

На правах рукописи

МАЛАШКИНА МАРИЯ СЕРГЕЕВНА

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, БИОХИМИЧЕСКИЕ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОЛОЗЁРНОГО ЯЧМЕНЯ
ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Специальность: 06.01.05 Селекция и семеноводство

Автореферат

диссертация на соискание учёной степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Санкт - Петербург 2008

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»
на кафедре ботаники биологического факультета

Научный руководитель: доктор биологических наук,
профессор **Заушинцена Александра Васильевна**

Официальные оппоненты:

Доктор биологических наук, профессор

Пыженков Владимир Ильич

Кандидат биологических наук

Ковалева Ольга Николаевна

Ведущая организация: Научно-исследовательский институт сельского
хозяйства Северного Зауралья СО РАСХН

Защита состоится 14 мая 2008 года в 14.00 часов на заседании
диссертационного совета Д 006.041.01 при ГНУ ГНЦ Всероссийском
научно-исследовательском институте растениеводства имени Н.И. Вавилова по
адресу 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 44

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГНУ ГНЦ РФ
Всероссийском научно-исследовательском институте растениеводства им. Н.И.
Вавилова.

Автореферат разослан «14» апреля 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук

Вера Алексеевна
Гаврилова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Одним из основных критериев внедрения в производство сортов зерновых культур, является фактор экологической и экономической эффективности. В последнее десятилетие в очередной раз возник интерес к выращиванию голозерного ячменя. Он продиктован уникальностью таких сортов – повышенным содержанием белка и незаменимых аминокислот, высокой стекловидностью и натурой зерна, повышающих спрос для переработки на пищевые цели: крупу, муку и др.

В Сибири выведено 4 сорта: Омский голозёрный 1, Оскар, Омский голозёрный 2, Арчекас. Три первых из них успешно прошли государственное испытание и включены в Госреестр сортов, допущенных к возделыванию в производстве. В структуре посевных площадей они занимают только около 2500-3000 га. Результаты государственного испытания на территории Кемеровской области свидетельствуют о том, что в зависимости от влагообеспеченности зоны и технологической дисциплины урожай зерна голозерных сортов в среднем за три года (2004-2006 гг.) составлял от 62,4% (Барачатский ГСУ) до 91,6% (Мариинский ГСУ) по отношению к пленчатым. Они не соответствуют по своим физиологическим, технологическим и хозяйственным параметрам суровым природно-климатическим условиям региона и не гарантируют стабильное получение зерна. Поэтому исследования, направленные на изучение мирового генофонда голозерного ячменя в условиях Сибири, выявление генетических источников ценных биологических, технологических свойств и хозяйственных признаков с дальнейшим использованием в селекционных программах по выведению новых сортов актуальны.

Цель исследований – изучение изменчивости морфологических, технологических, физиологических и биохимических свойств у сортов голозерного ячменя.

Задачи исследований:

- изучить линейные параметры зерновки образцов голозерного ячменя;
- определить засухоустойчивость, солевыносливость сортов на стадии проростков зерна;
- определить степень травмируемости (обрушение зародыша и образование трещин плодовой оболочки);
- выявить уровень восприимчивости сортов к семенной инфекции;
- оценить перспективность использования сортов для селекционной работы по технологическим и биохимическим показателям: крупность, выровненность, масса 1000 зерен, натура зерна, стекловидность, содержание белка и лизина в зерне;
- выделить и рекомендовать для использования в практической селекции источники ценных биологических и технологических свойств;
- оценить новые голозерные линии по комплексу свойств и признаков;

- разработать элементы программы селекции голозерного ячменя на повышение физиологических, технологических свойств и признаков.

Научная новизна

Впервые в условиях Кемеровской области определены факторы, ограничивающие расширение посевных площадей под сортами голозерного ячменя: выбиваемость зародыша (3,5-12,0%), инфекционная пятнистость зерновки (5-45%), сильная восприимчивость к семенной инфекции: *Ustilago hordei* (Pers.) et Kell. - 6-41%; *Helminthosporium sativum* P. et B. - 8-70%; грибы рода *Fusarium* - 11-74%; *Alternaria hordei* Saw. - 15-35%.

Изучена и ранжирована по физиологическим, технологическим и биохимическим свойствам с выделением источников, пригодных для использования в практической селекции, коллекция голозерных сортов ячменя. Создан качественно новый исходный материал с высокими технологическими и биохимическими показателями зерна.

Практическая значимость работы

Использование морфологических, физиологических, биохимических методов оценки исходного материала позволило выделить и рекомендовать для практического использования в селекции голозерного ячменя следующие источники:

- с оптимальной формой зародыша (25673/73 из Германии) и зерновки (Алар-Эрд-Эне из Монголии, Нога из Нидерландов, 1218-524 из Чехии, S- 257 из Мексики);
- с лучшим развитием и интенсивностью работы ($\geq 1,0$) зародышевых корней (Алар-Эрд-Эне, 1218-524);
- с высокой солевыносливостью (Алар-Эрд-Эне из Монголии, Korona Zaszego из Польши, Morrell из Австралии);
- с высокой засухоустойчивостью (Karan-3, Karan-18 из Индии, Condor из Канады, S-257 из Мексики);
- с высокой жизнеспособностью (S-257, Karan-3, Алар-Эрд-Эне, Namoi);
- с повышенной (681-720 г/л) и высокой (>720 г/л) натурой зерна (Омский голозерный 1, Нога, Алар-Эрд-Эне, Namoi, Morrell);
- с высокой стекловидностью (90-100 %) (Белорусский 76, Karan-18, Morrell и др.).

В результате скрещивания голозерных сортов (Нога, Condor) с высокопродуктивными пленчатыми (Эльф, Петр) созданы перспективные селекционные формы с более высокой крупностью зерна (на 26,5-32,1%), жизнеспособностью (на 11,7-21,6%), стекловидностью (на 16,0-26,0%) и массой зерна с 1 м^2 (на 8,5-49,6%), чем у стандартного сорта Омский голозерный 1: КМ 75, КМ 76 (Condor×Эльф), КМ 78, КМ 80 (Kondor×Петр), КМ 84 (Нога×Эльф), КМ 87 (Эльф×Condor).

Положения, выносимые на защиту:

1. Причинами, ограничивающими расширение посевных площадей и внедрение голозерных сортов ячменя в производство, являются: выбиваемость зародыша, инфекционная пятнистость зерновки, сильная восприимчивость к семенной инфекции, недостаточная устойчивость к эдафическому стрессу (засуха, засоление почв), низкая зерновая продуктивность.
2. Выделенные из коллекции генофонда ВИР источники с высокими адаптивными, технологическими свойствами и высоким качеством зерна послужат базой для реализации программы селекции голозерного ячменя.
3. Использование в скрещиваниях высокотехнологичных голозерных и пленчатых сортов ячменя позволяет создавать качественно новый исходный материал для селекции.

Апробация результатов исследования.

Основные положения диссертации доложены на заседаниях научно-методического семинара «Генетико-селекционные и физиологические методы исследований в селекции растений», Кемеровского Отделения Русского ботанического общества (г. Кемерово, 2006 г.), на 10-й генетико-селекционной школе СО РАСХН (г. Новосибирск, апрель 2007 г.), на заседании кафедры ботаники КемГУ (ноябрь 2006 г., октябрь, ноябрь, 2007 г.), на IV Международной научно-практической конференции «Наука и инновации агропромышленного комплекса» (г. Кемерово, октябрь 2007 г.)

Публикации. По материалам исследований опубликовано 6 печатных работ, в том числе две в изданиях, рекомендованных ВАК.

Объём и структура диссертации. Диссертация изложена на 123 страницах машинописного текста, содержит 19 таблиц, 11 рисунков, 13 приложений. Состоит из введения, 5 глав, выводов, практических рекомендаций. Список литературы включает 142 работы, в том числе 54 иностранных исследователей.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Развитие исследований по голозерному ячменю (обзор научной литературы)

В этой главе приведено теоретическое обобщение научной литературы, посвященное систематике, происхождению, хозяйственной значимости голозерного ячменя. Показано значение адаптивности ячменя к комплексу эдафических стрессов, изменчивость биологических и технологических свойств в зависимости от условий выращивания ячменя, пути улучшения свойств и признаков в селекционном процессе. Значительная часть главы посвящена методам оценки физиолого-биохимических и технологических свойств зерна ячменя.

Условия, материал и методы исследований

Анализ природно-климатических ресурсов Кемеровской области показал, что они вполне отвечают агроэкологическим требованиям ярового ячменя по плодородию почв, тепло- и влагообеспеченности, продолжительности вегетационного и безморозного периода.

Полевые опыты заложены и проведены в селекционном трехпольном севообороте на опытном поле Кемеровского государственного университета в 2005-2007 гг. Почва - выщелоченный чернозем, тяжелосуглинистый по гранулометрическому составу

Погодные условия в годы исследований были различными как по температурному режиму, так и по влагообеспеченности. Формирование, налив и созревание зерна благоприятно происходили в 2005 г. и 2007 г., а 2006 г. характеризовался существенным недостатком (20,5%) влаги в период кущения и переувлажнением в период налива и созревания.

Объектом исследований были 25 голозерных сортов из мировой коллекции ячменя ГНУ ГНЦ Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И. Вавилова.

Учеты и наблюдения в коллекционном и селекционном питомниках проводились согласно апробированным и общепринятым методикам: Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса (1981); Международный классификатор СЭВ рода *Hordeum L.* (пород *Hordeum*) (1983); Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур (1985); Методические указания по диагностике и методам полевой оценки устойчивости ячменя к возбудителям пятнистости листьев (Афанасенко, 1987); Методические указания по изучению устойчивости зерновых культур к корневым гнилям (Григорьев, 1976). Технологические свойства семян определяли согласно существующим государственным стандартам.

Для обработки и анализа экспериментальных данных использовали методы дисперсионного и корреляционного анализов (Доспехов, 1985). Расчеты статистических показателей производили на ПК «Пентиум IV» при помощи программ «Excel» и «Statistica 5.1».

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К ЭДАФИЧЕСКОМУ СТРЕССУ НА РАННИХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ

Линейные параметры и форма семян у голозерных сортов ячменя.

Для характеристики сорта имеет значение форма зерновки. Форма может быть: 1 - удлинённой, 2 - эллиптической, 3 - ромбической, 4 - округлой. Предпочтение отдается сортам с эллиптической формой зерновки. Это особенно важно для голозерных форм, при создании которых надо стремиться, чтобы зародыш не выходил за пределы зерновки (Ходьков, 1985). Важное

значение имеют его размеры. От этого зависит степень травмируемости и качество подработки на сортировальных машинах. Если зародыш сильно выпячивается за пределы зерновки, то возникает высокая опасность его выбивания в процессе обмолота колосьев и подработки на семяочистительных машинах. Крупные зерновки легче отделить от семян сорной растительности.

В среднем по опыту за три года (2005-2007 гг.) длина зерен составила 8,4 мм, ширина -3,5 мм; толщина -2,6 мм. У стандартного сорта Омский голозерный 1 эти показатели были близки к среднему значению по опыту: 9,2 мм, 3,6 мм, 2,6 мм соответственно (табл.1).

Таблица 1. Линейные параметры и форма зерновки у сортов голозерного ячменя (Кемерово, 2005-2007 гг.)

Номер по каталогу ВИР	Сорт	Разновидность	Линейные параметры, мм			Форма зерновки
			длина	ширина	толщина	
30919	Омский голозерный 1 (стандарт)	nudum	9,2	3,6	2,6	эллиптическая
27080	Белорусский 76	nudum	8,1	3,7	2,7	эллиптическая
27730	95683/73	nudum	7,2	3,8	2,8	ближе к округлой
26926	Hora	nudum	8,3	3,7	2,9	эллиптическая
30036	Condor	nudum	7,4	3,4	2,8	удлиненная
29415	Алар-Эрд-Эне,	coeleste	8,7	4,0	2,8	эллиптическая
	НСР ₀₅		0,52	0,31	0,14	

Несколько укороченной (7,4-8,3 мм) по сравнению со стандартным сортом Омский голозерный 1 (9,2 мм), но более утолщенной зерновкой (2,8 мм против 2,6 мм) характеризуются сорта: Condor (Канада), S-257 (Мексика).

У 6,6% сортов, в том числе у стандарта форма зерновки была эллиптической; у 4,8% - ромбической; у 23,8% - удлиненной. Из коллекции выделен образец с укороченной зерновкой (7,2 мм) достаточной ширины (3,8 мм) и максимальной толщины семян (2,8 мм). Это образец 95683/73 (К-27730) из Германии. Он будет иметь уникальное значение для практического использования в селекции голозерного ячменя.

Развитие зародышевых корней у голозерных сортов ячменя

От числа и степени развития корней в первую очередь зависит интенсивность развития надземной части растений, их биологическая и хозяйственная продуктивность, устойчивость к почвенным стрессам и благополучное протекание физиолого-биохимических процессов на уровне

всего растительного организма (Климашевский, 1991; Ведров, 1974 и др). Максимальным числом зародышевых корней близким к средним показателям пленчатых сортов ячменя (5-8) обладали 80,9 % сортов. Выделено 6 выдающихся сортов, у которых может появиться по 7-8 зародышевых корней (табл. 2). Это на 17,5-20 % больше, чем в среднем по опыту, и в сравнении со стандартным сортом Омский голозерный1 (6-7 корней).

Изменчивость их длины была высокой ($CV=47,2\%$). У сорта Омский голозерный 1 они хорошо развиты и достигают на 7 сутки 16,3 см. На этом же уровне показатели у сортов: К-23007 (Дания), Namoi (Австрия), Nadgiz Podhala (Польша), но достоверно выше - у сорта Алан-Эрд-Эне (Монголия).

По сухой массе корней у 100 проростков средний показатель по опыту составил 1,03 г; по сухой массе надземной части - 1,00 г. Интенсивность работы корневой системы по накоплению надземной массы варьировала от 0,5 до 1,7 единиц, что, возможно, отражает существенные различия по физиологической активности корней на ранних этапах роста. Выше 1,0 интенсивность работы корней отмечена у 6 сортов, включая Омский голозерный 1. Достоверное преимущество имели сорта: 1218-524 (Чехия) и Алар-Эрд-Эне (Монголия).

Таблица 2. Развитие зародышевых корней у голозерных сортов ячменя, (Кемерово, 2005-2007 гг.)

Номер по каталогу ВИР	Сорт	Происхождение	Число зародышевых корней	Длина зародышевых корней, см	Масса, г		Интенсивность работы корней системы
					100 корней	Надземная вегетативная	
30919	Омский голозерный 1	Омская обл.	6,6	16,3	1,0	1,1	1,1
30440	К-23007	Дания	7,1	14,2	0,7	0,7	1,0
28292	Westendorf Tirol	Австрия	7,0	11,4	0,9	0,8	0,9
26926	Hora	Нидерланды	7,8	13,8	1,2	1,0	0,8
29911	Nadgiz Podhala	Польша	8,8	15,1	1,2	1,0	0,8
30286	Morrell	Австралия	7,1	10,8	1,2	1,5	1,2
	HCP ₀₅		1,1	2,3	0,11	0,11	

Засухоустойчивость и солевыносливость растений голозерного ячменя

В числе эдафических стрессов исследователи выделяют почвенную засуху и засоленность почв. Засуха ограничивает ростовые процессы, кушение, листовую поверхность, формирование узловых корней (Сурин, Ляхова, 1993) Мониторинг коллекции голозерного ячменя на устойчивость к засухе по

гидролизу статолитного крахмала на кончике корня (Баданова, Левина, 1976), показал, что 33,2 % сортов - засухоустойчивые.

Известно, что почвенное засоление ограничивает рост и развитие растений и ведет к снижению их продуктивности. Поэтому актуальна селекция растений на солевыносливость (Петункина и др., 2001). В ходе изучения коллекции голозерного ячменя выяснилось, что сорт Омский голозерный 1 относится к группе средне солевыносливых. В числе высоко выносливых к засолению выделены: Алар-Эрд-Эне (Монголия), Morrell (Австралия), 1218-524 (Чехия); выносливых - S-257 (Мексика); 95683/73 (Германия); K-23007 (Дания), Korona Zaszego (Польша), Белорусский 76 (Беларусь).

Таблица 3. Ранжирование сортов голозерного ячменя по уровню засухоустойчивости.

Ранг засухоустойчивости	Число сортов, %	Название сорта и происхождение
Засухоустойчивые (2-6 %)	33,2	95683/73 (Германия), Condor (Канада), CJ – 11073 (Перу), S - 257 (Мексика), Karan – 3, Karan – 18 (Индия)
Среднезасухоустойчивые (7-17 %)	39,0	Омский голозерный 1 (Омская обл.), Белорусский – 76 (Беларусь), Westen dorf Tirol (Австрия), Olga (Мексика), Morrell (Австралия), Алар-Эрд-Эне (Монголия), 1218-524 (Чехия), Karan – 4 (Индия),
Слабозасухоустойчивые (18-23 %)	5,7	Nadgiz Podhala (Польша)
Не устойчивые к засухе. (>23 %)	22,0	K – 23007 (Дания) Korona Zaszcytgo (Польша), Shonkin (США), Namoi (Австралия),

Жизнеспособность семян у голозерного ячменя

Одним из критериев адаптивности сорта могут быть посевные качества, в том числе жизнеспособность семян, выращенных на той или иной территории. Она косвенно свидетельствует о полноценности физиолого-биохимических процессов, протекающих в зародыше семени к окончанию созревания. В селекции голозерного ячменя оценка исходного материала по этому показателю расширит возможности научно обоснованного подбора пар для скрещивания.

Таблица 4 – Жизнеспособность семян у сортов голозерного ячменя

Годы	В среднем по опыту	Предел значений ($X_{\min} - X_{\max}$)
2005	89,4	70-90
2006	74,3	60-100
2007	84,3	69-96

В среднем по опыту в 2005 г. жизнеспособность семян составила 89,4 % и варьировала от 70,0 % (95683/73) до 100 % (Namoі, Korona Zaszego, S-257, Алар-Эрд-Эне). В 2006 г. она снизилась на 15 %. Это связано с отклонениями в гидротермическом режиме в период созревания семян – затяжными дождями и пониженными температурами (до - 1,4 °С). В 2007 году условия погоды складывались несколько мягче – (достаточное количество тепла в период вегетации растений не лимитировало формирование зерна, и жизнеспособность повысилась на 9,9 %). В качестве генетических источников с достаточно высокой жизнеспособностью (90,8 - 96,7%) можно рекомендовать следующие сорта: Namoі (Австралия), Nagiz Podhala (Польша), S-257 (Мексика), Алар-Эрд-Эне (Монголия), Karan-3 (Индия).

На жизнеспособность, лабораторную и полевую всхожесть голозерного ячменя прямое влияние оказывают такие факторы, как характер расположения зародыша в зерновке (Цандекова, 2005), степень его выбиваемости, трещины на поверхности эндосперма, глубина брюшной бороздки. Они в совокупности являются резерваторами семенной инфекции, которая приводит к потере силы роста, гибели проростков.

Анализ характера расположения зародыша позволил выделить 12 сортов (66,7%) с округлой формой, расположенной в пределах зерновки (Омский голозерный 1, Karan – 3, Karan – 4 и др.) что, на наш взгляд, может, хотя бы частично, защитить ее от механической травмируемости.

Самые низкие показатели выбиваемости зародыша (3,5-6,6 %) имели 22 % сортов в том числе: Омский голозерный 1 (Омская обл.), Белорусский 76 (Беларусь), Karan 3, Karan 4, Karan 18 (Индия). Ширина брюшной бороздки у 38,9% сортов была узкой неглубокой: Morell (Австралия), Westen dorf Tirol (Австрия), С.І. 11073 (Перу), Алар-Эрд-Эне (Монголия), Karan 3, Karan 4, Karan 18 (Индия). Визуальная оценка материала позволила выявить 4 сорта, которые не имели трещин: Nadgiz Podhala (Польша), Condor (Канада), Karan 3, Karan 4 (Индия).

Восприимчивость сортов голозерного ячменя к семенной инфекции

Острая необходимость контроля фитосанитарного состояния семян голозерного ячменя продиктована не только тем, что он не защищен от некоторой доли инфекции толстыми пленками, как у пленчатых сортов, но и тем, что в структуре посевных площадей в Кемеровской области из 744,3 тыс. га, отведенных под производство зерновых и зернобобовых культур, 75,5 % в 2007 г. было занято яровой мягкой пшеницей и ячменем.

Как известно, эти виды растений сильно поражаются общими для них возбудителями болезней, такими, как фузариозы, гельминтоспориозы и другие (Буренок, 1975, Чулкина, 1983; 1987, 1991).

В ходе экспериментальной идентификации возбудителей семенной инфекции выявлены следующие патогены: *Ustilago hordei* (Pers) et Kell., *Fusarium oxysporum* Schlecht, *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *Helmintosporium*

sativum P. et B., *Alternaria hordei* Saw. Размах варьирования по степени заsporения семенного материала каменной головней составил от 43 % до 92 %. Размах поражения семян темно-бурой пятнистостью достигал 59 – 94%, грибами рода *Fusarium* от 38-86 %. Альтернариозы могут поражать от 9 % до 95% семян голозерного ячменя, что в совокупности с другими патогенами представляет опасность для нормального развития зародыша на стадии прорастания. Это, является существенным ограничивающим фактором лабораторной и полевой всхожести, сохранности растений к уборке, а в конечном счете – зерновой продуктивности и ее качества.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА У ГОЛОЗЕРНОГО ЯЧМЕНЯ

Выровненность и масса 1000 зерен у сортов голозерного ячменя

Выровненность зерна - это однородность по их форме и размерам. Косвенно она отображает его крупность. Крупное или средней крупности зерно легче перерабатывать, особенно на крупу. В этом случае получается высокий выход крупы и лучшее качество продукции. Наиболее ценным является зерно, остающееся при просеивании его через сито с отверстиями 2,5 x 20 мм. Для первого класса содержание крупных зерен должно быть не менее 85%, для второго класса – не менее 60%.

Судя по результатам исследований, крупность семян сильно подвержена влиянию погодных условий. В 2005 г. она составила в среднем по опыту – 54,4 %, в 2006 г. – 51,1 %, а в 2007 г. – 52,6 %. Не выявлено сортов голозерного ячменя соответствующих первому классу. По сходу смежных сит на уровне первой группы за три года исследований выделено 47,6% сортов, в том числе: Namoі, Morrell, Hora, Condor и др. В группе со средней выровненностью зафиксировано 33,3% сортов: Белорусский 76, Schonkin, Karan 3, Karan 4 и др. Косвенным показателем крупности зерна является масса 1000 зерен. В среднем за 2005-2007 гг. она составила 40,4 г и варьировала от 30,9 г (С .J. 11073), до 55,0 г (Алар-Эрд-Эне), но при этом у 66,7 % сортов не превысила 40,0 г. У сорта Омский голозерный 1 в среднем составила 48,1 г. Достоверные отличия в лучшую сторону во все годы исследований имел лишь один сорт Алар-Эрд-Эне (Монголия). По этому признаку он превысил стандарт на 10,0-21,7 % и может быть источником высокой массы 1000 зерен. Вместе с тем такие показатели не подтверждают высокой крупности зерна, по значениям которой сорт отнесен ко второму классу. По выровненности (82,4-89,0 %) он отвечает требованиям первой группы (ГОСТ -5060-49).

Расчет коэффициентов корреляции между выраженностью признаков массы 1000 зерен и крупности зерна, а так же его выровненности у изучаемого набора голозерного ячменя не показал тесной зависимости ($r=0,47-0,51$).

Натура зерна

Это достаточно простой метод оценки качества зерна, характеризующий его достоинства для использования в переработке на крупу, муку, другие продукты питания. Натура зерна определяет его плотность (Юсов, Евдокимов, 2002).

Как показали исследования, признак натуры зерна у голозерных сортов ячменя сильно изменчивый. Коэффициент вариации в зависимости от погодных условий составил от 78,3% до 83,1%. Практическую значимость для селекции имеют сорта со стабильно высоким проявлением признака во все годы исследований: Омский голозерный 1 (стандарт), Нора (Нидерланды), Westendorf Tirol (Австрия), Алар-Эрд-Эне (Монголия), Namoi (Австралия), Morrell (Австралия).

В научной литературе имеется не мало сведений о том, что натура зерна положительно коррелирует с массой 1000 зерен, белковостью и другими технологическими признаками (Неттевич и др., 1981; Пивоваренный ячмень, 2000). Расчет коэффициентов корреляции между этими признаками у изучаемых голозерных сортов не подтвердил существенной зависимости. Коэффициент корреляции между натурой зерна и массой 1000 зерен составил $+0,24 \pm 0,02$, между натурой зерна и содержанием белка в зерне $+0,35 \pm 0,08$.

Таблица 5. Источники высокой натуры зерна (Кемерово, 2005-2007 гг.)

Номер по каталогу ВИР	Сорт	Происхождение	Натура зерна, г/л			
			2005 г.	2006 г.	2007 г.	среднее
30919	Омский голозерный 1 (стандарт)	Омская обл.	715	710	750	725
30796	Ц-992837	Красноярский кр.	690	762	762	738
30440	К-23007	Дания	690	740	690	707
26926	Нора	Нидерланды	735	740	704	726
28292	Westendorf Tirol	Австрия	710	735	732	726
29415	Алар-Эрд-Эне	Монголия	705	710	786	734
30284	Namoi	Австралия	715	730	726	724
30286	Morrell	Австралия	740	780	726	749
		НСР ₀₅	44,2	37,3	41,9	

Вероятно, это связано не столько с индивидуальными особенностями сортов в изучаемой коллекции, сколько с тем, что голозерный ячмень не так интенсивно подвергнут за прошедшие десятилетия изменению в процессе селекционных технологий, как пленчатый.

Стекловидность зерна

Стекловидность характеризует структурно-механические свойства, которые зависят от плотности упаковки в эндосперме крахмальных зерен и сцементированности их с белками зерна. Стекловидное зерно отличается более высокой белковостью, с повышением его питательных свойств (Быковец, 1949; Ходьков, 1985). При производстве крупы и муки из голозерного ячменя предпочтение отдается стекловидным семенам, так как они позволяют получать продукты лучшего товарного вида (Коданев, 1964).

В ходе анализа выявлено, что в среднем по опыту стекловидность была практически на одном уровне в 2005 г. (67,2 %) и в 2006 г. (65,8 %), а в 2007 г. - даже снизилась на 3-5 %. Выделено 5 источников высокой стекловидности: Белорусский 76, Омский голозерный 1 (стандарт), Westen dorf Tirol, Алар-Эрд-Эне, Karan -18, Morrell.

Таблица 6. Источники высокой стекловидности зерна (Кемерово, 2005-2007 гг.)

Номер по каталогу ВИР	Сорт	Происхождение	Стекловидность, зерна %			
			2005 г.	2006 г.	2007 г.	среднее
30919	Омский голозерный 1 (стандарт)	Омская обл.	70	80	60	70
27080	Белорусский 76	Беларусь	90	100	80	90
28292	Westen dorf Tirol	Австрия	90	100	80	90
29415	Алар-Эрд-Эне	Монголия	95	50	90	95
28960	Karan -18	Индия	100	100	100	100
30286	Morrell	Австралия	80	100	100	93

Особую значимость имеет индийский сорт Karan -18, характеризующийся стабильно высокой стекловидностью (100%) в сочетании с высоким содержанием белка в зерне (17,5%).

Содержание белка и лизина в зерне

Привлечение новых источников в селекцию на повышение качества продукции было и остается актуальным.

В 2005 – 2007 гг. содержание белка у контрольного сорта Омский голозерный 1 изменялось от 13,8 % до 14,6 % . В среднем за три года оно составило 14,2 %, а среднее содержание лизина - 3,4 %. Устойчиво ниже эти показатели были у сорта Алар – Эрд – Эне из Монголии (13,2 % и 3,2 % соответственно). Остальные образцы сформировали по 14,3 -17,6% белка в зерне. По содержанию лизина существенных различий в среднем по годам практически не обнаружено. Важное практическое значение имеет выход белка и лизина с единицы площади. Чем выше выход белковых веществ, тем экономически выгоднее использовать зерно для приготовления кормов. Он зависит от зерновой продуктивности сорта. В связи с этим только два

высокобелковых сорта (Karan 4, Condor) достоверно превысили по выходу белка (на 14,3 % - 15,0 %) стандартный сорт.

Таблица 7. Выход белка и лизина с единицы площади (Кемерово, 2005-2007 гг.)

Номер по каталогу ВИР	Сорт	Масса зерна, г/м ²	Содержание, %		Выход, г/м ²	
			белок	лизин	белок	лизин
30919	Омский голозерный 1 (стандарт)	511	14,2	3,4	72,5	17,3
27456	1218-524	329	17,4	3,4	56,0	10,9
28960	Karan-18	270	17,5	3,3	47,2	8,9
28958	Karan-4	464	17,6	3,3	81,7	15,3
	НСР ₀₅	56,3			8,1	3,7

ПРОГРАММА СЕЛЕКЦИИ ГОЛОЗЕРНОГО ЯЧМЕНЯ И ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПО ВОСПРИИМЧИВОСТИ К СЕМЕННОЙ ИНФЕКЦИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

Программа селекции голозерного ячменя

Изучение коллекции в условиях Кемеровской области показало ряд существенных недостатков у сортов голозерного ячменя, которые препятствуют широкому внедрению его в производство. С учетом полученных результатов разработана программа селекции, направленная на выведение сортов с устойчивой зерновой продуктивностью за счет оптимизации морфологических параметров зерновки, повышения иммунитета к фитопатогенам, адаптивности к почвенно-климатическим стрессам, улучшения технологических и биохимических свойств зерна. В диссертации отражены основные элементы программы и предложены источники ценных свойств и признаков для ее реализации.

Результаты оценки селекционного материала по восприимчивости к семенной инфекции и технологическим свойствам зерна

В результате скрещивания голозерных сортов (Hora, Condor) с высокопродуктивными пленчатыми (Эльф, Петр) созданы перспективные селекционные линии с более высокой крупностью семян (на 26,5 – 32,1 %), жизнеспособностью (на 11,7 – 21,6 %), стекловидностью (на 16,0 – 26,0 %) и массой зерна с 1 м² (на 8,5 – 49,6 %), чем у стандартного сорта Омский голозерный 1. Это образцы – КМ 75, КМ 76 (Condor × Эльф), КМ 78, КМ 80 (Condor × Петр), КМ 84 (Hora × Эльф), КМ 87 (Эльф × Condor) и другие.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена оптимальная форма зерновки и зародыша, позволяющие уменьшить его выбиваемость при обмолоте и подработке зерна. С оптимальной формой зародыша выделен образец 95673/73 (Германия) и с оптимальной формой зерновки: Алар – Эрд – Эне (Монголия), Нога (Нидерланды), 1218 -524 (Чехия), S-257 (Мексика);
2. В условиях солевого стресса Кемеровской области у голозерных форм ячменя выявлена депрессия по числу (9,8 %) и длине (15,8 %) зародышевых корней, по длине первых листьев (33,7 %), которая приводит к снижению общей массы проростков (на 21,4 %) и препятствует адаптивности растений.
3. Выявлена высокая восприимчивость сортов к семенной инфекции: *Ustilago hordei* (43 - 92 %), *Helminthosporium sativum* (59 - 94 %), грибы рода *Fusarium* (38 - 86 %), *Alternaria hordei* (9 - 95 %).
4. В результате проведенного изучения выделены источники технологических свойств голозерного ячменя:
 - с оптимальной формой зародыша (95673 / 73 из Германии) и с оптимальной формой зерновки (Алар – Эрд – Эне из Монголии, Нога из Нидерландов, 1218 -524 из Чехии, S – 257 из Мексики);
 - с лучшим развитием и интенсивностью работы ($\geq 1,0$) зародышевых корней (Алар – Эрд – Эне), 1218 - 524);
 - с высокой солевыносливостью (Алар – Эрд – Эне из Монголии, Korona Zaszego из Польши, Morrell из Австралии);
 - с высокой засухоустойчивостью (Karan -3, Karan -18 из Индии, Condor из Канады, S – 257 из Мексики и др.);
 - с высокой жизнеспособностью (S – 257, Karan -3, Алар – Эрд – Эне, Namoi);
 - с повышенной (681 -720 г/л) и высокой (> 720 г/л) натурой зерна (Омский голозерный 1, Karan -3, Нога, Алар – Эрд – Эне, Namoi, Morrell);
 - с высокой стекловидностью (90 – 100 %) (Белорусский 76, Karan -18, Morrell и др.);
 - с высоким содержанием белка (16,6 – 17,8 %) в зерне (25683 / 73, 1812 – 524, Karan -4, Karan -18 и др.).
5. В результате скрещивания голозерных сортов (Нога, Condor) с высокопродуктивными пленчатыми (Эльф, Петр) созданы перспективные образцы с более высокой крупностью зерна (на 26,5 – 32,1 %), жизнеспособностью (на 11,7 – 21,6 %), стекловидностью (на 16,0 – 26,0 %) и массой зерна с 1 м^2 (на 8,5 – 49,6 %), чем у стандартного сорта Омский голозерный 1. Это образцы – КМ 75, КМ 76 (Condor \times Эльф), КМ 78, КМ 80 (Condor \times Петр), КМ 84 (Нога \times Эльф), КМ 87 (Эльф \times Condor) и другие.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

1. В селекции голозерного ячменя на повышение продуктивности, биохимических и технологических свойств использовать выделенные в ходе исследований генетические источники: Омский голозерный 1 (К-30919, Омская обл.), 25683/73 (К-27730, Германия), Нора (К-26926, Нидерланды), 1218/524 (К-27456, Чехия), Алар-Эрд-Эне (К – 29415, Монголия), Karan-3 (К- 28957, Индия), Karan-18 (К- 28957, Индия), Condor (К – 30036, Канада), S – 257 (К-28017, Мексика) и др.
2. Для повышения иммунитета к болезням и продуктивности в систему скрещиваний включать обязательно иммунные и высокопродуктивные сорта пленчатого ячменя.
3. Для выведения новых сортов использовать полученные в результате гибридизации голозерных и пленчатых сортов перспективные образцы с более высокой крупностью семян (на 26,5 – 32,1 %), жизнеспособностью (на 11,7 – 21,6 %), стекловидностью (на 16,0 – 26,0 %) и массой зерна с 1 м² (на 8,5 – 49,6 %), чем у стандартного сорта Омский голозерный 1. Это образцы – КМ 75, КМ 76 (Condor × Эльф), КМ 78, КМ 80 (Condor × Петр), КМ 84 (Нора × Эльф), КМ 87 (Эльф × Condor) и другие.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Малашкина, М. С. Восприимчивость сортов голозерного ячменя к семенной инфекции/ М. С. Малашкина, А. В. Заушинцена, Е. В. Чернова [текст]// Аграрный вестник Урала – Екатеринбург, 2007.- №6.- С. 53-54
2. Малашкина, М.С. Сравнительная характеристика двурядных и многорядных сортов голозерного ячменя / М. С. Малашкина, А. В. Заушинцена, Е. В. Чернова [текст]// Вестник КрасГАУ, 2007,- № 6. –С.66-71
3. Малашкина, М. С. Изменчивость натурной массы семян у сортов голозерного ячменя / М. С. Малашкина [текст] // Образование, наука инновации, вклад молодых исследователей: Материалы II (XXXIV) Междунар. научно- практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых.- Кемерово, 2007.-Т.1.- С. 347-349
4. Малашкина, М. С. Стекловидность у голозерного ячменя в условиях Западной Сибири/ М. С. Малашкина, А. В. Заушинцена, Е. В. Чернова [текст] //VI Международная научно- практ. конференция: «Наука и инновации агропромышленного комплекса. - Кемерово, 2007. –С. 86-87
5. Малашкина, М. С. Формирование природы зерна у голозерных сортов ячменя в условиях Западной Сибири/ М. С. Малашкина, А. В. Заушинцена, Е. В. Чернова [текст] // VI Международная научно- практ. конференция: «Наука и инновации агропромышленного комплекса. - Кемерово, 2007.-С. 87-88
6. Малашкина, М.С. Выход сырого протеина у голозерных сортов ячменя/ М. С. Малашкина [текст] // VI Международная научно- практ. конференция: «Наука и инновации агропромышленного комплекса. - Кемерово, 2007.- С. 96-97
7. Малашкина, М.С. Накопление семенной инфекции у голозерного ячменя /М. С. Малашкина [текст]//10-я Международная генетико-селекционная школа СО РАСХН «Реализация идей Н, И. Вавилова на современном этапе развития генетики, селекции и семеноводства с.-х. культур»- Новосибирск, 2007.-С. 263-266