2). – P. 2-11.
158. Brown, C.M. Variation in oil content and its relation to other characters in oats / C.M. Brown, D.E. Alexander, S.G. Carner // Crop Sci. – 1966. – V. 6. – P. 190-191.
159. Brown, C.M. Oil content and groat weight of entries in the world oat collection / C.M. Brown, I.C. Craddock // Crop Sci. – 1972. – V. 12. – P. 514-515.
160. Browning, J.A. Oats: Continental Control Program/ J.A. Browning // in R.R. Nelson (ed.). Breeding plants for disease resistance, Pennsylvania, USA, Pennsylvania State University Press. – 1973. – P. 155-180.
161. Brunner, B.R. oat grain β -glucan content as affected by nitrogen level, location, and year / B.R. Brunner, R.D. Freed // Crop. Sci. – 1994. – V. 34. – P. 473-476.
162. Buerstmayr, H., Scab resistance of international wheat germplasm / H. Buerstmayr, M. Lemmens, H. Grausgruber, P. Ruckenbauer // Cer. res. commun. – 1996. – № 24. – P. 195-202.
163. Burrows V.D., S.J. Molnar, N. A. Tinker, T. Marder, G. Butler, A. Lybaert. // Groat yield of naked and covered oat. // Can. J. Plant Sci. – 2001. – V.81. – N.4. – P. 727-729.

164. Bush, A.L. Restriction fragment length polymorphisms linked to genes for resistance to crown rust (*Puccinia coronata*) in near-isogenic lines of hexaploid oat (*Avena sativa*) / A.L. Bush, R.P. Wise, P.J. Rayapati, M. Lee // *Genome*. – 1994. – V.37. – P. 823-831.
165. Bushnell, W.M.R. Histology and physiology of Fusarium head blight // *in*: Fusarium head blight of wheat and barley / W.M.R. Bushnell, B.E. Hazen, C. Pritsch // K.J. Leonard, W.R. Bushell (eds.). APS PRESS. St.Paul, Minnesota. – 2003. – P. 44-83.
166. Capmbell, A.R. Association between groat-protein percentage and certain plant and seed traits in interspecific oat crosses / A.R. Capmbell, K.J. Frey // *Euphytica*. – 1972. – V. 21. – P. 352-362.
167. Carson, M. Does partial resistance exert selection on oat crown rust populations? / M. Carson, D. Stuthman // *in*: P.Peltonen-Sainio, M. Topi-Hulmi (eds.): Proc. 7th International Oat Conference. MTT Agrifood Research, Finland. – 2004. – P. 179.
168. Chaves, M.S. Efeito da ferrugem da folha sobre o rendimento e qualidade de grãos em genótipos elite de avenia / M.S. Chaves, F.I.F. Carvalho, A. Carginin, Simoni D., Schemidt D., A.M. Hartwing / *in*: esumos. Reunião brasileira de pesquisa de aveia, Passo Fundo, UPF, 2002. – V.22. – P.463-470.
169. Chelkowski, J. Moniliformin production by Fusarium species / J. Chelkowski, M. Zawadzki, P. Zajkowski, A. Logrirco, A. Bottalico // *Mycotoxin Res.* – 1990. – № 6. – P. 41-45.
170. Chong, J. Identification of the stem rust resistance gene PG9 and its association with crown rust resistance and endosperm proteins in «Dumont» oat / J. Chong, N.K. Howes, P.D. Brown, D.E. Harder // *Genome*. – 1994. – V.37. – P. 440-447.
171. Clamot, G. Prospects for improving the grain protein content of oats by intra- and interspecific hybridization / G. Clamot // *Vortrage Pflanzenzuchtung*. – 1984. – № 6. – P. 224-238.
172. Clifford, B.C. Diseases, pests and disorders of oats / B.C. Clifford // *in*: The oat crop. Production and utilization. (ed.) by R.W. Welch. Chapman & Hall. – 1995. – P. 252-278.

173. Collins, F. W. Oat phenolics: structure, occurrence, and function. / Oats: Chemistry and Technology. F. H. Webster, ed. AACC. St. Paul, MN, USA, 1986. – P. 227-295.
174. Cox, T.S. Complementarity of genes for high groat-protein percentage from *Avena sativa* L. and *A. sterilis* L. / T.S. Cox, K.J. Frey // Crop Sci. – 1985. – V. 25. – № 1. – P. 106-109.
175. D`Mello, J.P.F., Fusarium mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare and productivity / J.P.F. D`Mello, C.M. Placinta, A.M.C. MacDonald // Animal Feed Sci. Technol. – 1999. – № 80. – P. 183-205.
176. Diaz, J.E. Effectiveness of recurrent selection for improving partial resistance to oat crown rust / J.E. Diaz, D.D. Stuthman // in: R.J. Cross (ed.), 6th International Oat Conference: Proceedings held at Lincoln University, Lincoln, NZ. 13-16 November 2000 Christchurch, New Zealand. – 2000.
177. Djurle, A. Incidence of Fusarium species and mycotoxins in Swedish winter fields. / A. Djurle, M. Grudzinska-Sterno, P.H. Rasmussen, J. Yuen // Bioforsk FOCUS recurrent. – 2010. – 5 (7). – P. 12.
178. Doehlert D.C. Starch, protein and beta-glucan accumulation during grain development in oat / D.C. Doehlert // Proc. 5th Inter. Oat Conference. –Canada. – 1996. – V.2. – P. 614-616.
179. Doohan, F.M. Influence of climatic factors on Fusarium species pathogenic to cereals / F.M. Doohan, J. Brennan, B.M. Cooke // A review. Europ. J. Plant Pathol. – 2003. – № 109. – P. 755-768.
180. Dykes, L. Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits. / L. Dykes, L.W. Rooney / Cereal Foods World, 2007. – 32. – P. 105-111.
181. Edelmann, M. Folate in oats and its milling fractions. / M. Edelmann, S. Kariluoto, L. Nyström, V. Piironen / Food Chem., 2012. – 135(3). – P. 1938-1947.
182. Edwards, S.G. Emerging issues of HT-2 and T-2 toxins in European cereal production / S.G. Edwards, B. Barrier-Guillot, P.E. Clasen, V. Hietaniemi, H. Petterson // World Mycotoxin J. – 2009. – № 2 (2). – P. 173-179.
183. Elen O., Deoxynivalenol content of cereal grain from naturally infected and artificially inoculated plants in field trials in Norway / O. Elen, W. Liu, W. Langseth,

- H. Skinnnes, M. Gullord, L. Sundheim // *Acta Agriculture Scandinavica, Sectio B: Plant Soil Science.* – 2003. – № 53. – P. 183-189.
184. Ellis, M.B. Dematiaceous hyphomycetes. / M.B. Ellis. – Kew, UK: CAB, 1971. – 608 p.
185. Emmons, C.L. Antioxidant capacity of oat (*Avena sativa* L.) extracts. 2. In vitro antioxidant activity and contents of phenolic and tocol antioxidants. / C.L. Emmons, D.M. Peterson, G.L. Paul / *J. Agric. Food Chem.*, 1999. – 47(12). – P. 4894-4898.
186. FAOSTAT [Электронный ресурс]: Данные в области продовольствия и сельского хозяйства более 245 стран и территорий / <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (дата обращения: 18.10.2018).
187. Frey, K. J. Chemical studies on oats. 1. Thiamin niacin, riboflavin and pantothenic acid. / K. J. Frey, G.J. Watson // *Cereal Chem.* – 1950. – Vol. 43. – № 1. – P. 262-293.
188. Frey, K.J. Relation of seed weight to grain yields in oats, *Avena sativa* L. / K.J. Frey, T.F. Huang, // *Euphytica.* – 1969. – V. 18. – Issue 3. – P. 417-424.
189. Frey, K.J. Heritability of groat protein percentage of hexaploid oats / K.J. Frey // *Crop. Sci.* – 1975. – V. 15(2). – P. 277-310.
190. Frey, K.J. Genetic resources and their use in oats breeding/ K.J. Frey // *Proc. 2nd Inter. Oats Conf.* – Great Britain. – 1986. – P. 7-15.
191. Frey, K.J. Nine cycles of recurrent selection for increased groat-oil content in oat / K.J. Frey, J.B. Holland // *Crop Sci.* – 1999. – V. 39. – P. 1636-1641.
192. Fulcher, R.G. Morphological and chemical organization of the oat kernel / R.G. Fulcher // *in: Oats: chemistry and technology.* Ed. F. H. Webster. – Minnesota. – 1986. – P. 47-74.
193. Gagkaeva, T.Y. Evolution of genetic resources of wheat and barley from Far East of Russia for resistance to *Fusarium* head blight / T.Y. Gagkaeva, M.M. Levitin, E. Zuev, I. Terentjeva // *J. Appl. Genet.* – 2002. – № 43A. – P. 229-236.
194. Gale, L.R. Population subdivision of *Fusarium graminearum* Sensu Stricto in the Upper Midwestern United States / L.R. Gale, T.J. Ward, V. Balmas, H.C. Kistler // *Phytopathology.* – 2007. – № 97 (11). – P. 1434-1439.

195. Ganssmann, W. Beta-glucan content in German oat cultivars and in oat bran obtained from them / W. Ganssmann // Proc. 5th Inter. Oat Conference. – Canada. – 1996. – V. 2. – P. 65-67.
196. Gerlach, W., Nirenberg H. The genus *Fusarium* – a pictorial atlas. – Mitt. Biol. Bundesanst. – Berlin – Dahlem, Land. Forstwirsch, 1982. – V. 209. – P. 406.
197. Golinski, P. Moniformin accumulation and other effects of *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. on kernels of winter wheat cultivars / P. Golinski, M. Kosteck, I. Lasocka, H. Wisniewska, J. Chelkowski, Z. Kaczmarek // J. Phytopathol. – 1996. – № 144 (9-10). – P. 495-499.
198. Gong, L.X. Tibetan hull-less Barley (*Hordeum vulgare* L.) as a potential source of antioxidants. / L.X. Gong, C. Jin, L.J. Wu, X.Q. Wu, Y. Zhang / Cereal Chem., 2012. – 89(6). – P. 290-295.
199. Gordon, W.L. The occurrence of *Fusarium* species on plants, insects and fungi. // Canad. J. Bot. – 1959. – 37. – P. 257-290.
200. Guo, W., Phenolic acid composition and antioxidant potential of insoluble and soluble dietary fibre extracts derived from select whole-grain cereals. / W. Guo, T. Beta / Food Res. Int., 2013. – 51(2). – P. 518-525.
201. Hall, M.B., Oat starch quality and relationships to other quality traits / M.B. Hall, A.W. Tarr // Proc. 6th Inter. Oat Confer. – New Zealand. – 2000. – P. 25-30.
202. Halliwell, B. Biochemistry of oxidative stress. / B. Halliwell / Biochem. Soc. Trans., 2007. – 35(5). – P. 1147-1150.
203. Harder, D.E. Complex additive-type of resistans to *Puccinia coronata* in *Avena sterilis* / D.E. Harder, R.I.H. McKenzie // Can. J. Plant Pathol. – 1984. – V.6. – P. 134-138.
204. Harder, D.E. Inheritance of resistans to *Puccinia coronata avenae* and *P. graminis avenae* in an accession of *Avena sterilis* from Spain / D.E. Harder, J. Chong, P.D. Brown, J. Martens // Genome. – 1990. – V.33. – P. 198-202.
205. Harder, D.E. Oat diseases and pathologic techniques / D.E. Harder, S. Haber / in H.G. Marshall, M.E. Sorrells (eds.) Oat science and technology, [Agronomy Monograph, № 33]. – 1992. – P. 307-402.

206. Harder, D.E. Stem and crown rust resistance in the Wisconsin oat selection X1588-2 / D.E. Harder, J. Chong, P.D. Brown // *Crop Sci.* – 1995. – V. 35. – P. 1011-1015.
207. Heneen, W.K. Structural features of lipid- and protein-rich oat grains / W.K. Heneen, K. Brismar, G. Karisson, B. Mattsson // *Proc. 4th Inter. Oat Confer. Adelaide.* – Australia. – 1992. – P. 77-79.
208. Henriksen, B. Factors affecting *Fusarium* infection and mycotoxin content in cereal grains / B. Henriksen // Norway. Doc. Theses. Agricultural Univ. of Norway, 1999.
209. Herrmann, M. Resistance to *Ustilago avenae* in European oat lines / M. Herrmann // *in*: P. Peltonen-Sainio, M. Topi-Hulmi (eds.) *Proc. 7th International Oat Conferens.* MTT Agrifood Research Finland. – 2004. – P. 184.
210. Hietaniemi, V., Saastamoinen M., Kangas A., Rantanen O., Kontturi M. β -glucan, thiamine and selenium contents in oats cultivated in Finland // *Proc. 6th Inter. Oat Confer. New Zealand.* – 2000. – P. 31-36.
211. Holman, W. I. M., Godden, W., The aneurin (vitamin B1) content of oats: I. The influence of variety and locality. II. Possible losses in milling // *Sci.* – 1947. – V. 37. – Issue 1. – P. 51-57.
212. Holthaus, J.F. Inheritance of β -Glucan content of oat grain / J.F. Holthaus, J.B. Holland, P.J. White, K.J. Frey // *Crop Sci.* – 1996. – V. 36. – P. 567-572.
213. Hosseinian, F.S. Triticale bran and straw: Potential new sources of phenolic acids, proanthocyanidins, and lignans. / F.S. Hosseinian, G. Mazza // *J. Funct. Foods.* – 2009. – 1(1). – P. 57-64.
214. Hurt, H.D. Biomedical considerations of oat dietary fiber and betaglucans / H.D. Hurt, R. Mathews, S.L. Ink // *Proc. 3rd Inter. Oat Confer. Lund. Sweden.* – 1988. – P. 206-222.
215. Hüttner, E.K. Recent advances in gluten-free baking and the current status of oats. / E.K. Hüttner, E.K. Arendt // *Trends Food Sci. Technol.* – 2010. – 21(6). –P. 303-312.
216. Ivanoff, S.S. The cause of spikelet drop of oats / S.S. Ivanoff // *Plant Disease Reporter.* – 1963. – V. 3. – P. 206-207.

217. Janpriya, K. Influence of Copper Application on Forage Yield and Quality of Oats Fodder in Copper Deficient Soils. / K. Janpriya, S.B. Deedar, G. Meenakshi // Indian J. Anim. Nutr. – 2015. – 32 (3). – P. 290-294.
218. Joffe, A.Z. Fusarium species: their biology and toxicology. N.Y., 1986. – 988 p.
219. Jones, D.G. Cereal diseases – their pathology and control. / D.G. Jones, D.B.C. Clifford / Chichester, UK: John Wiley, 1983. – 309 p.
220. Kalac, P. A review of some aspects of possible associations between the feeding of silage and animal health / P. Kalac, M.K. Woolford // British Vet. J. – 1982. – № 138. – P. 305-320.
221. Karow, R.S. Studies on the inheritance of fatty acid composition and the enzyme lipoxygenase in cultivated oat (*Avena sativa* L.) and on the inheritance of crown rust resistance in a derived-tetraploid × natural tetraploid oat cross. / R.S. Karow / (Abstract). Dissert. Abstr. Intern. Sciences and Engineering, 1984. – V. 44. 9. – P.2623-2624.
222. Khakimov, B. Comprehensive and Comparative Metabolomic Profiling of Wheat, Barley, Oat and Rye Using Gas Chromatography-Mass Spectrometry and Advanced Chemometrics. / B. Khakimov, B.M. Jespersen, S.B. Engelsen. – Foods, 2014. – 3. – P. 569-585.
223. Kibite, S. The inheritance of beta-glucan concentration in an oat (*Avena sativa* L.) cross / S. Kibite, M.J. Edney // Proc. 5th Inter. Oat Conference. Canada. – 1996. – V. 2. – P. 77-79.
224. Kiecana, I. Scab response and moniliformin accumulation in kernels of oat genotypes inoculated with *Fusarium avenaceum* in Poland / I. Kiecana., E. Mielnnczuk, Z. Kaczmarek, M. Kostecki, P. Golinski // Europ. J. Plant Pathol. – 2002. – № 108. – P. 245-251.
225. Kolb, F.L. Viral diseases of oat / F.L. Kolb, L.L. Domier / in: R.J. Cross (ed.), 6th International Oat Conference. Lincoln University, Lincoln, NZ. 13-16 November 2000. Christchurch, New Zealand. – 2000.

226. Koo, F.K.S. Inheritance of seedling reaction to races 7 and 8 of *Puccinia graminis avena* Eriks. and Henn. at high temperature in three oat crosses / F.K.S. Koo, M.B. Moore, W.M. Myers, B.J. Roberts // *Agron. J.* – 1955. – V.47. – P. 122-124.
227. Kosiak, B. The prevalence and distribution of *Fusarium* species in Norwegian cereals: a survey / B. Kosiak, M. Torp, E. Skjerve, U. Thrane // *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B (Soil and Plant Science)*. – 2003. – 53. – P. 168-176.
228. Kovačova, M. Ferulic and coumaric acids, total phenolic compounds and their correlation in selected oat genotypes. / M. Kovačova, E. Malinova // *Czech J. Food Sci.* – 2007. – 25(6). – P. 325-332.
229. Kuenzel, K.A. Protein yield of oats as determined by protein percentage and grain yield / K.A. Kuenzel, K.J. Frey // *Euphytica*. – 1985. – V. 34. – № 1. – P. 21-31.
230. Kurowski T.P. Fungi colonizing grain of winter spelt grown under two production systems / T.P. Kurowski, U. Wysocka // *Phytopathologia*. – 2009. – № 54. – P. 45-52.
231. Lahiri, A. Diversification and evolution of L-myo-inositol 1-phosphate synthase. / A. Lahiri, M.A. Chatterjee, K. Ghosh, D.M. Majee // *FEBS Letters*, 2003. – V. 553. – Is. 1-2. – P. 3-10.
232. Lee, C. Antioxidant and antihypertensive activity of anthocyanin-rich extracts from hullless pigmented barley cultivars. / C. Lee, D. Han, B. Kim, N. Baek, B.K. Baik // *J. Food Sci. Technol.* – 2013. – 48(5). – P. 984-991.
233. Legzdina, L. Comparison of infection with *Fusarium* head blight and accumulation of mycotoxins in grain of hullless and covered barley / L. Legzdina, H. Buerstmayr // *J. Cereal Sci.* – 2004. – № 40. – P.61-67.
234. Leonard, K.J. Virulence of oat crown rust in Brazil and Uruguay / K.J. Leonard, J.A/ Martinelli // *Plant Disease*. – 2005. – V. 89(8). – P. 802-808.
235. Li, W. An evaluation of the antioxidant properties and aroma quality of infant cereals. / W. Li, J. Friel, T. Beta // *Food Chem.* – 2010. – 121(4). – P. 1095-1102.
236. Li, X.P. Effects of genotype and environment on avenanthramides and antioxidant activity of oats grown in northwestern China. / X.P. Li, M.Y. Li, A.J. Ling, X.Z. Hu, Z. Ma, L. Liu, Y.X. Li // *J. Cereal Sci.* – 2017. – 73. – P. 130-137.

237. Liu, W., Comparison of visual head ratings, seed infection levels, and deoxynivalenol production for assessment of resistance in cereals inoculated with *Fusarium culmorum* / W. Liu, W. Langseth, H. Skinnnes, O.N. Elen, L. Sundheim // *Europ. J. Plant Pathol.* – 1997. – № 103. – P. 589-595.
238. Liu, R.H. Whole grain phytochemicals and health / R.H. Liu // *J. Cereal Sci.* – 2007. – 46(3). – P. 207-219.
239. Liu, Y. Beta-glucan effects on pasting properties and potential health benefits of flours from different oat lines / Y. Liu / *Graduate Theses and Dissertations*. Ames, Iowa: Iowa State University, 2010. – 125 p.
240. Loskutov, I.G. The Metabolomic Approach to the Comparative Analysis of Wild and Cultivated Species of Oats (*Avena* L.). / I.G. Loskutov, T.V. Shelenga, A.V. Konarev, A.L. Shavarda, E.V. Blinova, N.I. Dzubenko // *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, 2017. – Vol. 7, – №. 5. – P. 501–508.
241. Luke, H.H. A new symptom incited by the oat leaf blotch pathogen, *Helminthosporium avenae* / H.H. Luke, A.T. Wallace, W.H. Chapman // *Plant Disease Reporter*. – 1957. – V.2. – P.109-110.
242. Mackhacek, E.J. Longevity of some common fungi in cereal seed / E.J. Mackhacek, H.A.H. Wallace // *Can. J. Bot.* – 1952. – V.30. – P.164-169.
243. Manga, V.K. Combining ability and inheritance of yield and yield / V.K. Manga, B.S. Sidhu // *Agricultural Sci.* – 1979. – 49 (5). – P. 307-312.
244. Marshall, H.G. Inheritance of dwarfness in three oat crosses and relationship of height to panicle and culm length / H.G. Marshall, C.F. Murphy // *Crop Sci.* – 1981. – V. 21. – P. 335-338.
245. Marshall H.G. Relationships among grain quality indicators in oats / H.G. Marshall, F.L. Kolb // *Crop Sci.* – 1986. – V. 26. – P. 800-804.
246. Marshall, H.G. Genetics and inheritance in oats / H.G. Marshall, G. Shaner / *in*: H.G. Marshall, M.E. Sorrells (eds.) *Oat science and technology*. – Am. Soc. Agron. Madison, Wis., 1992. – P. 572-575.

247. Martens, J.W. The inheritance of resistance to stem and crown rust in Kyto oats / J.W. Martens, R.I.H. McKenzie, G. Fleischmann // *Can. J. Genet. Cytol.* – 1968. – V. 10. – P. 808-812.
248. Martens, J.W. Diseases of field crops in Canada: an illustrated compendium. / J.W. Martens, W.L. Seaman, T.G. Atkison / Harrow, Ontario, Canada: Canadian Phytopathological Society, 1985. – 160 p.
249. Martinelli, J.A. Redução do rendimento de grãos da aveia em função da severidade da ferrugem da folha / J.A. Martinelli, L.C. Federizzi, A.C. Benedetti / *Summa Phytopathologica*, 1994. – V.20. – P.116-118.
250. Martinelli, J.A. Fungicidas carboximidas / J.A. Martinelli / *in*: W.C. Luz (ed.). *Revisão Annual de Patologia de Plantas. RAPP: Passo Fundo*, 1998. – V. 6. – P. 421-433.
251. Martinelli, J.A. Epidemiologia de espécies de *Pyrenophora* / J.A. Martinelli, L.C. Federizzi, C.R.E. Rosa, I.F. Silva, C.A.C. Bocchese / *in*: W.C. Luz (ed.) *Revisão Annual de Patologia de Plantas. RAPP: Passo Fundo*, 2003. – V. 11. – P. 255-281.
252. Mathews, R.E.F. Classification and nomenclature of plant viruses / R.E.F. Mathews // *Intervirology.* – 1982. – V. 17(1-3). – P. 76-91.
253. McBratney BD, KJ Frey: Competitive Abilities of Oat and Barley Varieties // *The Journal of the Iowa Academy of Science: JIAS.* – 1983. – V. 100. – Number 3-4. – Article 5. 11. – P. 91-97.
254. McCallum, B.D. *Fusarium* head blight in oat. / B.D. McCallum, A. Tekauz, N. Ames, M. Fetch, D. Campbell, G. Platford, M. Savard / *Proc. Canadian Workshop on Fusarium head blight* // Winnipeg, MB. – 1999. – P.69-71.
255. McDaniel, M.E. Just how miserable can the rust diseases make oats (and oat breeders) in high-rust areas? / M.E. McDaniel / *in*: R.J. Cross (td.), 6th International Oat Conference: Proceedings held at Lincoln University, Lincoln, NZ. 13-16 Nov. 2000.
256. McFerson, J.K. Three selection strategies to increase protein yield in oats / J.K. McFerson, K.J. Frey // *J. Genet. Breed.* – 1990. – V. 44. – P. 56-59.

257. McKenzie, R.I.H. Further studies on the genes in oats for resistance in stem rust / P.I.H. McKenzie, G.J. Green // *Can. J. Genet. Cytol.* – 1962. – V. 4. – P. 394-401.
258. McKenzie, P.I.H. Stem rust resistance in oats. I. The inheritance of resistance to race 6AF in six varieties of oats / P.I.H. McKenzie, G.J. Green // *Can. J. Genet. Cytol.* – 1965. – V.7. – P. 268-274.
259. McKenzie, P.I.H. A close association of stem and crown rust resistance in «Ukraine» and «Rosen`s» mutant oats / P.I.H. McKenzie, G. Fleischmann, G.J. Green // *Crop Sci.* – 1965. – V.55. – P. 551-552.
260. McKenzie, P.I.H. An association of stem rust and crown rust resistance in Jostrain oats / P.I.H. McKenzie, J.W. Martens, G. Fleischmann, D.J. Samborski // *Can. J. Genet. Cytol.* – 1968. – V. 10. – P. 190-195.
261. McKenzie, P.I.H. Inheritance of oat stem rust resistance in a Tunisian strain of *Avena sterilis* / P.I.H. McKenzie, J.W. Martens, T. Rajhathy // *Can. J. Genet. Cytol.* – 1970. – V.12. – P.501-505.
262. McKenzie, P.I.H. Registration of Fidler oats / P.I.H. McKenzie, P.D. Brown, J.W. Martens, D.E. Harder, J. Nielsen, G.R. Boughton // *Crop Sci.* – 1981. – V.21. – P. 632-633.
263. McKenzie, P.I.H. Registrtrion of Dumont oats / P.I.H. McKenzie, J.W. Martens, P.D. Brown, D.E. Harder, J. Nielsen, C.C. Gill, G.R. Boughton, 1984. – V.24. – P. 207.
264. Menga, V. Effects of genotype, location and baking on the phenolic content and some antioxidant properties of cereal species. / V. Menga, C. Fares, A. Troccoli, L. Cattivelli, A. Baiano / *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2010. – 45(1). – P. 7-16.
265. Mesterhazy, A. Theory and practice of the breeding for *Fusarium* head blight in wheat / A. Mesterhazy, 2002. – № 43 A. – P. 289-302.
266. Milach, S.C.K. Dwarfing genes in plant improvement / S.C.K. Milach, L.C. Federizzi // *in: Advances in Agronomy*. D.L. Sparks (ed.). Academic Press. – 2001. – V. 73. – P. 35-66.

267. Miller, S.S. Oat beta-glucans: an evaluation of eastern Canadian cultivars and unregistered lines / S.S. Miller, D.J. Vincent, J. Weisz, R.G. Fulcher // *Can. J. Plant Sci.* – 1993. – V. 73. – P. 429-436.
268. Miller, S.S. Mixed linkage beta-glucan, protein content and kernel weight in *Avena* species / S.S. Miller, P.J. Wood, L.N. Pietrzak, R.G. Fulcher // *Cereal Chem.* – 1993. – V. 70. – № 2. – P. 231-233.
269. Mills, J.T. Spore dispersal under natural infection in the oat loose smut (*Ustilago avenae*) / J.T. Mills // *Transactions of the British Myc.Society.* – 1967. – V.50. – P. 403-412.
270. Morrison, W.R. Cereal lipids / W.R. Morrison // *in: Advances in cereal science and technology.* Ed. Y. Pomeranz. – 1978. – V. 2. – P. 221-348.
271. Murphy, H.C. Lodging resistance studies in oats. I. Comparing methods of testing and sources for straw strength / H.C. Murphy, F. Petr, K.J. Frey // *Agronom. J.* – 1958. – V. 50. – № 10. – P. 609-611.
272. Ndolo, V.U. Distribution of carotenoids in endosperm, germ, and aleurone fractions of cereal grain kernels. / V.U. Ndolo, T. Beta // *Food Chem.*, 2013. – 139(1-4). – P. 663-671.
273. Nicholson, P. Molecular tools to study epidemiology and toxicology of *Fusarium* head blight of cereals / P. Nicholson, E. Chandler, R.C. Draeger, N.E. Gosman, D.R. Simpson, M. Thomsett, A.H. Wilson // *Europ. J. Plant Pathol.* – 2003. – № 109. – P. 691-703.
274. Nof, E. The manifestation of gene-for-gene relationships in oats and crown rust / E. Nof, A. Dinooor // *Phytoparastica.* – 1981. – V.9. – P. 240.
275. O`Donoghue, L.S. Localization of stem rust resistance genes and associated molecular markers in cultivated oat / L.S. O`Donoghue, J. Chong, C.P. Wight, G. Fedak, S.J. Molnar // *Phytopathology.* – 1996. – V.86. – P.719-727.
276. Ohm, H.W. Protein composition in developing groats of an *Avena sativa* L. cultivar and an *A. sativa* × *A. sterilis* L. selection / H.W. Ohm, D.M. Peterson // *Crop Sci.* – 1975. – V. 15. – P. 855-858.

277. Olson, R.A. Nutritional quality of cereals grains: genetic and agronomic improvement. / R.A. Olson, K.J. Frey. – *Agronomy*. – 1987. – № 28. – 567 p.
278. Parikka, P. The effect of cultivation practices on *Fusarium langsethiae* infection of oats of oat and barley / P. Parikka, V. Hietaniemi, S. Ramö, H. Jalli // *SUSVAR Proc., Fusarium workshop «Fusarium diseases in cereals»*. Velence, Hungary. – 2007. – P. 14-18.
279. Parikka, P. *Fusarium* Infection and mycotoxins contents of oats under different tillage treatments / P. Parikka, V. Hietaniemi, S. Ramö, H. Jalli // *abs. V. Proc, 8th International Oat Conference, Minneapolis June 28-July 2. Minneapolis, USA, 2008.*
280. Parry, D.W. *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals / D.W. Parry, P. Jenkins, L. McLeod // *A review. Plant Pathol.* – 1995. – № 44. – P. 207-238.
281. Patel, S. Cereal bran fortified-functional foods for obesity and diabetes management: Triumphs, hurdles and possibilities / S. Patel // *J. Funct. Foods.* – 2015. – 14. – P. 255-269.
282. Paton, D. Oat starch: physical, chemical, and structural properties / D. Paton // *in: Oats: chemistry and technology*. Ed. F.H. Webster. – Minnesota. USA. – 1986. – P. 93-120.
283. Peterson, D.M. Genotype and environment effects on oat beta-glucan concentration / D.M. Peterson // *Crop Sci.* – 1991. – V. 31. – P. 1517-1520.
284. Peterson, D.M. Oat antioxidants / D.M. Peterson // *J. Cereal Science.* – 2001. – V. 33. – P. 115-129.
285. Peterson, D.M. Oat – a multifunctional grain / D.M. Peterson // *Proc. 7th Inter. Oat Conference.* – Finland. – 2004. – P. 21-26.
286. Pettersson, H. Trichothecene production by *Fusarium poae* and its ecology / H. Pettersson, H. Olvang // *Sydowia.* – 1997. – Special Issue. – P. 217-218.
287. Pettersson, H. Toxicity and risk with T-2 toxins in cereals / H Pettersson // *Abs. 11th European Fusarium Seminar «Fusarium-mycotoxins, taxonomy, pathogenicity and host resistance»*. Radzikow, Poland. – 2010. – P. 61-62.

288. Pieterse, C.M.J. Induced plant responses to microbes and insects. / C.M.J. Pieterse, E.H. Poelman, S.C.M. Van Wees, M. Dicke / *Frontiers in Plant Science (Plant-Microbe Interaction)*. – 2013. – V. 4. – P. 1-3.
289. Plank, D.W. Determination of antioxidant activity in foods and beverages by reaction with 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH): collaborative study First Action 2012.04. / D.W. Plank, J. Szpylka, H. Sapirstein, D. Woollard, C.M. Zapf, V. Lee, C.Y. Chen, R.H. Liu, R. Tsao, A. Düsterloh, S. Baugh // *Journal of AOAC International*. – 2012 Nov-Dec; 95(6).-P.1562-9.
290. Polisenska, I. *Fusarium* mycotoxins in oat varieties / I. Polisenska, L. Nedomova, L. Tvaruzek // abs. V. Proc. 8th International oat Conference, Minneapolis June 28-July 2. Minneapolis, USA, 2008.
291. Pulkki, L. Thiamine distribution in wheat, rye, barley and oats / L. H. Pulkki, K. Puutula // *Cereal Chemistry*. – 1947. – V. 24. – № 5. – P. 337-345.
292. Puzanskiy, R.K. Analysis of Metabolic Profile of *Chlamydomonas reinhardtii* Cultivated under Autotrophic Conditions / R.K. Puzanskiy, A.L. Shavarda, E.R. Tarakhovskaya, M.F. Shishova // *Applied Biochemistry and Microbiology*. – 2015. – V. 51. – № 1. – P. 83-94.
293. Ries, E.M. Sobrevivencia de Fitopatógenos / E.M. Ries // *in: Encontro paulista de plantio direto*. – 1987. – V.1. – P.73-89.
294. Ries, E.M. Doenças do trigo: podridão comum de raízes (Helminthosporiose) // São Paulo, Brazil: CNDA. – 1988. – 20 p.
295. Robbelen, G. Screening for oils and fats in plants / G. Robbelen // *in: Crop genetic resources for today and tomorrow*. Ed. by Frankel O.H., Hawkes J.G. Cambridge Univ. Press. – 1975. – P. 231-243.
296. Robins, G.S. Aminoacid composition of oat groats / G.S. Robins, Y. Pomeranz, L.W. Briggles // *J. Agric. Food Chem.* – 1971. – V. 25. – P. 67-70.
297. Ronney, W.L. Identification of RFLP markers linked to crown rust resistance genes *Pc91* and *Pc92* in oat / W.L. Ronney, H.W. Rines, R.L. Phillips // *Crop Sci.* – 1994. – V.34. – P.940-944.

298. Saastamoinen, M. Genetic and environmental variation in oil content and fatty acid composition of oats / M. Saastamoinen, J. Kumpulainen, S. Nummela // *Cereal Chemist.* – 1989. – V. 66. – № 4. – P. 296-300.
299. Sánchez-Martín, J. A metabolomic study in oats (*Avena sativa*) highlights a drought tolerance mechanism based upon salicylate signalling pathways and the modulation of carbon, antioxidant and photo-oxidative metabolism. / J. Sánchez-Martín, J. Heald, A. Kingston-Smith, A. Winters, D. Rubiales, M. Sanz, L.A.J. Mur, E. Elena Prats // *Plant, Cell and Environment.* – 2015. – 38. – P. 1434-1452.
300. Schipper, H. Growth analyses of oat lines with low and high groat-oil content / H. Schipper, K.J. Frey // *Euphytica.* – 1991. – V. 54. – P. 221-229.
301. Schipper, H. Observed gains from three recurrent selection regimes for increased groat-oil content of oat / H. Schipper, K.J. Frey // *Crop Sci.* – 1991. – V. 31. – P. 1505-1510.
302. Schipper, H. Changes in fatty acid composition associated with recurrent selection for groat-oil content in oat / H. Schipper, K.J. Frey, E.G. Hammond // *Euphytica.* – 1991. – V. 56. – P. 81-88.
303. Schollenberger, M. Natural occurrence of 16 *Fusarium* toxins in grains and feedstuffs of plant origin from Germany / M. Schollenberger, H.M. Müller, Rufflem, S. Suchy, S. Plank, W. Drochner // *Mycopathologia.* – 2006. – № 161. – P. 43-52.
304. Scudamore, K.A. The occurrence and fate of *Fusarium* mycotoxins during the industrial processing of oats in the UK / K.A. Scudamore, H. Baillie, S. Patel, S.G. Edwards // *Food Add. Contam.* – 2007. – V. 24. – № 12. – P. 1374-1385.
305. Sebesta, J. Incidence of oat crown rust and virulence of *Puccinia coronata* on oat and effectiveness of *Pc*-genes for resistance in Europe during 1990-1994/ J. Sebesta, B. Zwatz, D.E. Harder, L. Corazza, S. Stojanovic // *Arch. Phytopath. Pflanz.* – 1997. – V.30. – P. 507-518.
306. Sebesta, J. European system of cooperative research, networks in agriculture (ESCORENA). European oat disease nursery biological (genetic) control of fungal diseases of oat in Europe / J. Sebesta, B. Zwatz, H.W. Roderick, D.E. Harder, S. Stojanovic, L. Corazza. – Vienna, 1999. – 152 p.

307. Seki, M. Monitoring the expression profiles of 7000 Arabidopsis genes under drought, cold and high-salinity stresses using a full-length cDNA microarray / M. Seki, M. Narusaka, J. Ishida, T. Nanjo, M. Fujita, Y. Oono, T. Sakurai // *The Plant Journal*, 2002. – 31. – P. 279-292.
308. Shah, A. Newly released oat varieties of himalayan region -Techno-functional, rheological, and nutraceutical properties of flour / A. Shah, F.A. Masoodi, A. Gani, B.A. Ashwar // *LWT - Food Science and Technology*. – 2016. – V. 70. – №. 7. – P. 111-118.
309. Shaner, G. Effect of environment on fungal leaf blights of small grains / G. Shaner // *Ann. Rev. Phytopathol.* – 1981. – V.19 – P.273-296.
310. Shebis, Y. Natural Antioxidants: Function and Sources / Y. Shebis, D. Iluz, Y. Kinel-Tahan, Z. Dubinsky, Y. Yehoshua // *Food and Nutrition Sciences*. – 2013. – V.4. – P. 643-649.
311. Sheridan, J.E. Incidence and survival of *Pyrenophora avenae* in New Zealand seed oats / J.E. Sheridan, P.E.T. Tan // *New Zeal. J. Agric. Res.* – 1973. – V.16 – P.251-253.
312. Shewry, P.R. Phytochemical and fiber components in oat varieties in the healthgrain diversity screen / P.R. Shewry, V. Piironen, A.M. Lampi, L. Nyström, L. Li, M. Rakszegi, A. Fraś, D. Boros, K. Gebruers, C.M. Courtin, J.A. Delcour, A.A.M. Andersson, L. Dimberg, Z. Bedő, J.L. Ward // *J. Agric. Food Chem.* – 2008. – 56(21). – P. 9777-9784.
313. Shulaev, V. Metabolomics for plant stress response // V. Shulaev, D. Cortes, G. Miller, R. Mittler // *Physiologia Plantarum*. – 2008. – V. 132. – № 2. – P. 199-208.
314. Simmons E.G. *Alternaria. An Identification Manual*. Utrecht. CBS, 2007. – V.6 – 775 p.
315. Simons, M.D. Oats: A standardized system of nomenclature for genes and chromosomes and catalogue of genes governing characters / M.D. Simons, J.M. Martens, R.I.H. McKenzie, I. Nishiyama, K. Sadanaga, J. Sebesta, H. Thomas // *USDA. Agric. Handb.* – 1978. – № 509. – 40 p.

316. Simons, M.D. Crown rust / M.D. Simons / *in*: A.P. Roelfs, W.R. Bushell (eds.) The cereal rusts: diseases, distribution, epidemiology and control, NY, USA: Academic Press, 1985. – P.132-172.
317. Šlikova, S. Accumulation of DON-mycotoxin in kernels of oats after artificial infection with *F.culmorum* / S. Šlikova, V. Šudyova, E. Gregova, D. Mihalik // *Sacc. Cer. Res. Commun.* – 2008. – 36 (Suppl.B). – P. 389-391.
318. Šlikova, S. Response of oat cultivars to *Fusarium* infection with a view to their suitability for food use / S. Šlikova, A. Šrobarova, V. Šudyova, I. Polišenska, E. Gregova, D. Mihalik // *Biologia.* – 2010. – № 65 (4). – P. 609-614.
319. Smith, T.K. Effect of fusaric acid on brain regional neurochemistry and vomiting behavior in swine / T.K. Smith, E.J. MacDonald // *J. Animal Sci.* – 1991. – № 69. – P. 2044-2049.
320. Snijders, C.H.A. Effects of Head Blight Caused by *Fusarium culmorum* on Toxin Content and Weight of Wheat Kernels / C.H.A. Snijders, I. Perkowski // *Phytopathology*, 1990. – № 80. – P. 566-570.
321. Sontag-Strohm, T. Oat products and their current status in the celiac diet / T.Sontag-Strohm, P. Lehtinen, A. Kaukovirta-Norja // *Gluten-Free Cereal Products and Beverages / Food Science and Technology*, 2008. – V.8. –P. 191-202.
322. Sorrells, M.E. Influence of environment on the development and adaptation of oat / M.E. Sorrells, S.R. Simmons // *in*: *Oat Science and Technology*. Marshall H. G. & M. E. Sorrells (Eds.). Agronomy, USA. – 1992. – № 33. – P. 115-164.
323. Souza, E. Inheritance and distribution of variation at four avenin loci in North American oat germ plasm / E. Souza, M.E. Sorrells // *Genome.* – 1990. – V.33. – P. 567-570.
324. Sraon, H.S. Quantitative gene action for protein content in oats / H.S. Sraon, D.L. Reeves, M.D. Rumbaugh // *Crop Sci.* – 1975. – V.15. – P. 668-670.
325. Sturz, A.V. Early colonization of the ears of wheat and barley by *Fusarium poae* / A.V. Sturz, H.W. Johnson // *Can. J. Plant Pathol.* – 1983. – V.5. – P. 107-110.
326. Stuthman, D. D, Grandner R. M. Selection for caryopsis percentage in oats // *Crop Sci.* – 1977. – V. 17. – № 3. – P. 800-803.

327. Suchecka, D. Antioxidative and anti-inflammatory effects of high beta-glucan concentration purified aqueous extract from oat in experimental model of LPS-induced chronic enteritis / D. Suchecka, J.P. Harasym, J. Wilczak, M. Gajewska, M. Oczkowski, S. Gudej, K. Błaszczuk, D. Kamola, R. Filip, J. Gromadzka-Ostrowska // *Journal of Functional Foods*. – 2015. – V.14. – №4. – P. 244-254.
328. Tekauz, A.B. *Fusarium* head blight of oat—current status in western Canada. / A.B. Tekauz, B. McCallum, N. Ames, J.M. Fetch // *Canad. J Plant Pathol*, 2004. – № 26. – P. 473–479.
329. Tekauz, A.B. *Fusarium* head blight of oat: occurrence, cultivar responses and research update. / A.B. Tekauz, J.M. Fetch, B.G. Rossnagel // *Proceedings 4th Canadian Workshop on Fusarium head blight*, Ottawa, Ontario, Canada. – 2005. – P. 23 – 24.
330. Tekauz, A.B. Progress in assessing the impact of *Fusarium* head blight on oat in western Canada and screening of *Avena* germplasm for resistance / A.B. Tekauz, J.M. Fetch, B.G. Rossnagel, M.E. Savard // *Cereal Res. Commun.* – 2008. – 36 Suppl. B (8). – P. 49-56.
331. Thro, A.M. Feasibility of oats (*Avena sativa* L.) as an oilseed crop. / A.M. Thro, / (Abstract). *Dissert. Abstr. Intern.* – 1982. – 43. 5. – P. 1326.
332. Thro, A.M. Inheritance of groat-oil content and high-oil selection in oats (*Avena sativa* L.) / A.M. Thro, K.J. Frey // *Euphytica*. – 1985. – V. 34. – № 2. – P. 251-263.
333. Thro, A.M. Inheritance of palmitic, oleic, linoleic and linolenic fatty acids in groat oil of oats / A.M. Thro, K.J. Frey, E.G. Hammond // *Crop Sci.* – 1985. – V. 25. – № 1. – P. 40-44.
334. Torp, M. *Fusarium langsethiae* sp. nov. on cereals in Europe. / M. Torp, H.I. Nirenberg // *Int. Journal of Food Microbiology*. – 2004. – № 95 (3). – P. 247-256.
335. Vidigal, D.S. Galactinol as marker for seed longevity. *Plant Science*. / D.S. Vidigal, L. Willems, J. Arkel, B.J.W. Dekkers, W.M.H. Henk, L. Bentsink, 2016. – V. 246. – P. 112-118.
336. Von Schmeling, B. Systemic fungicidal activity of 1,4-oxathiin derivatives / B. von Schmeling, M. Kulka // *Science*. – 1966. – V.152. – № 3722. – P. 659-660.

337. Waalwijk, C. Major Changes in *Fusarium* spp. in Wheat in the Netherlands / C. Waalwijk, P. Kastelein, I. de Vries // *Europ. J. Plant Pathol.* – 2003. – № 109. – P. 743-754.
338. Wallwork, H. Cereal leaf and stem diseases. / H. Wallwork / Grains Reserch and Development Corporation. Barton, Australia. – 1992. – 102 p.
339. Wang, Y. Stressed food – The impact of abiotic environmental stresses on crop quality / Y. Wang, M. Frei // *Agriculture, Ecosystems and Environment.* – 2011. – V. 141. – P. 271-286.
340. Ward, T.J. An adaptive evolutionary shift in *Fusarium* head blight pathogen populations is driving the rapid spread of more toxigenic *Fusarium graminearum* in North America. / T.J. Ward, R.M. Clear, A.P. Rooney, K. O'Donnell, D. Gaba, S. Patrick, D.E. Starkey, J. Gilbert, D.M. Geiser, T.W. Nowicki // *Fungal Genet Biol.* – 2008. – № 45 (4). – P. 473-484.
341. Watkins, J.E. Barley yellow dwarf disease of barley, oats, and wheat / J.E. Watkins, L.C. Lane / in: *NebGuade*, University of Nebraska. USA, 2004.
342. Webster, F.H. (ed.) Oat. Chemistry and technology. / F.H. Webster / *Amer. Ass. Cereal Chem.* – USA, 1986. – 433 p.
343. Welch, R.W. The chemical composition of oats / R.W. Welch // *in: The oat crop. Production and utilization.* (ed.) R.W. Welch. Chapman & Hall. – 1995. –P. 279-320.
344. Welch, R.W. Nitrogen content, oil content and oil composition of oat cultivars (*A. sativa*) and wild *Avena* species in relation to nitrogen fertility, yield and partitioning of assimilates / R.W. Welch, J.M. Leggett // *J. Cereal Sci.* – 1997. – V. 26. – P. 105-120.
345. Wise, R.P. Recombination within a 5-ctntimorgan region in diploid *Avena* reveals multiple specificities conferring resistance to *Puccinia coronata* / R.P. Wise, M. Lee, P.J. Rayapaty // *Phytopathology.* – 1996. – V.86. – P.340-346.
346. Wong, L.S.L. The inheritance of resistance to *Puccinia coronata* and of floret characters in *Avena sterilis* / L.S.L. Wong, R.I.H. McKenzie, D.E. Harder, J.W. Martens // *Can. J. Genet. Cytol.* – 1983. – V.25. – P.329-335.

347. Wood, P.J. Determination of β -glucan in oats and barley / P.J. Wood, D. Paton, I.R. Siddiqui // *Cereal Chem.* – 1977. – V. 54. – P. 524-533.
348. Wood, P.J. Oat β -glucan: structure, location and properties / P.J. Wood // *in: Oats: chemistry and technology.* (Ed.) F.H. Webster. – Minnesota, USA. – 1986. – P. 121-148.
349. Wood, P.J. Functional oat products / P.J. Wood, M.U. Beer // *in: Functional foods: Biochemical and processing aspects.* Ed. G. Mazza. – 1998. – P. 1-37.
350. Yan, W. Response of oat genotypes to *Fusarium* head blight in Eastern Canada / W. Yan, J. Fregeau-Reid, S. Rioux, D. Pageau, A. Xue, R. Martin, G. Fedak, B. DeHaan, J. Lajeunesse, M. Savard // *Crop Sci.* – 2010. – № 50. – P. 134-142.
351. Yandea-Nelson, M.D., Lauter N., Zabolina O.A. Advances in metabolomic applications in plant genetics and breeding. *CAB Reviews*, 2015. – № 40. – P. 1-17.
352. Youngs, V.L. Protein distribution in the oat (*Avena sterilis* L.) kernel / V.L. Youngs, D.M. Peterson // *Crop Sci.* – 1973. – V. 13. – № 3. – P. 365-367.
353. Youngs, V.L. Variation in oat kernel characteristics within the panicle / V.L. Youngs, H.L. Shands // *Crop. Sci.* – 1974. – V. 14. – P. 578-580.
354. Youngs, V.L. Oat lipids and lipid-related enzymes / V.L. Youngs // *in: Oats: chemistry and technology.* (Ed.) F.H. Webster. – Minnesota, USA. – 1986. – P. 205-226.
355. Zieliński, H. Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Cereal Grains and Their Different Morphological Fractions / H. Zieliński, H. Kozłowska // *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* – 2000. – V. 48. – № 6. – P. 2008–2016.
356. Žilić, S. Antioxidant activity of small grain cereals caused by phenolics and lipid soluble antioxidants / S. Žilić, V.H.T. Šukalović, D. Dodig, V. Maksimović, M. Maksimović, Z. Basić // *Journal of Cereal Science.* – 2011. – V. 54. – № 3. – P. 417–424.
357. Zillinsky, F.J. Common diseases of small grain cereals: A guide to identification. / F.J. Zillinsky // Mexico, D.F.: CIMMYT. – 1983. – 141 p.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А. Список изучаемых образцов

№	№ по кат. ВИР	Название образца	Вид, разновидность
1	2	3	4
<i>Российская Федерация, Ленинградская обл. (1)</i>			
1	13911	Камбулинский	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
2	15276	Боррав 2	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
3	15310	Горпина	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
4	15311	Косарь	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
5	15312	Скакор	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
6	15313	Пенал	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
7	15314	Астад	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
8	15315	Астон	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
9	15316	Даст	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
10	15317	Асот	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
11	15318	Отас	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
12	15319	Нарпе	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
13	15320	Випен	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
14	15321	Скроколик	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
15	15322	Пеленг	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
16	15440	Пибанд	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
17	15547	Скороспелый 1	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
18	15548	Скороспелый 2	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
19	15549	Среднеспелый 1	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
20	15550	Среднеспелый 2	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
21	15551	Позднеспелый	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Российская Федерация, Кировская обл. (2)</i>			
23	14648	Армак	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
24	14960	Вятский	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
25	151475	Бекас	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
26	151476	Санур	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
<i>Российская Федерация, Московская обл. (3)</i>			
27	13562	Немчиновский 2	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
28	15277	Буланый	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
29	15278	23h2201	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef., <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
30	15279	50h2035	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
31	15280	55h2106	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
32	15281	120h2106	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
33	15442	Залп	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef., <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
<i>Российская Федерация, Курская обл. (4)</i>			
34	11900	Льговский 78	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
35	14506	Льговский 9	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
36	15334	Льговский 39	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Российская Федерация, Ульяновская обл. (5)</i>			
37	13780	Скакун	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
38	15068	Конкур	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
39	15326	КСИ 432/08	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
40	15327	КСИ 731/01	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
41	15328	КСИ 466/01	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner

1	2	3	4
42	15329	КСИ 639/05	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
43	15330	КСИ 590/05	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
44	15331	КСИ 2167/03	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
45	15332	КСИ 411/04	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
46	15333	КСИ 542/05	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
47	15379	Чалый	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
48	15449	53/12	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
49	15450	55/12	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
50	151474	Тройка	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
<i>Российская Федерация, Свердловская обл. (6)</i>			
51	14415	Универсал 1	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef., <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
52	15497	Атлет	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
53	15498	Уралец	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
<i>Российская Федерация, Тюменская обл. (7)</i>			
54	15282	Боец	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef., <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
55	15283	Шансон	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
56	15451	Фома	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
<i>Российская Федерация, Омская обл. (8)</i>			
57	13752	Иртыш 10	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
58	15063	Сибирский голозерный	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
59	15339	Прогресс	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
60	15340	Уран	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
61	15455	Мутика 1120	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
<i>Российская Федерация, Новосибирская обл. (9)</i>			
62	13370	Крупнозерный	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
63	15335	Сиг	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
64	15454	Новосибирский 7	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Российская Федерация, Томская обл. (10)</i>			
65	12245	Гаежник	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
66	15456	3449/00	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
67	15457	2204/03	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
68	15458	3926/05	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
69	15459	1628/05	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
70	15460	Урман	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Российская Федерация, Алтай (11)</i>			
71	15336	Мутика 713	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
72	15337	Половец	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
73	15338	Креол	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
<i>Российская Федерация, Бурятия (12)</i>			
74	15341	Догой	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause, <i>krausei</i> Körn.
75	15342	Мэрген	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
<i>Российская Федерация, Саха-Якутия (13)</i>			
76	15499	Виленский	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
<i>Российская Федерация, Сахалинская обл. (14)</i>			
77	10841	Бисуандороду	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
<i>Российская Федерация, Краснодарский край (15)</i>			
78	12244	Кубанский	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
<i>Беларусь (16)</i>			
79	15343	Запавет	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.

1	2	3	4
80	15344	Золак	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
81	15381	Чакал	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
82	15461	Королек	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
83	15462	Фристайл	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
84	15463	Элегант	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
85	15500	Мирт	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
<i>Украина (17)</i>			
86	15284	Альф	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
87	15285	Соло	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
88	15382	Смачный (Скарб Украины)	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
89	15383	Дарунок	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
90	15384	Закат	<i>A. sativa</i> L. var. <i>krausei</i> Körn.
91	15385	Бусол	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
92	15386	Сарон	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
93	15387	Спрут	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
94	15501	Визит	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
95	15502	Житомирский	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
96	15503	Раньостыглый	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner, <i>krausei</i> Körn.
97	15504	Свитанок	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
98	15505	Авгол	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
<i>Казахстан (18)</i>			
99	15345	Байче	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
100	15346	Аламан	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
101	15389	Никола	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
102	15390	Арман	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
103	15464	Кулагер	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
104	15465	Жорга	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Швеция (19)</i>			
105	14911	Belinda	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef., <i>aristata</i> Krause
106	15391	Aveny	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
107	15393	SW Argyle	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
108	15395	SW Margaret	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
109	15584	258	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
110	15586	666	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
111	15587	1311	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
<i>Норвегия (20)</i>			
112	15348	Hurdal	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
113	15349	Z 615-4	<i>A. sativa</i> L. var. <i>krausei</i> Körn.
114	15350	Skarnes	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
115	15351	Vinger	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
116	15352	Haga	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
117	15353	Odal	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
118	15354	GN 07045	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
119	15355	GN 08033	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef., <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
120	15356	GN 08057	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
121	15357	GN 08207	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
122	15358	GN 08214	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
123	15359	GN 08250	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
124	15360	GN 09039	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.

1	2	3	4
125	15361	GN 09146	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
126	15362	Nes	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
127	15363	GN 07133	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
128	15364	GN 07134	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
129	15365	GN 08009	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
130	15366	GN 09016	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
131	15469	Ringsaker	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
<i>Финляндия (21)</i>			
132	15471	Steinar	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Дания (22)</i>			
133	15367	Bötö (Veggerlose)	<i>A. sativa</i> L. var. <i>flava</i> Koern. in Koern. et Werner
134	15396	Trekornet gul	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
<i>Великобритания (23)</i>			
135	15286	Местный	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
136	15287	Earn	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
137	15397	Image	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
138	15398	Progress	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
<i>Федеративная Республика Германия (24)</i>			
139	11840	Borrus	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
140	15407	Hecht	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
141	15409	Rasputin	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
142	15410	Duffy	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
143	15411	Dominik	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
144	15412	Dragomiresti	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
145	15414	Ehostar	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
146	15415	Firth	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
147	15416	Furman	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
148	15417	Genziana	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
149	15418	Husky	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
150	15419	Krezus	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
151	15420	Leniak	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
152	15421	Malin	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
153	15423	Prelekst	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
154	15425	Rocky	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
155	15426	Werva	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
156	15466	Kalle	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
157	15467	Nike	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
158	15468	Poseidon	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
159	15470	Rocy	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
160	15472	Symphony	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
161	15473	Ozon	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
162	15507	Buggy	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
163	15508	Carron	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
164	15509	Flocke	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
165	15510	Kaplan	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
166	15511	Kurt	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
167	15512	Max	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
168	15513	Oberon	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
169	15515	Simon	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
170	15516	Zorro	<i>A. sativa</i> L. var. <i>brunnea</i> Koern. in Koern. et Werner
<i>Чехия (25)</i>			
171	15405	Raven	<i>A. sativa</i> L. var. <i>montana</i> Alef.

1	2	3	4
<i>Польша (26)</i>			
172	15288	Lach al 328/75	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
173	15290	Местный	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
174	15291	Hetman	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
175	15292	Farys	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
176	15293	Boryna	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
177	15294	Skrzat	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
178	15424	Rajtar	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
179	15428	Bohun	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
180	15429	Cwal	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
181	15430	Deresz	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
182	15431	Cwat	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Словакия (27)</i>			
183	15372	Tatran	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
<i>Франция (28)</i>			
184	15373	MX 02 AA 62	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
185	15399	Avoine Nue Rennes	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
186	15400	Auteuil	<i>A. sativa</i> L. var. <i>montana</i> Alef.
187	15401	Chantilly	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
188	15402	Japeloup	<i>A. sativa</i> L. var. <i>montana</i> Alef.
189	15403	Belino	<i>A. sativa</i> L. var. <i>montana</i> Alef.
190	15404	Minue	<i>A. sativa</i> L. var. <i>montana</i> Alef.
<i>Швейцария (29)</i>			
191	15517	Dakar	<i>A. sativa</i> L. <i>brunnea</i> Koern. in Koern. et Werner
<i>Австрия (30)</i>			
192	15077	Efesos	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
193	15406	Ticco	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
194	15413	Effektive	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
195	15632	Earl	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
196	15633	Emil	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
197	15634	Elipso	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
198	15635	Eneko	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
199	15636	Erwin	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
200	15637	Eduard	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
201	15638	Espresso	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
<i>Венгрия (31)</i>			
202	15295	Eszterhazi 103	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
203	15296	Gagybatori k.h/	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
204	15297	Geszti	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
205	15427	Keszthelyi tf	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Молдова (32)</i>			
206	15388	Saltaret	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Португалия (33)</i>			
207	15368	St. Mateus	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
208	15369	St. Aleixo	<i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Италия (34)</i>			
209	15298	Gialla sr 67	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i> Koern. in Koern. et Werner
<i>Болгария (35)</i>			
210	15588	Rousse 70	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
211	15589	Rousse 244	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Турция (36)</i>			

1	2	3	4
212	15590	1610	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
213	15591	2579	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
214	15592	4288	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Монголия (37)</i>			
215	15299	Gkzalon	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
<i>Китай (38)</i>			
216	14994	Yung 492	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
217	15518	Din Yan 6	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
218	15519	Din Yan 3	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
219	15520	Din Yan 4	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
220	15522	Din Yan 7	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
221	15523	Bai Yan 6	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
222	15524	Bay Yan 7	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
223	15525	Bay Yan 2	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
224	15526	Qin 719	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
225	15647	Yuan Za 2	<i>A. sativa</i> L. var. <i>chinensis</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.) Doell
226	15648	Bai Yan 5	<i>A. sativa</i> L. var. <i>chinensis</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.) Doell
227	15649	Bai Yan 1	<i>A. sativa</i> L. var. <i>chinensis</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.) Doell
228	15650	Bai Yan 4	<i>A. sativa</i> L. var. <i>chinensis</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.) Doell
229	15651	Zhang Yan 5	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
230	15652	Zhang Yan 8	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
231	15653	Pin 16	<i>A. sativa</i> L. var. <i>chinensis</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.) Doell
232	15654	Zhang Yan 3	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
233	15655	Ning Yan 1	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
234	15656	Yuan Za 1	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
235	15657	Bai Yan 10	<i>A. sativa</i> L. var. <i>chinensis</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.) Doell
236	15658	Yan 2014	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
237	15659	Zhang Yan 4	<i>A. sativa</i> L. var. <i>chinensis</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.) Doell, <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
238	15660	Bai Yan 11	<i>A. sativa</i> L. var. <i>chinensis</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.) Doell
239	15661	Zhang Yan 7	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
240	15662	Bai Yan 8	<i>A. sativa</i> L. var. <i>chinensis</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.) Doell
241	15663	Bai Yan 3	<i>A. sativa</i> L. var. <i>chinensis</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.) Doell
242	15664	Ba You 8	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
243	15665	Ba You 3	<i>A. sativa</i> L. var. <i>maculata</i> Mordv. ex Rod. et Sold.
244	15666	Ba You 14	<i>A. sativa</i> L. var. <i>chinensis</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.) Doell
245	15667	Ba You 1	<i>A. sativa</i> L. var. <i>chinensis</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.) Doell
246	15668	Ba You 15	<i>A. sativa</i> L. var. <i>chinensis</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.) Doell
247	15669	Hua Zao 2	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
248	15670	He Yu 3	<i>A. sativa</i> L. var. <i>chinensis</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.) Doell, <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
<i>Япония (39)</i>			
249	11692	Hokuyo	<i>A. sativa</i> L. var. <i>mutica</i> Alef.
250	14329	Kouzau Zaizai	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
<i>Канада (40)</i>			
251	15300	OAC Paisley	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
252	15301	CDC Dancer	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
253	15302	AC Francis	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
254	15303	AC Goslin	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
255	15304	AC Ernie	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner, <i>chinensis</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.) Doell
256	15305	Gehl	<i>A. sativa</i> L. var. <i>chinensis</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.) Doell

1	2	3	4
<i>США (41)</i>			
257	15306	Y201-150-8-19	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
258	15307	Ajay	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
259	15474	Terruf	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
260	15475	C.I. 3326	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
261	15476	C.I. 3300	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
262	15595	Mussouri 4102	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Бразилия (42)</i>			
263	15481	URS Corona	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
264	15482	URS Guara	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
265	15483	URS Penca	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
266	15484	URS Guapa	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
267	15485	URS Tarimba	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
268	15486	URS Charrua	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
269	15487	URS Guria	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
270	15488	URS Torena	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
271	15489	URS Taura	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
272	15491	URS Estampa	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
273	15493	UFRGS 106150-3	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner
274	15532	UFRGS 7	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
275	15533	UFRGS 8	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
276	15535	UFRGS 10	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
277	15537	UFRGS 12	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
278	15538	UFRGS 14	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
279	15539	UFRGS 15	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
280	15540	UFRGS 16	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
281	15541	UFRGS 17	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
282	15542	UFRGS 18	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
283	15543	UFRGS 19	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
284	15544	UFRGS 20	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
285	15545	UFRGS 21	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
286	15596	UFRGS 068001-3	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
287	15597	UFRGS 077014-2	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
288	15599	UFRGS 078007-4	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
289	15600	UFRGS 086208-3	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
290	15602	UFRGS 884070-2	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
291	15606	UFRGS 930551-6	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
292	15610	UFRGS 970654	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Уругвай (43)</i>			
293	15308	Bidi	<i>A. sativa</i> L. var. <i>aristata</i> Krause
294	15309	Frau 12	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Тунис (44)</i>			
295	15323	Местный	<i>A. byzantina</i> C. Koch.
296	15324	Местный	<i>A. byzantina</i> C. Koch.
297	15433	Местный	<i>A. byzantina</i> C. Koch.
298	15434	Местный	<i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Алжир (45)</i>			
299	15593	Spontanie 169	<i>A. sativa</i> L. × <i>A. byzantina</i> C. Koch.
<i>Австралия (46)</i>			
300	14851	Numbat	<i>A. sativa</i> L. var. <i>inermis</i> Koern. in Koern. et Werner

Приложение Б. Происхождение изучаемых образцов

Российская Федерация. Происхождение изучаемых в 2016-2018 гг. образцов овса



Примечание:

1 – Ленинградская обл. (Северная Европа);

2 – Кировская обл. (Северная Европа);

3 – Московская обл. (Восточная Европа);

4 – Курская обл. (Восточная Европа);

5 – Ульяновская обл. (Восточная Европа);

6 – Свердловская обл. (Центральная Азия);

7 – Тюменская обл. (Центральная Азия); 8 – Омская обл. (Центральная Азия);

9 – Новосибирская обл. (Центральная Азия); 10 – Томская обл. (Центральная Азия); 11 – Алтай (Центральная Азия);

12 – Бурятия (Центральная Азия); 13 – Саха (Якутия) (Северо-восточная Азия); 14 – Сахалинская обл. (Восточная Азия);

15 – Краснодарский край (Юго-Восточная Европа).

n обр. – количество изучаемых образцов.

Страны ближнего зарубежья и Азии. Территории происхождения изучаемых в 2016-2018 гг. образцов овса*Примечание:*

16 – Беларусь (Восточная Европа)

17 – Украина (Восточная и Центральная Европа)

18 – Казахстан (Центральная Азия);

37 – Монголия (Центральная и восточная Азия);

38 – Китай (Центральная и восточная Азия);

39 – Япония (Восточная Азия);

n обр. – количество изучаемых образцов.

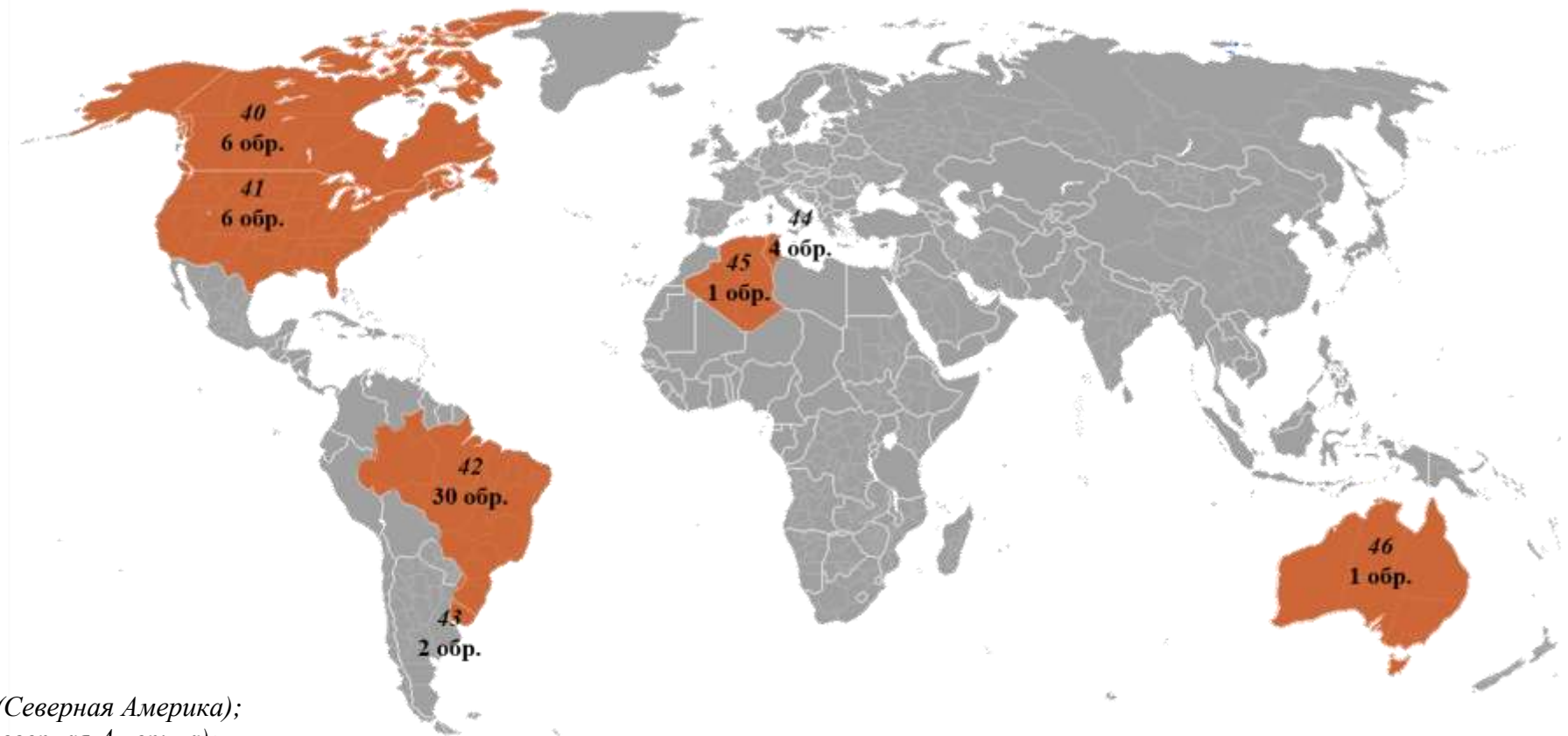
*Страны Европы. Территории происхождения изучаемых
в 2016-2018 гг. образцов овса*

Примечание:

- 19 – Швеция (Северная Европа);
 20 – Норвегия (Северная Европа);
 21 – Финляндия (Северная Европа);
 22 – Дания (Северная Европа);
 23 – Великобритания (Западная Европа);
 28 – Франция;
 30 – Австрийская республика (10 образцов);
 24 – ФРГ (Западная и Центральная Европа);
 29 – Швейцария (1 образец);
 31 – Венгрия (4 образца);
 26 – Польша;
 27 – Словацкая республика (1 образец)
 25 – Чехия (1 образец);
 35 – Болгария;
 32 – Молдова (1 образец);
 33 – Португалия;
 34 – Италия;
 36 – Турция
- n обр.** – количество изучаемых образцов.



Продолжение приложения Б
Америка, Африка и Австралия. Территории происхождения изучаемых в 2016-2018 гг. образцов овса.



Примечание:

40 – Канада (Северная Америка);

41 – США (Северная Америка);

42 – Бразилия (Южная Америка);

43 – Уругвай (Южная Америка);

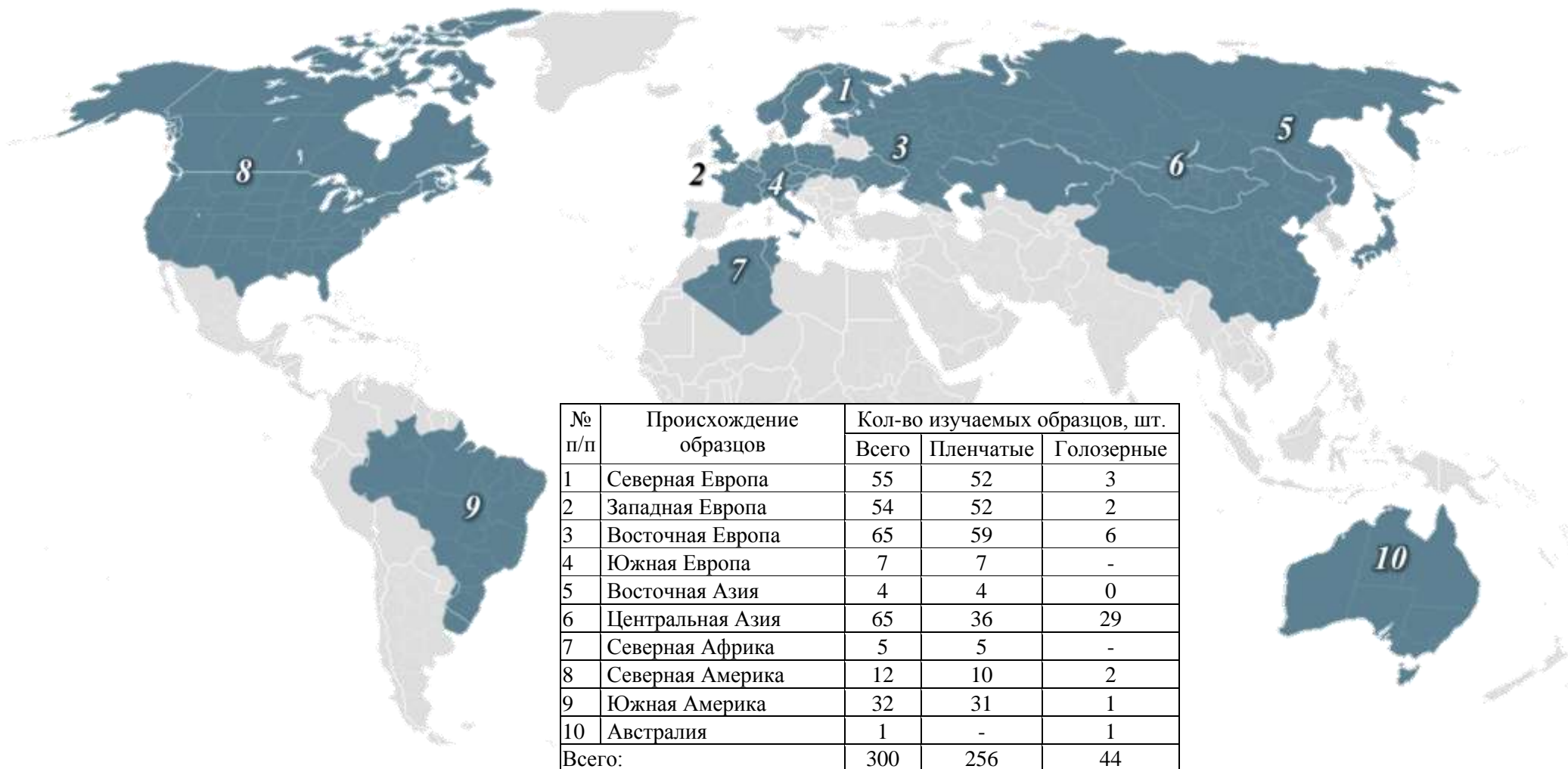
44 – Тунис (Северная Африка);

45 – Алжир (Северная Африка);

46 – Австралия;

n обр. – количество изучаемых образцов.

Продолжение приложения Б
 Происхождение изучаемых в 2016-2018 гг. образцов овса, Михнево



Приложение В. Частота выделения (%) микромицетов из зерна овса, Михнево (2016-2018 гг.)

А) голозерных образцов

Микромицеты	(к-14851) Numbat	(к-14960) Вятский	(к-15063) Сибирский Голозерный	(к-15290) Местный	(к-15339) Прогресс	(к-15372) Tatra	(к-15493) UFRGS 106150-3	(к-15647) Yuan Za 2	(к-15648) Bai Yan 5	(к-15649) Bai Yan 1	(к-15650) Bai Yan 4	(к-15653) Pin 16	(к-15657) Bai Yan 10	(к-15665) Ba You 3	(к-151475) Бекас	(к-15505) АвгоЛ	(к-15520) Din Yan 4	(к-15382) Смачный (Скарб Украины)	(к-15461) Королек	(к-14717) Пушкинский
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Acremonium</i> spp.	++	+++	+++	++	++++	++++	+++	+++	+++	++++	+	+++	+++	++	+++	++++	++	++++	+++	+++
<i>Alternaria</i> spp.	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>A. infectoria</i>	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-
<i>A. tenuissima</i>	++	++	++	+++	++	++	+++	++++	+++	+++	++	+++	++	+++	++	++	++++	++	+++	+++
<i>Arthrotrichia oligospora</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
<i>Aspergillus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-
<i>Chaetomium</i> spp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladosporium</i> spp.	-	++	+	+	++	+	+	++	+	-	++	+	+	+	+	+	++	-	+	+
<i>Cl. cladosporioides</i>	+	+	++	+	+	+	++	++	+	++	++	+	+++	-	+	++	++	+	+	++
<i>Cl. herbarum</i>	+	++	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>Compostosporium</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fusarium</i> spp.	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>F. avenaceum</i>	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-
<i>F. culmorum</i>	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>F. heterosporum</i>	+	-	+	-	-	-	++	-	-	-	+	+	++	+	-	-	+	+	+	-
<i>F. nivale</i> var. <i>nivale</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>F. oxysporum</i>	-	+	-	-	-	-	-	++	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+
<i>F. poae</i>	+	+	+	-	+	+	-	+	++	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+
<i>F. proliferatum</i>	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	++	+	-	+	++	+
<i>F. solani</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>F. tricinctum</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
<i>Penicillium</i> spp.	+	++	++	+	+	+	++	+	+	++	++	+	+	+	++	+++	+	-	+	+
<i>Puccinia graminis</i> sp. <i>avenae</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pythium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizopus nigricans</i>	++	++	++	++	+++	++	+++	++	++	++	+++	++	++	+++	++	+++	+++	++	++	+++

Продолжение приложения В. б)

Микромицеты	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
<i>F. heterosporum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+
<i>F. nivale</i> var. <i>nivale</i>	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-
<i>F. oxysporum</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
<i>F. poae</i>	-	+	-	+	-	+	-	-	++	-	+	+	++	-	-	+	+	+	+	++	++
<i>F. proliferatum</i>	-	+	-	+	+	++	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-
<i>F. solani</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
<i>F. tricinctum</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Penicillium</i> spp.	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Puccinia graminis</i> sp. <i>avenae</i>	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Rhizopus nigricans</i>	+	++	+	+	++	+	++	+	+	++	+	++	++	++	+	+	-	-	+	+	+
<i>Stigmina trimera</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+
<i>Thriothecium roseum</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Ustilago avenae</i>	+	+	++	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>Septoria avenae</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Бактерии	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-
<i>Saccharomycetaceae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Прочие грибы	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-

Примечание: степень встречаемости: (+) – низкая (1-20%); (++) – ниже средней (21-40%); (+++) – средняя (41-60%); (++++) – выше средней (61-80%); (+++++) – высокая (81-100%); (-) – не встречаются.

Приложение Г. Содержание белка, крахмала и масла в зерновках

А) голозерных сортов

№ п/п	№ по кат. ВИР	Сорт	Содержание, %								
			Белка			Крахмала			Масла		
			2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
1	14851	Numbat	14,9	13,7	15,7	64	59,5	54	6	8,2	8,2
2	14960	Вятский	13,3	13,1	14,8	69	60,4	54	5,6	7,6	8,1
3	15063	Сибирский Голозерный	13,6	14,3	15,5	65	54,7	54	7,7	8,8	8,1
4	15286	Местный	14	16,0	19	68	49,7	52	5	6,4	5,7
5	15290	Местный	14,5	14,8	18,5	68	57,6	54	4,5	6,0	4,8
6	15299	Gkzalon	14,7	15,1	14,8	66	55,7	54	6,5	8,0	7,8
7	15304	Ac Ernie	14,7	15,1	15,4	67	57,8	56	5,6	6,6	6,4
8	15339	Прогресс	15,7	16,0	15,1	67	57,2	57	6,3	7,4	7,5
9	15372	Tatran	13,3	14,3	14,5	66	59,5	55	6,8	7,6	7,4
10	15382	Смачный	13	13,4	15,4	65	60,5	54	6,6	7,5	7,3
11	15399	Avoine Nue Rennes	12,4	14,3	16,2	66	58,1	54	7,8	8,6	8,6
12	15461	Королек	12,7	13,4	16,5	65	60,0	55	6,5	7,1	6,9
13	15493	UFRGS 106150-3	16,6	17,5	18,8	62	59,0	52	7,2	8,0	7,7
14	15505	АВГОЛ	14,6	13,8	14,5	68	59,2	56	6,6	7,7	7,4
15	15518	Din Yan 6	15,6	16,0	16,8	64	58,2	39	6,5	7,2	7
16	15520	Din Yan 4	14,9	14,7	17	64	58,2	52	6,4	7,5	7,2
17	15522	Din Yan 7	15,9	16,3	17,4	63	57,3	54	6,4	7,2	7
18	15525	Bai Yan 2	15,6	16,0	17,7	61	58,4	30	7	7,4	6,7
19	15526	Qin 719	13	12,8	15,4	61	58,7	55	8,3	8,5	8,5
20	15647	Yuan Za 2	14,9	14,3	15,7	67	57,2	55	6,5	7,1	6,5
21	15648	Bai Yan 5	17,6	17,9	17	61	54,3	54	6,5	6,9	6,6
22	15649	Bai Yan 1	13,4	15,7	17,1	69	58,2	51	8,5	8,6	7,8
23	15650	Bai Yan 4	14,6	17,2	17,7	64	56,2	53	7,5	7,4	7,3
24	15653	Pin 16	16,5	15,1	15,3	66	59,2	55	6,4	6,6	6,2
25	15656	Yuan Za 1	13,7	15,1	16	68	59,0	55	6,7	6,5	5,8
26	15657	Bai Yan 10	16,2	17,0	18,8	62	57,2	52	8,5	8,3	8,2
27	15660	Bai Yan 11	14,6	16,6	17,7	63	53,2	55	7,2	7,5	7
28	15662	Bai Yan 8	16,6	17,2	18,5	58	57,0	53	8,2	8,1	8,1
29	15663	Bai Yan 3	18,2	18,6	19,4	61	55,9	52	6,2	6,2	6,2
30	15664	Ba You 8	15,9	16,3	15,4	62	57,0	54	6	6,4	6,2
31	15665	Ba You 3	13,3	13,1	17,5	69	58,9	55	6,7	6,9	5,8
32	151475	Бекас	12,7	12,7	14,5	66	60,5	54	8,3	8,4	8,2
33	14717 (St)	Пушкинский	13,2	13,4	14,5	64	60,5	53	6,7	7,6	7,8
\bar{X}			14,7	15,2	16,5	65	58	53	6,8	7,4	7,2

Б) пленчатых сортов

№ п/п	№ по кат. ВИР	Сорт	Содержание, %								
			Белка			Крахмала			Масла		
			2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	11900	Львовский 78	9,8	10,5	12,3	51,2	42,1	39,6	5,3	5,8	6
2	14648	Аргамак	8,8	9,9	11,7	49,2	42,6	38,4	5,6	5,9	5,5
3	14911	Belinda	8,8	9,6	11,1	49,6	44,2	40,1	5,4	5,8	5,5
4	15077	Efesos	9,8	9,3	12,5	49,8	46,4	40	3,7	4,1	4,1
5	15277	Буланый	9,8	10,5	11,4	46,6	38,6	36,4	5,5	5,8	5,5
6	15281	120h2106	8,7	9,6	10,4	48,3	45,8	42,8	4,4	5,3	4,4
7	15296	Gagybatori К.Н.	9,8	11,3	11,4	50,2	42,8	41,5	6,6	7,0	5,3
8	15326	КСИ 432/08	9,6	9,3	11,1	48	43,5	40	4,4	4,9	4,5
9	15329	КСИ 639/05	10,4	10,8	11,7	49,7	44,0	39,8	4,8	5,6	5
10	15331	КСИ 2167/03	9,5	9,6	12,8	46,8	44,2	38,1	5	5,7	5,2
11	15332	КСИ 411/04	10,8	11,0	12,8	41,1	42,9	38,6	4,4	5,4	5,1
12	15333	КСИ 542/05	9	10,2	11,4	49,2	46,5	43,1	5,3	5,3	4,9
13	15335	Сиг	8,9	9,3	11,1	50,6	44,7	42,5	5	5,1	5,1
14	15349	Z 615-4	9,4	9,6	12,2	46,6	42,2	39	4,6	5,0	4,5
15	15352	Haga	9,6	9,3	10,8	53,2	47,6	40	3,9	4,2	4,2
16	15353	Odal	10,1	10,8	12,4	48,6	45,2	39,3	5,6	5,7	5,4
17	15354	GN 07045	8,8	9,3	11,4	46,4	47,3	42,3	4	4,1	4,3
18	15357	GN 08207	10,4	10,6	11,4	48,2	46,2	41	5,2	5,8	5,7
19	15358	GN 08214	9	9,6	11,1	47,2	48,0	41,1	5,7	6,5	6
20	15359	GN 08250	9,5	9,6	13	50,2	43,6	37,8	4,3	4,7	4,8
21	15361	GN 09146	10,8	11,3	12,5	50,2	44,4	41,6	4,2	4,4	4,8
22	15367	Bötö (Veggerlose)	9,4	9,9	12,3	51,7	44,5	37,5	4,1	4,6	4,7
23	15383	Дарунок	8,4	10,0	10,1	48,1	43,5	41,2	5,6	5,5	5,9
24	15384	Закат	8	8,4	9,4	51,3	49,6	45,4	3,1	4,1	3,8
25	15388	Saltaret	10	9,9	11,7	51,9	41,3	41,9	3,7	4,6	2,7
26	15390	Арман	9,5	9,9	12,2	46,2	42,9	40,3	4,9	5,1	4,7
27	15391	Aveny	8,4	9,6	10,7	52,3	48,4	43	3,6	4,1	4,1
28	15393	SW Argyle	9,3	9,0	11,2	43,8	48,9	42,4	3,8	4,0	4,1
29	15395	SW Margaret	9,3	9,0	10,8	43,5	48,1	42,7	3,4	3,4	4
30	15400	Auteuil	10,7	11,0	14,2	44	38,4	34,5	4,5	4,5	4,5
31	15402	Japeloup	11,1	9,9	12	49,2	43,3	38	3,7	4,3	3,7
32	15403	Belino	11,6	10,0	11,4	45,7	41,2	38,7	4,3	5,1	4,4
33	15404	Minue	13,3	11,6	14,5	45,5	42,4	35,8	3,8	4,3	4,4
34	15405	Raven	10,1	9,6	10,5	47,4	45,8	41,8	3,6	4,2	4
35	15410	Duffy	8,8	10,2	9,4	53,6	40,6	38,8	4	5,5	4,8
36	15412	Dragomiresti	8,4	9,3	10,8	49,5	41,4	39	3,9	5,6	5
37	15413	Effektive	9,1	9,3	11,4	50,9	45,5	42,5	3,6	4,2	3,8
38	15415	Firth	7,8	9,0	9,7	51,5	47,9	40,8	3,3	4,2	3,9
39	15417	Genziana	9,3	9,2	10,7	49,2	43,7	38	4,4	4,8	4,3
40	15418	Husky	9,5	9,3	11,3	52	47,9	42,6	3,6	4,2	4,1

Продолжение приложения Г. б)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
41	15419	Krezus	8,4	9,3	10,5	48	44,6	39	4,4	4,7	4,4
42	15421	Malin	8,7	9,0	10,7	53,5	45,9	39,7	4,1	4,4	4,4
43	15423	Prelekst	9	8,4	11,5	51,9	46,3	40,7	2,8	3,0	3,5
44	15424	Rajtar	9	9,6	10,5	45,9	41,8	35,4	4,8	5,4	5,3
45	15425	Rocky	8,7	9,5	12,2	47,1	49,0	37,1	5,1	5,3	5
46	15462	Фристайл	9,8	9,6	12,8	47,1	45,6	38,9	4,5	4,5	4,3
47	15463	Элегант	9,7	10,5	11,7	50,4	46,3	43,3	6	5,8	5,9
48	15466	Kalle	9,6	9,0	11,1	49,2	47,4	41,2	3,3	3,7	3,9
49	15467	Nike	9	9,2	10,5	51,8	46,8	41,4	3,6	4,0	4
50	15468	Poseidon	9	8,4	10,8	47,7	46,4	42	3,5	4,0	4,1
51	15469	Ringsaker	9,2	9,5	11,7	46,5	46,9	38,5	4,2	4,8	4,8
52	15491	URS Estampa	12,4	13,2	14,2	45	42,8	38,2	4,6	4,8	4,8
53	15497	Атлет	9,5	9,0	11,3	47,9	44,9	41,4	3,9	4,1	4,2
54	15500	Мирт	9,2	9,6	11,4	46,9	44,7	43,1	4,4	5,5	5,1
55	15502	Житомирский	9,4	10,8	12,8	47,1	38,2	36,2	5,4	5,7	5,5
56	15503	Раньостыглый	10,7	10,2	11,4	54	44,8	40,4	4,1	4,5	4,6
57	15504	Свитанок	8,7	9,6	11,7	51,1	44,1	41,7	4,1	4,6	4
58	15507	Buggy	8,1	9,0	10,8	49,3	45,8	41,3	3,9	4,2	4
59	15515	Simon	9	9,0	11,4	52,2	45,8	41,6	4,1	4,3	4,4
60	15516	Zorro	8,5	9,3	10,5	50	43,6	39	3,7	3,5	3,8
61	15517	Dakar	9	10,2	10,5	47	42,8	38,6	4,2	4,5	4,4
62	15540	UFRGS 16	10,1	10,8	13,4	47,5	37,1	36,9	4,3	4,7	4,9
63	15547	Скороспелый 1	11,7	12,4	12,8	45,7	41,7	39,1	4,9	5,1	4,5
64	15633	Emil	9,4	9,9	11	50,3	42,8	43,5	3,5	3,9	4
65	15634	Elipso	8,8	9,6	10,8	51,2	44,1	41,4	3,7	3,7	6,1
66	15638	Espresso	8,7	9,6	10	49,5	44,7	43,3	4,4	4,3	4,9
67	14231	Улов	8,7	10,2	12	45,6	39,5	38,7	5,5	5,9	5,2
\bar{X}			9,5	9,8	11,5	48,8	44,4	40,1	4,4	4,8	4,6

Приложение Д. Антиоксидантная активность зерновок овса

А) сортов голозерных форм

№	№ по кат. ВИР	Происхождение	Сорт	2016	2017	2018	\bar{X}	S
1	14717	Ленинградская обл.	Пушкинский	7,6	6,7	8,3	7,5	0,8
2	14851	Австралия	Numbat	7,8	6,3	6,6	6,9	0,8
3	14960	Кировская обл.	Вятский	7,4	6,6	5,7	6,6	0,8
4	15063	Омская обл.	Сибирский Голозерный	8,5	7,3	4,9	6,9	1,8
5	15290	Польша	Местный	5,5	4,8	3,9	4,7	0,8
6	15339	Омская обл.	Прогресс	4,5	4,1	3,9	4,2	0,3
7	15372	Словакия	Tatran	5,9	4,5	3,5	4,6	1,2
8	15382	Украина	Смачный (Скарб Украины)	6,3	5,3	4,5	5,4	0,9
9	15461	Беларусь	Королек	7,4	5,8	5,5	6,2	1,0
10	15493	Бразилия	UFRGS 106150-3	7,7	4,3	3,9	5,3	2,1
11	15505	Украина	Авгол	6,3	6,3	5,8	6,1	0,3
12	15520	Китай	Din Yan 4	8,0	6,5	4,8	6,5	1,6
13	151475	Кировская обл.	Бекас	5,6	4,7	3,6	4,6	1,0
14	15665	Китай	Ba You 3	10,0	7,4	6,4	7,9	1,8
15	15649	Китай	Bai Yan 1	6,5	5,5	4,3	5,4	1,1
16	15650	Китай	Bai Yan 4	6,4	5,5	4,2	5,4	1,1
17	15648	Китай	Bai Yan 5	8,0	7,4	6,5	7,3	0,8
18	15657	Китай	Bai Yan 10	6,6	5,7	5,3	5,9	0,7
19	15653	Китай	Pin 16	7,5	4,9	5,7	6,0	1,4
20	15647	Китай	Yuan Za 2	7,6	4,7	5,5	5,9	1,5
Средние по годам				7,1	5,7	5,1	6,0	1,0

Б) сортов пленчатых форм

21	15277	Московская обл.	Буланый	7,4	5,7	3,4	5,5	2,0
22	15349	Норвегия	Z 615-4	7,7	5,3	6,3	6,4	1,2
23	15352	Норвегия	Naga	5,6	3,2	2,6	3,8	1,6
24	15357	Норвегия	GN 08207	6,4	5,7	4,0	5,4	1,3
25	15358	Норвегия	GN 08214	7,7	6,7	5,1	6,5	1,3
26	15367	Дания	Bötö (Veggerlose)	6,0	3,2	4,5	4,6	1,4
27	15384	Украина	Закат	6,5	5,3	3,0	4,9	1,7
28	15391	Швеция	Aveny	6,5	5,5	3,9	5,3	1,3
29	15400	Франция	Auteuil	6,0	5,0	5,8	5,6	0,5
30	15402	Франция	Japeloup	5,5	4,9	4,1	4,8	0,7
31	15403	Франция	Belino	6,2	5,2	5,4	5,6	0,5
32	15404	Франция	Minue	5,5	5,0	4,5	5,0	0,5
33	15405	Чехия	Raven	5,4	4,9	4,0	4,8	0,7
34	15413	Австрия	Effektive	6,7	5,4	4,9	5,6	0,9
35	15421	Германия	Malin	6,2	5,4	4,7	5,4	0,8
36	15462	Беларусь	Фристайл	5,5	4,8	3,6	4,7	1,0
37	15463	Беларусь	Элегант	6,7	4,8	5,4	5,6	0,9
38	15500	Беларусь	Мирт	6,6	4,7	4,4	5,2	1,2
39	15516	Германия	Zorgo	5,5	4,4	3,6	4,5	1,0
40	15517	Швейцария	Dakar	5,3	3,1	4,3	4,2	1,1
41	14231	Московская обл.	Улов	6,1	5,4	5,5	5,7	0,3
Средние по годам				6,2	4,9	4,4	5,2	0,9

Приложение Е. Сведения об источниках, выделенных в Михнево в 2016-2018 гг.

а) голозерные формы

№ п/п	№ по кат. ВИР	Сорт	Признак
1	2	3	4
1	15339	Прогресс	Урожайный; устойчивый к полеганию; устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне); Высокое содержание белка в зерне; Высокий показатель антиоксидантной активности; Выделился по суммам азотистых оснований, жирных и аминокислот, многоатомных спиртов
2	15063	Сибирский Голозерный	Урожайный; устойчивый к полеганию. Высокий показатель антиоксидантной активности. Выделился по суммам органических и жирных кислот, азотистых оснований, дисахаридов, многоатомных спиртов, стеролов
3	15461	Королек	Адаптивный; урожайный; устойчивый к полеганию; устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне). Высокое содержание крахмала в зерне. Выделился по сумме фенольных соединений
4	15305	Gehl	Адаптивный; урожайный; высокорослый; устойчивый к полеганию; устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне)
5	14960	Вятский	Адаптивный; урожайный; высокорослый; устойчивый к полеганию. Высокий показатель антиоксидантной активности; Выделился по содержанию крахмала в зерне
6	15304	АС Ernie	Адаптивный; урожайный; устойчивый к полеганию. Высокое содержание крахмала в зерне
7	151475	Бекас	Адаптивный; урожайный. Высокое содержание крахмала и масла в зерне
8	15669	Hua Zao 2	Адаптивный; урожайный
9	15372	Tatran	Урожайный. Высокое содержание крахмала и масла в зерне
10	15505	Авгол	Урожайный; устойчивый к полеганию; Высокое содержание крахмала в зерновке
11	15493	UFRGS 106150-3	Урожайный; устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне). Высокое содержание белка и масла в зерновке
12	15648	Bai Yan 5	Высокие показатели антиоксидантной активности и содержания белка в зерне; выделился по сумме стеролов
13	15665	Ba You 3	Высокий показатель антиоксидантной активности; Выделился по сумме фенольных соединений и азотистых оснований
14	15520	Din Yan 4	Выделился по сумме аминокислот
15	15666	Ba You 14	Устойчивый к полеганию; высокорослый
16	15656	Yuan Za 1	Устойчивый к полеганию; высокорослый
17	15650	Bai Yan 4	Устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне)

Продолжение приложения Е.а)			
1	2	3	4
18	15663	Bai Yan 3	Высокое содержание белка в зерне
19	15649	Bai Yan 1	Высокое содержание масла в зерне
20	15657	Bai Yan 10	Высокое содержание масла в зерне
21	15526	Qin 719	Высокое содержание масла в зерне
22	15653	Pin 16	Высокий показатель антиоксидантной активности
23	14717	Пушкинский	Высокий показатель антиоксидантной активности
24	15290	Местный	Выделился по меньшему содержанию фитопатогенов в зерне

б) пленчатые формы

№ п/п	№ по кат. ВИР	Сорт	Признак
1	2	3	4
1	15384	Закат	Адаптивный; урожайный; устойчивый к полеганию. Выделился по меньшему содержанию фитопатогенов в зерне; по суммам фенольных соединений, азотистых оснований и жирных кислот
2	14911	Belinda	Адаптивный; урожайный; устойчивый к полеганию
3	15468	Poseidon	Адаптивный; урожайный; устойчивый к полеганию
4	15425	Rocky	Адаптивный; урожайный; устойчивый к полеганию
5	15393	SW Argyle	Адаптивный; урожайный; устойчивый к полеганию
6	15395	SW Margaret	Адаптивный; урожайный; устойчивый к полеганию
7	15426	Werva	Адаптивный; урожайный; устойчивый к полеганию
8	15352	Haga	Адаптивный; урожайный; устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне)
9	15335	Сиг	Адаптивный; урожайный; устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне)
10	15500	Мирт	Адаптивный; урожайный. Выделился по суммам органических, жирных кислот, многоатомных спиртов
11	15502	Житомирский	Урожайный; устойчивый к полеганию
12	15360	GN 09039	Адаптивный; урожайный
13	15424	Rajtar	Адаптивный; урожайный
14	15497	Атлет	Адаптивный; урожайный
15	15329	КСИ 639/05	Адаптивный; урожайный
16	15418	Husky	Урожайный; устойчивый к полеганию
17	15419	Krezus	Урожайный; устойчивый к полеганию
18	15353	Odal	Урожайный; устойчивый к полеганию
19	15470	Rocy	Урожайный; устойчивый к полеганию
20	15472	Symphony	Урожайный; устойчивый к полеганию
21	15390	Арман	Урожайный; устойчивый к полеганию
22	15320	Випен	Урожайный; устойчивый к полеганию
23	15415	Firth	Урожайный; устойчивый к полеганию
24	15281	120h2106	Устойчивый к полеганию; высокорослый
25	15282	Боец	Устойчивый к полеганию; высокорослый
26	15068	Конкур	Устойчивый к полеганию; высокорослый
27	13370	Крупнозерный	Устойчивый к полеганию; высокорослый

Продолжение приложения Е. б)			
1	2	3	4
28	15331	КСИ 2167/03	Устойчивый к полеганию; высокорослый
29	15326	КСИ 432/08	Устойчивый к полеганию; высокорослый
30	15455	Мутика 1120	Устойчивый к полеганию; высокорослый
31	15454	Новосибирский 7	Устойчивый к полеганию; высокорослый
32	15312	Скакор	Устойчивый к полеганию; высокорослый
33	15321	Скроколик	Устойчивый к полеганию; высокорослый
34	14415	Универсал 1	Устойчивый к полеганию; высокорослый
35	15498	Уралец	Устойчивый к полеганию; высокорослый
36	15340	Уран	Устойчивый к полеганию; высокорослый
37	15463	Элегант	Высокий показатель антиоксидантной активности. Выделился по суммам аминокислот, многоатомных спиртов, стеролов
38	15403	Belino	Высокий показатель антиоксидантной активности; выделился по суммам аминокислот
39	15367	Bötö (Veggerlose)	Высокий показатель антиоксидантной активности; выделился по суммам органических кислот и многоатомных спиртов
40	15405	Raven	Выделился по суммам органических, жирных кислот, азотистых оснований
41	15277	Буланный	Выделился по меньшему содержанию фитопатогенов в зерне; по суммам органических и аминокислот
42	15516	Zorro	Выделился по суммам органических кислот, азотистых оснований
43	15358	GN 08214	Высокий показатель антиоксидантной активности
44	15402	Japeloup	Высокий показатель антиоксидантной активности
45	15349	Z 615-4	Высокий показатель антиоксидантной активности
46	15301	CDC Dancer	Устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне)
47	15410	Duffy	Устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне)
48	15414	Ehostar	Устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне)
49	15638	Espresso	Устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне)
50	15348	Hurdal	Устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне)
51	15467	Nike	Устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне)
52	15597	UFRGS 077014-2	Устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне)

Продолжение приложения Е. б)			
1	2	3	4
53	15539	UFRGS 15	Устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне)
54	15540	UFRGS 16	Устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне)
55	15544	UFRGS 20	Устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне)
56	15533	UFRGS 8	Устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне)
57	15345	Байче	Устойчивый к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине (на естественном инфекционном фоне)

Приложение Ж. Дескрипторный словарь*А) Морфологические признаки*

Балл	Высота растений		Длина метелки	
	показатель	значение	показатель	значение
1	очень низкое	<41 см	очень короткая	<12 см
2		41-60		
3	низкое	61-80	короткая	12-14
4		81-100		
5	среднее	101-110	средняя	15-18
6		111-130		
7	высокое	131-150	длинная	19-21
8		151-170		
9	очень высокое	>170	очень длинная	>21

Б) Биологические свойства

Продолжительность периода вегетации (в сравнении с контрольным сортом)	Устойчивость к полеганию
1 – очень ранний	1 – очень низкая
2 –	
3 – ранний	3 – низкая
4 –	
5 – среднеспелый (контроль)	5 – средняя
6 –	
7 – среднепоздний	7 – высокая
8 –	
9 – поздний	9 – очень высокая

Устойчивость к болезням

1 – очень слабая	<ul style="list-style-type: none"> • Стеблевая ржавчина • Красно-бурая пятнистость • Септориоз
3 – слабая	
5 – средняя	
7 – сильная	
9 – очень сильная	

Состояние делянки перед уборкой

- 1 – очень плохое
- 3 – плохое
- 5 – удовлетворительное
- 7 – хорошее
- 9 – отличное

В) Хозяйственные признаки

Балл	Показатель	Число зерен в метелке	Масса зерна с метелки	Масса 1000 зерен	
				Значение	
				в пленках	без пленок
1	очень малая (оe)	<11	<0,4 г	<18 г	<15 г
2		11-15	0,4 – 0,7	18-19	15-16
3	малая (оe)	16-20	0,8 – 1,1	20-22	17-18
4		21-30	1,2 – 1,5	23-25	19-20
5	средняя (еe)	31-45	1,6 – 1,9	26-30	21-22
6		46-60	2,0 – 2,3	31-35	23-24
7	большая (оe)	61-75	2,4 – 2,7	36-40	25-27
8		76-90	2,8 – 3,1	41-45	28-30
9	очень большая (оe)	>90	>3,1	>45	>30

Балл	Урожай зерна (% к контролю)		Озерненность (число зерен в колосках)
	показатель	значение	
1	очень низкий	<65,1%	преимущественно однозерные
2		65,1-75,0	
3	низкий	75,1-85,0	преимущественн 2 зерна
4		85,1-95,0	
5	средний (контроль)	95,1-105,0	
6		105,1-115,0	
7	высокий	115,1-125,0	преимущественно 3 зерна
8		125,1-135,0	
9	очень высокий	>135	преимущественно больше, чем 3 зерна