

На правах рукописи

ВАРГАЧ ЮЛИЯ ИГОРЕВНА

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

Специальность:

06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва – 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном научном учреждении «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства» (ФГБНУ ВСТИСП).

- Научный руководитель:** **Лоскутов Игорь Градиславович**,
доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, и.о. заведующего отделом генетических ресурсов овса, ржи, ячменя ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (ВИР)
- Официальные оппоненты:** **Пыльнев Владимир Валентинович**,
доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева
- Кабашов Александр Дмитриевич**,
кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции и первичного семеноводства овса ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»
- Ведущая организация:** **ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого»**

Защита диссертации состоится «17» декабря 2019 г. в 13³⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 006.035.02 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства» по адресу: 115598, г. Москва, ул. Загорьевская, 4, тел: (495) 329-51-66, факс (495) 329-31-66, e-mail: dissovet@vstisp.org.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства» и на сайте института в интернете: <http://vstisp.org>.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2019 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Сорокопудова О.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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. Овес неприхотлив к почвам и климату и имеет сравнительно короткий вегетационный период, поэтому выращивается 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. Отсутствие пленок позволяет существенно уменьшить затраты на шелушение и утилизацию отходов.

Однако, 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, и 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, О.И. Кузнецовой, И.И. Русаковой, З.И. Усановой, Л.В. Амбросьевой, Ю.В. Борисовой, Н.В. Кротовой, Ю.С. Ивановой, 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, видовой состав 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 патокмплеск 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 полевых, 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 «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 зерновок 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 агробиоразнообразия 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 «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (ВИР), г. Санкт-Петербург); к.с.-х.н. Е.В. Блиновой (отдел генетических ресурсов овса, ржи, ячменя 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.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Представлен анализ научной литературы российских и зарубежных авторов по народнохозяйственной ценности культурных видов рода *Avena* L. и их биохимических показателей. Проведен анализ видового состава патогенного комплекса микромицетов в агроценозе овса в Центральном регионе Нечерноземной зоны.

2. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ, ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исходным материалом являлись 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 с различной степенью селекционной проработки. Среди образцов овса посевного – два подвида: пленчатый (*A. sativa* subsp. *sativa* Rod. et Sold.) (134 обр.) и голозерный (*A. sativa* subsp. *nudisativa* (Husnot.) Rod. et Sold.) (44 обр.).

Условия проведения опытов. Полевой опыт был заложен в 2016-2018 гг. в пос. Михнево Ступинского района (Московская обл.) в НИО генофонда ФГБНУ ВСТИСП. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, пригодна для возделывания исследуемой культуры. Вегетационные периоды 2016-2018 гг. значительно отличались по тепло- и влагообеспеченности.

Методика исследований. *Агрохимические анализы почв* проводили в лабораторно-аналитическом центре агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБНУ ВСТИСП согласно ГОСТ 26483-85; ГОСТ Р 54650-2011 и общепринятых методик.

Опыты проводили в соответствии с требованиями методик опытного дела (Доспехов, 2011; Лакин, 1990). Посев образцов производили в оптимальные сроки селекционной сеялкой на делянках 2 м², уборку – комбайном САМПО-130. В качестве стандартов для пленчатых форм использовали сорт Улов (Патент № 0276 от 2.02.99 г.), 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. *Фенологические наблюдения, иммунологические оценки* проводились систематически, *структурный анализ снопов* выполнен в лаборатории полевых культур ФГБНУ ВСТИСП согласно «Методическим указаниям по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса ВИР» (2012), «Международному классификатору СЭВ рода *Avena* L.» (1984). Расчет коэффициента адаптивности (Kad) производился по методу Л. А. Животкова и др. (1994), показателя стабильности урожайности сорта (Пусс) – по методу Э. Д. Неттевича и др. (1985). Все данные были занесены в электронные таблицы с использованием программы MS Excel (Боровиков, 2001, 2003).

Биохимические исследования проводили в отделе биохимии и молекулярной биологии ВИР. *Содержание белка/азота* оценивали путем коллометрического титрования на полуавтоматическом анализаторе "Kjeltec 2200" (FOSS, Швеция) (ГОСТ 10846-91); *содержание масла* определяли экстрактивным

методом на аппарате Сокслета (ГОСТ 29033-91); содержание крахмала – поляриметрическим методом по Эверсу (Ермаков и др., 1987).

Инфекционный фон, антиоксидантную активность зерна и метаболомный профиль исследовали у 40 лучших образцов (20 пленчатых и 20 голозерных форм).

Выявление видового разнообразия микромицетов на зерне проводилось в лаборатории фитопатологии и энтомологии (ФГБНУ ВСТИСП, г. Москва) методом «влажных камер» Литвинова (1969) и световой микроскопии. Видовую принадлежность микромицетов определяли по определителям (Пидопличко, 1977; Gerlach, Nirenberg, 1982; Simmons, 2007; Bensch et al., 2012).

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

Метаболомный спектр анализировали в отделе биохимии и молекулярной биологии ВИР 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) (Puzanskiy et al., 2015; Shulaev et al., 2008).

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

3. 1. Полевая оценка хозяйственно ценных признаков

По продолжительности фенологических периодов пленчатые образцы овса посевного вне зависимости от разновидности на 99% относились к категории ранних и среднеспелых. Голозерные образцы на 39% представлены среднепоздними и поздними группами (рис. 1).

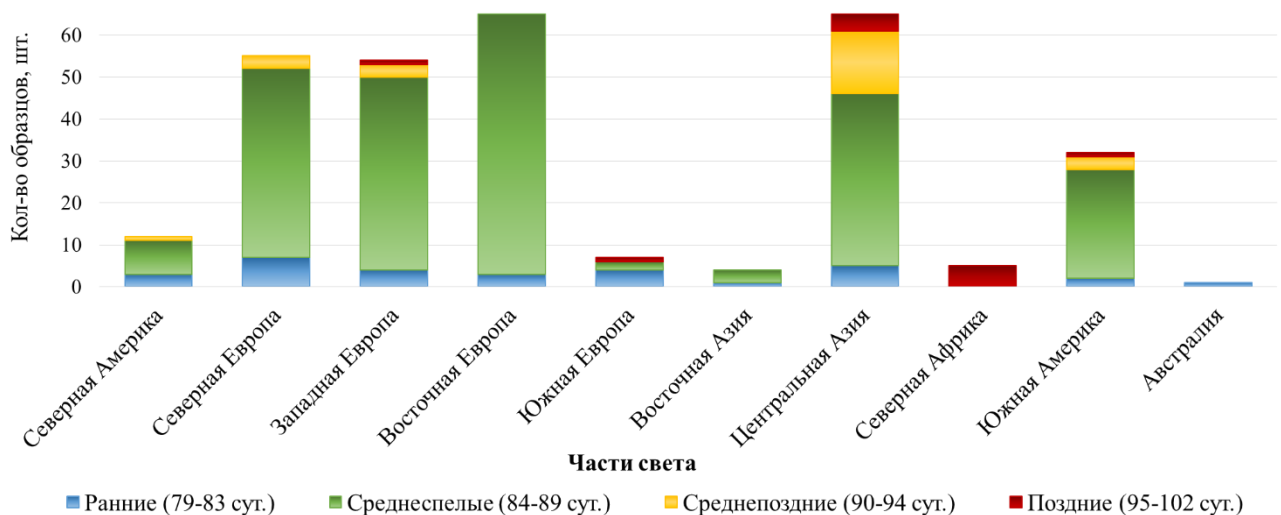


Рисунок 1. Продолжительность периода вегетации образцов овса в зависимости от эколого-географического происхождения, Михнево, 2016-2018 гг.

Было сопоставлено место происхождения образцов с их продолжительностью вегетации (рис. 1) 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. 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); голозерные сорта – Вятский (к-14960, РФ, Кировская обл.), Numbat (к-14851, Австралия), Gkzalon (к- 15299, Монголия).

По результатам трех лет изучения 50 образцов стабильно показали очень высокую **устойчивость к полеганию** (9 баллов), 12 – высокую устойчивость (7 баллов). Таким образом, на 7-9 баллов по данному показателю оценивались 20,7% образцов. При этом в соответствии с классификатором (1984), 2% коллекции характеризовалась очень низкой (41-60 см); 86% – низкой (61-100 см); 12% – средней (101-130 см) высотой растений. В группе устойчивых к полеганию образцов отмечены как короткостебельные, так и наиболее длинностебельные образцы (21-110 см в 2016 г., 51-129 см в 2017 г., 37-107 см в 2018 г.). В 2018 г. неустойчивых (1-3 балла) к полеганию образцов не наблюдалось, поскольку год был засушливым (ГТК = 0,45).

Согласно полученным данным, высота растений имеет достаточно высокую прямую взаимосвязь с длиной метелки как у голозерных ($r = 0,61...0,81$), так и у пленчатых ($r = 0,65...0,76$) образцов. Связь высоты растений и длины метелки с устойчивостью к полеганию была отрицательной от слабой до средней.

Необходимо также 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).

По устойчивости к полеганию выделились пленчатые образцы – Poseidon (к- 15468), Husky (к- 15418), Symphony (к- 15472), Rocy (к- 15470), Rocky (к- 15425), Werva (к- 15426), Firth (к- 15415), Krezus (к- 15419, ФРГ), Belinda (к- 14911), Закат (к- 15384), Житомирский (к- 15502), Арман (к- 15390), Випен (к- 15320); и голозерные – Вятский (к- 14960), Прогресс (к- 15339), Сибирский голозерный (к- 15063), Королек (к- 15461), Авгол (к- 15505), Gehl (к- 15305), AC Ernie (к- 15304).

Средние показатели **урожайности** по коллекции за период трехлетних исследований были следующие: для пленчатых 369 г/м²; для голозерных – 178 г/м². По продуктивности за 3 года исследований выделено 10% образцов от изученной коллекции.

Метеорологические условия в годы исследований носили разнообразный характер. Индекс условий среды (I_j) по годам у пленчатых форм изменялся от минус 128 до плюс 119; у голозерных – от минус 41 до плюс 61. Наиболее благоприятным по влагообеспеченности и температурному режиму для разных групп сортов овса был 2017 г., в котором показатели I_j были максимальными. Недостаток тепла в репродуктивный период 2016 г. оказал негативное влияние на продуктивность культуры. Для данного года определено высокое отрицательное значение I_j с минимальными показателями за годы исследований.

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; для голозерных форм – с озерненностью колосков. Результаты корреляционного анализа между элементами структуры урожая показали, что масса зерна с метелки значительно зависела от числа зерен как у пленчатых ($r = 0,76-0,91$), так и у голозерных ($r = 0,84-0,90$) образцов. У голозерных форм также была выявлена достоверная средняя и высокая связь массы зерна с метелки с ее длиной ($r=0,54-0,84$), а в годы с наименьшим уровнем влагообеспеченности (2017 и 2018 гг.) масса 1000 зерен отрицательно коррелировала с числом зерен в метелке ($r= - 0,41-0,55$).

Масса 1000 зерен 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 образцы (табл. 1) – 23h2201 (к- 15278), AC Francis (к- 15302), AC Goslin (к- 15303), UFRGS 970654 (к- 15610), 120h2106 (к- 15281), КСИ 411/04 (к- 15332); и голозерные (табл. 2) – Gehl (к- 15305), Прогресс (к- 15339), AC Ernie (к- 15304).

Таблица 1. Показатели элементов продуктивности выделившихся пленчатых образцов овса, Михнево, 2016-2018 гг.

№ по кат. ВИР	Сорт	Урожайность, г/м ²	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с метелки, г	Число зерен в метелке, шт.	Длина метелки, см
14911	Belinda	548	41,0	4,3	96	19
15320	Випен	477	38,8	3,2	72	17
15329	КСИ 639/05	495	38,3	3,1	75	19
15335	Сиг	571	39,8	4,1	94	22
15352	Haga	484	37,9	3,6	93	18
15353	Odal	492	35,9	2,9	80	17
15360	GN 09039	500	37,7	3,8	75	20
15384	Закат	506	39,7	4,0	85	20
15390	Арман	484	39,6	3,1	84	19
15393	SW Argyle	509	41,4	3,1	78	18
15395	SW Margaret	478	38,2	4,3	113	19
15415	Firth	491	36,4	3,2	70	16
15418	Husky	516	39,0	2,9	69	16
15419	Krezus	474	36,1	3,2	96	16
15424	Rajtar	533	38,3	3,9	75	19
15425	Rocky	510	40,9	3,2	59	17
15426	Werva	498	42,3	3,2	62	16
15468	Poseidon	572	43,7	3,9	67	17
15470	Rocy	510	41,3	3,2	59	17
15472	Symphony	515	42,2	3,7	81	18
15497	Атлет	524	42,0	3,6	76	18
15500	Мирт	555	38,1	2,9	67	17
15502	Житомирский	477	40,0	3,0	64	19
14231	Улов (St)	423	39	2,8	66	17
	НСР ₀₅	-	0,5	0,1	2,6	0,3

Таблица 2. Показатели элементов продуктивности выделившихся голозерных образцов овса, Михнево, 2016-2018 гг.

№ по кат. ВИР	Сорт	Урожайность, г/м ²	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с метелки, г	Число зерен в метелке, шт.	Озерненность, шт.	Длина метелки, см
151475	Бекас	351	25,5	2,4	85	2,7	20
15372	Tatran	264	28,5	2,2	75	2,6	18
15461	Королек	252	26,0	2,2	94	2,9	21
14960	Вятский	250	27,6	2,1	78	2,3	20
15339	Прогресс	251	31,6	2,0	65	1,8	21
15505	Авгол	246	29,1	1,9	59	2,0	17
15305	Gehl	227	34,2	2,0	54	2,0	19
15669	Hua Zao 2	223	25,5	2,1	70	2,0	18
15304	АС Ernie	215	30,2	2,3	83	2,6	20
15063	Сибирский голозерный	214	25,9	2,1	84	2,8	19
15493	UFRGS 106150-3	210	28,1	1,2	43	1,9	14
14717	Пушкинский (St)	206	27,1	3,3	128	3,2	23
	НСР ₀₅	-	1,7	0,2	6,6	-	0,8

Число зерен в метелке варьировало у голозерных образцов 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), Королек (к- 15461), Визит (к- 15501), Бекас (к- 151475), Сибирский голозерный (к- 15063); пленчатые – Swat (к- 15431), GN 07045 (к- 15354), Чакал (к- 15381), Уралец (к- 15498), 55h2106 (к- 15280).

Масса зерна с метелки в среднем за годы изучения у голозерных образцов варьировала от 1,2 до 2,4 г, у пленчатых – от 0,9 до 5,9 г. По данному показателю выделились пленчатые образцы – 55h2106 (к- 15280), Чакал (к- 15381), Уралец (к- 15498), Prelekst (к- 15423), 23h2201 (к- 15278), Универсал 1 (к- 14415); и голозерные образцы – Бекас (к- 151475), АС Ernie (к- 15304), Tatran (к- 15372), Королек (к- 15461).

Озерненность колоска в среднем за годы изучения у голозерных образцов варьировала от 1,1 до 2,9 шт. С большим числом зерен в колоске выделились голозерные образцы – Смачный (Скарб Украины) (к- 15382), Королек (к- 15461), Yung 492 (к- 14994), Сибирский голозерный (к- 15063), Бекас (к- 151475), пленчатые – Bohun (к- 15428), Belino (к- 15403), Oberon (к- 15513), Simon (к- 15515), URS Tarimba (к- 15485), Скроколик (к- 15321), КСИ 731/01 (к- 15327).

Высокая урожайность выделившихся образцов (табл. 1 и 2) была обусловлена:

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

- повышенным числом зерен (> 90 шт.) в метелке у голозерных сортов Королек (к- 15461) и Пушкинский (к- 14717);

- повышенным числом зерен (> 90 шт.) и колосков в метелке (от 48,5 до 51 шт.) у сортов Genziana (к- 15417), Furman (к- 15416) и Сиг (к- 15335).

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).

Высокопродуктивными образцами, сочетающими в себе высокие показатели стабильности (критерий Пусс) и адаптивности (Kad) сорта являются пленчатые Сиг (к- 15335), Мирт (к- 15500) и голозерные Ниа Зао 2 (к- 15669), Gehl (к- 15305).

Устойчивость растений к болезням. В 2016-2018 гг. в полевых условиях наблюдались на растениях овса в основном следующие виды болезней: красно-бурая пятнистость, септориоз, стеблевая ржавчина, пыльная головня, оливковая (бурая) плесень.

На рисунке 2 показано распределение болезней в коллекции в различные годы. Сильнее всего в условиях Московской области образцы поражались стеблевой ржавчиной, особенно в дождливый август (2016 и 2017 гг.), между тем, красно-бурая пятнистость и септориоз наблюдались реже в 2017 г. Сильное поражение септориозом отмечено в 2016 г.

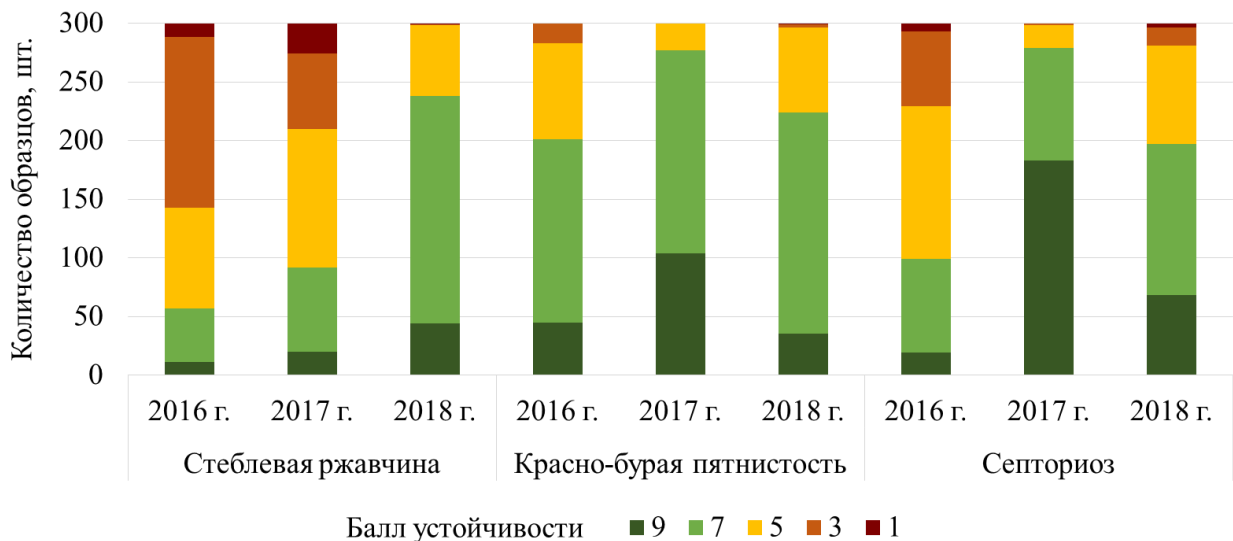


Рисунок 2. Распределение образцов по устойчивости к стеблевой ржавчине, красно-бурой пятнистости и септориозу, Михнево, 2016-2018 гг.

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%.

В результате оценки выявлены источники комплексной устойчивости к септориозу, красно-бурой пятнистости, стеблевой ржавчине на естественном инфекционном фоне – Байче (к- 15345), Прогресс (к- 15339), Королек (к- 15461), 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).

Выделенные с комплексной устойчивостью к болезням образцы, отличались также высокой продуктивностью – пленчатые Сиг (Новосибирская обл.) и Нага

(Норвегия), голозерные Gehl (Канада), Прогресс (Омская обл.) и Королек (Беларусь).

3.2. Определение зараженности образцов овса грибами

В результате микологических исследований образцов зерна овса проведенных в 2016-2018 гг. нами выявлено в общей сложности 46 видов грибов с различной степенью встречаемости. По данным исследований в условиях Ступинского района Московской области на растениях овса присутствует патоккомплекс микромицетов из родов *Alternaria* Nees., *Fusarium* Link., *Cladosporium* Link., *Acremonium* Fr., *Rhizopus* Ehrenb. На рисунке 3 отображен видовой состав микобиоты зерна овса, который был отмечен в эти годы.

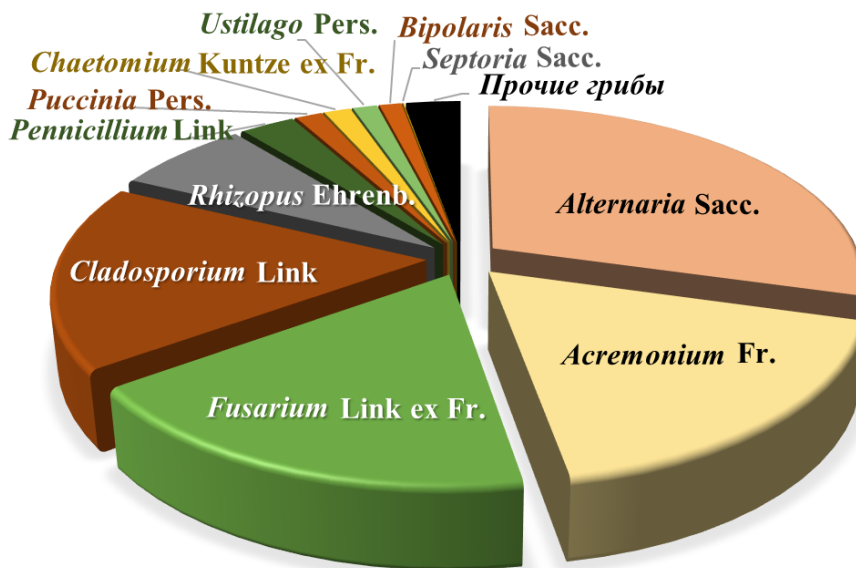


Рисунок 3. Видовой состав микобиоты зерна овса (%), Михнево, 2016-2018 гг.

Среди видов из рода *Alternaria* на растениях овса в 2016 г. доминировал вид *A. infectoria* E. G. Simons, в 2017 и 2018 гг. – *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire, который выделялся почти с одинаковой частотой. Эти патогены встречались на всех образцах без исключения.

Из видов рода *Cladosporium* наиболее часто встречались два вида *Cl. cladosporioides* (Fresen.) G. A. de Vries и *Cl. herbarum* (Pers.) Link с преобладанием первого. 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 патоккомплексе микромицетов на зерновых культурах, несмотря на способность этих полупаразитных грибов с выраженными сапротрофными свойствами вызывать чернь колоса.

Из грибов рода *Fusarium* нами были идентифицированы виды, среди которых наиболее часто встречались такие как *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. (19,2%), *F. proliferatum* (Matsush.) Nirenberg (16,9%), *F. poae* (Peck) Wollenw. (16,7%), *F. heterosporum* Nees & T. Nees (8%), реже *F. oxysporum* Schldl., *F. sporotrichioides* Sherb., *F. tricintum* (Corda) Sacc., *F. culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc., *F. solani* (Mart.) Sacc. В среднем находили от 2 до 5 на пленчатых и до 7 на голозерных образцах видов фузариевых грибов. 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 эти вида были идентифицированы на растениях. Наименьшее количество фузариевых грибов за 3 года было найдено на голозерном местном сорте (к- 15290) и на пленчатых сортах: Буланный (к- 15277) и Закат (к- 15384) – *F. avenaceum*.

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

Изученные образцы в 2016-2017 гг. были сильно заражены возбудителем стеблевой ржавчины зерновых грибом *Puccinia graminis* f. *avenae* Erikss. & Henning. Частота встречаемости этого гриба составила 56,2 % на растениях овса и 6% на зерновках. Возбудитель красно-бурой пятнистости *Bipolaris sorokiniana* Shoemaker был выделен на зерне у 5% проанализированных образцов.

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.

3.3. Биохимический анализ образцов

Содержание белка, масла и крахмала в зерне. По результатам изучения было установлено, что содержание этих органических веществ в зерновках голозерных образцов было выше, чем у пленчатых: белка в среднем на 5,2%, масла на 2,5%, и крахмала на 14%. На рисунке 4 представлена гистограмма распределения белка у разновидностей овса посевного, где показано, что самым высоким содержанием этого вещества обладают голозерные 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*).

У пленчатых образцов разновидностей *A. sativa* var. *mutica* и var. *aristata* содержание масла (5,1%) было выше, чем у темноокрашенных разновидностей

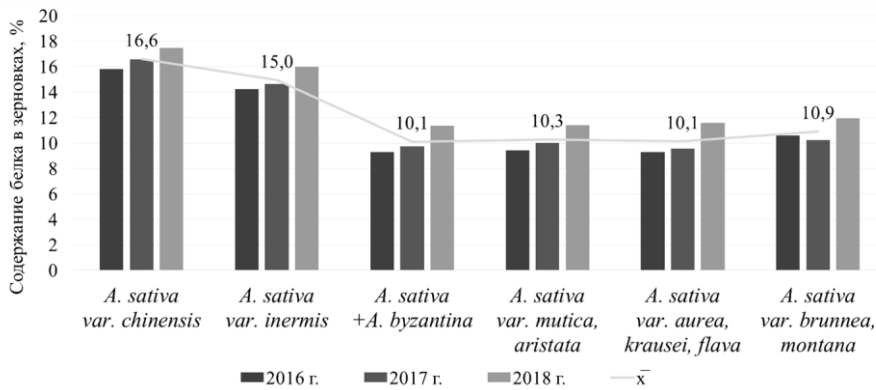


Рисунок 4. Гистограмма распределения содержания белка в зерновках различных разновидностей овса, Михнево, 2016-2018 гг.

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 высоко-

кого урожая.

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. Самые низкие показатели по содержанию крахмала были в зерновках у разновидностей с темноокрашенными цветковыми пленками *A. sativa* var. *brunnea* и var. *montana* (42,5%).

Отмечена средняя отрицательная корреляция (от -0,29 до -0,57) между содержанием крахмала и белка в зерновках, причем для пленчатых овсов эта связь была ниже в 2016 г., а для голозерных – в 2018 г. Между содержанием белка и масла у пленчатых образцов выявлена слабая положительная корреляция (от 0,09 до 0,45), у голозерных – слабая отрицательная (от -0,14 до -0,33). У пленчатых образцов отмечена отрицательная корреляция урожайности с содержанием белка (от -0,05 до -0,47), у голозерных 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). Таким образом, установлена общая тенденция: у пленчатых форм между накоплением белка и масла, между накоплением крахмала и урожайностью имелась прямая корреляционная связь, а у голозерных форм такая зависимость была установлена между урожайностью и накоплением крахмала и масла в зерновках.

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

Содержание органических веществ в зависимости от эколого-географической группы образцов было разнообразно (рис 5). Отмечено, что для обеих групп, 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 образцы овса из Центральной Азии (15,9%) и Западной Европы (15,3%).

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

Антиоксидантная активность (АОА) зерна и пленок. Нами установлено, что в метанольных и водных экстрактах АОА зерновок голозерных образцов овса в среднем была выше, чем у пленчатых. У пленчатых образцов содержание антиоксидантов в метанольных экстрактах распределялось неравномерно: от 10,5 до 16,4% приходилось на зерновку (в среднем 12,8%), и от 4,5 до 9,5% – на цветковую пленку (в среднем 7,3%).

Наибольшие показатели спиртовых экстрактов отмечены у голозерного овса посевного *A. sativa* var. *chinensis* – $15,79 \pm 1,47\%$ и *A. sativa* var. *inermis* – $15,71 \pm 1,83\%$; водных экстрактов – у разновидностей *A. sativa* var. *maculata* $9,35 \pm 1,47\%$; и *A. sativa* var. *chinensis* $6,7 \pm 1,10\%$. У пленчатого овса содержание антиоксидантов в зерновке в водных экстрактах было также выше у образцов 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* – $15,51 \pm 1,82$).

В 2016 г. средние показатели водных экстрактов были выше, чем в 2017 и 2018 гг. При этом обнаружена средняя положительная корреляция АОА с содержанием масла в зерновках у пленчатых образцов (до $r=0,51$) и белка (до $r=0,45$), как это видно из таблицы 3.

В метанольных экстрактах идентифицированы такие группы соединений, как органические и жирные кислоты, свободные аминокислоты, ацилглицеролы, многоатомные спирты и сахара.

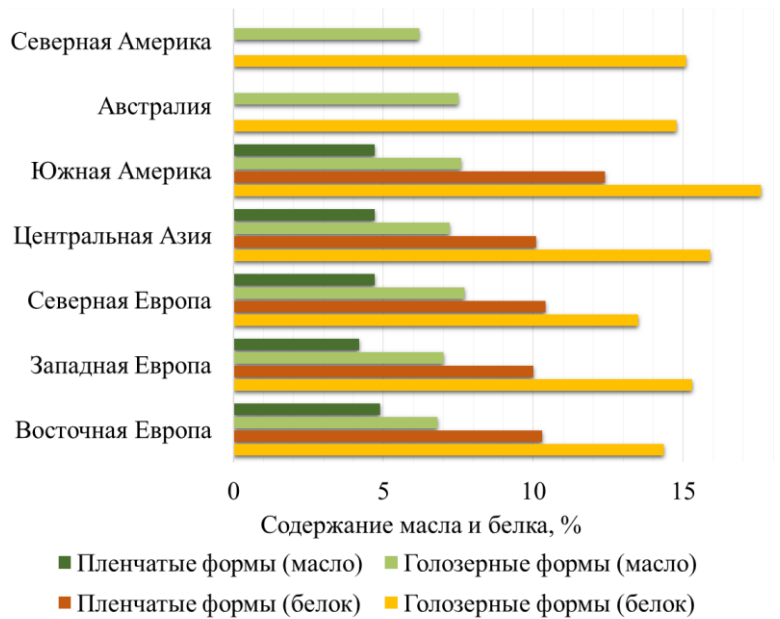


Рисунок 5. Накопление белка и масла в образцах в зависимости от их происхождения, Михнево, 2016-2018 гг.

Таблица 3. Линейная корреляция антиоксидантной активности (АОА) водных экстрактов зерновок с биохимическим составом и урожайностью овса, Михнево, 2016-2018 гг.

Коррелирующие признаки	Пленчатые образцы			Голозерные образцы		
	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

По результатам изучения 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 (к- 14851) – $6,9 \pm 0,8\%$ Сибирский голозерный (к- 15063) – $6,9 \pm 1,8\%$, которые по данному признаку превышали остальные голозерные образцы на 1,9 – 5 %.

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 нуклеозидов (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). Для удобства рассмотрения все данные приводятся в долях % от общего содержания всех идентифицированных соединений (рис. 6).

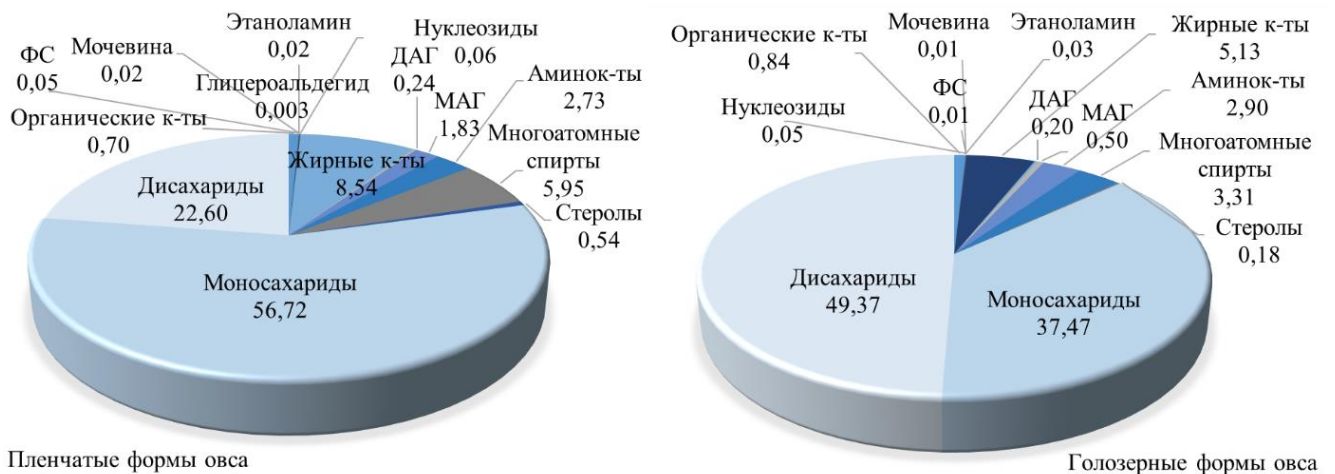


Рисунок 6. Основные группы метаболомного спектра зерновок пленчатого и голозерного овса (в % от общего содержания всех идентифицированных соединений)

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.

Таким образом, 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.

По повышенному содержанию групп веществ выделились следующие голозерные образцы: Сибирский голозерный (к- 15063), Прогресс (к- 15339), Ва You 3 (к- 15665), Королек (к- 15461), Bai Yan 5 (к- 15648), Din Yan 4 (к- 15520);

пленчатые образцы: Raven (к- 15405), Мирт (к- 15500), Буланный (к- 15277), Закат (к- 15384), Элегант (к- 15463).

4. ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ СОРТА

Основные посеы овса в Центральном регионе (III) РФ занимают пленчатые сорта: Яков, Лев, Конкур, Универсал 1. Массового распространения голозерные сорта овса пока не получили, но допущены к использованию в данной части страны 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.

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Расчет экономической эффективности показал, что использование выделенных пленчатых сортов овса Буланный, Аргамак, 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. 4). 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%) за счет 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 за счет исключения череззерницы, которой страдают голозерные сорта овса (Кабашов и др., 2018).

Следует отметить, что все выделенные сорта устойчивы к полеганию, а сорта Фристайл и Аргамак, 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 4. Экономическая эффективность возделывания
выделившихся сортов овса

Показатели, единица измерения	Сорта овса				
	Улов (St)	Буланный	Аргатак	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 ($r = 0,65 \dots 0,76$) образцов. 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), Hаgа (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 патокомплекс 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. tricintum*). Наиболее опасные микромицеты рода *Fusarium* – *F. culmorum*, продуцирующий 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), Japeloup (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 – адаптивность, продуктивность, устойчивость к полеганию и болезням, высокая пищевая ценность:

- *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 в них белка и масла, с голозерными образцами – на высокую урожайность и 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), Аргмак (к- 14648, РФ, Кировская обл.), Буланный (к- 15277, РФ, Московская обл.);
голозерный – Вятский (к- 14960, РФ, Кировская обл.).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ

1. **Варгач, Ю. И.** Антиоксидантная активность зерна и пленок овса / Ю. И. Варгач, М. Е. Мертвищева, И. Г. Лоскутов // Плодоводство и ягодоводство России. – 2016. – Т. 47. – С. 57-61.

2. **Варгач, Ю. И.** Содержание белка, масла и крахмала в зерновках голозерных и пленчатых форм овса / Ю.И. Варгач, В.И. Хорева, И.Г. Лоскутов // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 51. – С. 67-71.

3. **Варгач, Ю. И.** Изучение микромицетов на овсе посевном (*Avena sativa* L.) в условиях Ступинского района Московской области / Ю.И. Варгач, С.Е. Головин, И.Г. Лоскутов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180, № 3. – С. 95-101.

Публикации в других журналах и сборниках

4. Головин, С. Е. Комплекс микромицетов на овсе и ячмене в условиях Ступинского района Московской области / С.Е. Головин, О.О. Белошапкина, **Ю.И. Варгач**, С.Н. Аношкина // Защита зерновых культур от болезней, вредителей, сорняков: достижения и проблемы: Матер. междунар. научно-практ. конф. / Большие Вяземы, ВНИИФ. – М.: ООО «РС-дизайн», 2016. – С. 37-42.

5. **Варгач, Ю. И.** Изучение овса в условиях Центральных районов Нечерноземной зоны РФ / Ю.И. Варгач, И.А. Сизова // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: Матер. III междунар. науч.-практ. конференции. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2017. – С. 24-27.

6. **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. Всероссийской научно-практ. конф., посвященной 90-летию отдела селекции ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ». – Ульяновск: УлГТУ, 2017. – С. 46-52.

7. **Варгач, Ю. И.** Антиоксидантная активность зерновок овса в условиях ЦНЗ РФ / Ю.И. Варгач, И.Г. Лоскутов, М.Е. Мертвищева // Экспериментальная биология растений: фундаментальные и прикладные аспекты: Годичное собрание ОФР, науч. конф. и школа для мол. уч., 18-24 сент. 2017 г., Судак: сб. матер. докл. – М, 2017. – С. 124.

8. **Варгач, Ю. И.** Антиоксидантная активность зерновок овса (*Avena* L.) / Ю.И. Варгач, И.Г. Лоскутов, М.Е. Мертвищева // Идеи Н.И. Вавилова в современном мире: Тезисы докл. IV Вавиловской междунар. конф. – СПб.: ВИР, 2017. – С. 234-235.

9. **Варгач, Ю. И.** Антиоксиданты овса (*Avena L.*) / Ю.И. Варгач // Foodlife 2018. Генетические ресурсы растений и здоровое питание: потенциал зерновых культур: Матер. I междисциплинарной конф. – СПб., 2018. – С. 93-94.

10. **Варгач, Ю. И.** Особенности хозяйственно ценных признаков культурного овса в Центральном Нечерноземье РФ / Ю.И. Варгач, И.Г. Лоскутов // Труды КубГАУ. – 2018. – № 72. – С. 67-72.

11. **Vargach, J. I.** Antioxidant activity of grains of oats in the Non-Chernozem zone of the Central Region of Russian Federation / J.I. Vargach // Agrobiodeversity Nutrition, Health and Quality of Human and Bees Life: Abstract book 4th International Scientific Conference, Sept. 11-13. – 2019. – P. 188.