

на правах рукописи

ИВАНОВА ЮЛИЯ СЕМЁНОВНА

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ И СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ
ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ**

06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Тюмень 2018

Диссертационная работа выполнена в ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова»

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор, заведующий отделом генетических ресурсов овса, ржи, ячменя ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова»
Лоскутов Игорь Градиславович

Официальные оппоненты:
Заушинцена Александра Васильевна, доктор биологических наук, профессор кафедры биоразнообразия и биоресурсов, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Васюкевич Сергей Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории зерно-фуражных культур ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»

Ведущая организация: ФГБНУ «Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»

Защита диссертации состоится «23» мая 2018 г. в 10-00 на заседании диссертационного совета Д 999.114.02 при ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья» по адресу:

625003, г. Тюмень, ул. Республики 7.

Тел./факс: (3452) 29-01-52 e-mail: dissgausz@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного аграрного университета Северного Зауралья и на сайте университета <http://www.tsaa.ru>

Автореферат разослан «22» марта 2018 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета
доктор с.-х. наук

Турсумбекова Галина Шалкаровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Овес – одна из наиболее распространенных и важных зерновых культур в мировом сельскохозяйственном производстве (Баталова, 2000). Широкое распространение овес получил благодаря высоким кормовым и пищевым достоинствам и разнообразному использованию: на кормовые (зерно, зеленая масса, сено, сенаж, силос и др.) и продовольственные цели (крупы, мука, толокно и др.).

В Северном Зауралье эта культура имеет большое значение в создании надежной кормовой базы животноводства, а также в обеспечении людей продовольствием. Овес как ценная зерновая и кормовая культура, возделывается в Тюменской области, где он обеспечивает получение высоких урожаев (Бурлака, 1975; Бабушкина, 1995).

Развитие селекции голозерного овса имеет важное значение в повышении качества питания людей и улучшения кормовой базы для животных. В этой связи изучение и подбор исходного материала с выделением генетических источников для создания сортов голозерного овса, удовлетворяющих запросы производства и перерабатывающей промышленности, является весьма актуальным.

Цель исследований – провести комплексную оценку биологических и хозяйствственно ценных признаков образцов голозерного овса различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР), выделить ценный исходный материал для создания новых высокопродуктивных, высококачественных и высокотехнологичных сортов голозерного овса для лесостепной зоны Северного Зауралья.

Задачи исследований:

- определить оптимальную величину параметров вегетационного периода голозерного овса в условиях Северного Зауралья;
- определить и апробировать математические методы для оценки оптимальных геометрических параметров соломины, выявить оптимальную высоту растений, длину и толщину отдельных междоузлий, и их соотношение в связи с устойчивостью к полеганию;
- изучить особенности формирования элементов структуры урожая и качества зерна у голозерных сортов овса в зоне северной лесостепи Тюменской области;
- провести анализ изменчивости изученных признаков и определить корреляционные связи с метеорологическими условиями в зоне выращивания;
- определить морфологические и геометрические характеристики зерновки у голозерных образцов овса с целью выявления оптимальных параметров для отбора высоко технологичных форм;
- определить и апробировать математические методы для оценки оптимальных геометрических параметров зерновки для отбора

перспективного селекционного материала в ранних селекционных питомниках;

– выявить и рекомендовать для использования в селекционной практике источники по всем изученным показателям;

– определить основные параметры модели голозерного сорта овса по хозяйственno ценным признакам и технологическим свойствам для районов Северного Зауралья.

Научная новизна. Впервые в условиях Северного Зауралья проведена комплексная оценка хозяйственno ценных признаков голозерных образцов овса различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВИР. Выявлены оптимальные параметры продолжительности вегетационного периода, высоты растений, длины и толщины отдельных междоузлий соломинки и их соотношение для данного региона. Впервые определены и апробированы математические методы для оценки оптимальных геометрических параметров соломинки голозерных образцов овса (индексы l_2/d_2 , Lc/d_1 , Lc/d_2 , Lc/l_2 , S , Sm , JP , MJ) в связи с устойчивостью к полеганию. Изучены особенности формирования структуры урожая и качества зерна у голозерных сортов овса в зоне северной лесостепи Тюменской области. Впервые определены и апробированы математические методы для оценки оптимальных морфологических, геометрических и технологических параметров зерновки голозерного овса для целей переработки зерна. Выделены источники ценных признаков и свойств для селекции по всем изученным показателям. Впервые обоснованы основные параметры модели голозерного сорта овса, включающие морфологические, геометрические и технологические параметры зерновки для лесостепной зоны Северного Зауралья.

Положения, выносимые на защиту:

– перспективность выделенных источников голозерного овса с комплексом хозяйственno-ценных признаков для селекции на скороспелость, устойчивость к полеганию, засухоустойчивость, высокую урожайность и качество зерна для лесостепной зоны Северного Зауралья

– возможность отбора на устойчивость к полеганию по индексам, учитывающим параметры стебля (l_2/d_2 , Lc/d_1 , Lc/d_2 , Lc/l_2)

– использование морфологических признаков и геометрической характеристики зерна голозерных сортов овса для отбора на высокую технологичность (опушение зерновки, выщепление пленчатых зерен, содержание эндосперма, натуры и массы 1000 зерен);

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены, рассматривались и обсуждались на научно-методических советах отдела генетических ресурсов овса, ржи, ячменя Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР); координационных совещаниях, научно-практических региональных и международных конференциях: «Инновационное развитие АПК Северного Зауралья» (Тюмень, 2013) «Генетические ресурсы растений

– основа продовольственной безопасности и повышения качества жизни» (Санкт-Петербург, 2014); «Селекция сельскохозяйственных культур в условиях изменяющегося климата» (Новосибирск, 2014); «Генетические ресурсы растений и их использование в селекции сельскохозяйственных культур» (Санкт-Петербург, 2015); «Селекция, семеноводство и производство зернофуражных культур для обеспечения импортозамещения» (Тюмень, 2015); «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве» (Киров, 2016); «The 10th International Oat Conference: Innovation for Food and Health» (Санкт-Петербург, 2016), «Идеи Н. И. Вавилова в современном мире» (Санкт-Петербург, 2017).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 18 печатных работ, в том числе 6 научных статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

В диссертации использованы материалы, полученные лично автором, а также данные исследований, выполненные при его непосредственном участии.

Объём и структура научной работы. Диссертационная работа изложена на 175 страницах печатного текста (без приложений). Состоит из введения, 3 глав, выводов и практических рекомендаций. Работа содержит 53 таблицы, 22 рисунка, 22 приложения. Список литературы включает 249 источников, из них 39 – на иностранных языках.

Автор выражает благодарности за оказанную помощь выполнении исследований и подготовке кандидатской диссертации научному руководителю д.б.н. И.Г. Лоскутову и к.с-х.н. М.Н. Фоминой.

ГЛАВА 1 ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА

В обзоре научной литературы, описано распространение и народно-хозяйственное значение голозерного овса. Проведен обзор данных по морфологии, биологии и систематики культуры. Описаны основные направления и методы селекции на урожайность и качество продукции.

ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследования послужили 213 голозерных образцов овса разного эколого-географического происхождения, полученных из Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР).

Период вегетации 2012 года был сухим и жарким, 2013 г. характеризовался оптимальными условиями по обеспеченности теплом и влагой, 2014 г. – холодный, влажный, 2015 год – с избыточным количеством осадков при высоких температурах в первой половине вегетации и низких – во второй.

Исследования проводились в 2012-2015 гг. на опытном поле НИИСХ Северного Зауралья (III зона – северная лесостепь). Посев проводили в оптимальные сроки для Тюменской лесостепи, во второй и третьей декаде мая (20-31 мая), по чистому пару сеялкой ССФК-7. Агротехника – общепринятая в зоне. Минеральные удобрения вносили в дозе N_{38} P_{36} K_{36} кг д. в. на гектар. Коллекционный питомник высевали на площади 1 m^2 в однократной повторности с нормой высева 550 всхожих зерен на 1 m^2 , размещение делянок систематическое (Методические указания ВИР, 2012). Стандарт – сорт Тюменский голозерный высевали через 20 номеров. Зерновую урожайность учитывали при обмолоте делянки комбайном «Хеге 125» с последующим взвешиванием и приведением его к стандартной влажности и чистоте.

В течение вегетации растений проводили фенологические наблюдения в соответствии с общепринятыми методиками. Проводили учет основных грибных болезней хлебных злаков (Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса, 2012). Интенсивность поражения корончатой ржавчиной учитывали по комбинированной шкале Петерсона.

В лабораторных условиях проводили морфо-биологическую оценку на 10 растениях каждого сорта по следующим параметрам: высота растения; общая и продуктивная кустистость; длина и диаметр первого и второго префлоральных междуузлий; длина колосоносного междуузлия, длина метелки; число колосков, цветков, зерен, пленчатых зерен; масса зерна с метелки; вес растения; вес зерна с растения; размеры зерновки (длина, толщина, ширина). При помощи штангенциркуля определяли форму зерна. С помощью лупы визуально изучали опушение зерновки, положение зародыша в зерновке и характер брюшной бороздки (Международный классификатор СЭВ рода *Avena L.*, 1984);. Массу 1000 зерен определяли согласно ГОСТ 12041-82. Определение натуры зерна на микропурке, г/10 cm^3 (в связи с малым количеством зерна) (ГОСТ 10840 40).

Для характеристики растений на устойчивость к полеганию рассчитаны индексы устойчивости: индекс Гальченко (JG) (Гальченко, 1952); Lc/d_2 (Басистов, 1990); Lc/l_2 (Горшкова, 1985); l_2/d_2 (Горшкова, 1992); индекс Руебенбауера – Ригеровой (S) (Синицина, 1997; Ковригина, 2005).

Кроме того, были рассчитаны индексы, оценивающие «производительность» 1 см соломины (соотношение продуктивной и вегетативной сферы): индекс перспективности (JP); мексиканский индекс (MJ) (Голова, 1992).

Для определения объема, площади внешней поверхности и сферичности зерна были использованы формулы (Егоров, 2007).

Биохимическую оценку зерна проводили в лаборатории аналитических исследований НИИСХ Северного Зауралья. Содержание белка в зерне определяли фотоколориметрическим методом (Куркаев и др., 1977), содержание жира – на установке ЭЖ-101 методом экстрагирования по

Рушковскому, содержание крахмала – поляриметрическим методом по ГОСТ 10845-98.

Полученные результаты обработаны методом дисперсионного и корреляционного анализа (Доспехов, 1985) с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel и «Snedekor» (Сорокин, 2004). Для всех средних величин рассчитывали стандартную ошибку, достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента (Лакин, 1980).

ГЛАВА 3 ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЛЕКЦИОННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ОВСА ГОЛОЗЕРНОГО

3.1 Продолжительность вегетационного периода образцов

Период вегетации коллекционных образцов голозерного овса в среднем за четыре года изучения (2012-2015 гг.) варьировал от 51 до 114 суток при среднем значении у стандартного сорта Тюменский голозерный – 76 суток.

Установлено, что продолжительность вегетационного периода в значительной степени зависела от метеорологических факторов, как в течение всей вегетации, так и в отдельные межфазные периоды. Высокие среднесуточные температуры воздуха в течение вегетационного периода ускоряли созревание ($r=-0,46\ldots-0,98$) у образцов всех групп спелости. Значительное сокращение периода вегетации наблюдалось у ранних и среднепоздних образцов при высокой среднесуточной температуре воздуха в период «всходы-выметывание» ($r=-0,19\ldots-0,75$). Осадки, выпавшие за период вегетации, затягивали созревание у ранних ($r=0,41-0,91$) и среднепоздних образцов ($r=0,30-0,77$). Среднеспелые образцы положительно реагировали ($r=0,13-0,41$) на осадки первого периода («всходы-выметывание»).

Для зоны Северного Зауралья выделена группа скороспелых голозерных образцов овса посевного (*A. sativa* subsp. *nudisativa*), которые могут быть использованы для создания сортов с коротким периодом вегетации: к-15014, Левша (Кемеровская область); к-14627, Anderes -1 (Перу); к-15216, MF 9016-148 (США) и другие.

3.2 Высота растений и устойчивость к полеганию

Результаты изучения коллекционных образцов в условиях северной лесостепи Тюменской области показали высокую изменчивость устойчивости к полеганию по годам. Так в 2012 году полегание практически не проявлялось, в 2013 году высота растений в среднем по опыту составила от 43,0 см до 124 см ($V=17,2\%$), в 2014 году высота стеблестоя колебалась от 60,0 см до 163,0 см ($V=16,4\%$). В 2015 году высота растений составила от 77 см до 141 см ($V=12,3\%$).

Для детальной оценки исходного материала были использованы индексы устойчивости, которые учитывают соотношение отдельных частей стебля. Было установлено, что формирование устойчивости к полеганию

определялось не столько размерами частей побега, сколько их соотношением - чем выше отношение длины к диаметру у первого (l_1/d_1) и второго междуузлий (l_2/d_2), тем сильнее склонность к полеганию ($r_1=-0,39\dots-0,98$; $r_2=-0,62\dots-0,97$).

Коллекция изучаемых образцов была разделена по степени устойчивости к полеганию на две группы: устойчивые к полеганию (устойчивость к полеганию 7-9 баллов) и слабоустойчивые к полеганию (устойчивость к полеганию 2-6 баллов) (табл. 1).

Таблица 1 – Индексы устойчивости и перспективности у коллекционных образцов голозерного овса с различной степенью полегания, 2013-2015 гг.

Годы	Индексы							
	l_2/d_2	JG (Lc/d_1)	Lc/d_2	Lc/l_2	S	S_m	JP	MJ
Устойчивые к полеганию (устойчивость 7-9 баллов)								
2013	20,4	349,5	326,8	245,7	18,2	33,9	28,8	0,73
2014	22,4	368,4	379,1	314,6	29,0	43,8	28,9	0,85
2015	31,7	474,5	497,8	415,9	12,6	20,5	26,8	0,61
среднее	24,8	397,5	401,2	325,4	19,9	32,7	28,2	0,73
Слабоустойчивые к полеганию (устойчивость 2-6 баллов)								
2013	26,4	448,2	423,5	350,9	16,0	22,8	16,5	0,44
2014	25,6	459,0	440,1	402,6	22,4	40,3	18,5	0,64
2015	33,2	539,6	533,0	463,6	7,3	19,1	21,8	0,52
среднее	28,4	482,3	465,3	405,7	15,2	27,4	18,9	0,53

Примечание: l_2/d_2 - отношение длины второго междуузлия к его диаметру, JG - индекс Гальченко, Lc/d_1 - отношением длины соломинки к диаметру первого междуузлия, Lc/d_2 - отношение длины соломинки к диаметру второго междуузлия; Lc/l_2 - отношением длины соломинки к длине второго междуузлия, S - индекс Руебенбауера – Ригеровой, S_m - модифицированный индекс Руебенбауера – Ригеровой, JP - индекс перспективности, MJ - мексиканский индекс.

В результате изучения нами выделена группа высокопродуктивных коллекционных образцов, отличающихся высокой устойчивостью к полеганию, имеющих упругую прочную соломину высотой 65-91 см: к-14784, Тюменский голозерный (Тюменская область); к-15339, Прогресс, (Омская область); к-11003, Vicar (Канада); к-15086 (США) и другие.

3.3 Оценка засухоустойчивости

За годы изучения коллекции голозерного овса жесткая засуха в течение всего периода вегетации проявилась в 2012 году. Анализ урожайности и элементов ее формирования показал, что зерновая продуктивность в условиях засухи сильно снизилась. Урожайность в среднем по опыту в 2012 году составила $117,7 \text{ г/м}^2$ и варьировала от $28,0 \text{ г/м}^2$ до $256,0 \text{ г/м}^2$. В оптимальных условиях (2013 г.) она была значительно выше и составила в среднем $289,0 \text{ г/м}^2$ с колебаниями от $44,0$ до 536 г/м^2 . В связи с этим урожайность образцов была использована в качестве критерия засухоустойчивости.

Снижение урожайности в условиях засухи находилось в пределах 1,0-86,0 %, что позволило нам принять условную классификацию, которая включает 5 групп: высокоустойчивые – потеря урожая 20 % и менее, устойчивые – потери урожая 21-40 %, среднеустойчивые – потери урожая 41-60 %, слабоустойчивые – потери урожая 61-80 %, не устойчивые – потери урожая более 80 %.

Высокая устойчивость к засухе была отмечена у образцов: к-10103, местный (Красноярский край); к-15137, Detvan (Словакия) и другие.

3.4 Полевая оценка устойчивости к болезням

За годы исследований (2012-2015 гг.) в естественных условиях было отмечено проявления таких болезней, как пыльная головня, корончатая ржавчина и красно-бурая пятнистость.

Пыльная головня овса. Процент поражения коллекционных образцов головневыми грибами на естественном фоне в среднем по опыту за годы исследования составил 0,25 %. Размах варьирования по восприимчивости сортов к патогену был значительным (0-65,0 %). Доля сортов, имеющих полевую устойчивость к пыльной головне, составила 45,7 %.

Высокой полевой устойчивостью отличались 95 образцов, большинство из которых составили сорта североамериканского и западноевропейского происхождения (рис.1).

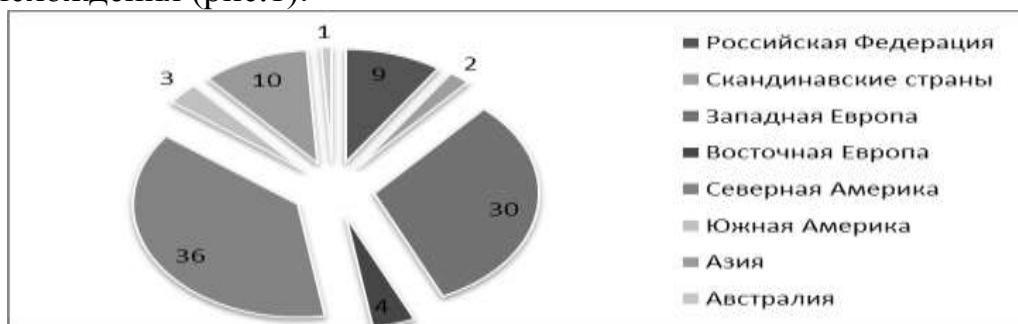


Рисунок 1 – Образцы голозерного овса различного экологогеографического происхождения устойчивые к возбудителю пыльной головни *U. avenae*, 2014-2015 гг.

В результате оценки исходного материала выделены перспективные образцы в селекции на устойчивость к пыльной головне. Это сорта к-15116, Муром (Кемеровская область); к-7439, Местный (Красноярский край); к-1795, Местный (США) и другие.

Корончатая ржавчина и красно-бурая пятнистость. Оценка устойчивости сортов овса к корончатой ржавчине и красно-буорой пятнистости проводилась в естественных условиях в 2015 году. В целом по опыту поражение ржавчиной и красно-буорой пятнистостью составило 78,4-79,8% соответственно.

Высокую устойчивость к возбудителю корончатой ржавчины проявили ряд сортов из Белоруссии, Скандинавии, Германии, Франции, США, Канады

и других стран. Из отечественных сортов корончатой ржавчиной не поражались сорта: Сибирский голозерный (Омская область), к-15275, Першерон (Кировская область) и другие.

Устойчивыми к красно-буорой пятнистости оказались образцы голозерного овса: к-10103 (Красноярский край); к-7774, к-10269 (США); к-11003 (Канада) и другие.

Изучение коллекции голозерного овса позволило выделить группу сортов, устойчивых к трем патогенам (пыльная головня, корончатая ржавчина и красно-бурая пятнистость) при естественном заражении (табл. 2).

Таблица 2 – Перспективный исходный материал для селекции голозерных образцов овса, 2014-2015 гг.

№ каталога ВИР	Образец	Происхождение	Поражение пыльной головней, %	Поражение корончатой ржавчиной %	Поражение красно-буорой пятнистостью, %	Устойчивость к полеганию, балл	Урожайность, г/м ²
14784	Тюменский голозерный	Тюменская область	15,6	15	25	9	228
14365	Белорусский голозерный	Белоруссия	0	0	0	9	251
11663	Caesar	Германия	0	0	0	9	327
15094	MF9521-247	США	0	0	0	9	239
15091	MF9224-336	США	0	0	0	9	244
15096	MF9521-362	США	0	0	0	9	264
14543	Bandicoot	Австралия	0	0	0	9	233

3.5 Формирование урожайности голозерных сортов овса

Результаты изучения коллекции голозерного овса в течение четырех лет (2012-2015 гг.) показали, что степень влияния условий выращивания на урожайность составила 48,6 %. Доля влияния генотипа была 16,6 %, а доля взаимодействия генотип \times среда – 34,8 %

На формирование урожайности голозерных сортов овса положительно влияли сумма эффективных температур ($r=0,11-0,96$) в фазу выметывания-восковая спелость и рост гидротермического коэффициента ($r=0,47-0,79$) в период вегетации. Высокие показатели среднесуточной температуры воздуха в период вегетации ($r=-0,11 \dots -0,53$), ГТК первого межфазного периода ($r=-0,37 \dots -0,99$) и интенсивное выпадение осадков ($r=-0,91 \dots -0,94$) от всходов до восковой спелости отрицательно отражались на урожайности. Анализ корреляций урожайности и ее структурных элементов с продолжительностью основных межфазных периодов показал тесную связь первого межфазного периода («всходы-выметывание») с элементами структуры. Отмечена положительная корреляция с продуктивностью растения ($r=0,42-0,96$), продуктивностью метелки ($r=0,42-0,96$), массой 1000 зерен ($r=0,45-0,99$) и числом зерен в метелке ($r = 0,35-0,64$).

Оценка исходного материала по урожайности зерна позволила выделить ряд перспективных образцов для использования в селекции на продуктивность: к-7439, Местный (Красноярский край); к-15014, Левша (Кемеровская область); к-15339, Прогресс (Омская область) и другие.

3.6 Морфологические особенности и геометрическая характеристика зерна голозерных образцов овса

3.6.1 Морфологические особенности зерна голозерных образцов овса

Одним из морфологических признаков зерновки является его форма. Форму зерновки можно оценить визуально (она может быть игольчатой, овальной или грушевидной), а также показателем сферичности (Ψ). Сорта с игольчатой формой зерновки составили 41,0% ($\Psi = 0,32 - 0,53$); с овальной - 53,8% ($\Psi = 0,40-0,64$) и грушевидной - 5,1% ($\Psi = 0,49-0,55$). Важными характеристиками зерновки являются глубина и ширина брюшной бороздки. По ширине она может быть широкой или узкой. В изучаемой коллекции были образцы с глубокой бороздкой, которые составили 25,4% (54 обр.) из всего набора образцов. Среднюю глубину брюшной бороздки имели 107 образцов (50,2%) и мелкую – 52 образца (24,4%). По ширине брюшной бороздки выделены две группы сортов. Первая группа обладала широкой брюшной бороздкой и насчитывала 63 образца (29,6% от общего числа). Вторая группа образцов (150 шт., 70,4%) имела узкую брюшную бороздку зерновки.

Важным морфологическим признаком зерновки голозерных сортов овса является его опущенность. По степени опущения зерновки сорта распределились следующим образом: сильное – 16 шт. (7,5%), среднее – 82 шт. (38,5%), слабое – 105 шт. (49,3%), без опущения – 10 шт. В качестве источников без опущения овса посевного (*A. sativa*) могут быть рекомендованы образцы: к-2122, *Avoine nue grosse* (Франция); к-14602, *Krypton* (Великобритания); к-15305, *Gehl* (Канада).

Одним из критериев оценки голозерных образцов является выщепление пленчатых зерен. Выделены перспективные образцы с низким выщеплением пленчатых зерен: к - 15117, Помор (Кемеровская обл.); 14808, *Salvius* (Германия); 4958, Местный (Монголия); 1765, Местный (США) и другие.

3.6.2 Геометрическая характеристика зерновки голозерного овса

Линейные размеры определяют объем и площадь внешней поверхности зерновки. В связи с этим их изменение оказывает влияние на изменение всех геометрических показателей зерна. Влияние условий выращивания существенно сказалось на объеме и площади внешней поверхности зерновки. Отношение объема к площади внешней поверхности и сферичность

изменялись значительно меньше. В большей степени размеры зерновки и ее геометрические показатели зависели от сорта.

Геометрическая характеристика зерна голозерных сортов овса позволила рассчитать у них содержание эндосперма. Расчеты показали, что содержание эндосперма в среднем за годы изучения изменялось не значительно 81,46 (2012 г.) – 87,52% (2015 г.). Установлена положительная связь содержания эндосперма с натурай зерна ($r=0,30-0,87$), а также в большинстве случаев с массой 1000 зерен ($r =0,49-0,87$) и площадью внешней поверхности ($r=0,20-0,50$).

Доля эндосперма у крупнозерных образцов составляла 82,20 (Бег 2, Белоруссия) – 83,98% (MF 9521-214, США) при массе 1000 зерен у них соответственно 27,1 и 30,9 г. Содержание эндосперма у мелкозерных образцов составило 79,71 (к-7776, США) – 80,60% (к-11014, Китай) при массе 1000 зерен соответственно 21,7 и 20,9 г. Доля эндосперма у стандартного сорта Тюменский голозерный составила 81,20%, при массе 1000 зерен 25,2 г. (табл. 3).

Таблица 3 – Геометрическая характеристика зерновки и содержание эндосперма у крупнозерных и мелкозерных образцов голозерного овса, 2012-2015 гг.

№ по каталогу ВИР	Сорт	Происхождение	Геометрические показатели зерновки			Ψ	M*	Масса 1000 зерен, г
			V	F_3	V/F_3			
Крупнозерные сорта								
14784	Тюменский голозерный	Тюменская область	17,15±1,1	69,95±6,8	0,25±0,03	0,47±0,03	81,20±0,35	26,6±0,62
14960	Вятский голозерный	Кировская область	24,77±1,7	77,20±3,0	0,32±0,03	0,53±0,05	82,37±0,26	26,6±0,71
8739	Голозерный	Мордовия	29,58±2,0	92,22±4,3	0,31±0,02	0,48±0,02	83,11±0,35	27,5±0,88
15339	Прогресс	Омская область	29,42±1,3	94,68±6,4	0,31±0,02	0,49±0,01	83,08±0,49	31,2±1,30
15117	Помор	Кемеровская область	25,80±1,8	77,13±5,6	0,34±0,04	0,55±0,06	82,53±0,27	28,5±2,76
10410	Агийский голозерный	Красноярский край	26,32±2,8	76,42±8,3	0,35±0,03	0,59±0,06	82,61±0,42	27,9±0,87
10103	Местный	Красноярский край	25,65±2,5	87,85±5,6	0,28±0,03	0,46±0,5	82,50±0,35	24,3±1,30
14226	Бег 1	Белоруссия	26,37±3,1	71,93±6,2	0,37±0,02	0,60±0,04	82,62±0,38	25,8±0,88
15162	MF 9521-214	США	35,27±6,3	94,25±5,3	0,37±0,03	0,53±0,01	83,98±1,00	30,9±2,40
15163	MF 9921-280	США	31,62±7,7	92,37±7,8	0,34±0,05	0,52±0,04	83,42±1,10	25,3±1,50
Мелкозерные сорта								
15046	HJA 79188 N	Финляндия	12,94±2,0	58,31±4,7	0,20±0,01	0,43±0,01	80,56±0,12	21,7±0,52
15132	Местный	Польша	13,00±0,5	65,43±4,9	0,18±0,02	0,39±0,03	80,57±0,09	21,0±1,12
1768	Местный	США	11,35±2,2	62,12±6,9	0,18±0,02	0,43±0,01	80,32±0,34	18,5±1,02

V–объем, F_3 –площадь внешней поверхности, Ψ –сферичность, *M – содержание эндосперма

3.7 Качество зерна голозерных образцов овса

3.7.1 Технологические показатели качества зерна

Широкое использование зерна овса на кормовые и пищевые цели требует оценки качества полученной продукции. Анализ взаимосвязи натурного веса и массы 1000 зерен с геометрическими показателями зерновки показал существенное влияние формы зерна. В большинстве случаев была отмечена положительная корреляция показателя сферичности, как с натурой зерна ($r=0,20-0,82$), так и массой 1000 зерен ($r=0,31-0,97$).

Анализ взаимодействия технологических и биохимических показателей зерна показал, что высокая натура и крупное зерно в большинстве случаев оказывали положительное влияние на содержание белка ($r_1=0,21-0,77$; $r_2=0,30-0,94$). Положительная корреляция была отмечена также между натурным весом и содержанием крахмала ($r=0,33-0,92$). Достаточно тесная положительная связь была между массой 1000 зерен и содержанием жира ($r=0,63-0,91$).

3.7.2 Биохимические показатели качества зерна

Результаты изучения коллекционных образцов в условиях северной лесостепи Тюменской области в течение четырех лет (2012-2015 гг.) показали существенное влияние условий выращивания на формирование белка в зерне голозерных сортов овса. Положительное влияние на формирование белка оказали осадки ($r=0,74-0,78$) и сумма эффективных температур ($r=0,14-0,93$) в период вегетации.

Проведенные исследования показали тесную отрицательную связь ($r=-0,72...-0,84$) между содержанием белка и урожайностью голозерных сортов овса. Установлена положительная корреляция ($r=0,12-0,69$) между содержанием белка и содержанием эндосперма в зерне.

Выделен ряд высокоурожайных образцов, обеспечивших значительную прибавку по выходу сырого протеина с 1 м². К ним относятся: Першерон (Кировская область), Прогресс (Омская область), Hulles Oats (Канада) и др.

Положительное влияние на формирование жира в большинстве случаев оказывали осадки, выпавшие как в первой половине вегетации ($r=0,24-0,86$), так и во второй ($r=0,48-0,99$). Существенная положительная связь была установлена также между содержанием жира и гидротермическим коэффициентом ($r_1=0,46-0,78$; $r_2=0,25-0,85$). Выделены образцы, которые можно рекомендовать для использования в селекции при создании высокомасличных сортов: к-10765, Тулунский голозерный (Иркутская обл.); к-15063, Сибирский голозерный (Омская обл.).

Отмечена положительная связь между содержанием крахмала и суммой эффективных температур в период «всходы-выметывание» ($r=0,39-0,81$). Многолетняя оценка коллекционного материала по содержанию крахмала в зерне голозерного овса и позволила выделить образцы, которые можно

рекомендовать для использования в селекционных программах: к-1795, Местный (США); к-15225, MF9521-196 (США); к-15227.

В результате изучения коллекционных образцов голозерного овса выделен перспективный исходный материал с высокими показателями качества зерна. В этом плане большой интерес представляют: к-15132 (местный, Франция); к-14944 (местный, Нидерланды); к-2353 (местный, США).

3.8 Обоснование параметров модели сорта голозерного овса для лесостепной зоны Северного Зауралья

На основании экспериментальных данных были разработаны основные параметры модели голозерных сортов овса для зоны Северного Зауралья (табл. 4).

Таблица 4 – Основные параметры модели голозерных сортов овса для зоны Северного Зауралья

Показатели	Параметры		Источники селекционных признаков
	Тюменский голозерный	Модели	
Урожайность, г/м ²	182,0	220,3 - 329,0	Прогресс (к-15339), Левша (к-15014), Местный (к-7439), Першерон (к-15275), Местный (к-10233) и др.
Период вегетации, сутки	72	58 - 68	Левша (к-11353), Nos nackt (к-12133), Rhea (к-12133), Torch (к-11180) и др.
Высота растения, см / Устойчивость к полеганию, балл	95 / 9	91,3-103,8 / 9	Прогресс (к-15339), Бег 2 (к-14227), MF8891-2021 (к-15086) и др.
Lc/d ₂ – отношением длины соломинки к диаметру второго междуузлия	255,0	228,1-280,3	Агийский голозерный (к-10410), Nuprime (к-11630), Rhianon (к-13984), Bullion (к-14683) и др.
Lc/l ₂ – отношением длины соломинки к длине второго междуузлия	266,1	155,8-220,1	Бег 1 (к-14226), Бег 2 (к-14227), Бег 5 (к-14230), Сибирский голозерный (к-15063) и др.
Поражение пыльной условия (%)	15,6	0	Муром (к-15116), Местный (к-7439), Местный (к-1795) и др.
Степень опушения зерновки	Слабое	Без опушения	Avoine nue grosse (к-2122), Krypton (к-14602), Gehl (к-15304) и др.
Содержание эндосперма (M)	81,2	81,2 - 83,4	Голозерный (к-8739), Прогресс (к-15339), Помор (к-15117) и др.
Масса 1000 зерен, г	26,6	27,1 - 31,4	Прогресс (к-15339), Агинский голозерный (к-10410) и др.
Натура зерна, г/ 10 см ³	4,8	4,9 - 5,6	Прогресс (к-15339), Агинский голозерный (к-10410) и др.
Содержание белка в зерне, %	16,68	17,69 - 18,91	Успех (к-11278), Помор (к-15117), Местный (к-12563) и др.
Содержание жира в зерне, %	5,64	6,99 - 7,78	Тулунский голозерный (к-10765), Сибирский голозерный (к-15063) и др.
Содержание крахмала в зерне, %	57,47	57,92 - 58,75	Местный (к-1795), MF9521-196 (к-15225), MF9714-32 (к-15227) и др.

Заключение

1. В условиях северной лесостепи Тюменской области изучено 213 образцов овса голозерного различного эколого-географического происхождения из коллекции ВИР, выявлена их биологическая и селекционная ценность и выделены источники признаков для использования в селекционной практике:

- скороспелые – к-15014, Левша (Кемеровская область), к-12133, Rhea (Франция), к-15163, MF 9621-280 (США) и другие;
- высокопродуктивные – к-7439, Красноярский край; к-15014, Кемеровская область; к-15339, Омская область; к-10233, Германия и другие;
- устойчивые к полеганию – к-15339, Прогресс (Омская область); к-14227, Бег 2 (Белоруссия); к-15086, MF 8891-2021(США); к-11003, Vicar (Канада) и другие;
- засухоустойчивые – к-10103, местный (Красноярский край); к-15137, Detvan (Словакия); к-7776, Large Hulles X Markton (США) и другие;
- устойчивые к пыльной головне – к-15116, Кемеровская область; к-7439, Красноярский край; к-1795, США и другие;
- устойчивые к корончатой ржавчине – к-11278, Ленинградская область; к-15063, Омская область; к-15275, Кировская область и другие;
- устойчивые к красно-буровой пятнистости – к-10103, Красноярский край; к-7774, к-10269, США; к-11003, Канада и другие;
- устойчивые к комплексу болезней (пыльная головня, корончатая ржавчина, красно-бурая пятнистость) – к-14365, Белорусский голозерный (Белоруссия), к-11663, Caesar (Германия), к-15094, MF9521-247 (США), к-15091, MF9224-336 (США) и другие;
- с высоким качеством зерна – к-15132, Франция; к-14944, Нидерланды; к-2353, США; к-2299, Канада и другие.
- без опушения зерновки – к-2122, Avoine nue grosse (Франция); к-14602, Krypton (Великобритания); к-15305, Ghel (Канада);
- с низким содержанием пленчатых зерен – к-5321, Местный (Пермский край), к-7439, Местный (Красноярский край), к-14719, Вандруник (Беларусь) к-15120, Гоша (Беларусь) и другие;
- крупнозерные с высоким содержанием эндосперма – к-8427, Местный (Приморский край); к-8739, Голозерный (Мордовия); к-14717, к-14960, Вятский голозерный (Кировская область); к-14227, Бег 2 (Беларусь); к-14182, НЯ 76037 N (Финляндия); к-15299, Gkzalon (Монголия) и другие.

2. Установлено, что основным фактором, влияющим на развитие голозерного овса в лесостепной зоне Северного Зауралья, являлась среднесуточная температура воздуха ($r=-0,46\ldots-0,98$) и сумма эффективных температур ($r=-0,29\ldots-0,83$). Осадки, выпавшие за период вегетации, затягивали созревание у ранних ($r=0,41-0,91$) и среднепоздних образцов ($r=0,30-0,77$), кроме того, удлинение периода вегетации было отмечено у ранних ($r=0,63-0,88$) и среднеспелых образцов ($r=0,60-0,89$) при высоких показателях гидротермического коэффициента (ГТК) в период

«выметывание-восковая спелость», а у среднепоздних образцов – в период «всходы-выметывание» ($r=0,41-0,70$) и в течение вегетации в целом ($r=0,10-0,99$).

3. Показано, что при оценке коллекционных образцов на устойчивость к полеганию, важное значение имел комплекс индексов морфологических показателей стебля растения овса (l_2/d_2 , JG, Lc/d_2 , Lc/l_2 S, S_m , JP, MJ). Установлено, что формирование устойчивости к полеганию определялось не столько размерами частей побега, сколько их соотношением: чем выше отношение длины к диаметру у первого (l_1/d_1) и второго междуузлий (l_2/d_2), тем сильнее проявлялась склонность к полеганию ($r_1=-0,39\dots-0,98$; $r_2=-0,62\dots-0,97$).

4. Определено влияние метеорологических факторов на формирование продуктивности зерна. Отмечена положительная роль суммы эффективных температур ($r=0,11-0,96$) и гидротермического коэффициента (ГТК) в период «выметывание-восковая спелость» ($r=0,47-0,79$) и отрицательная – высокой среднесуточной температуры воздуха в период вегетации ($r=-0,11\dots-0,53$) и ГТК первого межфазного периода ($r=-0,37\dots-0,99$).

5. Установлено, что содержание белка в значительной степени зависело от количества выпавших осадков ($r=0,74-0,78$), суммы эффективных температур ($r=0,14-0,93$) в период «всходы-выметывание» и среднесуточной температуры воздуха ($r=0,52-0,93$) в период «выметывание-восковая спелость». Отмечена положительная роль в формировании сырого жира в зерне голозерного овса суммы эффективных температур второго периода вегетации ($r=0,13-0,50$), количества осадков ($r=0,24-0,86$; $r=0,48-0,99$) и гидротермического коэффициента ($r=0,46-0,78$; $r=0,25-0,85$) первой и второй половины вегетации. Установлена положительная связь между содержанием крахмала и суммой эффективных температур в период «всходы-выметывание» ($r=0,39-0,81$) и ГТК в период «выметывание-восковая спелость» ($r=0,76-0,89$).

6. Отмечено положительное влияние продолжительности периода «всходы-выметывание» на формирование урожайности и жира в зерновке ($r=0,82-0,83$; $r=0,61-0,95$), продолжительности периода вегетации в целом на формирование белка ($r=0,26-0,90$) и продолжительности периода «выметывание – восковая спелость» на формирование крахмала ($r=0,21-0,34$) у зерновки овса.

7. При изучении морфологических признаков, линейных размеров и геометрических показателей зерновки найдена положительная корреляция показателя сферичности (Ψ), определяющего форму зерновки, с натурой зерна ($r=0,20-0,82$) и массой 1000 зерен ($r=0,31-0,97$). Определены тесные связи качественных показателей зерновки овса с ее технологическими параметрами. Установлена положительная связь содержания белка с содержанием эндосперма в зерновке ($r=0,12-0,69$), положительное влияние натуры зерна на содержание белка ($r=0,11-0,77$) и крахмала ($r=0,33-0,92$), а массы 1000 зерен – на содержание белка ($r=0,30-0,94$) и жира ($r=0,63-0,91$).

8. Определены основные параметры модели высокопродуктивного, высококачественного, высокотехнологичного сорта голозерного овса для зоны Северного Зауралья.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При оценке исходного и селекционного материала овса голозерного рекомендуется учитывать морфологические особенности и геометрические показатели зерновки.

2. Оценку исходного и селекционного материала по устойчивости к полеганию проводить, опираясь на индексы, учитывающие соотношение длины междуузлий к их диаметру, длины соломины к диаметру и длине междуузлий (l_2/d_2 , Lc/d_1 , Lc/d_2 , Lc/l_2), с учетом комплекса морфологических признаков стебля.

4. Отбор высокобелковых форм рекомендуем проводить с учетом формы зерновки, содержания в ней эндосперма, натуры зерна и массы 1000 зерен, а высокомасличных - с учетом массы 1000 зерен.

5. При отборе исходного материала на высокое содержание крахмала необходимо учитывать форму зерновки, ее объем и натуру зерна.

6. По результатам изучения коллекционных образцов овса голозерного составлен каталог «Геометрическая характеристика зерна голозерных сортов овса в зоне Северного Зауралья», который рекомендуется для использования в селекционных программах научными учреждениями Зауралья и Сибири.

7. При создании сортов голозерного овса рекомендовано использовать параметры предложенной модели сорта для районов Северного Зауралья.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

В научных журналах, рекомендуемых ВАК РФ:

1. **Аверьясова, Ю.С.** Перспективы создания скороспелых сортов овса голозерного типа в зоне Северного Зауралья / **Ю.С. Аверьясова**, М.Н. Фомина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 1. – С. 44-48.

2. Фомина М.Н. Геометрическая характеристика зерна голозерных сортов овса в зоне северной лесостепи Тюменской области / М.Н. Фомина, **Ю.С. Аверьясова** //Аграрная наука Евро-Северо-Востока. Киров. – 2016. – № 3 (52). – С. 4-9.

3. **Иванова Ю.С.** Морфологические признаки устойчивости коллекционных образцов овса голозерного к стеблевому полеганию /**Ю.С. Иванова**, М.Н. Фомина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. Киров. – 2017. – № 3 (58). – С. 15-21.

4. **Иванова Ю.С.** Урожайность коллекционных образцов голозерного овса в условиях Северного Зауралья/ **Ю.С. Иванова**, М.Н. Фомина//Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – Т.47. – № 3. – С. 27-35.

5. **Иванова Ю.С.** Исходный материал для создания высокобелковых сортов овса голозерного в зоне Северного Зауралья / **Ю.С. Иванова**, М.Н. Фомина, И.Г. Лоскутов // Тр.по прикл. бот., ген. и сел. – 2017. – Т. 178. – Вып. 2. – С. 38-47.

6. **Иванова Ю.С.** Технологическая оценка зерна коллекционных образцов овса голозерного в условиях лесостепи Тюменской области / **Ю.С. Иванова**, М.Н. Фомина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. Киров. – 2017. – № 5 (60). – С. 4-9.

В прочих изданиях:

7. **Аверьясова Ю.С.** Исходный материал для селекции голозерных сортов овса в зоне Северного Зауралья / **Ю.С. Аверьясова**, М.Н. Фомина, И.Г. Лоскутов // Селекция сельскохозяйственных культур в условиях изменяющегося климата: мат-лы международ. научно-практич. конференции. – Новосибирск, 2014. – С. 3-8.
8. **Аверьясова Ю.С.** Морфология зерновки голозерных сортов овса различного эколого-географического происхождения, изучаемых в условиях северной лесостепи Тюменской области / **Ю.С. Аверьясова**, И.Г. Лоскутов, М.Н. Фомина // Генетические ресурсы растений – основа продовольственной безопасности и повышения качества жизни: Тезисы докладов мат-лов науч. конф., посвященной 120-летию основания института. – СПб, 2014. – С. 105.
9. **Аверьясова Ю. С.** Полевая оценка коллекционных сортов овса голозерной формы на устойчивость к пыльной головне (*Ustilago avenae* (Pers.) Jens.) в северной лесостепи Тюменской области / **Ю.С. Аверьясова** // Генетические ресурсы растений и их использование в селекции сельскохозяйственных культур: мат-лы науч. конф. асп. и мол. уч. Сев.-Запад. региона. (Санкт-Петербург 14-15 апреля 2015 г.). – СПб., 2015. – С. 88-94.
10. **Аверьясова Ю.С.** Оценка коллекционных образцов овса песчаного (*A.strigosa* Schreb.) в условиях Северного Зауралья / **Ю.С. Аверьясова**, М.Н. Фомина // Селекция, семеноводство и производство зернофуражных культур для обеспечения импортозамещения. Мат-лы коорд. совещания. – Тюмень, 2015. – С. 3-10.
11. **Аверьясова Ю.С.** Исходный материал на повышение устойчивости голозерного овса к полеганию в зоне Северного Зауралья/ **Ю.С. Аверьясова**, М.Н. Фомина // Методы и технологии в селекции растений и растениеводств. – Киров, 2016. – С. 5-9.
12. **Averyasova Yu.S.** Initial material for development of high protein oat cultivars in northern Trans Ural mountain region/ **Yu.S. Averyasova**, M.N. Fomina, I.G. Loskutov //The 10th International Oat Conference: Innovation for Food and Health. Abstracts of oral and poster presentation. Сер. "OATS 2016" Federal Research Center the N.I.Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR). – 2016. – С. 164-165.
13. Фомина М.Н. Исходный материал для селекции зернофуражных культур в зоне Северного Зауралья / М.Н. Фомина, **Ю.С. Иванова**, О.А. Шабанова // Тезисы докладов III междунар. конф. «Генофонд и селекция растений», посвящённая 130-летию Н.И. Вавилова (28.03-30.03.2017). - Новосибирск, 2017. – С. 70-71.
14. Фомина М.Н. Основные показатели технологической оценки зерна перспективных образцов овса в условиях Северного Зауралья / М.Н. Фомина, **Ю.С. Иванова**, О.А. Шабанова, Н.А. Брагин // Селекция – инновационный путь развития сельского хозяйства: мат-лы Всероссийской научно-практич. конференции, посвящённой 90-летию отдела селекции (п. Тимирязевский, 13-14 июля 2017года). – Ульяновск, 2017. – С. 315-324.
15. **Иванова Ю.С.** Оценка коллекционных образцов голозерного овса на устойчивость к распространённым заболеваниям в условиях северной лесостепи Тюменской области / **Ю.С. Иванова** // «Идеи Н.И. Вавилова в современном мире»: тезисы докладов IV Вавиловской международной конференции, Санкт-Петербург, 20-24 ноября 2017 г. – СПб.: ВИР, 2017. – С. 78.
16. Фомина М.Н. Оценка исходного материала зернофуражных культур с целью создания сортов с высокой продуктивностью в условиях Северного Зауралья/ М.Н. Фомина, **Ю.С. Иванова**, О.А. Шабанова // «Идеи Н.И. Вавилова в современном мире»: тезисы докладов IV Вавиловской международной конференции, Санкт-Петербург, 20-24 ноября 2017 г. – СПб.: ВИР, 2017. – С.235-326.
17. **Иванова Ю.С.** Каталог мировой коллекции ВИР. Овес. Геометрическая характеристика зерна голозерных сортов овса в зоне Северного Зауралья / **Иванова Ю.С.**, Лоскутов И.Г., Фомина М.Н., Блинова Е.В. – СПб.: ВИР. – 2018. – Вып. 854. – 35 с.