

**СИБИРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РАСТЕНИЕВОДСТВА И СЕЛЕКЦИИ -
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ
ЦИТОЛОГИИ И ГЕНЕТИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»**

На правах рукописи

***БЕХТОЛЬД
Нина Павловна***

**ИЗУЧЕНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ
ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ГОЛОВНЕВЫМ ЗАБОЛЕВАНИЯМ
В ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ**

06.01.05 – «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений»

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук
Лихенко Иван Евгеньевич

Новосибирск – 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ НА РАСТЕНИЯХ КУЛЬТУРЫ ГОЛОВНЕВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	8
1.1. Народнохозяйственное значение и распространенность.....	8
1.2. Биологические особенности ярового ячменя.....	10
1.3. Головневые заболевания ячменя.....	13
1.3.1. Пыльная головня ячменя.....	14
1.3.2. Твердая головня ячменя.....	23
1.4. Роль исходного материала в создании устойчивых сортов к пыльной и твердой головне.....	28
2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	33
2.1. Почвенно-климатические особенности зоны.....	33
2.2. Агрометеорологические условия в годы проведения исследований.....	34
2.3. Материалы исследований.....	37
2.4. Методика проведения исследований.....	41
3. ИЗУЧЕНИЕ РАСОВОГО СОСТАВА ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ПЫЛЬНОЙ И ТВЕРДОЙ ГОЛОВНИ ЯЧМЕНЯ.....	47
3.1. Дифференциация рас возбудителя пыльной головни.....	47
3.2. Дифференциация рас возбудителя твердой головни.....	50
4. ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ПЫЛЬНОЙ И ТВЕРДОЙ ГОЛОВНЕ.....	52
4.1. Устойчивость к пыльной головне (<i>Ustilago nuda</i>).....	52
4.2. Устойчивость к твердой головне (<i>Ustilago hordei</i>).....	56
5. ИЗУЧЕНИЕ ВРЕДНОСТИ ПАТОГЕНА ТВЕРДОЙ ГОЛОВНИ.....	63
6. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА.....	79
6.1. Изучение селекционных линий на устойчивость к головневым болезням.....	79
6.2. Анализ хозяйственно – полезных признаков выделенных линий.....	81
6.3. Агробиологическая характеристика нового сорта ячменя Танай.....	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	89
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	91
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	92
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	115

ВВЕДЕНИЕ

Ячмень – одна из широко распространенных культур мира. Высокий уровень производства ячменя определяется его разносторонним использованием. Он является не только главной зернофуражной культурой, но и служит основным сырьем для приготовления солода и в пивоварении, а также для производства крупы (перловая, ячневая), муки и кофейных напитков (Методические рекомендации..., 2008).

Огромный ареал культурного ячменя в мировом земледелии и древность его происхождения обуславливают большую дифференциацию видов и рас патогенов, поражающих его. Потери урожая от болезней могут быть очень высокими (Коданев И.М., 1964; Трофимовская А.Я., 1972). В условиях Западной Сибири ячмень подвержен поражению различными болезнями, среди которых головневые грибы занимают лидирующее положение.

Для предупреждения последствий болезни используют химические средства защиты растений, которые дороги и небезопасны для человека и животных. Поэтому в условиях повышенного техногенного загрязнения наиболее экологически и экономически выгодным методом борьбы с головневыми грибами является селекция резистентных сортов. Для эффективного создания сортов необходим широкий спектр разнообразных генетических источников и надежных доноров, способных передавать устойчивость к головневым болезням по наследству.

В селекции на иммунитет следует учитывать, что устойчивость сорта к заболеванию, особенно, если она является расоспецифической, не является величиной постоянной. Причиной снижения устойчивости сорта может быть как проявление новых рас возбудителя, так и изменение в соотношении рас в популяции, вызванное распространением сорта на больших площадях.

Для успешной борьбы с болезнями необходим постоянный контроль за уровнем устойчивости находящихся в производстве сортов, а также непрерывная работа по выявлению отличающегося по генам устойчивости исходного

материала, и создание на его основе новых сортов с высоким уровнем резистентности к наиболее распространенным в зоне возделывания патогенам (Сидоров А.В., 2006).

Селекция ярового ячменя на устойчивость к головневым болезням, в том числе в условиях лесостепи Приобья, весьма актуальна. Селекционерами СибНИИРС созданы резистентные к патогену сорта Баган, Биом, Сигнал и др. Работы по выведению устойчивых к твердой головне сортов ячменя и изучению расового состава патогена в Новосибирской области не проводились. Произошедшие, в связи со сменой сортов, внутривидовые изменения головневых болезней вновь заставляют исследователей обратить пристальное внимание на эту проблему.

В связи с этим **целью данной работы** явилось изучение исходного материала для селекции ярового ячменя на устойчивость к пыльной и твердой головне в условиях лесостепи Приобья.

Задачи исследований:

1. Изучить расовый состав возбудителей заболевания *Ustilago nuda* (Jens.) Kell. Et sw и *Ustilago hordei* Kellerm. Et sw.
2. Дать иммунологическую характеристику коллекционным образцам ячменя и выделить генотипы, резистентные к твердой и пыльной головне, обладающие ценными хозяйственными признаками.
3. Выявить влияние возбудителя *U. hordei* в явной и скрытой форме на ростовые показатели и урожайность сортов различающихся по степени устойчивости к патогену.
4. Провести оценку селекционных линий на устойчивость к головневым болезням.

Научная новизна.

В лесостепной зоне Приобья Новосибирской области изучен расовый состав возбудителей головневых заболеваний ярового ячменя. Установлено, что наиболее часто встречаемыми являются 3-я и 7-я расы пыльной головни. Выявлены эффективные гены устойчивости к Новосибирской популяции *Ustilago*

nuda: Run 6 и Run 8. Изучен расовый состав патогена твердой головни ячменя (*Ustilago hordei*).

Проведена оценка коллекционного и селекционного материала на устойчивость к головневым грибам.

Изучены особенности проявления вредоносности возбудителя твердой головни в явной и скрытой форме в условиях лесостепи Приобья, доказано угнетающее действие патогена на рост, развитие и формирование урожая ячменя изученных сортов.

Практическая значимость. Выделены генотипы – источники устойчивости к местным расам пыльной и твердой головни, а также сорта с комплексной устойчивостью к двум патогенам. Выявлены сортообразцы, представляющие наибольшую ценность для использования в селекции, обладающие высокой выраженностью показателей продуктивности, приемлемой продолжительностью вегетационного периода, устойчивостью к полеганию, хорошим качеством зерна и комплексной устойчивостью к болезням - Лука, Баган, Золотник, Танай, Омский 85, Тулеевский, Bonanza и Excele. Создан новый устойчивый к заболеваниям сорт ярового ячменя Танай.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Структура популяции возбудителей пыльной и твердой головни ярового ячменя в условиях лесостепи Приобья.
2. Сравнительная характеристика устойчивости коллекционных сортообразцов ячменя к *U. nuda* и *U. hordei*.
3. Влияние патогена твердой головни на ростовые показатели и урожайность сортов ячменя.
4. Перспективный селекционный материал ярового ячменя устойчивый к головневым болезням.
5. Новый сорт ячменя ярового Танай.

Апробация работы. Основные положения по теме диссертации были представлены и получили положительную оценку на заседаниях Ученого Совета и научно-методического совета селекцентра ФГБНУ ФИЦ ИЦИГ СибНИИРС –

филиал ИЦИГ СОРАН в период 2009-2012 гг., а так же на IV международной научной конференции молодых ученых «Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых» (пос. Краснообск, 22-23 апреля 2010г.), XI Международной генетико-селекционной школе-семинаре «Современное состояние и приоритетные направления развития генетики, эпигенетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур» (пос. Краснообск, 9-13 апреля 2012 г.), на научно-практической конференции молодых ученых «Актуальные направления сельскохозяйственной науки в работах молодых ученых» (г. Барнаул, Алтайский НИИСХ, 9-10 июля 2015 г.), на II Международной конференции «Генофонд и селекция растений», посвященной 80 летию СибНИИРС (г. Новосибирск, 29-31 марта 2016 г.), III Международной конференции «Генофонд и селекция растений», посвященной 130-летию Н.И. Вавилова (г. Новосибирск, 28-30 марта 2017 г.).

По теме диссертации опубликованы 15 печатных работ, в том числе 4 в журналах «Вестник НГАУ», «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки», «Достижение науки и техники АПК», рекомендованных ВАК РФ. Получено авторское свидетельство на сорт ярового ячменя Танай.

Благодарность автора. Работа является обобщением результатов исследований, выполненных лично и совместно с другими исследователями. Автор выражает искреннюю благодарность и признательность за совместную творческую работу: научному руководителю И. Е. Лихенко, доктору сельскохозяйственных наук, руководителю СибНИИРС – филиал ИЦИГ СОРАН; ведущему сотруднику лаборатории генофонда растений, кандидату сельскохозяйственных наук Е. А. Орловой; старшему научному сотруднику лаборатории селекции зерновых культур А. В. Бахареву, а так же сотрудникам коллектива лаборатории селекции и семеноводства полевых культур и лаборатории генофонда растений СибНИИРС филиал ИЦИГ СОРАН.

Объём и содержание диссертации. Диссертация изложена на 134 страницах машинописного текста, состоит из введения, 6 глав, заключения, практических рекомендаций. Список использованной литературы, включает 225

наименований, в том числе 28 на иностранном языке. Экспериментальные данные изложены в 20 таблицах, 14 приложениях, иллюстрированы 13 рисунками.

1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ НА РАСТЕНИЯХ КУЛЬТУРЫ ГОЛОВНЕВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Народнохозяйственное значение и распространение ячменя

Ячмень – одна из древнейших сельскохозяйственных культур, которая возделывается со времен зарождения земледелия. Как культурное растение его начали выращивать на обширных пространствах Передней Азии одновременно с одомашниванием диких животных и растений (Коданев И.М., 1964). С древнейших времен ячмень использовали для приготовления хлеба и выработки напитков.

Ячмень – универсальная культура, как по широте распространения, так и по ее использованию (Пакуль В.Н., 2005; Григорьев Ю.Н., 2015). Превосходит все зерновые культуры по вертикальному распространению. Он возделывается в горах Тибета на высоте 4500 метров над уровнем моря, в Эфиопии и Афганистане – 3000-3600 м., Узбекистане и Таджикистане – 2700-3200 м (Кузнецова Т.Е., 2006). Ячмень имеет продовольственное, кормовое, техническое и агротехническое значение (Шевелуха В.С., 1989).

Эта культура играет определенную роль в питании человека. Ячменная мука используется в домашнем хлебопечении в северных и высокогорных районах, где ячмень является единственным возделываемым хлебным злаком (Вавилов Н.И., 1957, 1966; Борисонник З.Б., 1962, 1974; Басистов А.А., 1972).

Зерно широко используется и для приготовления питательных круп, которые обладают высокой питательностью и диетическими свойствами (Глуховцев В.В., 2001). Голозерный ячмень употребляется на изготовление ячменного кофе (Карпеченко Г.Д., 1938; Трофимовская А.Я., 1972).

Для пивоваренной промышленности используют зерно специальных пивоваренных сортов, в которых согласно ГОСТу содержание белка должно быть не более 12 %. (Коданев И.М., 1958; Лошак И.Ф., 1968, 1971; Костылев А.В.,

1972; Клочко Н.Ф., 1982; Пивоваренный ячмень ..., 2003; Пакуль В.Н., 2005; Кузикеев Ж.В., 2015).

Использование ячменя в животноводстве для откорма крупного рогатого скота способствует повышению его резистентности в период зимнего стойлового содержания (Середина М.П., 1961; Максименко В.П., 1985; Пакуль В.Н., 2005).

Помимо продовольственного, пивоваренного и кормового назначения ячмень имеет важное агротехническое значение. Отличаясь сравнительно коротким вегетационным периодом, он, высеянный на соответствующих полях севооборота, позволяет более рационально использовать технику и уменьшить напряжение в наиболее ответственные периоды полевых работ (Коданев И.М., 1957; Гаркавый П.Ф., 1966, 1970, 1971; Борисонник З.Б., 1974; Федулова Н.М., 1984; Сурин Н.А., 1985).

Сравнение основных зерновых культур – пшеницы, ячменя и овса по устойчивости к неблагоприятным воздействиям внешней среды свидетельствует о высоких потенциальных возможностях культуры ячменя (Жуматов А.Ж., 1961; Жуковский П.М., 1964; Барсуков Н.Н., 1972; Андрущенко А.В., 1973; Трофимовская А.Я., 1974, 1975).

Во всем мире ячмень высевается на площади свыше 90 млн. га, занимая после пшеницы, риса и кукурузы четвертое место по посевным площадям и валовым сборам. По урожайности он находится на третьем месте, уступая по этому показателю кукурузе и рису (Бахтеев Ф.Х., 1955, 1968; Берзин А.М., 1972; Борисонник З.Б., 1974; Аниськов Н.И., 2010). В то же время потребность в зерне этой культуры в мировом производстве составляет 172-181 млн.т., в Российской Федерации 18-20 млн.т. (Аниськов Н.И., 2010).

В России ячмень – одна из наиболее распространенных культур. Он занимает 25 % или 9 млн. га зернового поля, что свидетельствует о важности его в зерновом балансе страны (Гаркавый П.Ф., 1962, 1971; Глуховцев В.В., 2001).

В Сибири в последние годы площадь посева стабилизировалась на уровне 3 млн. га. В Западной Сибири ячмень занимает 65 % от посевов культуры в стране (Пакуль В.П., 2005; Аниськов Н.И., 2012, 2015). При средней урожайности 15,4

ц/га валовые сборы зерна достигают 4,5 млн. т. Основная масса зерна (70 %) расходуется на кормовые цели (Аниськов Н.И., 2010).

В Новосибирской области по занимаемым площадям яровой ячмень находится на втором месте после пшеницы. С 2008 по 2011 годы площадь, данной культуры, варьировала от 144 тыс. га до 160 тыс. га. В настоящее время много районированных сортов ячменя. Селекция ведётся учеными в Алтайском, Красноярском крае, Омской, Кемеровской и Новосибирской областях. В последние годы по Сибирскому региону увеличилась доля площадей занятых сортами селекции СибНИИРС (Рисунок 1).

В структуре посевных площадей ярового ячменя по Новосибирской области сорта селекции СибНИИРС в 2010 году занимали 87 %, в 2011 – 83 %, в 2014 – 55,6 %.

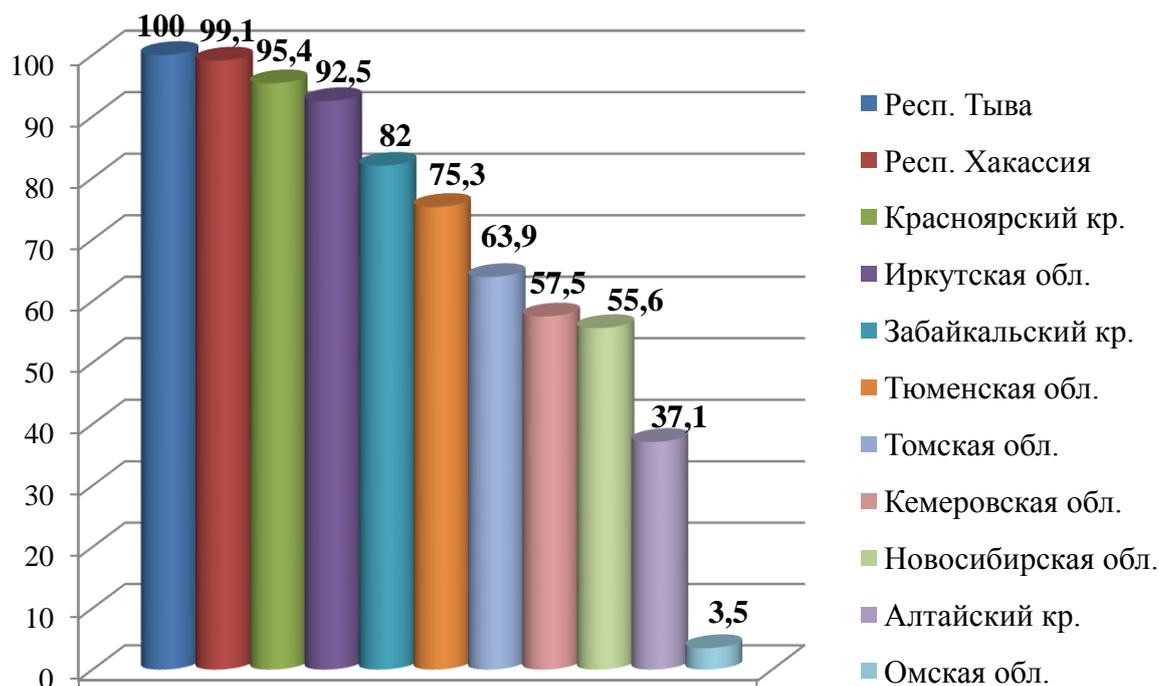


Рисунок 1 – Распространение сортов селекции СибНИИРС в посевах ячменя по Сибирскому региону, 2014 г.

1.2. Биологические особенности ярового ячменя

Ячмень относится к семейству мятликовых. Соцветие – колос. У него, как и у других однолетних злаков, отмечают следующие фазы вегетационного периода:

прорастание, появление всходов, кущение, выход в трубку, колошение, цветение, созревание (молочная, восковая и полная спелость) (Середина М.П., 1961; Осин А.Е., 1983; Мальцев В.Ф., 1984).

Ячмень – культура раннего сева. При сравнительно низкой плюсовой температуре (+2 °С) семена начинают прорастать. Поэтому его можно высевать рано весной, когда почва еще недостаточно прогрелась. При температуре почвы 4° для прорастания семян ячменя требуется шесть дней, а при 16° – только два. Оптимальная температура для появления дружных и быстрых всходов +15...+20°. Для набухания и прорастания зерно ячменя должно впитать в себя меньше влаги, чем другие хлебные злаки (48-65 % от веса сухого вещества). В оптимальных условиях фаза прорастания длится 2-5 дней. Всходы выдерживают заморозки небольшой продолжительности до – 5 °С (Осин А.Е., 1983; Максименко В.П., 1985). Однако длительное похолодание и увлажнение вызывают задержку в росте и угнетение от недостатка питательных веществ. Продолжительный период от посева до всходов часто компенсируется ускорением наступления фазы кущения (Родина Н.А., 2006).

В формировании урожая ячменя важная роль принадлежит корневой системе. От мощности и глубины проникновения ее в почву зависит будущий урожай. Ячмень, как и другие хлебные злаки, имеет мочковатую корневую систему. В сравнении с другими хлебными злаками имеет менее развитую корневую систему и отличается интенсивным потреблением питательных веществ на ранних фазах (Трофимовская А.Я., 1972; Максименко В.П., 1985).

После того как корни прочно закрепятся в почве, начинает расти вверх стебель. В процессе прорастания колеоптиле (бесцветная пленка), в которой свернут в трубочку первый лист, преодолевает давление почвы и выходит на ее поверхность. Под влиянием света она прекращает рост, а свернутый лист, продолжая свой путь, разрывает колеоптиле и под лучами солнца приобретает зеленую окраску. С этого времени начинаются процессы ассимиляции.

Образовавшиеся в результате ассимиляции в первом листе ячменя питательные вещества идут на образование листьев, которые находятся в зачаточном состоянии в конусе нарастания.

После появления третьего листа растение ячменя вступают в фазу кущения. Ячмень кустится лучше, чем другие зерновые культуры. Общая его кустистость нередко достигает 4 – 5 стеблей на одно растение. Интенсивность кущения ячменя определяется многими факторами: сортовая особенность, почвенная влага, сроки сева, температурный режим и запас питательных веществ (Капинос А.И., 2000).

Стебель и колос у ячменя образуются еще в период кущения. Однако резкая дифференциация растения на отдельные органы начинается лишь в фазе трубкования, которая наступает спустя 3 – 4 недели после появления всходов.

Фаза выколашивания наступает вслед за трубкованием. К началу колошения ячмень имеет уже вполне сформировавшийся колос. Повышенная температура в период всходы – колошение ускоряет наступление фазы колошения.

Ячмень относится к самоопыляющим растениям. Оплодотворяется преимущественно в утренние часы. Сначала цветение начинается со средней части колоса, а затем цветут его верхние и нижние цветки.

Как и у других хлебных злаков, у ячменя различают три фазы спелости: молочную, восковую и полную. Примерно через 12-15 дней после цветения наступает молочная спелость. В этой фазе происходит интенсивное накопление в клетках эндосперма минеральных и органических веществ (особенно крахмала). Зерно к концу молочной спелости достигает максимальной величины с влажностью от 40 до 60 %. Восковая спелость наступает вслед за молочной. Влажность зерна снижается до 20-25 %. По своей консистенции оно напоминает воск, легко мнется, разрезается ногтем и дает ровный излом. При переходе от восковой к полной спелости зерно продолжает терять влагу и становится твердым. Влажность зерна в сухую погоду бывает около 14 – 16 % (Трофимовская А.Я., 1972).

Длительная дождливая погода в период налива зерна удлиняет срок созревания и снижает его товарные свойства. Наиболее благоприятная температура при созревании зерна ячменя 23...25 °С (Пакуль В.Н., 2005).

Технологические качества зерна во многом определяются фазой его спелости и, как следствие, сроками его уборки. Мнения ученых по этому поводу разные, но в основном общепризнанно, что чем спелее зерно, тем выше его технологические качества (Коданев И.М., 1970; Пакуль В.Н., 2005).

Ячмень весьма отзывчив на применение удобрений. При сбалансированном их применении значительно увеличиваются урожаи ячменя, возрастает устойчивость к засухе, болезням, вредителям, повышаются кормовые качества зерна.

Существенное влияние оказывают удобрения на технологические качества зерна – содержание белка, экстрактивность, пленчатость, массу 1000 семян. Ячмень отзывчив на большое количество легко доступных питательных веществ в почве с самого раннего периода своего роста и развития. Имеет преимущества в агротехническом плане. Благодаря короткому периоду вегетации, устойчивости к холоду, дефициту влаги в почве, ячмень на 2-4 ц/га урожайнее, чем пшеница и овес (Пакуль В.Н., 2005).

В Сибири, несмотря на контрастность ее природно-климатических условий, ячмень является надежной культурой, способной максимально использовать биоклиматический потенциал для формирования устойчивых агроценозов (Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., 1993; Пакуль В.Н., 2005).

1.3. Головневые заболевания ярового ячменя

В последние годы ситуация по вредителям, болезням растений и засоренности сельскохозяйственных культур серьезно осложняется. Особую значимость в обострении фитосанитарной обстановки приобретают те биообъекты, которые характеризуются широкой региональной представленностью, быстротой нарастания численности и высокой вредоносностью (Черкашин В.И., 1999). Огромный ареал культурного ячменя в

мировом земледелии и древность его происхождения обуславливают большую дифференциацию видов и рас патогенов, поражающих его. Потери урожая от болезней весьма велики (Коданев И.М., 1964; Трофимовская А.Я., 1972).

Головневые грибы среди многочисленных возбудителей заболеваний зерновых культур представляют одно из наибольших значений в связи с тем, что они имеют повсеместное распространение, вызывают очень значительное снижение урожая и ухудшают качество зерна (Ульянищев В.И., 1968).

По мнению А.С. Степановских (1990), это – сравнительно молодая таксономическая группа. К моменту ее появления уже были сформированы основные таксоны грибов. Они влились в сложившуюся систему грибных организмов, заполнив экологические ниши в биогеоценозах в виде паразитов покрытосеменных растений. И.В. Каратыгин (1981) считает, что о времени возникновения головневых можно судить по данным палеомикологии и оценке филогенетического возраста их растений-хозяев. Пилат А. (Pilat A. 1971) относит время появления порядка *Ustilaginales* к триасу – перми, т.е. оценивает их возраст в 200-250 млн. лет (цит. по Степановских А.С., 1990).

Головневые заболевания вызывают узкоспециализированные грибы-паразиты, у каждого вида гриба своё растение-хозяин и свои биологические особенности. Они отличаются сильной агрессивностью, чему способствует очень высокая спорулирующая способность: в одной зерновке, пораженной головней, может находиться свыше 20 млн. спор (Шкаликов В.А., 2003; Демин Д.А., 2005).

Болезни ячменя вызывают три вида головни: твердая, пыльная и черная пыльная, принадлежащие в систематическом отношении к классу Basidiomycetes, подклассу *Teliobasidiomycetidae*, порядку *Ustilaginales*, семейству *Ustilaginaceae*, роду *Ustilago* (Курсанов Л.И., 1940; Гутнер Л.С., 1941; Tapke V.F., 1943; Savulescu T., 1957; Blumer S., 1963; Степановских А.С., 1990).

1.3.1. Пыльная головня ячменя

Пыльной головней поражаются культурные и дикорастущие виды ячменя. Пыльная головня – *Ustilago nuda* (Jens.) Kell. et Swingle, обнаруживается в посевах

после выколашивания растений. *Ustilago nuda* поражает главным образом виды *Hordeum*, в частности имеющие большое экономическое значение культурные виды - *H.vulgare* и *H.distichon* (Каратыгин И.В., 1986). Пыльная головня ячменя распространена по всему миру. Эта болезнь встречается везде, где возделывается ячмень: в степных районах Канады, на посевах ячменя в Северной Ирландии, Польше (цит. по Степановских А.С., 1990).

По данным Н.С. Губаревой (2012) пыльная головня проявляется на востоке Казахстана ежегодно и повсеместно. Посевы ячменя заражены болезнью на 21,1-37,4 % от обследованной площади.

На территории Российской Федерации пыльная головня широко распространена на посевах ячменя в Центрально-Черноземной зоне, Нечерноземной зоне, на Урале, на Дальнем Востоке, в Казахстане, в Западной и Восточной Сибири (Велибекова Е.И. и др., 1981; Родина Н.А., 1981; Неттевич Э.Д. и др., 1984; Койшибаев М.К., 1985; Морданов С.Ф., 1988; Степановских А.С., 1990). По словам И.В. Каратыгина (1986) «Результаты мер борьбы с головневыми заболеваниями оказались столь внушительными, что подчас создавалось впечатление о практически полной ликвидации этой группы заболеваний». Однако до настоящего времени не решена проблема избавления посевов ячменя от пыльной головни и поражение встречается во всех регионах. В Центально-Черноземном районе Л.А. Ершовой и В.А. Горшковой (2008) отмечено нарастание заражения посевов ярового ячменя пыльной головней: начиная с 1997 года, площади посевов, пораженные патогеном, увеличились с 3,9 % до 34,7 %, а распространение – с 0,1 % до 0,46 %. В целом по Восточной Сибири ежегодный недобор урожая зерна ячменя от пыльной головни с учетом скрытого заражения составляет не менее 3 %, или 25 тыс. т зерна. Красноярская, Иркутская, Читинская и Бурятская станции защиты растений отмечают повреждение ячменя этим видом головни на 50-70 % апробируемой площади, причем степень поражения на крупных массивах достигает нередко 6-8 % и более (Брежнев Д.Д и др., 1973; Сурин Н.А., 1993).

Во всех областях Западной Сибири наблюдается повсеместное распространение возбудителя пыльной головни на сортах ячменя. По данным Российского сельскохозяйственного центра (при полевой апробации посевов), пораженность пыльной головней составляет по годам от 13,5 до 34 %, а в некоторых районах до 70,0 % обследуемой площади при средневзвешенном поражении от 0,5 до 5,0 % (Обзоры распространения ..., 1976-1979). По результатам Российского сельскохозяйственного центра в Омской области потери от пыльной головни в 2004 г. составили 19,1 тыс. т, или 0,65 % от валового сбора зерна, в 2005 г. увеличилось в 2,1 раза к уровню 2004 г., а в 2006 г. на ячмене отмечалось наибольшее распространение пыльной головни – 15,1 % (Прогноз распространения ..., 2005).

В Кемеровской области наиболее распространенной и вредоносной значится пыльная головня ячменя. Ущерб от болезни, по сведениям В.Н. Пакуль, А.В. Заушинценой и С.В.Сартаковой (2006), может достигать 14 %.

По данным Российского сельскохозяйственного центра за 2010-2015 годы поражение посевов ячменя пыльной головней отмечено во всех федеральных округах РФ (Обзор фитосанитарного состояния...2012-2015г.). В Северо-Западном федеральном округе наиболее значительное проявление головневых отмечалось в Вологодской области, где пыльной головней ячменя было поражено 5,9 тыс. га посевов яровых зерновых культур. В Южном федеральном округе головневые заболевания были зарегистрированы на 11,65 тыс. га посевов зерновых культур. Возбудителем пыльной головни было поражено 4,0 тыс. га (62,5 % обследованных площадей) ярового ячменя в Ростовской области (Обзор фитосанитарного состояния...2012, 2013г.).

Пыльной головней ячменя в целом по Центральному федеральному округу было заражено 1,96 тыс. га. Болезнь была выявлена в Тамбовской, Владимирской, Воронежской, Московской, Рязанской, Смоленской и Тульской областях. В Калининградской области пыльная головня ярового ячменя была обнаружена на 0,07 тыс. га. Распространенность болезни составляла 13 %. Пыльная головня ячменя развивалась на площади 1,04 тыс. га в Краснодарском крае.

Средневзвешенный процент распространенности находился на уровне 0,001-0,4. Максимальное поражение пыльной головней ячменя 15 % было отмечено в Тбилисском районе на 30 га. Пыльная головня ярового ячменя регистрировалась практически повсеместно (Обзор фитосанитарного состояния...2012, 2013г.).

В Сибирском федеральном округе пыльная головня ярового ячменя поражала посевы в Республике Тыва (0,02 тыс. га), Республике Хакасия (0,3 тыс. га), Алтайском крае (5,04 тыс. га), Иркутской (0,2 тыс. га), Кемеровской (1,33 тыс. га), Новосибирской (2,0 тыс. га) и Омской областях (2,25 тыс. га) (Обзор фитосанитарного состояния...2015г.).

В Новосибирской области при апробации посевов ячменя с 2002 по 2011гг. пыльная головня была выявлена в Краснозерском, Татарском, Коченевском, Кочковском и Карасукском районах. В 2008 г. в Коченевском районе отмечалось распространение болезни 0,05 – 1,1 %, максимальное на площади 0,2 тыс. га. На обследованной площади 8,5 тыс. га, поражено 2,5 тыс.га.

В 2009 г. в Карасукском районе всего за вегетационный период было обследовано 1629,55 тыс. га, на площади 139,48 тыс. га поражение составило 0,001-2,0% (Прогноз...2002 - 2011).

Пыльная головня поражает генеративные органы растений. Иногда встречаются колосья с частичным поражением, обычно в нижней части. Наблюдается образование телиоспор в частях стеблей, прилегающих к колосу, и на верхних листьях. Головневый колос выходит из влагалища листа, прикрытый тонкой просвечивающейся пленкой, которая быстро растрескивается. Растения, зараженные пыльной головней, растут быстрее здоровых, и головневые колосья обнаруживаются в посевах в период выколашивания раньше нормальных. Больные растения резко выделяются на фоне здоровых. Пылящая споровая масса светло-коричневая, слегка мажется. После подсыхания покрывающая споровую массу пленка разрушается, происходит распыление, рассеивание телиоспор в воздухе и через несколько дней остаются только колосовые стержни. Заражение здоровых растений пыльной головней происходит во время цветения. Споры гриба с больного растения, попав на цветки здоровых растений ячменя,

немедленно прорастают, мицелий гриба достигает завязи и там впадает в стадию покоя. Зараженные таким путем растения внешне кажутся здоровыми. Если взять зерна с этих растений для посева, то при прорастании их пробуждается к жизни и покоящийся мицелий гриба. Он проникает в росток растения и заражает его. Признаки же болезни обнаруживаются лишь при выколашивании, когда мицелий, попав во все части колоса, распадается на споры (Коданев И.М., 1964; Трофимовская А.Я., 1972; Каратыгин И.В., 1986; Степановских А.С., 1990; Койшибаев М.К., 2002; Бахарева Ж.А., 2003; Грязнов А.А., 2000, 2005).

Развитие пыльной головки в разные годы не одинаково. Наблюдаются периоды массовых вспышек и слабого развития заболевания. Это явление определяется взаимодействием трех факторов – растения, паразита и среды (Бекк Э.Г., 1977; Бахарева Ж.А., 1981). Российскими и зарубежными исследователями установлено, что заражению ячменя *Ustilago nuda* способствуют благоприятные гидротермические условия – повышенная влажность воздуха (более 60 %) в сочетании с умеренной температурой (20-23⁰ С) и открытым цветением (Кривченко В.И. и др., 1973; Heitefuss R., 1987; Грязнов А.А., 2005). Минимальная температура, ограничивающая прорастание, 11⁰, максимальная 35⁰. Дождливая погода в период цветения ведет к снижению заражения, так как предполагается, что споры легко смываются дождем и погибают (Rodenhiser H.A., 1928; Коданев И.М., 1964; Степановских А.С., 1990). На степень поражения ячменя существенное влияние может оказать температура почвы в период прорастания семян (Богданов А.И., 1969; Бахарева Ж.А., 1981). Исследователи сходятся во мнении, что температура почвы ниже 4-5⁰ С и выше 16⁰ С уменьшает процент зараженных проростков. Оптимальной является 8-10⁰ С. Некоторые авторы (Кечек Н.А., 1952; Наумов Н.А., 1952; Гешеле Э.Э., 1978; Бадина Г.В., 1981; Койшибаев М.К., 2002) полагают, что инокуляция завязи ячменя инфекционными гифами гриба может происходить с момента колошения до молочной спелости зерна. Однако исследованиями Л.Г. Щелко (1969, 1975) и Д.П. Пшинник (1973) установлено, что оптимальным периодом для инокуляции

является только фаза начала цветения ячменя. Цветки в этот период имеют желто-зеленые пыльники.

В результате проведенных опытов, рядом исследователей было установлено, что заражение ячменя возбудителем пыльной головни происходит во время цветения (Сигрианский А.М., 1930; Наумов Н.А., 1952; Кривченко В.И., 1984; Lang W., 1910; Moore M.B., 1936; Shinohara M., 1972a). Попадая на рыльце цветка хламидоспоры, прорастают и образуют инфекционные гифы, которые по пыльцевой трубке или через стенки завязи достигают семяпочки, последняя обычно не погибает, а развивается в нормальное зерно, содержащее в зародыше мицелий (Парий И.Ф., 1973). Мицелий распространяется в различных частях зародыша семян: эндосперме прилегающим к щитку, в самом щитке, зародышевой почке, корешках, эпибласте (Кривченко В.И., 1965, 1967; Мягкова Д.В., 1968; Пшинник Д.П., 1973, Бахарева Ж.А., 1981). Однако эта концепция не в полной мере подтвердилась в исследованиях других ученых, которые доказали, что патоген проникает в семяпочку не только по пыльцевому каналу, но и через стенки завязи (Кечек Н.А., 1952; Наумов Н.А., 1952; Кривченко В.И., 1984). Имеющиеся различия в характере проникновения пыльной головни связаны с особенностями сортов хозяина и рас патогена (Трофимовская А.Я., 1972). К периоду налива зерна мицелий морфологически и физиологически изменяется. Гифы несколько вздуваются, стенки клеток утолщаются, в их цитоплазме обособливаются жировые капли. В такой форме грибок переходит в состояние покоя и может сохранять жизнеспособность в семенах несколько лет.

При набухании зерна мицелий возбудителя начинает развиваться, гифы концентрируются в зоне зародышевой почки и движутся вверх по стеблю вместе с конусом нарастания. Перед спорообразованием мицелий интенсивно разрастается, особенно в цветках и чешуйках колоса, усиленно ветвится, разрушает все ткани. Мицелий перетягивается поперечными перегородками на отдельные ткани. Оболочка ослезняется. Гифы распадаются на отдельные клетки, которые покрываются темноокрашенными оболочками и образуют отдельные хламидоспоры (Гутнер Л.С., 1941; Степановских А.С., 1990). Пылящая масса

хламидоспор с пораженных колосьев переносится на здоровые цветки соседних растений. По морфологии споры *Ustilago nuda* шаровидные, эллипсоидальные, реже продолговатые, 3,6-9, чаще 5,5-6 мкм в диаметре, оболочка светло-коричневая, шиповатая. Споры прорастают промицелием без споридий. Отдельные хламидоспоры оливковые или светло-коричневые, совершенно гладкие, шаровидные, реже продолговатые или угловатые, 6-11 мкм в диаметре (Гутнер Л.С., 1941).

Споры пыльной головки в природной обстановке не зимуют, но в сухом состоянии сохраняют всхожесть до пяти лет (Наумов Н.А., 1952). Имеется ряд сообщений относительно периода времени, в течение которого споры сохраняют жизнеспособность. По данным В.И. Кривченко (1984) при хранении инокулюма в пергаментных пакетах в лабораторных условиях (18-24 °С) хламидоспоры сохранялись в течение 3 – 4 месяцев. Как сообщает V.F. Тарке (1953, 1955), при комнатной температуре споры пыльной головки теряют всхожесть через несколько месяцев. Однако при температуре 0 – 2 °С в сухом воздухе телиоспоры сохраняют жизнеспособность до 14 лет. В зернах мицелий пыльной головки сохраняет жизнеспособность до 2 – 3 лет, 3 – 5 и даже до 7 лет (цит. по Степановских А.С., 1990).

Возбудитель пыльной головки *Ustilago nuda* (Jens.) оказывает существенное влияние уже на первых этапах роста и развития ячменя. При прорастании семян, мицелий возбудителя сосредотачивается у основания конуса нарастания и не отстает от точки роста. Зараженное зерно дает ослабленные проростки, которые часто гибнут, не достигнув поверхности почвы (Кривченко В.И., 1978, 1984).

Возбудитель оказывает угнетающее действие на растение. Вредоносность пыльной головки ячменя при полном поражении колоса составляет 100 %. По данным многих авторов пыльная головня, кроме явных потерь урожая, вызывает потери, не поддающиеся учету при внешнем осмотре посевов, так называемые скрытые потери (Калашников К.Я., 1971; Гешеле Э.Э., 1978; Кривченко В.И., 1984; Степановских А.С., 1990; Бахарева Ж.А., 2003). Они выражаются в том, что снижается всхожесть семян, высота стебля, длина колоса, налив зерна.

Накопление сухого вещества сокращается до 30 %. Увеличивается восприимчивость пораженных растений к видам ржавчины, мучнистой росе, корневым гнилям. Образуется больше подгона (на 10 – 15 %) вместо стеблей с нормально выполненными колосьями (Кривченко В.И., 1984; Бахарева Ж.А., 2003; Жичкина Л.Н., 2015). Установлено, что высокая степень поражения отрицательно сказывается на качестве зерна ячменя. В частности, при использовании зерна в пивоварении отмечено снижение выхода экстракта в солоде и диастатической активности, увеличение удельного веса растворимого азота (Трофимовская А.Я., 1972).

Появление и размножение новых рас – одна из основных причин потери сортами устойчивости к пыльной головне. Расы возбудителей возникают в процессе взаимодействия патогена с растением-хозяином и отличаются между собой по реакциям, которые они вызывают на различных сортах. По характеру этих реакций и осуществляется дифференциация внутривидовых таксонов. В сравнении с другими фитопатогенными грибами у возбудителей головневых понятие о расе несколько видоизменены в связи со спецификой биологии гриба. Поэтому расы в применении к головневым – это чаще всего либо культурально различающиеся гаплоидные клетки, либо отличающиеся по вирулентности споровые популяции. Несмотря на эти особенности возбудителя, термин «физиологическая раса» был установлен и определяется как образец хламидоспор, который имеет относительно одинаковую вирулентность на определенных тест-сортах (Кривченко В.И., 1984; Бахарева Ж.А., 1981; Бахарева Ж.А., Христов Ю.А., 2003).

Как сообщает В.И. Кривченко (1984), исследования расового состава возбудителя пыльной головни ячменя начали проводить после работ Tisdale W.H, Griffiths M.A. (1927) и H.A. Rodenhiser (1926,1928), которые впервые отметили особенности специализации и на экспериментальных тест-сортах выделили сначала 2, а затем 12 рас этого патогена в Северной Америке. Подобные работы были выполнены в 30-х годах в Бельгии и в других странах Европы некоторыми

исследователями (Nahmmacher J., 1932; Oort A.J.P., 1940; Thren R., 1941; Rubenbaner I, 1967).

В США V.F. Tarke (1955) установил ряд тест-сортов ячменя и описал 5 рас. Первая представляла 63 % изученных популяций, четвертая распространена на озимом ячмене. В 1960 г. Niemann E. (1960) в ФРГ определил и описал 16 рас пыльной головки. Несколько групп рас установлено в Польше (Kozera W, 1967; Rubenbaner I, Kozera W, 1967). Работы с физиологическими расами пыльной головки в странах Европы значительно отстают от исследований, проводимых в США и Канаде (Трофимовская А.Я., 1972).

В России экспериментальные работы по дифференциации рас возбудителя пыльной головки ячменя были начаты в 1965 г. во Всесоюзном НИИ растениеводства (ВИР). Для дифференциации рас *U. nuda* были организованы исследования в разных районах страны. В результате проведенных работ подобраны специальные сорта для идентификации рас *U. nuda*: Regal (к-16930), ОАС -21 (к-17649), Местный (к-20441), Montcalm (к-11835), Trebi (к-11835), Keystone (к-19304). Экспериментальные сорта-дифференциаторы при изучении в разных зонах оказались продуктивными, сравнительно устойчивыми к полеганию, среднеспелыми (Кривченко В.И., 1984).

На территории Западной Сибири выявлены 3 физиологические расы возбудителя пыльной головки ячменя – 1, 3, 4-я. Как сообщает Ж.А. Бахарева (1981, 2003) наиболее широкое распространение получила 3-я раса – 65 % от изученных образцов гриба. Она была обнаружена в пяти районах Новосибирской области, а также встречается в Томской, Омской областях и в Алтайском крае. Встречаемость широко распространенной расы 4 составила 20 %. В Омской, Кемеровской областях и в Алтайском крае зарегистрирована раса 1.

По данным Мешковой Л.В. (2006), А.И. Широкова и Е.В. Падериной (1982) в Омской области было установлено наличие 1, 3, 5 и 6 рас *Ustilago nuda*.

Как сообщают Ершова Л.А. и Велибекова Е.И. (2009) в Центрально-Черноземном районе с 2001 по 2008 гг. в популяции пыльной головки преобладали вирулентные и высоковирулентные расы 1, 3, 4, 17.

В Среднем Поволжье Глуховцевым В.В. (2001) выявлены расы 1 и 10 в местной популяции *U.nuda*.

1.3.2. Твердая головня ячменя

В 1899 году В. Келлерман и В. Свингл описали вид твердой головни ячменя – *Ustilago hordei* (Pers.) Kell. Et Sw., который известен и в настоящее время (цит. по Степановских А.С., 1990). Твердая головня распространена повсеместно, где возделывается ячмень. Проявляется заболевание в период выбрасывания колоса (Степановских А.С., 1989). Твердая головня может вызывать частичное поражение колоса или полное его разрушение, плохую выполненность и низкую абсолютную массу зерна, и неустойчивость к болезням. Вредоносность твердой головни при полном поражении колоса равняется 100 процентам. Кроме явных потерь зерна в зараженном колосе, головня вызывает скрытые потери. У растений со скрытыми признаками поражения твердой головни снижается накопление сухого вещества в вегетативной массе и зерне, общая, продуктивная кустистость, длина колоса, количество зерен в нем, масса 1000 зерен значительно ниже, чем у здоровых. У больных растений увеличивается число подгонных стеблей, повышается восприимчивость к карликовой ржавчине и мучнистой росе (Калашников К.Я., 1959; Чумаков А.Е., Захарова Т.И., 1990; Степановских А.С., 1990). При сильном поражении твердой головней недобор урожая ячменя может достигать 10-15% и больше (Калашников К.Я., 1971).

Доказано, что при длительном скармливании ячменя с примесями головневых комочков у коров наблюдается изменение сердечной деятельности и сокращение удоя молока, а у овец зарегистрирована и смертность (Сурин Н.А., 2011). Ряд авторов отмечают, что кроме ячменя возбудитель твердой головни может поражать житняк гребенчатый, колосняк ржаной, пырейник собачий, пырейник канадский, пырейник сибирский, ячмень гривастый и рожь (Fischer G.W., 1940; Nielsen I.I., 1978; Азбукина З.М., 1980; Степановских А.С., 1989, 1990).

В Омской области в 2003-2004 гг. поражение ярового ячменя твердой головней при искусственном заражении колебалось от 0,7 до 28,9 процента

(Мешкова Л.В., 2006). По результатам исследований Коробейникова Н.И., Розовой М.А. и др. (2006) интенсивность поражения в Алтайском крае отдельных номеров ячменя твердой головней доходит до 60-65 %.

Проявление твердой головни ежегодно отмечалось в Воронежской, Волгоградской, Курской, Саратовской, Тамбовской, Самарской, Пензенской областях. Природные условия Восточной Сибири так же способствуют сильному развитию возбудителя (Степановских А.С., 1990; Айдарова Н.С., 2009). В Центрально-Черноземном районе Ершовой Л.А. и Велибековой Е.И. (2009) отмечено увеличение вредоносности каменной головни на посевах ярового ячменя. Оценка исходного материала в Кемеровской области показала высокий размах варьирования по восприимчивости к головневым грибам от 0 до 73 % (Заушинцена А.В., 2009). Ячмень в Тамбовской области, по данным Драчева М.К., Андреева Р.А. и др. (2009), поражается многими грибными болезнями, из которых наиболее существенный ущерб наносит твердая головня. Как сообщает А.В. Сидиров (2006) в Красноярском крае твердая головня ячменя широко распространена.

По данным Российского сельскохозяйственного центра за 2011-2015 годы поражение посевов ячменя твердой головней отмечено во многих федеральных округах РФ. Твердая головня ячменя в 2015 г. регистрировалась в Рязанской и Тульской областях на 0,24 и 0,37 тыс. га соответственно. В Рязанской области средневзвешенный процент пораженных растений составлял 0,06, в Тульской области – 0,2. Твердая головня ячменя регистрировалась в Чувашской Республике и Саратовской области. В Саратовской области была выявлена на 0,84 тыс. га с распространением 0,9 %. В Чувашской Республике заболевание было выявлено на 0,005 тыс. га с развитием болезни на 0,001 % колосьев. В Курганской области твердой головней ярового ячменя было заражено 0,5 тыс. га. Средневзвешенный процент распространения составлял 1,3, развитие 0,1 % (Обзор фитосанитарного состояния...2011-2016 гг.). В Новосибирской области при апробации посевов ячменя с 2002 по 2011гг. твердая головня была выявлена в районах –

Краснозерском, Татарском, Коченевском, Кочковском и Карасукском (Прогноз... 2002, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010).

Признаки больного растения можно обнаружить при выколашивании, а чаще после цветения. Возбудитель твердой головни разрушает колос, превращая содержимое зерна в черную споровую массу, заключенную в остатки цветковых чешуй в виде тонкой сероватой пленки. Колосья, пораженные твердой головней, иногда задерживаются в листовом влагалище, что затрудняет диагностику. В таком случае ости колоса, выступающие из влагалища листа, обычно деформированы. Колосья могут быть поражены полностью или частично. Больной колос бывает компактным, колоски плотно прижаты к стержню, за что этот вид головни и получил название «каменная». У некоторых сортов, при определенных условиях, твердая головня также поражает стебли, листья и листовые влагалища. Заражение происходит во время прорастания зерна. Гриб проникает в ткани проростка и завершает свое развитие в течение одного вегетационного периода (Гутнер Л.С., 1941; Коданев И.М., 1964; Трофимовская А.Я., 1972; Степановских А.С., 1990; Грязнов А.А., 2005; Пакуль В.Н., 2005).

Развитие возбудителя твердой головни (*Ustilago hordei*) начинается с момента прорастания телиоспоры на поверхности семян после посева ячменя. На вторые сутки наблюдается обильное их прорастание с образованием цилиндрического ростка и переход в него копуляционного ядра из телиоспоры. В результате двукратного деления образуется четырехклеточный промицелий с содержанием по одному ядру в клетке, от 24 до 29 мкм. Споридии чаще всего одиночные, расположены на вершине и сбоку промицелия, у перегородок. Достигнув в длину 9,2 – 9,4 мкм, они отделяются от промицелия. Переход из гаплоидной фазы в дикариотическую осуществляется путем копуляции споридий, клеток одного или рядом расположенного промицелия при помощи мостика (Fischer G.W., 1936b).

Минимальная температура для прорастания спор *Ustilago hordei* – 5 °С, оптимальная – 20 °С, максимальная – 30-35 °С. В отличие от *U. nuda* и *U. nigra* хламидоспоры каменной головни длительное время остаются жизнеспособными

при хранении в гербарных коллекциях. Без определенного периода покоя они даже не прорастают. По данным Г.В. Фишера и К.С. Холтона (1957), споры сохраняют способность к прорастанию и инокуляции растений до 25 лет. Особенно долговечны споры, находящиеся внутри комочков, где они не теряют всхожести даже после химической обработки. Однако в почве длительность хранения возбудителя не велика и составляет всего месяц, поэтому роль почвенной инфекции мала (Альмуратов Н.П., 1966). Как сообщает И.В. Каратыгин (1986) растения, выращиваемые на кислых почвах, сильнее поражались головней, чем при произрастании на щелочных или нейтральных почвах. Оптимальная для прорастания семян влажность почвы составляет 60-70 % от ее полной влагоемкости.

Образование инфекционных дикариотических гиф при температуре почвы от 8 до 12 °С на глубине заделки семян, происходит большей частью в результате копуляции между клетками промицелия, при температуре почвы 15 – 20 °С – копуляции споридий. Дикариотические гифы являются патогенными и инфицируют coleoptily, реже другие части проростка. Прорастание зерновок стимулирует прорастание окружающих их телиоспор. Наиболее благоприятный период для заражения ячменя – первые восемь суток после начала прорастания семян (Каратыгин И.В., 1981,1986; Степановских А.С., 1990). Во время всходов возбудитель болезни, как правило, проникает в поверхностные ткани первого настоящего листа и находится там, в виде тонких нитей (2,9-3,8 мкм), часто с гаусториеподобными ответвлениями. Мицелий, распространяясь по тканям, дифференцируется на вегетативный и спорогенный. В фазу кущения отмечается проникновение *Ustilago hordei* в точку роста. В период выхода в трубку – колошения ткани формирующегося колоса обильно пронизываются мицелием, наблюдается дифференциация с последующим обособлением на отдельные телиоспоры.

У *Ustilago hordei* один сорус формируется на каждом сегменте оси колоса, замещает целую группу колосков. Спорогенные гифы этого вида, размножаясь в эмбриональных колосках, вначале нарушают общий план их дифференциации на

глюмы, палеи, лодиколы, завязи и тычинки. В дальнейшем же все эти элементы целиком замещаются спорами, трансформируясь в один общий сорус (Калашников К.Я., 1971).

Физиологическую специализацию возбудителя впервые отметил Faris J.A. в 1924 г. После интенсивных двухлетних наблюдений этого явления на большом количестве растений в теплице и в поле им было установлено, что споры каменной головни различного географического происхождения поражают сорта неодинаково, даже если семена получают максимальную инфекционную нагрузку и прорастают в равных условиях. Он сделал вывод, что дифференциация патогенности различных географических популяций головни может быть объяснена только «физиологической специализацией грибов». J. A. Faris (1924) впервые описал 5 физиологических форм *Ustilago hordei*, используя реакцию четырех сортов ячменя: Nepal, Hannchen, Summit и Texas, и пришел к заключению что каменная головня ячменя имеет несколько биологических форм .

Классические исследования, которые провел J. A. Faris (1924), а позднее подтвердили С.С. Allison (1937) и V.F. Tarke (1937), способствовали дальнейшему изучению специализации *Ustilago hordei* во многих странах. В Канаде, как сообщает W. Semeniuk (1940), в 1935 – 1937 гг. были выделены 4 расы каменной головни на основе их способности поражать сорта: Colsess, O.A.C.-21, Hannchen и Trebi. Однако в 1938 г. различия в патогенности трех рас не подтвердились. Причины этого явления для автора неясны, сообщают В.И. Кривченко и Д.В. Мягкова (1972).

Н. А. Rodenhiser в 1928 году выделил 7 рас возбудителя в культуре – две из них различались по патогенности. Изучение дифференциации продолжил V.F. Tarke (1937). В 1937 году он подобрал в качестве тест – сортимента восемь чистотелинейных сортов ячменя: Excelsior, Gatami, Hannchen, Lion, Nepal, Odessa, Rannier и Trebi. На основе реакции вышеуказанных тест – сортов V.F. Tarke установил 8 рас каменной головни. Среди них раса 6 характеризовалась наиболее широким распространением в США. В более поздних исследованиях Tarke V.F. (1945) в своем наборе заменил сорт Gatami сортом Himalaya. Этот тестирующий

набор до настоящего времени используется для изучения расового состава каменной головни.

Впервые в России в 1972 году В.И.Кривченко и Д.В.Мягкова сообщают, что вопросы идентификации рас *Ustilago hordei* представляют значительный интерес для селекции, районирования и интродукции ячменя. Была проведена работа в отделе иммунитета ВНИИР, под руководством В.И. Кривченко (1978), в результате чего идентифицировано всего 12 рас каменной головни ячменя.

В Центрально-Черноземном районе популяция каменной головни представлена в основном средневирулентными расами 3 и 5, высоковирулентная раса 12 проявилась за отмеченный период один раз в 2004 году (Ершова Л.А., Велибекова Е.И., 2009). В Омской области определение расового состава было осуществлено в 80-х годах А.И. Широковым и Е.В Падериной (1982). Как сообщает Л.В. Мешкова (2006), они установили наличие 2, 3, 8, 9 и 12 рас *Ustilago hordei*.

1.4. Роль исходного материала в создании устойчивых сортов к пыльной и твердой головне.

В последние годы в развитых странах отчетливо проявляется тенденция к изменению систем защиты растений. Наметился переход от широкого использования химических средств, через интегрированные системы, к преимущественному использованию природных механизмов регуляции численности вредных организмов (Полевые работы в Сибири...,2014).

Наиболее эффективным и надежным методом борьбы с головневыми болезнями является селекция устойчивых сортов с использованием иммунных форм. В селекции на иммунитет следует учитывать, что устойчивость сорта к заболеванию, особенно, если она является расоспецифической, не является величиной постоянной. Причиной снижения устойчивости сорта может быть как проявление новых рас возбудителя, так и изменение в соотношении рас в популяции, вызванное распространением сорта на больших площадях.

Исходный материал является основой всех проводимых селекционных программ, который в решающей степени определяет успех и параметры новых создаваемых сортов, в более широком смысле - новых генетических систем.

Бахаревым А.В. и Бахаревой Ж.А. (1996) в условиях Новосибирской области было выделено 8 коллекционных образцов, которые проявили комплексную устойчивость к пыльной головне, как к местной популяции, так и к вирулентным в зоне расам возбудителя (1-я и 3-я): Keystone, Brok, Bonanza, Paragon (Канада), Mirena (Германия), Emir (Голландия), местный к-6552 (Армения), местный к-21271 (Эфиопия).

Методом ступенчатой гибридизации с участием доноров Keystone и Brok, был получен высокоустойчивый сорт ячменя, Баган, обладающий комплексной устойчивостью. Не поражается пыльной головней сорт Биом (СибНИИРС). Сорт Ача (СибНИИРС) относительно устойчив к пыльной и твердой головне.

По данным Т.Н. Гордеевой и Л.Н. Шаламановой (2006) в Западной Сибири в целом 50 % сортов ячменя толерантны к пыльной головне, 17 % – к твердой.

Как сообщает Н.А. Сурин с соавторами (2005, 2012) по устойчивости к головневым болезням заслуживают внимания сорта Сибирский 3 и Омский 91 (СибНИИСХ). Невосприимчив к поражению твердой головней сорт Альянс (СибНИИСХ, Институт Сев. Зауралья). Комплексной устойчивостью к головневым характеризуется сорт Соболек селекции Красноярского НИИСХ. С использованием непрерывной схемы беккроссирование сорта Агул с сортом Keystone, была получена сложная гибридная популяция, из которой на провокационном фоне был выведен устойчивый к пыльной головне сорт Агул 2. (Сидоров А.В., 2006).

В Алтайском НИИСХ выведен устойчивый к пыльной головне сорт Корифей (Коробейников Н.И., 2006). Как сообщает И. Г. Тернюк (2008) сортообразцы ячменя к-8721, к-25282, CJ739, CJ5791, CJ9214, к-21914, Prior, к-25274 и к-8755 проявили высокую устойчивость к возбудителю пыльной головни и могут являться эффективными источниками устойчивости. По данным Л.В. Мешковой (2006, 2009, 2012) высокая устойчивость сортов ячменя Омского 85,

Омского 89, Баган, Сигнал и Золотник к видам головни обеспечивается иммунитетом от сортов Белогорский и Кейстон.

Как сообщают Н.И. Аниськов с соавторами (2012, 2015) четыре сорта ячменя отнесены к группе высокоустойчивых в Западной Сибири к трем видам головни: Омский 85, Омский 89, Омский голозерный 2 и Омский 99.

В Центральном Черноземном районе за период 2001-2008 гг. по резистентности к местной популяции пыльной головни Л.А. Ершовой с соавторами был выделен сорт Таловский 3. Сорта Анна, Партнер, Феникс, Лотос, Святогор, Стимул, Нутанс 278, Margret, Pasadena, Philadelphia, Arcadia обладают комплексной устойчивостью к двум патогенам (Ершова Л.А., Горшкова В.А., 2008; Ершова Л.А., Велибекова Е.И., 2009).

В качестве доноров устойчивости к пыльной головне Е.К. Кирдогло (1990) (Одесса ВСГИ) были использованы Jet и производные сорта Milton: с.i.13662 и с.i. 13664 (США), на базе которых были созданы иммунные к головне аналоги сортов Южный, Черноморец, Одесский 36, Одесский 70, Нутанс 244.

И.Г. Лоскутов (2012, 2014) с соавторами в качестве источников устойчивости к пыльной головне рекомендует сорта Karin, Kaisa (Швеция), Repsu (Норвегия); Колизей (Архангельская обл.). Устойчивыми к каменной головне Соборный (Украина), Toledo (Великобритания), Sloop SA, Sloop VIC, Dhon (Австралия). С комплексной устойчивостью к пыльной и каменной головне выделились сорта - Щедрый (Ростовская обл.), Докучаевский 15 (Воронежская обл.), Родник Прикамья, Купец (Кировская обл.), Симон (Кемеровская обл.), Clearwater и Нахбу (США).

Как сообщают Т.К. Головки (2004) с соавторами и Н.А. Родина (1995) – отбором из второго поколения первого беккрасса создан резистентный к *U.nuda* сорт ячменя Эколог. Данный сорт обладает комплексной устойчивостью к болезням: не поражается пыльной головней, практически устойчив к твердой головне. А.В. Патуриным и Н.С. Козулиной (2006) по итогам исследований были выделены резистентные к пыльной головне сортаобразцы: Соболек, Вулкан (КНИИСХ), Харьковский 91 (Украина), Торос (Свердловская область),

Зерноградский 242 и Тант (Ростовская область), Омский 85 и Омский 88 (Омская обл.), Jo 1328 и Jo 1345 (Финляндия), Zina (Швеция).

По данным Т.К. Шешеговой с соавторами (2013) иммунитетом к пыльной головне характеризуются Ментор, Омский 85, Титан 98, 1007-99; высокой устойчивостью обладают отечественные сорта Петр, Мураш, Бровар, Чакинский 221, Лука и зарубежные: Мрия (Украина), Гонар и Бадьорый (Украина), Jet (Эфиопия).

Как сообщаем М.А. Макарова (2012) сорт ячменя селекции Даль НИИСХ Муссон устойчив к пыльной головне.

По данным Р.А. Максимова с соавторами (2015) в Свердловской области иммунными к пыльной головне оказались сорта Эльф, Тимерхан, Яромир, Кобзарь, Символ, Keystone, Мик 1, Милтон и Фермер.

Д.П. Пшинник (1973) выявлены высокоустойчивые к каменной головне формы: к-1989, к-38983, к-4770, к-4854, к-6801, к-11396, к-12510, к-18344, к-18805. Резистентность проявили Varde, Herse, Goliat и гибридная форма J*M209 (Норвегия), а также Sieger (Швеция).

Е.В. Падериной (1982) были выделены сорта, которые проявили устойчивость к каменной головне, такие как Km-989/72 (ЧССР) и к-21602 (Эквадор). Наибольший интерес для селекции представляет исходный материал, обладающий групповой устойчивостью к головневым заболеваниям. К ним автор относит отдельные сорта Канады (к-18737, 22239, 23983), США (к-18688, 19182), Эфиопии (к-8681, 8695, 18703).

Иммунность к твердой головне выявлена на сортах Альянс (СибНИИРС и НИИСХ Северного Зауралья), Задел (Алтайский НИИСХ), Енисей, Сигнал (СибНИИРС и Алтайский НИИСХ) (Сурин Н.А., 1993, 2005; Коробейников Н.И., 2006). Не поражаются твердой головней сорта Одесский 82, Одесский 111, Одесский 36 (Кирдогло Е.К., 1990).

В Кемеровской области в результате поиска источников индивидуального и комплексного иммунитета к головневым грибам, проведенным А.В. Заушинценой, был выделен сорт Суздалец (к-30314) – Московская область

(Пакуль В.Н., 2006). Сорт Симон, в родословной которого присутствует высокоустойчивый сорт ячменя Баган, не поражается пыльной головней (Пакуль В.Н., 2012; Государственный реестр...2016).

В Ростовской области комплексной устойчивостью к головневым болезням выделены сорта Зерноградский 86 (РФ), Кобзарь (Украина), Эльф (РФ) и Зерноградский 139 (Филлипов Е.Г., 2005). Н.И. Аниськов (2012) с соавторами выделили сорта Омский 90 и Омский голозерный 1 с практической устойчивостью и Омский 91 высокоустойчивый к каменной головне. По данным Л.Н. Жичкиной (2014) сорта Агат, Вымпел, Донецкий 8, Поволский 65 и Скиф обладают практической устойчивостью к возбудителю *U.hordei*. В условиях северного Казахстана С.А. Бабкеновой (2015) выделены образцы к-29321 Lodra (Испания), к-28992 HVS 72959/77 (Германия), Esopt (Великобритания), Novosadski 292 (Югославия) и Жодинский (Белоруссия) обладающие групповой устойчивостью к пыльной и твердой головне.

Анализ литературных источников показал, что большинство сортов ярового ячменя восприимчивы к пыльной и твердой головне, но встречаются иммунные и практически устойчивые сорта к головневым болезням. Для успешной борьбы с болезнями необходим постоянный контроль над уровнем устойчивости находящихся в производстве сортов, а также непрерывная работа по выявлению отличающегося по генам устойчивости исходного материала, и создание на его основе новых сортов с высоким уровнем устойчивости. Нахождение источников устойчивости к твердой и пыльной головне и использование их в селекции является одной из первостепенных задач в создании непоражаемых сортов. В Новосибирской области подобные исследования проводились Ж.А. Бахарева в 1979 – 2000 гг. за последние годы работы по изучению устойчивости ячменя к возбудителям *U. nuda* и *U. hordei* не проводились. Поэтому необходимо провести исследования по выделению новых источников устойчивости к пыльной и твердой головне и образцов, сочетающих комплексную устойчивость к двум возбудителям с учетом хозяйственно ценных признаков.

2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Почвенно-климатические особенности зоны

Экспериментальная часть работы выполнена на фитопатологическом участке лаборатории иммунитета Сибирского НИИ Растениеводства и селекции в 2009-2012 годы, расположенного в 17 км от г. Новосибирска в Северо – Восточной части Приобского плато на левом берегу Оби.

Почвенный покров – выщелоченный среднесуглинистый чернозем средней мощности. Содержание гумуса в слое 0-30 см около 5 %, общего азота – 0,34 %, валового фосфора 0,30 %, подвижного фосфора и калия по Чирикову – соответственно 29 и 13 мг/100 г почвы, рН = 6,7-6,8. Глубина пахотного слоя 41-46 см. Рельеф спокойный, выровненный с небольшими включениями в виде блюдца и западин со сглаженными краями (Система земледелия..., 1983).

Климат характеризуется большой изменчивостью основных показателей.

Продолжительность теплового периода 188 дней, безморозного – 115-120; вегетационного для холодоустойчивых растений – около 150 дней. В весенний период происходит быстрая смена температур. Снежный покров сходит в конце апреля. Средняя дата последнего заморозка – 20 мая, но они могут быть в первой декаде июня, так же как и последние заморозки на почве. Лето теплое, в отдельные годы жаркое. Сумма температур воздуха выше 0 °С накапливается в среднем многолетнем разрезе 2251 °С, выше 5 °С – 2183, выше 10 °С – 1926, выше 15 °С – 1352. Обилие солнечного света – немаловажная особенность – обусловлена малым количеством облачности и продолжительным летним днём. Средняя продолжительность солнечного сияния за год равна 2040 часам, а длина дня в летние месяцы составляет 15-18 часов.

Обилие солнца и тепла в летний период является положительной стороной климата, в значительной мере компенсирующей его кратковременность и обеспечивающей вегетацию растений.

Осень характеризуется неустойчивой погодой. В одни годы она теплая и продолжительная, в другие – холодная с ливневыми дождями. Средняя дата установления снежного покрова 31 октября, наиболее ранняя – 14 октября. Зима продолжительная и холодная. Средняя температура самого холодного месяца - 19,4 °С (январь), абсолютный минимум – 46 °С.

Характерно достаточное, но не устойчивое увлажнение с годовым количеством осадков – 350-400 мм. Гидротермический коэффициент по Селянинову в среднем равен 1,2 с колебаниями по годам от 0,9 до 1,1. Две трети осадков (285 мм) выпадает за теплый период года и одна треть (82 мм) – в виде снега. За период май-сентябрь обычно выпадает 275 мм осадков, из них за май-июнь – около 100 мм. В летнее время осадки выпадают часто в виде ливней, что понижает их эффективность для растений (Почвенно-климатический..., 1978; Система земледелия..., 1983; Адаптивно-ландшафтные..., 2002).

2.2. Агрометеорологические условия в годы проведения исследований

Погодные условия в годы исследований были различными, но в основном складывались благоприятно для создания инфекционного фона, а так же для роста и развития растений ярового ячменя (Рисунок 2, 3, Приложение 1).

Вегетационный период 2009 года можно охарактеризовать как относительно благоприятный для роста и развития ячменя. Осадков выпало в пределах нормы, но распределение их носило неравномерный характер. Наибольшее количество выпавших осадков пришлось на апрель, июнь (I и II декады месяца), июль (II и III декады).

В мае 2009 года наблюдалась теплая и засушливая погода. Осадки во второй декаде практически не выпадали. Общий приход атмосферной влаги (20,7мм) был на 15,3 мм меньше среднемноголетних. Среднесуточная температура воздуха составляла 12,3 °С, что на 1,4 ° выше нормы.

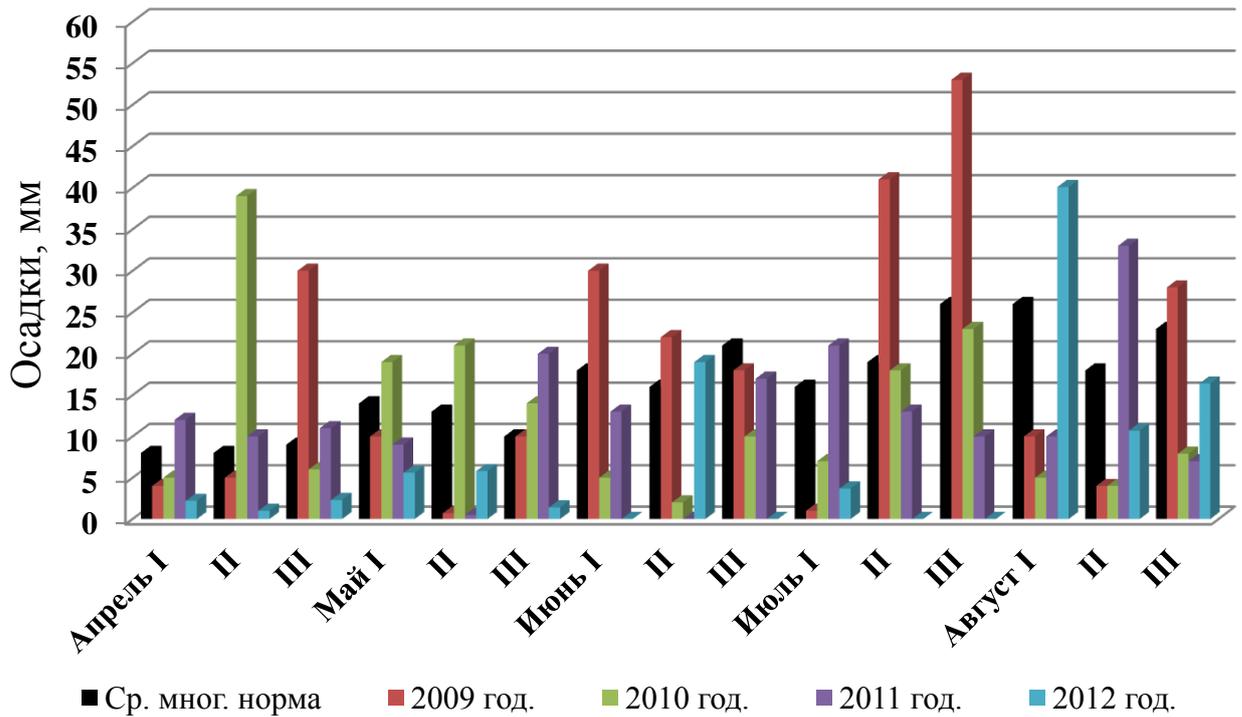


Рисунок 2 – Распределение атмосферных осадков за 2009-2012 гг., мм. по данным ГМОС Огурцово

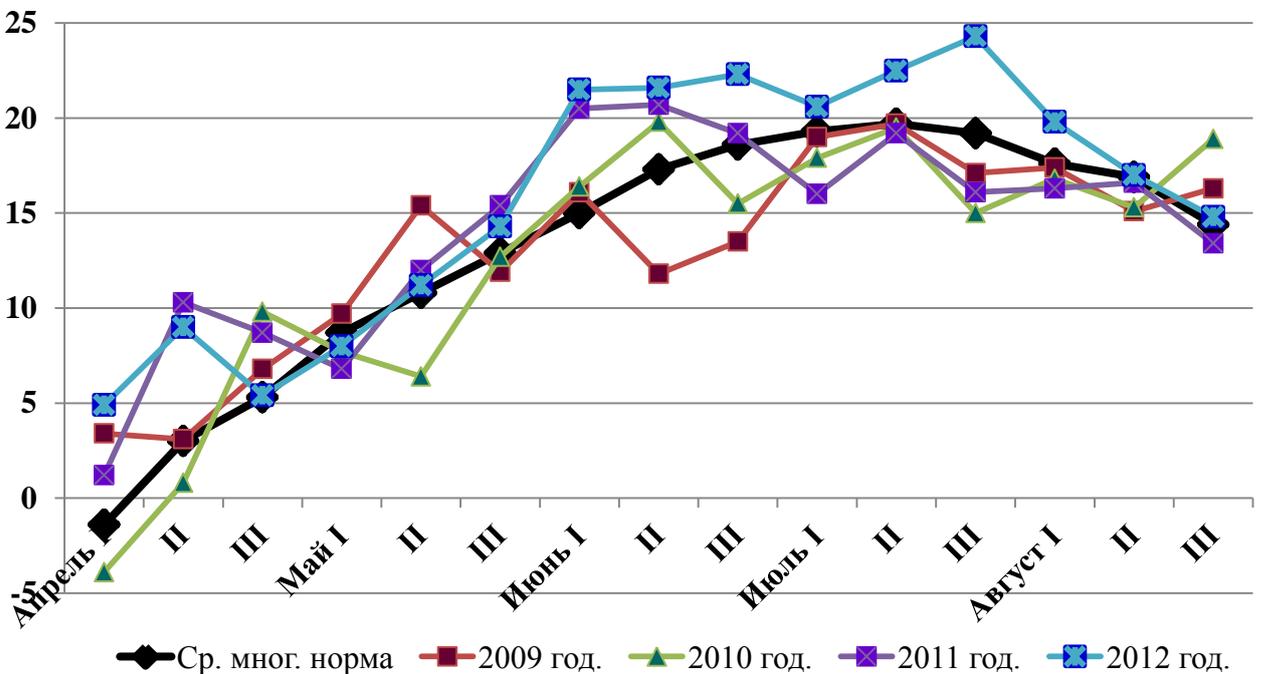


Рисунок 3 – Температура воздуха за 2009-2012 гг., °C, по данным ГМОС Огурцово

Высокие весенние температуры и недостаточное увлажнение почвы способствовали изреживанию всходов.

Метеоусловия июня отмечались прохладной и дождливой погодой. Средняя температура воздуха составляла $-13,8^{\circ}$, что ниже нормы на $3,1^{\circ}$. Осадки выпадали часто, их сумма превышала среднемноголетние данные в 1,3 раза. Погодные условия этого месяца способствовали обильному кущению ячменя.

В июле температура воздуха составила $18,6^{\circ}\text{C}$, что на $0,8^{\circ}\text{C}$ ниже нормы. Осадков выпало 42 % в виде ливней, что вызвало сильное полегание посевов и затянуло созревание ячменя на 7-10 дней.

Вегетационный период 2010 года в сравнении со средними многолетними данными характеризовался дефицитом осадков, которых выпало на 70 мм меньше. Количество выпавших осадков только в апреле и мае превысили норму, остальные месяцы были засушливыми.

В мае наблюдалась прохладная дождливая погода со снегом. Температура воздуха составляла $9,1^{\circ}\text{C}$, что ниже средней на $1,8^{\circ}$. Такие погодные условия привели к растянутому периоду и неравномерным всходам ячменя.

Среднесуточная температура воздуха в июне была выше нормы на $0,3^{\circ}\text{C}$, осадков выпало на 41 мм меньше нормы. В июле стояла холодная и сухая погода, общий приход атмосферной влаги составил -48 мм, что на 24 мм меньше нормы.

В августе было сухо и жарко. Осадков выпало в 3,9 раза меньше среднемноголетних. Созревание и уборка проходили в обычные сроки, однако наблюдалось некоторое снижение урожая.

Погодные условия 2011 года в сравнении со средними многолетними данными характеризовались как засушливые с дефицитом осадков, которых выпало на 69,5 мм меньше. Приход атмосферной влаги только в апреле превышал норму.

В мае среднесуточная температура воздуха была практически на уровне среднемноголетних данных. Наибольшее количество выпавших осадков пришлось на III декаду месяца, что способствовало быстрым и дружным всходам ячменя.

Июнь 2011 года был жарким и засушливым, осадков выпало на 25 мм меньше нормы (30 мм). Среднесуточная температура воздуха превышала многолетние данные на 3,2 °С.

Общее количество осадков в июле составило – 44 мм, в августе – 50 мм, что 17 мм меньше нормы в обоих месяцах. Температура воздуха в эти месяцы не превышала средне многолетние данные, что способствовало более продолжительным межфазным периодам.

Условия 2012 года отличались жаркой и сухой погодой, с недостаточным количеством осадков в летние месяцы, что отрицательно повлияло на формирование элементов структуры урожайности и привело к значительному сокращению продолжительности фаз развития растений.

В мае, июне и июле погодные условия были сухими и жаркими. Среднесуточные температуры воздуха превышали многолетние: в мае на 0,4⁰ (+11,3 °С), в июне на 4,9⁰ (+ 21,8 °С), а в июле на 3,1⁰ (+22,5 °С).

Осадков в мае выпало в 2,9 раза меньше среднемноголетних, в июне их количество составило 34,5 % месячной нормы, а в июле 6,1 %.

2.3. Материал исследований

Объектами исследований служили образцы ярового ячменя из мировой коллекции ВНИИР им. Вавилова Н.И., местные районированные сорта, селекционный материал ФГБНУ СибНИИРС филиал ИЦИГ СОРАН и перспективные образцы ячменя других селекционных учреждений, а также заболевания ячменя – твердая головня (*Ustilago hordei* Kell. Et sw) и пыльная головня (*Ustilago nuda* (Jens.) Kell. Et sw) и темно – бурая пятнистость (*Cochliobolus sativus*).

Вредоносность *Ustilago hordei* изучали на девяти сортах ячменя отечественной селекции с разной степенью устойчивости к патогену – Агул 2, Баган, Биом, Ноктюрн, Одесский 115, Омский 88, Омский 95, Петр, Челябинец 1.

Агул 2 – выведен в Красноярском НИИСХ гибридизацией (Кейстон х Агул) х Агул. Разновидность *ricotense*. Среднеранний, вегетационный период 64-78

дней. Высота растений 75-100 см. Устойчивость к полеганию средняя или выше средней.

Масса 1000 зерен 32-40 г. Содержание белка 11-13 %. Средневосприимчив к пыльной головне; гельминтоспориозом поражается сильно, стеблевой ржавчиной – выше среднего (Каталог..., 1989). Урожайность в среднем по ГСУ от 19 до 43 ц/га в зависимости от года (Каталог сортов..., 2009).

Баган – сорт создан А.В. Бахаревым, Ж.А. Бахаревой, В.П. Максименко (СибНИИРС), А.С. Тарасовым, В.В. Жабинцевым (Северо-Кулундинская опытная станция) методом индивидуального отбора из сложной гибридной популяции (Омский 13709*К-122)* (К-122*Омский 13709)*Брок*(Омский 13709*К-122)* (К-122*Омский 13709)*Кейстон. Разновидность - putans. Сорт зернофуражного направления. Ранний, вегетационный период 70-72 дня, на 6-7 дней короче, чем у стандарта. Устойчив к скрытостеблевым вредителям, пыльной, черной и каменной головне, засухе. Пригоден для поздних сроков сева. Устойчивость к полеганию средняя, однако, за годы испытания в зонах районирования не полегал (Каталог мировой коллекции..., 2004). Масса 1000 зерен 47-52 г – на 7-10 г больше, чем у стандарта. Содержание белка в зерне 13,0 %. Относится к ценным по качеству зерна сортам. Сорт включен в государственный реестр с 1993 г. по Западно-Сибирскому региону (Сорта селекцентра СИБНИИРС..., 2005).

Биом - создан А.В. Бахаревым, Ж.А. Бахаревой (СибНИИРС) методом индивидуального отбора из сложной гибридной популяции Темп*Мамлюк. Разновидность - putans. Среднеспелый, вегетационный период 79-82 дня. Урожайность 38 ц/га, что выше стандарта на 30 ц/га. Масса 1000 зерен 45-50 г. Содержание сырого протеина 11,34 %, что выше стандарта на 1 %. Устойчив к полеганию, головневым заболеваниям. Зернофуражного направления (Каталог..., 2009).

Ноктюри – Красноуфимская опытная станция, сорт не внесен в Государственный реестр. Разновидность - putans. Среднеспелый, вегетационный период 78-81 день. Масса 1000 зерен 50-53 г, средняя урожайность 49 ц/га. Содержание белка в зерне 14,5 % (Каталог..., 2006).

Одесский 115 – Создан во Всесоюзном селекционно-генетическом институте – авторы В.Д.Наволоцкий, П.Ф.Гаркавый, С.Е.Прокопенко, Л.В.Орел, С.А. Игнатова, С.В.Лукьянюк, Л.К. Сечняк, П.Ф. Гаркавый. Выведен методом гаплоидии. Скрещивание (Са28771* Одесский 100) * Хордеум, выращивание эмбрионов на питательных средах до 3-4 листков, удвоение хромосом (Сортовое районирование...,1989). Разновидность - nutans. Среднеспелый, вегетационный период 69-83 дня. Устойчивость к полеганию средняя и выше средней, на уровне стандарта. Масса 1000 зерен 40-50 г. Содержание белка 10-13 %. К пыльной головне восприимчив очень сильно, при поражении стандартов выше среднего – сильно, на уровне стандартов, но обладает высокой толерантностью к гельминтоспориозной корневой гнили, мучнистой росой поражается в различных регионах от среднего до сильного, как и стандарт (Каталог...,1989).

Омский 88 – выведен в Сибирском НИИСХ Н.М. Федуловой, Н.И. Аниськовым, К.Г.Азиевым, С.В.Постновым, В.С.Веревкиным и Г.Я.Козловой методом индивидуального отбора в F₃ из комбинации Омский 86*Донецкий 9 (Каталог..., 2009). Разновидность – medicum. Масса 1000 зерен 46-50 г. Средняя урожайность составляет 24 ц/га. Среднеранний, вегетационный период 68-76 дней. Среднеустойчив к полеганию. Хорошо переносит засуху на протяжении всего вегетационного периода. Содержание белка 11-15 %, на уровне стандартов. Включен в список ценных по качеству сортов. К пыльной головне восприимчив, слабо поражается черной головней, средне – каменной; выше среднего поражается гельминтоспориозом и повреждается шведской мухой (Характеристики сортов..., 1995).

Омский 95 - выведен в ГНУ Сибирском НИИСХ методом отбора при гибридизации Тогузак*Омский 88, авторы – Н.И. Аниськов, Е.И. Ананченко, Л.И. Братцева, Н.М. Федулова, Л.В. Спиридонова, Г.Я.Козлова, Л.В. Мешкова, П.В. Поползухин, А.А. Гайдар. Разновидность - nutans. Среднеспелый, созревает на 5 дней позднее стандарта Омский 88. Средняя урожайность 5,1 т/га, превышает стандарт на 0,6 т/га. Максимальная урожайность 63 ц/га . Масса 1000 зерен 48,0-

52,0 г. Слабовосприимчив к каменной и черной головне и средневосприимчив к пыльной (Каталог..., 2009).

Петр - создан в Кемеровском научно-исследовательском институте сельского хозяйства в результате творческого сотрудничества с Всероссийским научно-исследовательским институтом растениеводства им. Н.И.Вавилова (г. Санкт - Петербург). Выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции (*G – 9869*Виола*) с селекционной проработкой на отбор иммунных к пыльной головне форм со стабильной продуктивностью. Сорт зернофуражного направления, высокопродуктивный, среднеспелый, вегетационный период 81-87 дней, среднеустойчив к поражению пыльной головней. Разновидность - nutans. Масса 1000 зерен 49,8-56,6 г, натура зерна 84-86 %. Максимальное поражение пыльной головней на естественном фоне 0,001 %, на провокационном фоне до 10 %. Восприимчивость к поражению корневыми гнилями 13,8 %. Максимальная урожайность получена в 2001 году – 62 ц/га. Основные достоинства сорта – высокая засухоустойчивость, устойчивость к полеганию (4,9 балла), слабо реагирует на стрессовые факторы снижением продуктивности (Пакуль В.Н., 2005).

Челябинец 1- патентообладатель: ГНУ Челябинский НИИСХ. Родословная: Носовский 9*Винер. Включен в Госреестр по Уральскому региону. Рекомендован для возделывания в Челябинской области. Разновидность - nutans. Масса 1000 зерен 39-47г. Средняя урожайность в регионе – 23 ц/га, на уровне среднего стандарта. В Челябинской области прибавка к сорту Челябинский 96 составила 2 ц/га при средней урожайности 22 ц/га. Среднепоздний, вегетационный период 74-92 дня, созревает на 2 - 4 дня позднее стандарта Челябинский 96. Устойчивость к полеганию выше средней. Зернофуражный. Содержание белка 10,8-13,2 %. Восприимчив к стеблевой и карликовой ржавчинам, мучнистой росе; сильновосприимчив к пыльной головне (Государственный реестр..., 2006).

2.4. Методика проведения исследований

Полевые эксперименты проводили на изолированном инфекционном фоне фитопатологического участка СибНИИРС по чистому пару.

Дифференциацию возбудителя *Ustilago nuda* проводили в 2009-2012 годах. При определении расовой дифференциации возбудителя использовали комбинированную систему анализа на эмпирическом наборе ячменя и сортах с идентифицированными генами устойчивости. По реакции тест-сортов устанавливали расу возбудителя, а по генетическому набору формулу ее вирулентности (Кривченко В.И., 1972).

Дифференциацию патогена *Ustilago hordei* осуществляли на наборе, состоящем из семи сортов-дифференциаторов к твердой головне (Кривченко В.И., 1972). Реакция устойчивости определялась по максимальному поражению, полученному за годы исследований. Инфекционный материал для определения расового состава твердой и пыльной головки представлен спорами, собранными с различных сортов ячменя, районированных в лесостепи Приобья.

Инокуляцию пыльной головней проводили вакуумным методом – аппаратом В.И. Кривченко (1960,1965).

Для инокулирования семян ярового ячменя возбудителем твердой головки (*Ustilago hordei*) использовали метод ВНИИР (Кривченко В.И., 1972), который основан на травмировании семян в питательной среде прибором РТ-1 (размельчитель тканей).

Посев инокулированных семян ячменя проводили на фитоучастке в первой и второй декадах мая. Опыты размещали по пару. Обработка почвы – зяблевая вспашка, ранневесеннее боронование, предпосевные культивация и внесение удобрений. Посев образцов ячменя проводился кассетной сеялкой СКС - 6 – 10, каждого образца высевали не менее 100 инфицированных зерен.

Уборка зараженного материала проводилась вручную. Для характеристики устойчивости образцов использовали метод учета по стеблям (подсчитывали количество больных и здоровых растений), регистрирующий действительную

реакцию растений на внедрение паразита (особенно у слабовосприимчивых образцов) (Бахарева Ж.А., 2003).

Устойчивость сортообразцов к *U. nuda* классифицировали по максимальному проценту поражения за ряд лет. Степень поражения определяли по шкале ВИР (Кривченко В.И. и др., 1987):

- 0 – высокая устойчивость, поражение отсутствует;
- 1 – практическая устойчивость, поражение не превышает 5 %;
- 2 – слабая восприимчивость, поражение не превышает 25 %;
- 3 – средняя восприимчивость, поражение не превышает 50 %;
- 4 – сильная восприимчивость, поражение более 50 %.

Классификация устойчивости к *U. hordei* была проведена по шкале ВИР (Кривченко В.И. и др., 1987):

- 0 – высокая устойчивость, поражение отсутствует;
- 1 – практическая устойчивость, поражение не превышает 5 %;
- 2 – слабая восприимчивость, поражение не превышает 20 %;
- 3 – средняя восприимчивость, поражение не превышает 40 %;
- 4 – сильная восприимчивость, поражение более 40 %.

В условиях жесткого инфекционного фона на фитопатологическом участке с 2009 по 2012 гг. было изучено 290 сортообразца на устойчивость к местной популяции возбудителя *Ustilago nuda* и 255 образцов к патогену *Ustilago hordei*. Коллекционный материал был представлен образцами отечественной селекции и из стран Германии, Франции, Чехии, Дании, Украины, Литвы, Финляндии, США, Канады и Мексики.

Была дана оценка поражаемости ячменя темно-бурой пятнистостью (*Cochliobolus sativus*) на коллекционных и селекционных образцах. Иммунологическое изучение сортообразцов проводили на фитопатологическом участке при естественном проявлении болезни глазомерно по методике ВИЗР (Методические указания ... 1987):

- 1 – высокоустойчивый – точечные некрозы темно-бурого цвета, без хлороза;
- 2 – относительно устойчивый – темно-бурые некротические пятна до 2,0-3,0 мм, без хлороза;
- 3 – восприимчивый – некротические пятна 3,1-5,0 мм с ярко выраженным хлорозом;
- 4 – высоковосприимчивый.

Статистическая обработка данных, включающих признаки устойчивости, крупность зерна (масса 1000 зерен), урожайность, содержание белка проведена методом многомерного ранжирования по программе S-Fon (Сорокин О.Д., 2004). Программа разработана на базе многомерного двухфакторного дисперсионного анализа результатов многосторонней оценки образцов. Она предназначена для ранжирования объектов исследования по совокупности признаков, значения которых, возрастая от минимума к максимуму, отражают их информационную ценность. Переход к рангам позволяет добиться отражения суммарного действия признаков независимо от их размерности. Поскольку признаки могут иметь различную степень полезности, то задается система весов для каждого признака в виде чисел от – 1.0 до 1.0. В таком случае ранжирование объектов проводится с учетом весов признаков, заданных в желательном направлении и скорректированных на их информационную ценность (Южаков А.И., 2004).

В 2009 - 2011 годах был заложен полевой эксперимент по изучению влияния сроков сева на проявление твердой головни в посевах и выявление вредоносности возбудителя *Ustilago hordei* (прямые и скрытые потери урожая) у сортов с различной степенью устойчивости к патогену (Рисунок 4). Опыт заложен согласно методике опытного дела (Доспехов Б.А., 1985). Посев проводился вручную, в три срока сева, в 3-х кратном повторении. Первый срок сева (ранний) проводили в первой декаде мая, так как ячмень является холодостойкой культурой. За годы исследований ранние сроки сева были – 4 (2009 год), 7 (2010), 3 мая (2011 год). Второй и третий сроки были проведены через 10 дней после предыдущего. Второй – 14 (2009 год), 17 (2010 год), 13 мая (2011 год), третий – 25 (2009), 27 (2010 год) и 23 мая – (2011 год).

В изучении использовали девять сортов ярового ячменя с различной степенью устойчивости к патогену. Площадь делянки 1 м².



Рисунок 4 - Опыт по изучению влияния возбудителя твердой головни на рост и развитие ячменя

В качестве контроля служили эти же сорта, не инфицированные твердой головней. Семена инокулировали твердой головней в лабораторных условиях – прибором РТ-1, по методике ВИР (Кривченко В.И., 1972).

Во время вегетации проводились фенологические наблюдения. Фиксировали следующие фазы: всходы, кущение, выход в трубку, колошение, молочная, восковая (хозяйственная) и полная спелость (Методические указания...,1981; Доспехов Б.А.,1985; Методика государственного...,1989) .

Количество взошедших растений подсчитывали с одинаковым интервалом времени через 8 (неполные всходы) и 11 дней (полные всходы), как в первом, так во втором и третьем сроках.

Опыт закладывали по следующей схеме:

Варианты: 1) Здоровый семенной материал (контроль)

2) Семенной материал, зараженный патогеном *Ustilago hordei*

Первый срок	I повторение		II повторение		III повторение	
	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал
	устойчивые сорта					
	Агул 2	Агул 2	Агул 2	Агул 2	Агул 2	Агул 2
	Баган	Баган	Баган	Баган	Баган	Баган
	Петр	Петр	Петр	Петр	Петр	Петр
	слабо восприимчивые сорта					
	Биом	Биом	Биом	Биом	Биом	Биом
	Одесский 115	Одесский 115	Одесский 115	Одесский 115	Одесский 115	Одесский 115
	Омский 88	Омский 88	Омский 88	Омский 88	Омский 88	Омский 88
	восприимчивые сорта					
	Ноктюрн	Ноктюрн	Ноктюрн	Ноктюрн	Ноктюрн	Ноктюрн
	Омский 95	Омский 95	Омский 95	Омский 95	Омский 95	Омский 95
	Челябинец 1	Челябинец 1	Челябинец 1	Челябинец 1	Челябинец 1	Челябинец 1
Второй срок	I повторение		II повторение		III повторение	
	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал
	устойчивые сорта					
	Агул 2	Агул 2	Агул 2	Агул 2	Агул 2	Агул 2
	Баган	Баган	Баган	Баган	Баган	Баган
	Петр	Петр	Петр	Петр	Петр	Петр
	слабо восприимчивые сорта					
	Биом	Биом	Биом	Биом	Биом	Биом
	Одесский 115	Одесский 115	Одесский 115	Одесский 115	Одесский 115	Одесский 115
	Омский 88	Омский 88	Омский 88	Омский 88	Омский 88	Омский 88
	восприимчивые сорта					
	Ноктюрн	Ноктюрн	Ноктюрн	Ноктюрн	Ноктюрн	Ноктюрн
	Омский 95	Омский 95	Омский 95	Омский 95	Омский 95	Омский 95
	Челябинец 1	Челябинец 1	Челябинец 1	Челябинец 1	Челябинец 1	Челябинец 1
Третий срок	I повторение		II повторение		III повторение	
	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал
	устойчивые сорта					
	Агул 2	Агул 2	Агул 2	Агул 2	Агул 2	Агул 2
	Баган	Баган	Баган	Баган	Баган	Баган
	Петр	Петр	Петр	Петр	Петр	Петр
	слабо восприимчивые сорта					
	Биом	Биом	Биом	Биом	Биом	Биом
	Одесский 115	Одесский 115	Одесский 115	Одесский 115	Одесский 115	Одесский 115
	Омский 88	Омский 88	Омский 88	Омский 88	Омский 88	Омский 88
	восприимчивые сорта					
	Ноктюрн	Ноктюрн	Ноктюрн	Ноктюрн	Ноктюрн	Ноктюрн
	Омский 95	Омский 95	Омский 95	Омский 95	Омский 95	Омский 95
	Челябинец 1	Челябинец 1	Челябинец 1	Челябинец 1	Челябинец 1	Челябинец 1

Рисунок 5 – Схема посева

Уборка проводилась вручную, по достижении полной спелости. Для снятия морфометрических показателей (высота растений, количество продуктивных

стеблей, масса 1000 зерен, вес с деланки, вес зерна с растения, колоса, общая и продуктивная кустистость) были убраны все растения с деланки. Учет полевой всхожести семян, выживаемость растений и структурный анализ урожая проводили согласно общепринятым методикам (Методические указания...,1973, 1977; Коновалов Ю.Б. и др., 1987; Методическое пособие ...,2008).

Содержание белка и натуру зерна определяли в лаборатории биохимии СибНИИРС методом Кьельдаля (ГОСТ 10846-74) (Методы биохимического исследования ..., 1987).

Скрытые потери от твердой головни вычисляли по формуле А.Е. Чумакова (Степанов К.М., Чумаков А.Е., 1972):

$$П_i = (1 - B_i / A) * 100 - i, \text{ где}$$

$П_i$ – скрытые потери (%);

i – развитие болезни (%);

B_i – урожай (ц на 1 га) при i развития болезни;

A – урожай при отсутствии болезни.

При поражении на 30% и выше скрытые потери, как правило, отсутствуют. В таких случаях процент недобора урожая зерна будет соответствовать проценту распространенности болезни в поле.

Математическая обработка данных проведена с помощью пакета прикладных программ СНЕДЕКОР (Сорокин О.Д., 2004).

Посев перспективных линий проводили в конкурсном сортоиспытании сеялками ССФК-7 по чистому пару в оптимальные сроки (первая декада мая). Площадь деланок - 15 м². Повторность - 3^x кратная. В качестве стандарта использовали районированный по 10 региону сорт Ача. Все учеты и наблюдения проводили согласно методике Госкомиссии по сортоиспытанию (1989). При сноповом анализе определяли следующие признаки: число сохранившихся к уборке растений, число продуктивных стеблей, высоту растений, оценивали сортовую чистоту. Определяли: число зерен в колосе, массу зерна с растения, массу 1000 зерен.

3. ИЗУЧЕНИЕ РАСОВОГО СОСТАВА ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ПЫЛЬНОЙ И ТВЕРДОЙ ГОЛОВНИ ЯЧМЕНЯ

Появление и размножение новых рас – одна из основных причин потери сортами устойчивости к головневым заболеваниям. Следовательно, селекция ячменя на устойчивость к патогену должна основываться на знании внутривидовой изменчивости в популяции возбудителя в зоне возделывания данной культуры. В своих работах Н.И.Вавилов (1964) всегда подчинял общую проблему иммунитета задачам селекции. Во всех его трудах подчеркивается, что решающим методом в борьбе с болезнями растений является выведение иммунных сортов, основанное на использовании природного иммунитета. О значении физиологических рас при селекции на иммунитет ученый писал: «Трудность селекции увеличивается дифференциацией видов паразитов на биологические и физиологические расы, нередко весьма различные в разных районах и областях» (Сурин Н.А., 1993).

Возбудители головневых заболеваний представлены различными по агрессивности и вирулентности таксономическими единицами, которые в неодинаковой мере поражают тест – сорта. По характеру этих реакций и осуществляется дифференциация внутривидовых таксонов (Бахарева Ж.А., 1981).

Изучение расового состава позволяет выявить различную степень поражения сортов, определить сортовые различия по расоспецифической устойчивости и соответственно сочетать в одном сорте резистентность к комплексу рас паразита (Бахарева Ж.А., 2003). Поэтому изучение расового состава, выяснение характера взаимодействия сортов и рас головневых болезней в условиях лесостепи Приобья имеет большое теоретическое и практическое значение для селекции.

3.1. Дифференциация рас возбудителя пыльной головни

Ранее исследования по изучению дифференциации патогена пыльной головни в СибНИИРС (лесостепь Приобья) проводились Бахаревой Ж.А. в 1981 году. Нами эти исследования были продолжены (Орлова Е.А., 2011).

Анализ экспериментальных данных по восприимчивости тест – сортов в наших условиях показал, что популяция возбудителя *U. nuda* непостоянна (Таблица 1). За годы исследований тест – сорта поражались от 0 до 29,2 % и расовый состав в популяции менялся. Согласно эмпирическому ключу в 2009 и 2010 годах преобладала раса 7, в 2011 - 2012 гг. раса 3.

Таблица 1 – Поражение эмпирического набора ячменя пыльной головней (2009-2012 гг.)

Сорт	Поражение, %				Тип реакции			
	2009г.	2010г.	2011г.	2012г.	2009г.	2010г.	2011г.	2012г.
ОАС-21	0	0	10,4	10,7	R	R	S	S
Мутант	27,01	19,5	12,8	12,2	S	S	S	S
Montcalm	29,2	22,9	11,4	14,5	S	S	S	S
Trebi	8,5	0	0,7	0	R	R	R	R
Keystone	0	0	0	0	R	R	R	R
Раса					7	7	3	3

Как видно из таблицы, при инокуляции эмпирического набора спорowymi образцами пыльной головни на протяжении четырех лет сохраняют свою устойчивость сорта Trebi и Keystone, восприимчивы – Мутант и Montcalm.

Анализ поражения сортов с идентифицированными генами пыльной головней показал, что споровые образцы этих рас обладают близкой патогенностью (по генам вирулентности) (Таблица 2).

Таблица 2 – Поражение пыльной головней тест – сортов ячменя с идентифицированными генами устойчивости (2009-2012 гг.)

Сорт	Ген	Процент поражения			
		2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Trebi	Run 1	8,5	0	0,7	0
Paragon	Run 3	18,2	19,0	2,6	14,4
Keystone	Run 6	0	0	0	0
Anoidium	Run 7	12,3	21,5	11,9	14,5
CI 13664	Run 8	0	3,6	0	0,6
Л- 6823	Run 12	58,8	0,8	6,6	0,6
Korol	Run 14	0	0	0	9,1

Формула вирулентности изучаемой популяции *U. nuda* была в 2009 г. 7 – 1.3.7.12, в 2010 году 7 – 3.7, в 2011 г. 3 – 7, в 2012 году 3. – 3.7.14.

Известно около двадцати генов Run, контролирующих устойчивость к *U.nuda* (Шевченко С.Н., 2006). В селекционной практике всего мира широко использованы гены Run 3, 6, 8, 15 (Гаркавый П.Ф., Кирдогло Е.К., 1975, 1979; Родина Н.А., 1995). Э.Д.Неттевич и В.П.Смолин (1998) сообщают, что в большинстве регионов РФ высокой эффективностью против патогена обладают Run 3, 6, 8, 12. Параллельное заражение сортов с идентифицированными генами устойчивости позволило выявить наиболее эффективные гены резистентности (Таблица 3).

Таблица 3 – Поражение пыльной головней сортов ярового ячменя с идентифицированными генами устойчивости, %

№ каталога ВИР	Ген устойчи вости	Сорт-донор	Происхождение	Годы исследований			
				2009	2010	2011	2012
Генетический набор тест - сортов							
к-11815	Run 1	Trebi	США	8,5	0	0,7	0
к-20259	Run 3	Paragon	Канада	18,2	19,0	2,6	14,4
к-19304	Run 6	Keystone	Канада	0	0	0	0
к-18671	Run 7	Anoidium	Канада	12,3	21,5	11,9	14,5
к-26419	Run8	CI 13664	США	0	3,6	0	0,6
к-17649	Run 9, Run 10	OAC-21	Канада	0	0	10,4	10,7
к-20327	Run 14	Korol	Канада	0	0	0	9,1
Дополнительные сорта с генами устойчивости							
к-19910	Run 3	Galt	Канада	-	45,7	0	0
к-18688	Run 4	Dorsett	Канада	-	11,2	0	2,0
к-21661	Run 3, Run 6	Bonanza	Канада	0,9	0	0	0
к-26895	Run 3, Run 8	Martoni	США	-	-	3,6	2,1
к-30174	Run 8	Эльф	Московская обл.	0	0	0	0,3
-	Run 12	Л-6823	ВСГИ (из Турции)	58,8	0,8	6,6	0,6
к-30314	Run 8, Run 15	Суздалец	Курский НИИСХ	-	0	0	0,6

Наши данные подтверждают, что для лесостепи Приобья эффективными генами устойчивости к пыльной головне являются Run6 и Run8, из них ген Run6

несет полную невосприимчивость к возбудителю (Таблица 3). Высокая селекционная ценность генов Run 3 и Run 12 для условий Новосибирской области не подтвердилась, сорта Paragon и Galt, несущие ген Run 3, не всегда обеспечивают защиту от патогена *U. nuda*. Так, поражение сорта Paragon ежегодно было от слабого (2,6 %) до среднего (19,0 %). Сорт Galt в 2010 году поразился на 45,7 %. Так же устойчивостью к популяции пыльной головни обладают сорта, содержащие гены Run 3 + Run 6 (Bonanza), Run 3 + Run 8 (Martoni) и Run 8 + Run 15 (Суздалец).

3.2. Дифференциация рас возбудителя твердой головни

Исследования по идентификации рас возбудителя твердой головни *U. hordei* на территории Новосибирской области проводились в 2009-2012 годах впервые. В годы исследований высокую устойчивость к возбудителю твердой головни проявили сорта Himalaya, Nepal, Pannier. Сорта Hannchen, Lion и Trebi были восприимчивы ко всем выделенным расам (Таблица 4). На территории Новосибирской области наиболее распространенной оказалась седьмая раса возбудителя твердой головни ячменя.

Таблица 4 – Поражение сортов дифференциаторов ячменя популяцией возбудителя *U. hordei* (инф. фон 2009-2012 гг.)

Сорт	Поражение, %				Тип реакции			
	2009г.	2010г.	2011г.	2012г.	2009г.	2010г.	2011г.	2012г.
Excelsior	5,9	7,1	20,0	9,1	R	R	S	S
Himalaya	0	0	0	0	R	R	R	R
Hannchen	6,3	2,5	12,9	6,2	R	R	S	S
Lion	10,8	14,1	22,6	9,7	S	S	S	S
Nepal	0	1,9	0	0	R	R	R	R
Pannier	0	0,4	0	0	R	R	R	R
Trebi	17,5	10,7	0	5,1	S	S	R	S
Раса					7	7	3	2

В 2009-2010 гг. популяция *U. hordei* представлена расой 7, которая патогенна для сортов Lion и Trebi. В 2011 году в популяции возбудителя твердой головни преобладает раса 3, патогенная для сортов Excelsior, Hannchen и Lion. Согласно эмпирическому ключу в 2012 году преобладала раса 2, которая являлась патогенной для сортов Excelsior, Hannchen, Lion, Trebi.

В 2010 году наряду с общей популяционной оценкой тест-сортимента, были проведены более широкие исследования по изучению расового состава *Ustilago hordei*. Для этого сорта-дифференциаторы инокулировали споровыми образцами, взятыми с отдельных колосьев различных сортов, отобранных на фитопатологическом участке и опытном поле отдела растительных ресурсов СибНИИРС. Полученные результаты представлены в таблице 5. С сорта Ясный выделена раса 5, вирулентная для сортов Excelsior, Lion. Дифференциаторы Hannchen, Lion восприимчивы к споровому образцу, выделенному с сорта ячменя Маяк (раса 6).

Таблица 5 – Дифференциация рас *U.hordei* на тест-сортах ячменя (инф. фон 2010 год.)

Споровый образец, выделенный с сорта	Место сбора инфекционного материала	Реакция сортов-дифференциаторов, %							
		Excelsior	Himalaya	Hannchen	Lion	Nepal	Pannier	Trebi	Раса
Ноктюрн	Фитоучасток лаб. иммунитета	10,6	0	11	12,4	0	0,7	9,2	2
Кузнецкий	Опытное поле СибНИИРС	6,0	0	6,2	12,2	0	2,8	9,3	7
Прикумский 47	Опытное поле СибНИИРС	5,4	0	7,6	14,3	0,2	8,5	10,8	7
Ясный	Опытное поле СибНИИРС	9,3	0	4,2	11	0,2	1,0	3,5	5
Примэвара	Опытное поле СибНИИРС	3,8	0,75	9,1	6,0	2,3	3,4	4,4	4
Маяк	Опытное поле СибНИИРС	2,8	1,4	10,2	17,2	1,7	0	9,5	6

Раса 4 патогенна для всех сортов кроме Himalaya, но агрессивна только для сорта Hannchen. Раса 7 встречается как в популяции, так и выделена с сортов Кузнецкий, Прикумский 47, и патогенна для сортов Lion, Trebi. Раса 2 вирулентная для сортов Excelsior, Hannchen, Lion, Trebi была выделена с сорта Ноктюрн.

За все годы исследований поражение сортов Himalaya и Nepal возбудителем твердой головки не превышало 2 %.

4. ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ГОЛОВНЕВЫМ ЗАБОЛЕВАНИЯМ

Подбор источников устойчивости к твердой и пыльной головне и использование их в селекции являются первостепенными задачами в создании непоражаемых сортов. Основным источником ботанического разнообразия создаваемых сортов разных морфо биотипов ячменя в селекции является мировое генетическое разнообразие этой культуры, которое используется многими селекционерами.

При изучении коллекции ячменя нами ставилась цель – выявить источники устойчивости к патогену пыльной головни, к возбудителю твердой головни и образцы, сочетающие комплексную устойчивость к двум возбудителям с другими хозяйственно ценными признаками. Многолетние экспериментальные исследования различных авторов свидетельствуют о том, что оценка исходного материала для селекции на иммунитет на фоне искусственного заражения растений позволяет получить более объективные сведения.

4.1. Устойчивость к пыльной головне (*Ustilago nuda*)

В результате изучения коллекционных образцов ярового ячменя различного эколого-географического происхождения в условиях жесткого инфекционного фона за четыре года исследований было установлено, что большинство сортов восприимчивы к возбудителю пыльной головни (Бехтольд Н.П., Орлова Е.А., 2015). Наибольшее количество устойчивых форм обнаружено нами среди западно – сибирских сортов и сортов европейской части нашей страны. Доля иммунных и устойчивых сортов Западной Сибири, представленная образцами научно-исследовательских институтов Новосибирской, Кемеровской, Омской области и Алтайского края, составляет 32 % (Рисунок 6).

Интерес для селекции представляют высоко резистентные сорта Танай (ФИЦ ИЦИГ СО РАН), Омский 85, Омский 86, Омский голозерный 2 (СибНИИСХ) и сорт Тулеевский (Кемеровский НИИСХ), а так же сорта Баган (ФИЦ ИЦИГ СО РАН и СибНИИ кормов), Золотник (АНИИСХ и ФИЦ ИЦИГ СО

РАН), Лука, Арчекас, Овод, Петр и Симон (Кемеровский НИИСХ), обладающие практической устойчивостью (Приложение 2).

Доля слабо восприимчивых форм среди сибирских сортов составляет 35 %, средне восприимчивых 33 %. Слабой степенью поражения отличались сорта Сигнал (АНИИСХ и ФИЦ ИЦИГ СО РАН), Ворсинский, Задел, Колчан (АНИИСХ), Владук, Кузнецкий (Кемеровский НИИСХ), к-4211 (Томская обл.), Майский, Омский 13709, Омский 88, Тарский 3 (Омская обл.) (Приложение 2).

Среди образцов Восточно - Сибирского региона практической устойчивостью к пыльной головне обладает сорт Буян (Красноярский НИИСХ) (Приложение 2). Сорта Абалак (Красноярский НИИСХ и НИИСХ Северного Зауралья), Агул 2, Оскар (Красноярский НИИСХ) слабо восприимчивы к патогену.

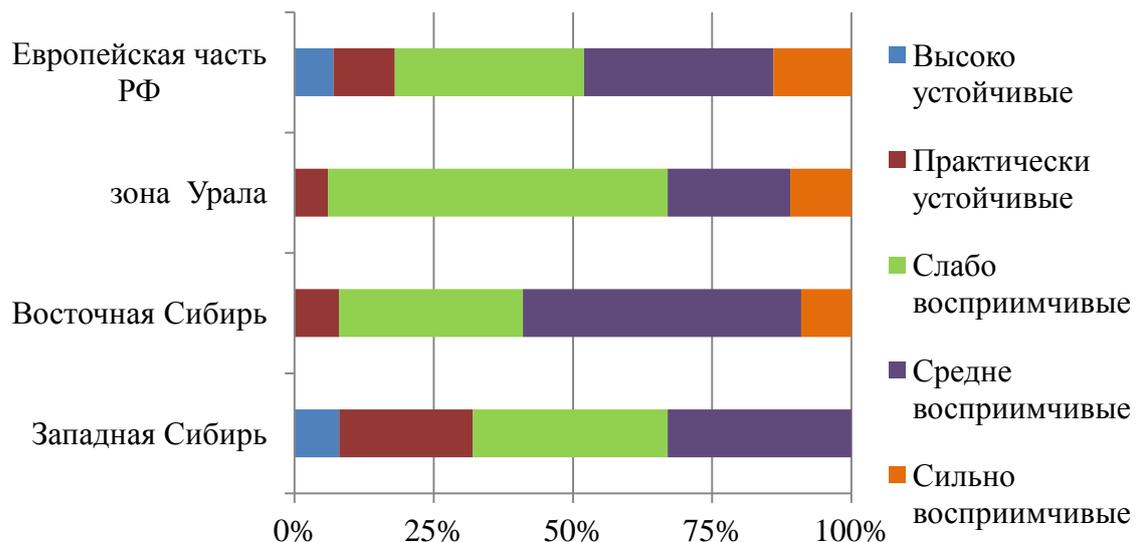


Рисунок 6 – Распределение отечественных сортов ячменя на устойчивость к пыльной головне, 2009 – 2012 гг.

Сортообразцы Уральского региона, куда входят селекционные учреждения Челябинска, Оренбурга, Красноуфимской опытной станции Уральского НИИСХ и Забайкальского края, в основном, поражались пыльной головней. Слабой восприимчивостью к патогену обладают сорта: Альянс, Бархатный (НИИ северного Зауралья), Анна (Оренбургский НИИСХ), Багрец (Красноуфимская

опытная станция), Челябинец 1, Челябинский 70 (Челябинский НИИСХ). Устойчивость проявил сорт Зауральский 1 (НИИСХ Северного Зауралья).

Среди форм европейской части РФ доля резистентных сортов составила 18 %. Это такие сорта, как Витязь, Волгарь (Поволжский НИИСХ), Суздалец (Курский НИИСХ), Эльф (Московская обл.), Зерноградский 584 (Донской зональный НИИСХ) (Приложение 2). И.Г. Лоскутов с соавторами (2012) в своих работах отмечали сорт Зевс (ОАО НПФ «Белселект»), как не поражаемый пыльной головней. В наших исследованиях данный образец также проявил устойчивость. Слабо- и средне - восприимчивых форм было по 34 %, сильно восприимчивыми оказались 14 %.

Анализ зарубежных сортов ярового ячменя также позволил выделить среди изученных образцов источники устойчивости к возбудителю *Ustilago nuda* (Рисунок 7). Наибольший процент иммунных форм представлен североамериканской экологической группой. Доля высоко и практически устойчивых сортов селекции США составила 63 %, Канады – 14 %. По мнению В.И. Кривченко (1984), интенсивная селекция на иммунитет ячменя к пыльной головне в этих странах велась длительное время, в результате создано много различных сортов, устойчивых к болезни.

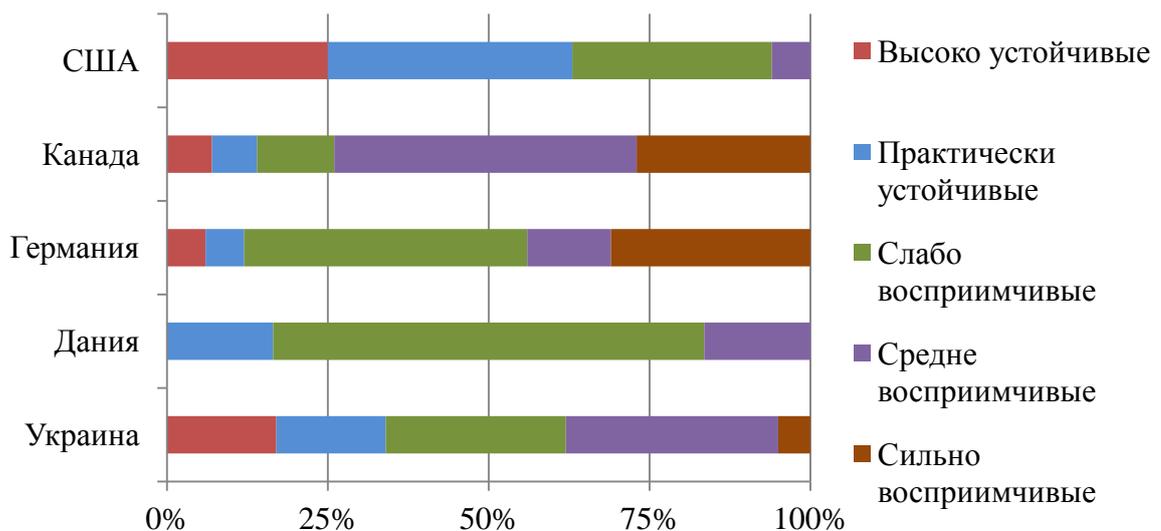


Рисунок 7 – Распределение сортов ячменя зарубежной селекции по типу устойчивости к возбудителю *Ustilago nuda*, 2009 – 2012 гг.

В наших условиях не поразились образцы из США к-30413 (AC Lacombe), к-26812 (CI 15766), CI 1222, CI 13624. Практическую устойчивость (поражение до 5 %) из этой страны проявили сорта Weal (к-21871), Datal (к-30714), Martoni (к-26895), CI-9819 и Excelsior (Приложение 2).

Отмечена резистентность образцов из Канады – Keystone (к-19304), Bonanza (к-21661) и Dorsett (к-18688). Сорта Duke (к-30169) и Korol (к-20327) имели слабое поражение патогеном. За все годы исследований сложная гибридная линия (к-28824) из Мексики была иммунна к возбудителю (Приложение 2).

Материал западноевропейской экологической группы представлен сортообразцами Германии, Дании, Франции, Швеции и Чехии. Доля высоко и практически устойчивых сортов Германии составляет 12 %. Высокая устойчивость к патогену отмечена на образцах Ksanadu и KBC 09-221. Большинство образцов данной страны оказались восприимчивы к популяции пыльной головни. Доля средне и сильно восприимчивых сортов составляет 44 %. Это такие сорта как Grejs (к-31126), Philadelphia (к-30917), JB Flavour - процент поражения болезнью от 40 % до 86 %.

Из Швеции изучали два образца – Birka (к-28149) и Jngve (к-30023), которые оказались слабо восприимчивыми (Приложение 2). Сортообразцы Дании высокой резистентностью не обладают. В основном образцы этой страны являются восприимчивыми в нашей зоне возделывания. Доля практически устойчивых сортов составила 16,5 %. За годы исследований выделились иммунные сорта Анакин и Натася. Сорта Изабелла и Sune sejit (к-28940) имели слабый процент поражения патогеном.

За годы исследований не поразились возбудителем образцы из Украины – Итиль (к-29217), Крымчак 55 и Сл-8 (к-27056). Практическую устойчивость проявили сорта Паллидум 107, Степной дар, Харьковский 101 и Феникс (УНИИРС) (Приложение 2). Сортообразец Носовский 9 (к-24740) в отдельные годы поражался до 53 %. Слабую восприимчивость имели сорта Днепропетровский 103 (к-29141), Лотос (к-30836), Одесский 100 (к-26864), Одесский 115 (к-29010) и Харьковский 112 (к-29547).

С практической устойчивостью выделен казахстанский сортообразец Бота (к-29837), линия АНОР (к-19979) из Эфиопии и сорт из Колумбии – Desconcida (к-26341) (Приложение 2). Остальные страны представлены небольшим количеством образцов, которые характеризуются, в основном, восприимчивостью к пыльной головне.

4.2. Устойчивость к твердой головне (*Ustilago hordei*)

В годы исследований на фитопатологическом участке СибНИИРС изучена устойчивость к твердой головне 255 образцов ярового ячменя российской и зарубежной селекции (Бехтольд Н.П., Орлова Е.А., 2015). Следует отметить, что сорта ярового ячменя, созданные селекционерами Западной Сибири, являются высоко устойчивыми к патогену (Рисунок 8).

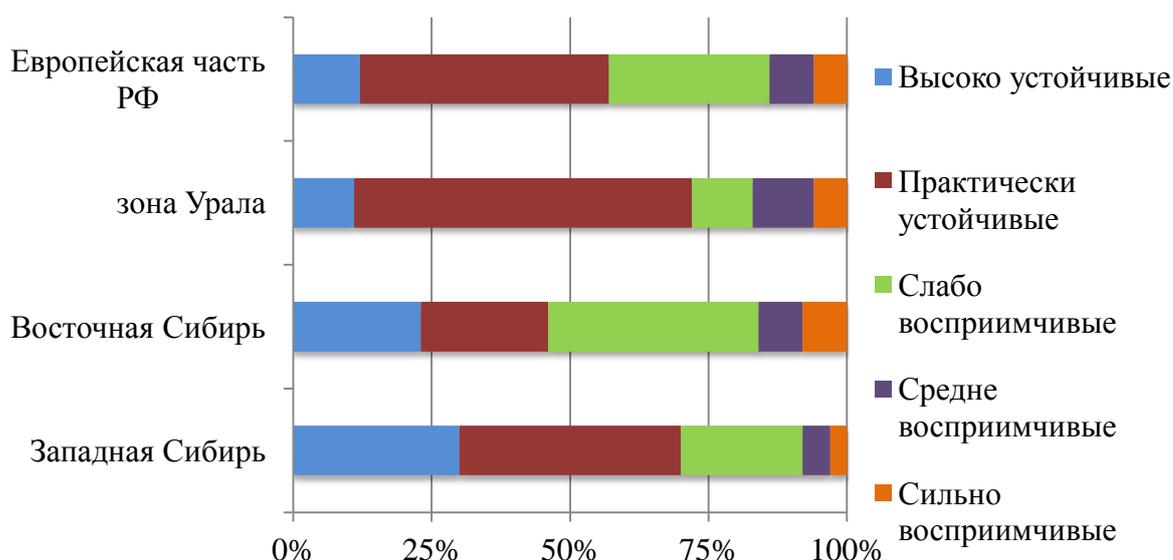


Рисунок 8 – Распределение отечественных сортов ярового ячменя на устойчивость к твердой головне, 2009 – 2012 гг.

Наибольший интерес представляют образцы Баган (ФИЦ ИЦИГ СО РАН и НИИ Кормов), Партнер (СибНИИРС и НИИСХ Северного Зауралья), Танай (ФИЦ ИЦИГ СО РАН), Колчан (АНИИСХ), сорта Кемеровского научно исследовательского института Лука (к-31039), Овод, Петр (к-30888) и Тулеевский. Среди сортов омской селекции иммунитет за годы исследований подтверждают Омский 85, Саша и Тарский 3. Процент практически устойчивых форм Западно Сибирской селекции составляет 40 %. Это Ача (ФИЦ ИЦИГ СО РАН), Золотник

(АНИИСХ и ФИЦ ИЦИГ СО РАН), Сигнал (АНИИСХ и ФИЦ ИЦИГ СО РАН), Ворсинский, Ворсинский 2, Задел (Алтайский край); Омский 38, Омский 86, Омский 13709 (СибНИИСХ), Владук и Сибиряк (Кемеровский НИИСХ). К группе слабовосприимчивых сортов отнесено 22, средне восприимчивых 5 %. С поражением до 10 % выделились сорта Биом (к-30984), Симон (к-30898), Омский 88 (к-30120), Омский 95 (к-31043) и Омский 96 (к-30977). Новосибирская линия 421 (к-27058) в 2009 году поразила возбудителем твердой головни на 70 %.

Из зоны Восточной Сибири интерес представляют резистентные образцы Красноярского научно-исследовательского института Агул 2 (к-27649) и Соболек (к-30245). Практической устойчивостью обладают сорта Абалак, Маяк (к-29622), Буян (Красноярский НИИСХ) и местный образец к-4830 Читинской области.

В результате иммунологического исследования коллекционного материала Уральского региона 72 % от изученных образцов оказались высоко и практически устойчивыми. Отмечена иммунность у сортообразцов Зауральский 1 (НИИСХ Северного Зауралья) и к-29834 (Красноуфимская опытная станция). Сорта Адамовский 1, Первоцелинник, Т-12 (Оренбургский НИИСХ), Альянс, Бархатный, Зенит (НИИСХ Северного Зауралья), Челябинец 2 и Челябинский 99 (Челябинский НИИСХ) практически устойчивы к возбудителю. Сортообразец Челябинский 96 (Челябинский НИИСХ) поражался возбудителем в отдельные годы до 63 %.

В европейской части РФ доля резистентных сортов составляет 57 %. Это такие сорта, как Волгарь (Поволжский НИИСХ), Гандвиг (Архангельская обл.), Зерноградский 584 (Донской зональный НИИСХ), Зевс (ОАО НПФ «Белселект»), Антон (Тулунская ГСС), Земляк и Цнинский (Тамбовский НИИСХ), Мамлюк (Краснодарский НИИСХ), Натали (Оренбургский НИИСХ), Приазовский (Донской зональный НИИСХ). Доля слабо восприимчивых форм составила 29 %.

В сильной степени (от 42 % до 50 %) поражались сорта Московский 121 (НИИСХ ЦРНЗ), Зерноградский 813 (Донской зональный НИИСХ) и Прикумский 47 (ФГУП Прикумская опытно-селекционная станция).

Анализ зарубежных сортов ярового ячменя показал, что среди изученных образцов также существует большое количество источников устойчивости к возбудителю твердой головни (Рисунок 9). В основном это образцы из Германии (Бамбино, Philadelphia и KBC09-321), США (CI13662 и CI9819), Канады (Bonanza, Himalaya), Дании (Анакин, Изабелла), а также сорт Excellence (к-23486) из Франции и сложная гибридная линия (к-28824) из Мексики.

Среди сортообразцов Украины практически устойчивых и слабо восприимчивых сортов, оказалось, по 40 %. За годы исследований проявили практическую устойчивость сорта Харьковский 101, Корона (к-30856), Лотос (к-30836), Прерия (к-29438) и Степной дар (к-29832). Сорта Итиль (к-29217) и Феникс (к-30835) имели слабый процент поражения патогеном.

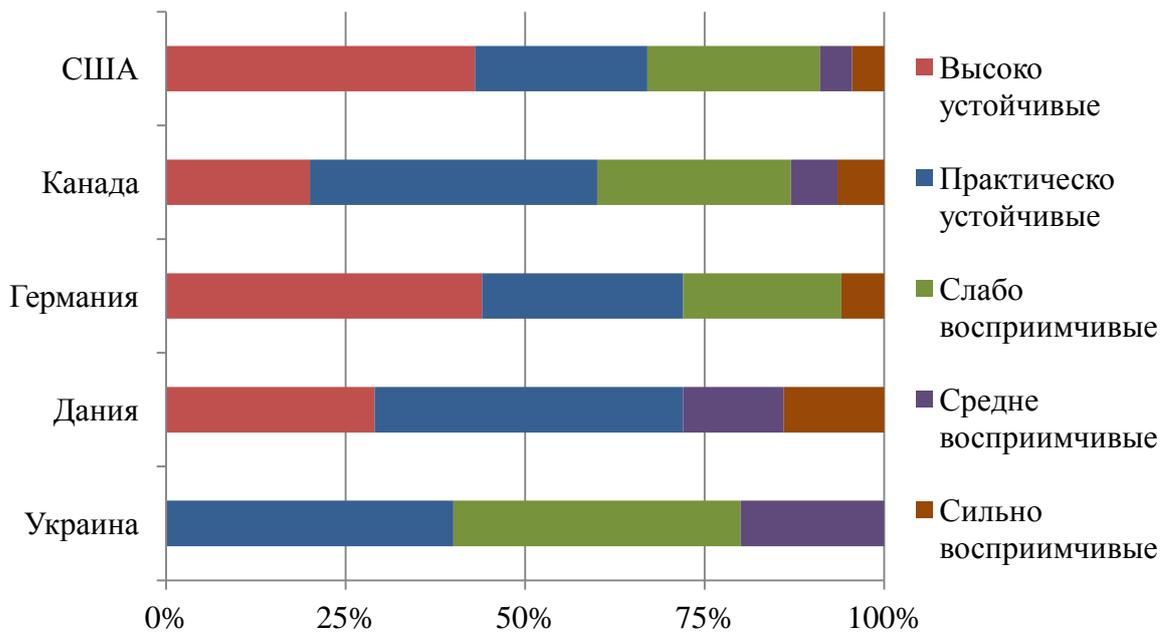


Рисунок 9 – Распределение сортов ячменя зарубежной селекции по типу устойчивости к возбудителю *Ustilago hordei*, 2009 – 2012 гг.

Несмотря на небольшое количество изученных сортообразцов Казахстана, выделено два образца с практической устойчивостью к *Ustilago hordei* – Бота (к-29837) и Безостый 1 (к-29342).

В условиях Западной Сибири на протяжении трех лет не поражались сорта Nobel и Svendil из Аляски (Приложение 3). Литовский образец Айдас (к-29636) оказался слабо восприимчивым как к пыльной, так и к твердой головне.

Высокой резистентностью отличились сортообразцы из Белоруссии - Гостинец, Nepal из Чехии и сорт Pokko (к-26192) из Финляндии. Образец Desconcide (Колумбия), Amulet (Чехия), Birka (Швеция) проявили практическую устойчивость (Приложение 3). Сорт Jngve (к-30023) из Швеции поражен возбудителем в отдельные годы до 50 %. Сорты других стран представлены были небольшим объемом и не проявили устойчивости к возбудителю *Ustilago hordei*.

Наибольшую селекционную значимость представляют сорта с высокой устойчивостью к головневым болезням, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков. В результате изучения нами было выделено 12 сортообразцов ячменя (Таблица 5).

Высокой массой 1000 зерен, урожайностью, содержанием белка и устойчивостью к двум патогенам характеризовались сорта: Баган (ФИЦ ИЦИГ СО РАН, НИИ Кормов), Золотник (АНИИСХ, ФИЦ ИЦИГ СО РАН), Лука (Кемеровский НИИСХ) и Зевс (ОАО НПФ «Белселект»).

Наибольшей озерненностью колоса (35...37 зерен) отличались многорядные сорта Омский 85 (СибНИИСХ), Тулеевский (Кемеровский НИИСХ) и Bonanza (Канада), а также двурядные образцы (17...20 зерен в колосе) Золотник, Баган, Лука, Петр (Кемеровский НИИСХ) и Excellence (Франция).

Из числа сортов ячменя сибирского происхождения заслуживает внимания среднеспелый, крупнозерный, урожайный сорт Танай (СибНИИРС), обладающий устойчивостью к пыльной и твердой головне.

Сорта зарубежного происхождения Bonanza, Keystone (Канада) и Excellence (Франция) также хорошо адаптированы к местным условиям Сибири. Они обладают высоким качеством зерна и являются устойчивыми к изученным видам головни. Сложную гибридную линию из Мексики к-28824, несмотря на продолжительный период созревания и невысокую урожайность, можно использовать как источник короткостебельности и иммунитета к головневым болезням (Таблица 6).

Таблица 6 – Хозяйственная характеристика сортов ячменя с комплексной устойчивостью к пыльной и твердой головне (инфекционный фон, 2010-2012 гг.)

Сорт	Происхождение	Число дней до колошения	Высота растений, см	Анализ колоса		Масса 1000 зерен, г	Урожайность, г/м ²	Белок, %	Поражение <i>C.sativus</i> , балл	Поражение, %	
				Длина, см	Число зерен					<i>U.nuda</i>	<i>U.hordei</i>
Биом, st	ФГБНУ ФИЦ ИЦИГ СО РАН	48	50,3	6,1	16	47,8	227,7	14,56	2,0	15,4	9,9
Баган	ФГБНУ ФИЦ ИЦИГ СО РАН, ФГБНУ НИИ Кормов	44	64,4	8,4	19	47,2	264,3	15,16	3,0	2,1	0
Золотник	ФГБНУ АНИИСХ, ФГБНУ ФИЦ ИЦИГ СО РАН	44	63,8	7,6	17	49,8	425,0	14,90	2,0	1,7	1,7
Омский 85	ФГБНУ СиБНИИСХ	44	67,9	7,1	37	39,9	229,4	13,56	4,0	0	0
Лука	ФГБНУ Кемеровский НИИСХ	44	65,2	7,8	20	48,7	281,8	15,96	1,0	0,9	0
Тулеевский	ФГБНУ Кемеровский НИИСХ	44	53,5	6,2	35	38,9	189,7	13,56	4,0	0	0
Зевс	Белгородская обл.	44	52,8	7,0	30	41,1	294,9	13,60	1,0	0,6	1,8
Keystone	Канада	44	58,1	6,7	30	43,0	188,6	-	1,0	0	3,9
Танай	ФГБНУ ФИЦ ИЦИГ СО РАН	48	57,0	6,2	16	47,0	315,7	13,10	3,0	1,1	0
Петр	ФГБНУ Кемеровский НИИСХ	48	61,3	7,3	20	46,6	319,6	14,35	2,0	4,9	0
Excele	Франция	48	57,3	7,9	20	41,4	294,7	13,16	2,0	0	0
Сл. гибр. линия к-28824	Мексика	50	32,9	4,3	17	35,4	74,7	14,36	3,0	0	0
Bonanza	Канада	50	61,0	7,4	35	37,0	193,0	14,84	1,0	0,9	0
НСР _{0,05}		-	3,13	0,65	1,72	3,03	32,17	0,13	-	-	-

Изученные сорта, выделившиеся по устойчивости, были подвергнуты многомерному ранжированию по программе Сорт-Фон.

Ранжирование сортов проводили по комплексу признаков, определяющих крупность зерна (масса 1000 зерен), устойчивость к головневым болезням, урожайность, содержание белка (Таблица 7).

Таблица 7 – Ранжирование сортов ячменя по устойчивости к головневым болезням, массе 1000 зерен, урожайности и содержанию белка (2010-2012 гг.)

Место объекта	Исходный номер	Сумма рангов	Сумма взвешенных рангов
Группа «лучших» сортов			
1	Лука	45,5	14,0
2	Золотник	56,0	12,5
3	Баган	44,0	8,0
4	Танай	30,0	7,5
Группа «средних» сортов			
5	Excelle	28,0	5,0
6	Омский 85	20,5	4,8
7	Зевс	36,0	1,5
8	Тулеевский	16,5	0,8
Группа «худших» сортов			
13	Сложная гибридная линия к-28824	17,0	-1,0
14	Keystone	30,0	-1,0
15	Bonanza	28,5	-1,5
16	Биом	51,0	-5,5

Как видно из таблицы, в группу «лучших» и «средних» вошли сорта, созданные сибирскими селекционерами: Лука, Золотник, Баган, Танай, Омский 85, Зевс, Тулеевский, а также сорт зарубежной селекции – Excelle.

Выделившиеся сорта представляют интерес для дальнейшего использования их в селекционном процессе в качестве источников таких ценных признаков как – устойчивость к болезням, высокая урожайность, скороспелость, высокое содержание белка.

Таким образом, нами для селекции в условиях Западной Сибири выделены источники резистентности к головневым болезням ячменя, а также образцы, сочетающие устойчивость к болезням с другими положительными хозяйственно-ценными признаками (Бехтольд Н.П., Орлова Е.А., 2017).

5. ИЗУЧЕНИЕ ВРЕДНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЯ ТВЕРДОЙ ГОЛОВНИ

Вредность от головневых болезней при полном поражении растений составляет 100 %. Наряду с прямыми потерями урожая зерна, вычисленными по проценту пораженных колосьев, головня вызывает скрытые потери, которые заключаются в морфологических и физиологических изменениях растений без поражения колоса. Это проявляется в угнетении вегетативных органов растений, повышении восприимчивости к другим заболеваниям, снижении качества урожая (Тымченко Л.Ф., 1976).

По мнению К.Я. Калашникова (1959) головневые болезни, кроме потерь урожая, исчисляемых по пораженности посевов, вызывают потери, не поддающиеся учету при внешнем осмотре. Многие исследователи отмечали, что влияние головневых заболеваний заметно с самой первой фазы развития растения. По исследованиям А.С. Степановских (1990) проростки ячменя наиболее восприимчивы к возбудителю твердой головни в течение 1-8 суток после прорастания. В дальнейшем на 10-12 сутки, они приобретают устойчивость к инфекции. Подобные явления отмечал в своих работах и Каратыгин И.В. (1981,1986).

При исследовании особенностей влияния возбудителя *Ustilago hordei* на рост и развитие ячменя, нами было отмечено уменьшение количества взшедших растений при посеве зараженными семенами в сравнении со здоровым, во все годы исследований и во всех сроках сева (Бехтольд Н.П., Орлова Е.А., 2016). Наиболее показательным был 2009 год, когда метеоусловия периода вегетации оказались благоприятными для патогена твердой головни, в среднем по опыту всхожесть растений инокулированных возбудителем была ниже в 1,2 раза, чем на контрольном варианте. В 2010 и 2011 годах изменения были в 1,0 и 1,1 раза соответственно (Рисунок 10).

Наши данные согласуются с работами Э. Гоймана (1954), В. Н. Понировского (1962), С. И. Ригиной (1971), Л. Ф. Русакова и

Е.И. Звягинцевой (1961). Они утверждают, что при заражении ячменя головней снижается полевая всхожесть и наблюдается растянутость появления всходов.

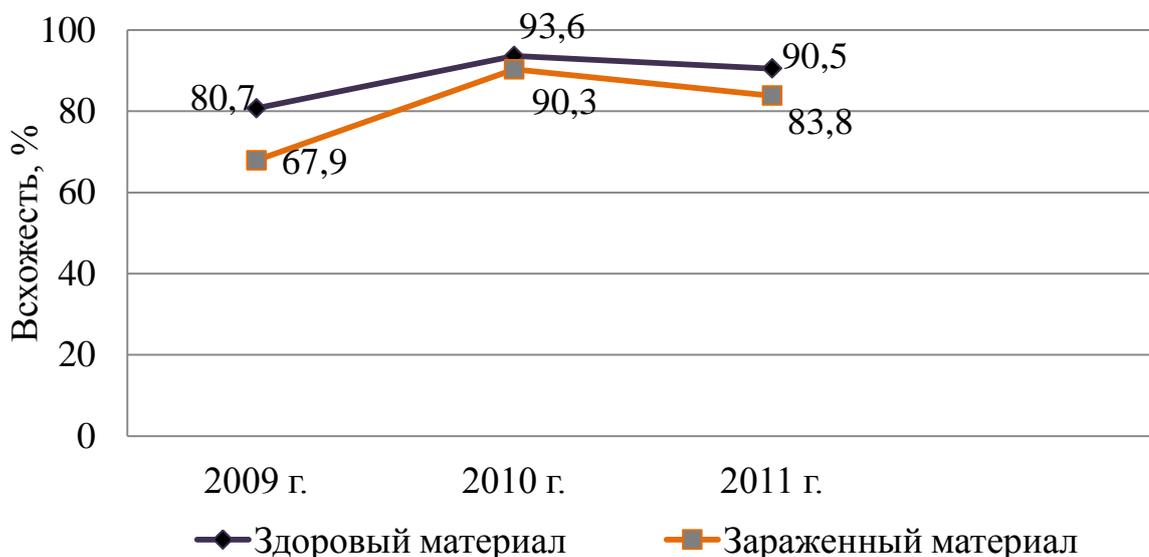


Рисунок 10 – Влияние возбудителя *U. hordei* на всхожесть растений ячменя по годам (среднее по срокам).

Рассматривая влияние возбудителя твердой головни на всхожесть сортов ячменя с различной степенью устойчивости, нами было отмечено, что наибольший процент не взошедших растений наблюдался у резистентных образцов (Рисунок 11).



Рисунок 11 – Влияние возбудителя твердой головни на всхожесть ячменя из разных групп устойчивости (среднее по срокам и годам), %.

В среднем по опыту за годы исследований практически устойчивые сорта, инокулированные твердой головней, снизили всхожесть, в сравнении с контролем, на 9,7 %, слабо восприимчивые – на 4,8 и восприимчивые – на 7,2 % (Рисунок 11).

Мы склонны объяснить это явление защитной реакцией иммунных сортов. Включающийся при заражении растений индуцированный (активный) иммунитет изменяет метаболизм растений в сторону, неблагоприятную для питания, роста, размножения и развития гриба, вызывая быстрое отмирание клеток находящихся в непосредственной близости от места заражения. По-видимому, более сильная защитная реакция практически устойчивых сортов приводит к гибели не только гриба, но и самого растения (Бехтольд Н.П., Орлова Е.А., 2016).

В.П. Ребенко (1970) установлено, что гриб *Ustilago hordei* свободно проникает в ткани устойчивых и восприимчивых сортов в начальный период развития растений. На внедрение возбудителя твердой головни и его развитие растения реагируют по-разному, у иммунных сортов защитная реакция сильнее (реакция сверхчувствительности).

В 2009 году в первом сроке сева наиболее сильное снижение всхожести отмечено на практически устойчивых сортах Баган и Агул 2, а также на восприимчивых образцах Ноктюрн и Челябинец 1 (Таблица 8). Во втором сроке у Агул 2 (устойчивый образец), у сортов со слабой восприимчивостью - Одесский 115 и Омский 88, у восприимчивых Омский 95 и Ноктюрн. В третьем сроке отрицательное действие возбудителя на всхожесть выявлено на резистентных сортах Баган и Петр. У сортов Одесский 115 и Омский 95 полевая всхожесть на зараженном материале при раннем сроке была выше, чем на здоровом, на 0,7 и 3,0 %.

В 2010 году сохраняли тенденцию снижения всхожести на зараженном материале устойчивые сорта Баган (1-й – 3-й сроки), Агул 2 (2-й и 3-й сроки), Петр (3-й срок) и восприимчивые к патогену Омский 88 (2-й и 3-й сроки), Одесский 115 (1-й и 3-е сроки) и Челябинец 1 (1-й – 3-й сроки).

Таблица 8. Влияние возбудителя твердой головни на всхожесть растений ячменя, %

Сорт	2009 год						2010 год						2011 год					
	Срок / дата посева																	
	I / 4 мая		II / 14 мая		III / 25 мая		I / 7 мая		II / 17 мая		III / 27 мая		I / 3 мая		II / 13 мая		III / 23 мая	
	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал
Практически устойчивые сорта																		
Агул 2	81,0	53,7	79,0	63,0	90,0	76,0	93,7	92,7	90,7	87,3	91,7	87,7	92,3	82,7	94,7	85,0	86,7	74,0
Баган	83,7	42,0	73,0	70,3	89,0	65,3	93,7	89,3	96,3	91,0	93,7	90,7	92,0	89,3	92,3	88,7	90,3	81,0
Петр	71,0	64,7	67,0	59,3	87,3	61,0	93,7	91,0	95,7	93,7	93,0	85,0	92,0	89,0	92,3	88,3	86,7	78,7
среднее	78,6	53,5	73,0	64,2	88,8	67,4	93,7	91,0	94,2	90,7	92,8	87,8	92,1	87,0	93,1	87,3	87,9	77,9
Слабо восприимчивые сорта																		
Биом	78,7	76,7	74,0	70,3	90,7	81,7	91,7	91,0	94,0	93,0	93,3	91,3	89,0	86,0	94,7	89,7	88,7	81,3
Одесский 115	74,0	74,7	89,0	72,7	92,7	84,3	91,7	88,3	90,3	87,7	93,7	86,7	89,3	84,0	89,3	83,7	88,3	82,0
Омский 88	79,0	76,3	83,0	74,0	92,3	89,0	92,3	92,3	95,7	89,3	93,3	87,0	87,7	82,0	88,0	82,0	89,3	76,0
среднее	77,2	75,9	82,0	72,3	91,9	85,0	91,9	90,5	93,3	90,0	93,4	88,3	88,7	84,0	90,7	85,1	88,8	79,8
Восприимчивые сорта																		
Омский 95	74,7	77,7	67,0	42,7	87,0	80,3	94,0	93,7	92,7	90,3	93,7	91,7	90,3	82,7	92,0	89,0	88,7	79,7
Ноктюрн	78,0	55,3	75,3	56,3	87,3	71,7	94,7	93,7	96,3	93,3	96,0	94,3	94,3	91,7	93,7	88,7	88,3	87,0
Челябинец 1	79,7	57,3	68,7	62,7	88,3	75,0	91,0	87,3	97,0	92,0	93,7	86,7	91,0	81,0	89,0	85,0	92,0	76,0
среднее	77,5	63,4	70,3	53,9	87,5	75,7	93,2	91,6	95,3	91,9	94,5	90,9	91,9	85,1	91,6	87,6	89,7	80,9
НСР _{0,05} (для частных средних)			3,21				2,41						3,23					
фактор А (сорт)			1,31				0,98						1,31					
Фактор В (срок сева)			0,75				0,57						0,76					
фактор С (состояние растений*)			0,61				0,46						0,62					

*- растения, зараженные и не зараженные (контроль)

В 2011 году сильное снижение всхожести наблюдали на зараженных возбудителем резистентных сортах Агул 2 (1-й – 3-й сроки), Баган (2-й, 3-й) и Петр (2-й, 3-й сроки). На сортах со слабой степенью восприимчивости Биом, Одесский 115 и Омский 88 отмечали снижение во всех сроках посева, на восприимчивых образцах Омский 95 (1-й – 3-й), и Челябинец 1 (третий срок).

Математическая обработка данных показала, что варьирование густоты всходов на 48,5 % определяли условия года, на 12,7 % фактор заражение. Средней степени влияние на этот показатель оказал фактор сорт (в том числе и его устойчивость) (Приложение 4). В условиях 2009 года наиболее благоприятным для роста растений оказался третий срок сева, а в 2010 и 2011 годах наиболее лучшие условия сложились при втором сроке посева.

Таким образом, в среднем за три года исследований, наибольшее снижение полевой всхожести наблюдали у устойчивых сортов Агул 2, Баган и восприимчивых Ноктюрн и Челябинец 1.

Отрицательное действие возбудителя твердой головни проявилось и на показателе высоты растений (Рисунок 12).

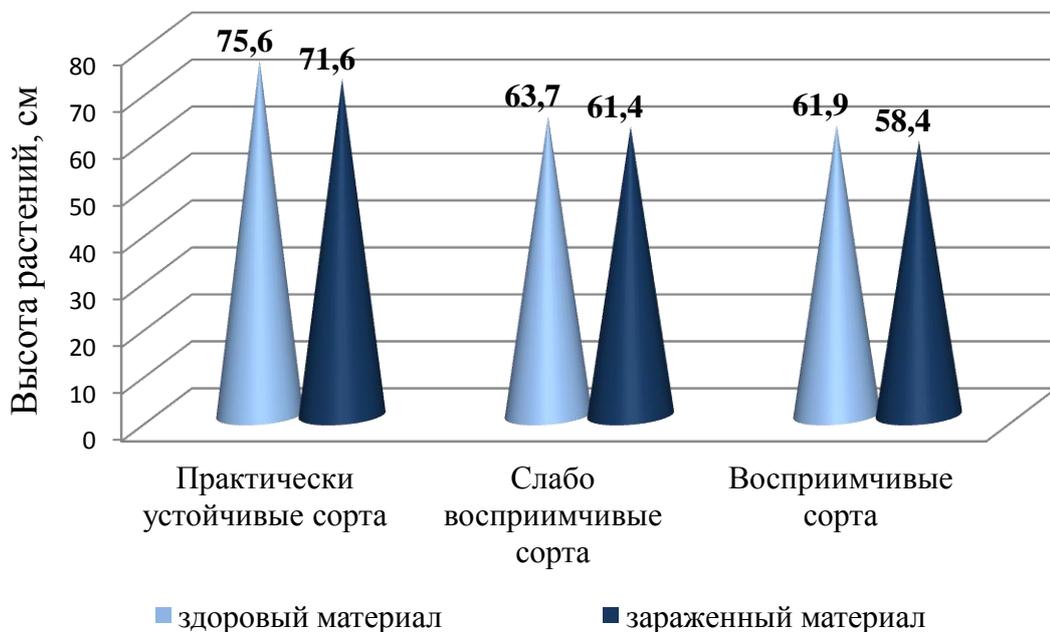


Рисунок 12 – Влияние возбудителя твердой головни на высоту растений ячменя из разных групп устойчивости (среднее по срокам и годам), см

Угнетение возбудителем сильнее проявилось на резистентных и восприимчивых сортах. Сорта из слабо восприимчивой группы были менее вариабельны по этому признаку.

В среднем по опыту за годы исследований высота растений практически устойчивых сортов, инокулированных твердой головней, была ниже, в сравнении с контролем, на 4 см, у слабо восприимчивых – на 2,3 и восприимчивых – на 3,5 см.

Как видно из таблицы 9 высота растений из семян, зараженных твердой головней, была ниже, чем в контроле, во всех сроках сева, на всех сортах, независимо от их устойчивости. Наибольшее снижение высоты растений на инфицированном материале отмечено в 2009 году на резистентных сортах Агул 2 (1-й – 3-й срок), Баган (1-й и 3-й сроки), Петр (2-й, 3-й срок) и восприимчивых – Омский 95 (второй срок), Ноктюрн (2-й, 3-й срок) и Челябинец 1 (1-й – 3-й сроки). В 2010 году значительное отклонение от контроля в группе устойчивых сортов выявлено на образцах Агул 2 (второй срок) и Баган (1-й – 3-й сроки). В группе слабо восприимчивых – на сортах Биом (первый срок) и Омский 88 (1-й, 3-й срок), среди восприимчивых – Омский 95 (первый и третий сроки) и Ноктюрн (2-й, 3-й сроки). В 2011 году сохраняли тенденцию снижения высоты растений на зараженном материале резистентные сорта Агул 2 (1-й, 3-й сроки) и Баган (второй срок), сортообразцы из группы слабо восприимчивых Биом (второй срок посева) и Омский 88 (1-й, 3-й срок), восприимчивые к патогену Ноктюрн (при втором сроке) и Челябинец 1 (2-й, 3-й срок).

В среднем за годы исследований самым благоприятным для роста и развития растений оказался ранний срок сева. Высота растений, как на здоровом, так и на зараженном материале в первом сроке была выше, чем у растений, высеянных при более поздних сроках.

Таблица 9. Влияние возбудителя твердой головни на высоту растений ячменя, см

Сорт	2009 год						2010 год						2011 год					
	Срок / дата посева																	
	I / 4 мая		II / 14 мая		III / 25 мая		I / 7 мая		II / 17 мая		III / 27 мая		I / 3 мая		II / 13 мая		III / 23 мая	
	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал
Практически устойчивые сорта																		
Агул 2	109,9	105,7	101,9	96,8	95,6	92,4	80,7	79,2	75,0	59,5	62,2	60,4	70,7	62,9	63,7	62,4	65,0	61,6
Баган	111,9	106,4	98,4	95,9	92,5	88,1	84,7	80,1	74,0	64,6	63,2	59,3	67,8	67,3	68,4	63,9	68,6	65,8
Петр	82,1	81,6	77,3	69,3	76,4	71,3	65,2	63,2	55,8	53,5	53,8	51,5	60,0	58,6	59,4	59,0	56,5	54,0
среднее	101,3	97,9	92,5	87,3	88,2	83,9	76,9	74,2	68,3	59,2	59,7	57,1	66,2	62,9	63,8	61,8	63,4	60,5
Слабо восприимчивые сорта																		
Биом	87,9	85,5	74,8	73,6	75,4	73,3	60,9	57,4	52,3	49,9	52,9	51,8	56,7	55,3	57,2	51,5	54,5	52,4
Одесский 115	80,2	79,1	76,3	75,0	74,3	71,3	60,9	59,1	50,5	49,7	48,5	45,7	55,0	52,6	50,3	48,4	49,1	47,9
Омский 88	86,7	84,0	79,8	76,8	81,9	78,1	68,7	64,9	54,3	53,1	53,6	52,1	63,3	58,5	59,9	55,9	54,3	54,0
среднее	84,9	82,8	76,9	75,1	77,2	74,2	63,5	60,5	52,4	50,9	51,7	49,9	58,3	55,5	55,8	51,9	52,6	51,4
Восприимчивые сорта																		
Омский 95	80,2	77,4	74,1	69,5	78,1	74,6	68,5	62,8	53,8	52,5	54,7	51,8	60,5	61,7	58,4	58,1	54,7	50,2
НоктюРН	66,5	63,8	65,9	60,7	63,5	57,7	50,0	47,8	44,8	40,3	43,3	40,6	48,6	45,7	47,5	41,5	45,4	44,4
Челябинец 1	88,4	85,3	81,7	75,9	79,2	74,4	66,2	63,9	58,1	56,0	53,5	50,7	63,0	60,6	64,0	56,1	57,5	53,7
среднее	78,4	75,5	73,9	68,7	73,6	68,9	61,6	58,2	52,2	49,6	50,5	47,7	57,4	56,0	56,6	51,9	52,5	49,4
НСР _{0,05} (для частных средних)			3,43			3,14			3,71									
фактор А (сорт)			1,40			1,28			1,51									
Фактор В (срок сева)			0,80			0,74			0,87									
фактор С (состояние растений*)			0,66			0,61			0,71									

*- растения, зараженные и не зараженные (контроль)

На высоту растений наибольшее влияние оказали генотипические особенности использованных в эксперименте сортов и погодные условия вегетационного периода. Математическая обработка данных показала, что варьирование высоты растений на 55,1 % определяли условия года, на 29,9 % сортовые особенности растений (Приложение 5).

В литературе имеются сведения о влиянии патогена на кустистость растений (Дружин А.Е., 2008; Степановских А.С., 1990). В нашем опыте мы также отмечали отрицательное влияние возбудителя на этот признак (Таблица 10). Большинство сортов ячменя, выращенных из инокулированных семян, имели меньшее количество продуктивных стеблей кушения, в сравнении со здоровым контрольным вариантом.

Негативное влияние патогена на формирование стеблестоя сильнее проявилось в группе резистентных сортов. Количество продуктивных стеблей на растениях этой группы, выращенных из инокулированных семян, в среднем за три года было ниже, чем на здоровых, на 98 штук на m^2 при первом сроке, 35 – во втором и 44 шт. / m^2 в третьем. У восприимчивых сортов разница между здоровым и зараженным материалом, по продуктивной кустистости в первом сроке - 59 штук на m^2 , во втором на 84, в третьем на 6 шт. / m^2 . Меньше всего на заражение отреагировали сорта из слабо восприимчивой группы (Таблица 10). Продуктивный стеблестой практически у всех зараженных возбудителем сортов был ниже за годы исследования. Однако в 2009 году у восприимчивых сортообразцов Биом (2-й, 3-й сроки), Омский 88 (третий срок) и Челябинец 1(3-й срок) этот показатель на инокулированном материале был выше. Такая же тенденция прослеживалась в 2010 и 2011 годах на сортах как из группы практически устойчивых, так и восприимчивых. Мы склонны объяснить это их высокой регенеративной способностью (при негативном воздействии патогена и благоприятных погодных условиях кустистость увеличивалась).

Таблица 10. Влияние возбудителя твердой головни на продуктивный стеблестой растений, шт. /м² (2009 - 2011 гг.)

Сорт	2009 год						2010 год						2011 год					
	Срок / дата посева																	
	I / 4 мая		II / 14 мая		III / 25 мая		I / 7 мая		II / 17 мая		III / 27 мая		I / 3 мая		II / 13 мая		III / 23 мая	
	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал
Практически устойчивые сорта																		
Агул 2	631	387	396	333	463	376	409	379	312	287	286	307	303	204	253	228	237	240
Баган	646	383	411	360	503	320	651	494	458	410	406	421	327	361	310	344	368	281
Петр	594	514	520	402	527	483	670	640	494	491	447	476	435	431	386	369	385	326
среднее	624	428	442	365	498	393	577	504	421	396	380	401	355	332	316	314	330	282
Слабо восприимчивые сорта																		
Биом	766	672	498	548	589	640	597	634	565	522	432	408	363	349	333	317	352	296
Одесский 115	805	755	718	620	642	570	837	721	606	592	459	469	432	377	303	343	320	274
Омский 88	799	752	656	582	734	788	801	791	647	625	459	506	463	400	381	326	432	465
среднее	790	726	624	583	655	666	745	715	606	580	450	461	419	375	339	329	368	345
Восприимчивые сорта																		
Омский 95	735	697	587	258	609	596	610	688	608	595	491	530	433	414	339	354	356	324
НоктюРН	824	427	629	336	491	321	589	597	567	537	450	517	427	365	361	359	315	320
Челябинец 1	797	659	618	524	534	566	541	598	476	513	406	469	385	361	327	279	348	311
среднее	785	594	611	373	545	494	580	628	550	548	449	505	415	380	342	331	340	318
НСР _{0,05} (для частных средних)			130,6			71,62			91,61									
фактор А (сорт)			53,32			29,23			37,40									
Фактор В (срок сева)			30,78			16,88			21,59									
фактор С (состояние растений*)			25,13			13,78			17,63									

*- растения, зараженные и не зараженные (контроль)

Математическая обработка данных показала, что варьирование продуктивной кустистости на 37,6 % определяли условия года, на 19,9 % генотипические особенности сортов, на 11,6 % - сроки сева и на 2,1 % фактор инокуляции патогеном (Приложение 6).

В среднем по опыту за годы исследований самым благоприятным для кустистости растений оказался ранний срок.

Многие авторы в своих работах отмечают негативное влияние патогена на формирование числа зерен в колосе и массу тысячи зерен (Ригина С.И., 1971; Степановских А.С., 1990; Усольцев Ю.А., 1999). В наших исследованиях особых различий по массе 1000 зерен на вариантах с заражением и без него не наблюдали. У растений, выращенных из зараженного материала, на сортах с различной степенью устойчивости отмечали снижение количества зерен в колосе, но оно было минимальным, находящимся на уровне наименьших существенных различий (Приложение 7). Угнетение возбудителем проявилось на резистентных и восприимчивых сортах. Сорта из слабо восприимчивой группы были менее вариабельны по этому признаку. В среднем по опыту наиболее благоприятным для формирования числа зерен в колосе оказался 2009 год.

Математическая обработка данных показала, что озерненность колоса в основном имела зависимость от генотипических особенностей сортов ($V = 85,7 \%$), фактор год оказал небольшое влияние ($V = 3,5 \%$) (Приложение 8).

Одним из основных критериев оценки качественных показателей зерна ячменя, является содержание в нем белка. Проведенный в лаборатории биохимии анализ семян, полученных с зараженного и здорового материала ячменя на процентное содержание белка в зерне позволил установить фитотоксическое влияние возбудителя твердой головни на этот показатель (Рисунок 13).

На зерне, убранном с растений инокулированных возбудителем, этот показатель снижался во все годы и практически у всех сортов независимо от их степени устойчивости к патогену.

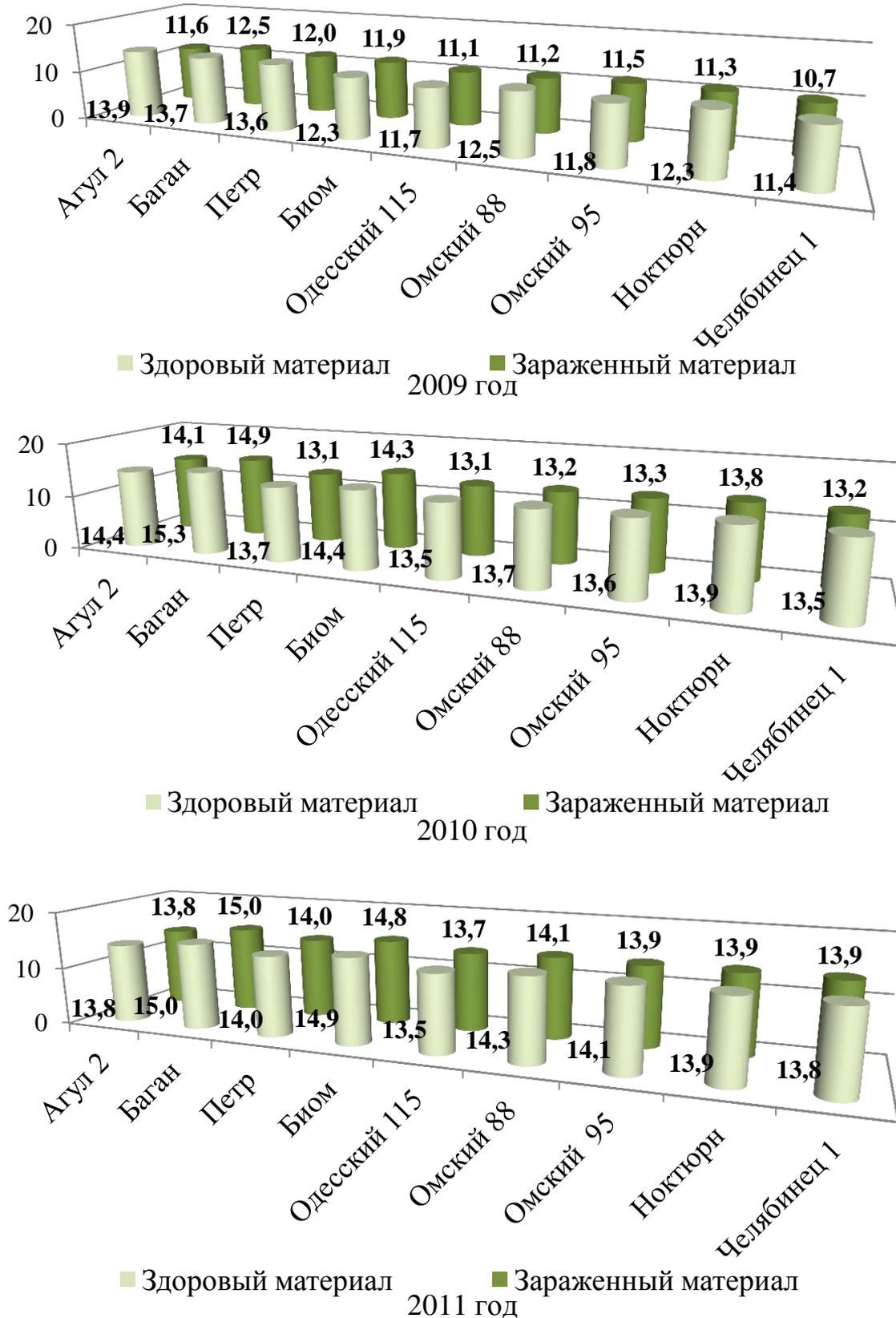


Рисунок 13 – Влияние возбудителя твердой головни на содержание белка растений, % (2009-2011 гг.) В 2009 г. НСР_{0,05} (для частных средних) = 1,889; в 2010 г. НСР_{0,05} (для частных средних) = 1,117; в 2011 г. НСР_{0,05} (для частных средних) = 0,929

Наибольшее содержание сырого белка в зерне отмечали в 2010 и 2011 годах. Резкое снижение качества зерна у всех сортов, как в контроле, так и при заражении наблюдали в условиях дождливого 2009 года. Многофакторный дисперсионный анализ данных показал сильную зависимость содержания белка от погодных условий года ($V = 43,7 \%$) и сортовых особенностей ($V = 12,4 \%$), в меньшей степени оказало влияние инокуляции патогеном ($V = 2,28 \%$) (Приложение 9).

По процентному содержанию белка в 2011 году равные показатели на инфицированном и здоровом материале отмечены у практически устойчивых сортов Агул 2, Баган и Петр. У слабо восприимчивого сорта Одесский 115 в этом году процентное содержание белка на инокулированном материале было выше, чем в контроле.

Во все годы исследований самый высокий показатель содержания белка был у практически устойчивых сортов Агул 2 и Баган.

Недобор урожая, как результат влияния возбудителя твердой головни, отмечали на всех образцах не зависимо от их устойчивости во все годы исследований (Таблица 11).

Высокую урожайность сформировали сорта в благоприятном по влагообеспеченности 2009 году.

Как видно из таблицы в 2009 году наибольшее патогенное действие возбудитель оказал на сорта Агул 2 (1-й, 2-й сроки), Баган (1-й, 3-й) и Ноктюрн (1-й – 3-й сроки). Слабо восприимчивые сорта Биом и Омский 88 толерантны к *Ustilago hordei*.

В 2010 году сохраняли тенденцию снижения урожая на зараженном материале устойчивые сорта Баган (1-й – 3-й сроки), Агул 2 (первый срок) и Петр (1-й срок). Сорта из группы слабо восприимчивых снижали урожайность на зараженном материале в первом и втором сроках сева. В третьем сроке сева урожайность всех сортообразцов на зараженном материале была выше, чем на здоровом.

Таблица 11. Влияние возбудителя твердой головни на урожай растений ячменя, т/га (2009 - 2011 гг.)

Сорт	2009 год						2010 год						2011 год					
	Срок / дата посева																	
	I / 4 мая		II / 14 мая		III / 25 мая		I / 7 мая		II / 17 мая		III / 27 мая		I / 3 мая		II / 13 мая		III / 23 мая	
	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал
Практически устойчивые сорта																		
Агул 2	8,8	5,0	4,0	3,3	4,6	3,9	5,0	4,0	2,6	2,2	2,1	2,5	4,0	2,0	1,9	2,3	2,2	2,1
Баган	7,1	4,3	3,5	2,9	5,0	3,0	4,7	3,6	2,8	2,5	2,6	2,3	2,8	3,1	2,2	2,4	2,3	2,1
Петр	5,7	4,8	4,4	3,4	4,7	4,5	5,0	4,0	3,3	3,3	2,6	2,8	3,0	3,0	2,6	2,6	2,6	2,1
среднее	7,2	4,7	3,9	3,2	4,8	3,8	4,9	3,9	2,9	2,7	2,4	2,5	3,3	2,7	2,2	2,4	2,4	2,1
Слабо восприимчивые сорта																		
Биом	6,8	7,0	3,9	4,7	5,1	6,4	4,0	3,3	3,1	2,9	2,2	2,4	3,0	2,0	2,1	1,8	1,8	1,8
Одесский 115	7,0	7,0	5,1	4,8	4,9	4,4	4,5	3,9	3,1	1,7	2,1	2,4	2,6	2,6	1,5	1,9	1,6	1,6
Омский 88	5,2	4,9	4,1	5,1	4,6	5,3	4,4	4,1	2,7	2,7	2,2	2,5	3,0	2,4	2,2	2,0	2,2	2,4
среднее	6,3	6,3	4,4	4,9	4,9	5,4	4,3	3,8	2,9	2,4	2,2	2,4	2,9	2,3	1,9	1,9	1,9	1,9
Восприимчивые сорта																		
Омский 95	6,3	6,0	5,0	2,1	4,9	4,4	4,5	4,0	3,8	3,9	3,0	3,5	3,1	3,0	2,1	2,5	2,5	2,4
НоктюРН	5,4	3,0	4,1	2,4	3,4	2,6	3,5	3,0	2,6	2,0	2,1	2,4	3,0	2,3	1,9	1,8	1,2	1,4
Челябинец 1	7,4	6,4	4,8	4,3	3,6	5,0	3,5	4,1	2,8	3,3	2,1	3,1	2,5	2,5	2,1	1,8	2,3	1,9
среднее	6,4	5,1	4,6	2,9	3,9	4,0	3,8	3,7	3,1	3,1	2,4	3,0	2,9	2,6	2,0	2,0	2,0	1,9
НСР _{0,05} (для частных средних)			0,876			0,627			0,722									
фактор А (сорт)			0,357			0,256			0,295									
Фактор В (срок сева)			0,206			0,148			0,170									
фактор С (состояние растений*)			0,168			0,121			0,139									

*- растения, зараженные и не зараженные (контроль)

В 2011 году снижение показателя наблюдали в первом сроке на сортах зараженных возбудителем из всех групп спелости, кроме сорта Баган.

Превышение урожайности на инокулированном материале за годы исследований формировали сорта, у которых наблюдали повышенную продуктивную кустистость.

В среднем по опыту самым благоприятным для формирования урожайности растений оказался ранний срок посева.

В результате проведенного дисперсионного многофакторного анализа величина урожая за годы исследований определялась условиями периода вегетации ($V=51,8\%$) и сроками сева ($V=17,6\%$). Фактор сорт ($V=3,77\%$) и инокуляция патогеном ($V=1,32\%$) оказали слабое влияние на показатель продуктивности (Приложение 10).

Проведенный анализ корреляционных связей позволил выявить сильную зависимость между урожайностью и числом зерен в колосе на здоровом материале при первом сроке сева в 2009 и в 2011 годах ($r=0,81$ и $r=0,77$).

Таблица 12. Коэффициенты корреляции урожайности с ее структурными элементами и всхожестью

Год	Сроки	Коррелирующие признаки					
		здоровый материал			зараженный материал		
		всхожесть	продуктивный стеблестой	число зерен в колосе	всхожесть	продуктивный стеблестой	число зерен в колосе
2009 г.	I	0,44	-0,33	0,81*	0,59	0,72*	0,19
	II	0,02	0,69*	0,04	0,08	0,58	0,01
	III	0,39	0,33	-0,05	0,07	0,33	0,29
2010 г.	I	0,31	0,08	0,47	-0,27	0,16	0,31
	II	-0,26	0,39	-0,06	0,39	0,21	0,32
	III	-0,05	0,41	-0,01	-0,08	0,41	0,14
2011 г.	I	0,25	-0,45	0,77*	0,22	0,65	-0,19
	II	0,08	0,58	0,01	0,29	0,19	0,44
	III	0,07	0,33	0,29	-0,69*	0,42	0,23

* – существенные значения коэффициента корреляции на 5 %-ном уровне, при $R=0,67$

В 2010 году при раннем сроке связь была средней $r = 0,47$. Корреляционная зависимость между урожайностью и озерненностью колоса на зараженном материале не выявлена (Таблица 12).

Сильная связь на здоровом материале между урожайностью и продуктивным стеблестоем отмечена при втором сроке сева в 2009 году ($r = 0,69$). В 2010 ($r = 0,39$) и 2011 ($r = 0,58$) годах эта зависимость была средней. На инокулированном возбудителем материале тесную корреляцию между этими показателями наблюдали при раннем сроке посева в 2009 ($r = 0,72$) и в 2011 ($r = 0,65$) годах.

Кроме потерь урожая, происходящих вследствие разрушения колоса, имеются потери, связанные с развитием патогена в тканях растений, не имеющих головневого соруса. Недобор урожая зерна – результат влияния на рост и развитие ячменя в явной и скрытой форме поражения (Бехтольд Н.П., Орлова Е.А., 2016).

Расчет скрытых потерь проведен по формуле Чумакова А.Е. (1972), в среднем за три года исследований (Таблица 13).

Таблица 13 - Проявление явных и скрытых потерь от твердой головни, 2009-2011 гг.

Сорт	Урожайность, т/га			Потери от твердой головни, %	
	здоровый материал	зараженный материал	+ (-) к здоровому	явные	скрытые
Практически устойчивые сорта					
Агул 2	3,9	3,0	-0,9	0	23,0
Баган	3,7	2,9	-0,8	0	22,0
Петр	3,7	3,4	-0,3	0	9,0
Слабо восприимчивые сорта					
Биом	3,6	3,6	0	2,2	0
Одесский 115	3,6	3,4	-0,2	5,0	1,0
Омский 88	3,4	3,5	+0,1	1,2	0
Восприимчивые сорта					
Омский 95	3,9	3,5	-0,4	8,4	8,2
Ноктюрн	3,0	2,3	-0,7	17,0	6,0
Челябинец 1	3,5	3,6	+0,1	12,9	0

Результаты проведенных исследований показывают, что, несмотря на устойчивость к твердой головне у изучаемых сортов наблюдалось проявление явных или скрытых потерь.

Как видно из таблицы, сорта обладающие устойчивостью к твердой головне не поражались возбудителем, но сильнее реагировали на внедрение патогена. Наибольший процент скрытых потерь на сортах из этой группы отмечен у Агула 2 – 23 % и Багана – 22 %.

Наименьший процент явных и скрытых потерь отмечали на сортах со слабой восприимчивостью к патогену. Сорта Биом и Омский 88 из группы слабо восприимчивых оказались толерантными к патогену. За годы исследований при заражении возбудителем явные потери у сорта Биом составили 2,2 %, у Омского 88 – 1,2 %, но на урожайности это не отразилось и скрытые потери были равны 0 %.

Восприимчивые сорта имели как явные, так и скрытые потери. Наибольший процент общих потерь (явные и скрытые) отмечен у сорта Ноктюрн – 23 %. У сорта Омский 95 явные потери составили 8,4 %, скрытые – 8,2 %. На сорте Челябинец 1 скрытых потерь не было, но явные составили 12,9 %.

Таким образом, в группе практически устойчивых сортов при отсутствии головневых колосьев в посевах скрытые потери урожая составляли от 9 до 23 %. Эти потери предположительно вызваны защитной реакцией сортов на внедрение патогена в ткани растений.

Потери урожая при поражении головневыми заболеваниями нельзя исчислять только по количеству головневых колосьев, с которых не получили зерна. Скрытое поражение также вносит довольно значительный вклад в снижение урожайности.

Таким образом, возбудитель твердой головни оказывал негативное влияние на всех этапах роста и развития растений, не зависимо от устойчивости сорта, снижая при этом продуктивность и качество зерна.

6. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЯЧМЕНЯ

Селекция на продуктивность и качество продукции без одновременной работы над усилением иммунитета к болезням приводит к высокой уязвимости сортов патогенами. В связи с чем, выделение источников устойчивости к головневым болезням и использование их в селекции ячменя является одной из первостепенных задач в создании непоражаемых сортов (Бахарева Ж.А., 1981).

Анализ полученных данных показал, что большинство возделываемых сортов ярового ячменя существенно различается по степени поражения как твердой, так и пыльной головней (Теличкина Н.П., Орлова Е.А., 2011). Проведенная иммунологическая оценка коллекционных образцов ячменя позволила выделить сорта с высокой устойчивостью к головневым болезням и хозяйственно-полезными признаками.

В лаборатории селекции, семеноводства и технологии возделывания полевых культур СибНИИРС совместно с лабораторией генофонда растений, разработана и осуществляется селекционная программа, направленная на создание новых сортов ячменя, в том числе с комплексной устойчивостью к головневым грибам.

6.1. Оценка селекционных линий на устойчивость к пыльной и твердой головне

Созданный и изученный селекционный материал в наших исследованиях был представлен линиями сложных межвидовых и межсортовых гибридов. Оценка гибридного материала на устойчивость к пыльной и твердой головне проводили на фитопатологическом участке (Бехтольд Н.П., Бахарев А.В., Орлова Е.А., 2016).

В годы исследований по устойчивости к болезням был оценен 261 селекционный образец (контрольный питомник, предварительное и конкурсное сортоиспытания) (Таблицы 14, 15).

Таблица 14 – Характеристика селекционного материала ячменя СибНИИРС по типам устойчивости к пыльной головне (инфекционный фон, 2009-2012 гг.)

Питомник изучения	Количество изученных образцов	Количество образцов по типу устойчивости				
		0	I	II	III	IV
КП	64	16	30	16	2	0
ПСИ	75	33	26	14	2	0
КСИ	74	26	27	18	3	0
Всего	213	75	83	48	7	0
%		(35,2)	(39,0)	(22,5)	(3,3)	-

Основным методом создания селекционного материала является внутривидовая гибридизация с последующим индивидуальным отбором. В целом за весь период доля иммунных и практически устойчивых к пыльной головне селекционных линий в питомниках составила 74,2 % от изученных. Слабой восприимчивостью к патогену обладает 22,5 % образцов.

Как видно из таблицы 15, в селекционном материале были выделены формы с высокой и практической устойчивостью к возбудителю твердой головни.

Таблица 15 – Характеристика селекционного материала СибНИИРС по типам устойчивости к твердой головне (инфекционный фон, 2009-2012 гг.)

Питомник изучения	Количество изученных образцов	Количество образцов по типу устойчивости				
		0	I	II	III	IV
КП	2	1	1	0	0	0
ПСИ	22	15	7	0	0	0
КСИ	24	15	9	0	0	0
Всего	48	31	17	0	0	0
%		(64,6)	(35,4)	-	-	-

В результате проведенных работ выявлено три селекционные линии с комплексной устойчивостью к головневым болезням – Г-21060 (Танай), Г-21219, Г- 21310 (Таблица 16). Данные формы были созданы, в основном, как при использовании сортов селекции СибНИИРС (Ача, Баган и Сигнал), так и уникального инорайонного генофонда (Бехтольд Н.П. и др., 2016).

Образец – Г-21405, который был получен в результате ступенчатой гибридизации сортов Дина, Омский 86, Темп и Мамлюк, устойчив к твердой

головне, но слабо восприимчив к возбудителю *Ustilago nuda*. Максимальный процент поражения пыльной головней за годы исследований составил 13,2 %.

Таблица 16 – Селекционные линии конкурсного сортоиспытания, выделившиеся по устойчивости к головневым болезням (фитопатологический участок)

Селекционный номер	Происхождение	Максимальное поражение за годы исследования, %	
		<i>Ustilago nuda</i>	<i>Ustilago hordei</i>
Ача, st	(Paragon x Кристина) x (Jet x Обской) x (Новосибирский 1 x Винер)	22,7	2,9
Г-21060 (Танай)	(Г-19301 x Г-19296) x Г-18619 x [(Баган x А3854) x Ача]	1,1	0
Г- 21219	к-28019 x Голозерный (местная популяция)	1,9	0
Г- 21310	[(Сигнал x Г-17596) x (Ача x Сигнал)] x [(Г-15910 x Solo) x (Новосибирский 80 x Баган) x Одесский 100]	3,9	4,7
Г- 21405	(Дина x Омский 86) x (к-28988 x Нутанс 80) x Г-19835	13,2	0

Важным свойством новых линий является не только комплексная устойчивость к головневым заболеваниям, но и высокие показатели хозяйственно полезных признаков.

6.2. Анализ хозяйственно – полезных признаков выделившихся линий

Урожайность является основным показателем ценности сорта, который зависит от целого ряда биологических и морфологических свойств и признаков. Вегетационный период растений – одна из важнейших биологических характеристик, определяющих хозяйственную ценность сортов и их пригодность для возделывания в той или иной климатической зоне. С вегетационным периодом растений связано множество свойств, определяющих уход растений от заморозков, засухи, болезней, вредителей и качество зерна (Штефан Г.И., Фердерер Э.И., 2012). Выделившиеся формы ячменя отличались стабильностью формирования сравнительно высокой урожайности в различные по влаге и теплообеспеченности годы (Таблица 17).

Таблица 17. Вегетационный период и урожайность перспективных линий, 2010-2012 гг.

Линия	Вегетационный период, дни	Урожайность, т/га
2010 год		
Ача, st	78	4,2
Г-21060 (Танай)	75	4,9
Г-21219	73	3,1
Г-21310	79	4,4
Г-21405	77	2,8
НСР _{0,05}	-	0,71
2011 год		
Ача, st	76	4,5
Г-21060 (Танай)	76	5,3
Г-21219	77	5,0
Г-21310	81	5,3
Г-21405	79	5,3
НСР _{0,05}	-	0,48
2012 год		
Ача, st	64	2,9
Г-21060 (Танай)	62	3,7
Г-21219	62	3,4
Г-21310	66	3,7
Г-21405	64	4,4
НСР _{0,05}	-	0,46

В 2010 году, когда погодные условия характеризовались теплой погодой с дефицитом осадков, вегетационный период селекционных линий длился в пределах 73-79 дней, при 78 дней у стандарта Ача.

Образец Г-21060 (Танай) характеризовался меньшим периодом созревания (75 дней) и формированием большей урожайности (4,9 т/га) в сравнении с сортом Ача (4,2 т/га) (Таблица 17).

Для 2011 года характерно относительно равномерное распределение осадков, что сказалось на продолжительности вегетационного периода и общей урожайности ячменя. Период созревания селекционных линий длился в пределах 76-81 дней, у стандарта Ача – 76 дня. Урожайность образцов в данном году варьировала от 5,0 до 5,3 т/га, при уровне стандарта – 4,5 т/га. Достоверно превышали по урожайности стандарт Ача образцы Г-21060 (Танай), Г-21310 и Г-21405.

Вегетационный период в 2012 году за годы исследований был самым коротким в связи с острой засухой. Во время вегетации были повышенные

температуры воздуха, выпало незначительное количество осадков, намного ниже среднегодовой нормы, все это способствовало ускоренному развитию растений и существенному снижению урожайности (селекционные линии формировали урожайность 3,4 – 4,4 т/га, стандарт – 2,9 т/га). Самый короткий период всходы – полная спелость (62 суток) отмечен у образцов Г-21060 (Танай) и Г-21219. Наибольшая урожайность в данном году получена у образца Г-21405 (4,4 т/га).

Образец Г-21310 является более поздним, период созревания по сравнению со стандартом Ача на 1-5 дней продолжительнее и составляет в 2010 году – 79, в 2011 – 81 день, в 2012 г. – 66 суток.

Анализируя данные, можно отметить, что среди изучаемых образцов самыми скороспелыми были линия Г-21060 (Танай) и Г-21219, которые созревают раньше стандарта. В среднем за три года по урожайности выделилась линия Г-21060 (Танай).

Урожайность складывается из основных элементов структуры урожая: масса 1000 зерен, продуктивного стеблестоя, озерненность главного колоса. По данным П.Ш. Фатыхова (2000), наибольшую изменчивость имеют масса зерна с колоса, озерненность колоса, густота продуктивных стеблей и количество растений к уборке. Масса 1000 зерен является более стабильным показателем по сравнению с другими показателями и имеет наибольшее значение для увеличения урожайности и улучшения технологических качеств (Косяненко Л.П., 2008).

Анализ структуры урожая (Таблица 18, Приложение 11) показал, что наибольшее количество продуктивных стеблей на 1 м² отмечено у линий – Г-21060 (Танай) (693), Г-21219 (693) и Г-21405 (670). Наименьший показатель этого признака установлен у образца Г-21310 – 574, при 599 стеблях у стандарта Ача.

Масса 1000 зерен характеризует крупность зерна, а также его плотность: чем крупнее зерно и чем оно более выполнено, тем больше его масса. Как видно из таблицы 18, в среднем за годы исследований, данный показатель у изученных линий в основном превышала показатель стандарта. Достоверно большей массой 1000 зерен, чем у сорта Ача, характеризовались образцы Г-21405 (51,8 г) и Г-

21219 (47,4 г). У гибридной линии Г-21310 масса 1000 зерен была ниже стандарта за все годы исследований.

Таблица 18 – Характеристика перспективных линий ярового ячменя, 2010-2012 гг.

Линия	Продуктивный стеблестой, шт./м ²	Масса 1000 зерен, гр.	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, гр.	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл
Ача, st	599	45,1	14	0,65	55,6	4,8
Г-21060 (Танай)	693	46,7	14	0,67	58,9	5
Г-21219	636	47,4	12	0,60	50,5	5
Г-21310	574	43,4	18	0,77	56,7	4
Г-21405	670	51,8	12	0,63	58,1	4,6
НСР _{0,05}	26,99	1,93	1,08	0,03	1,57	-

Масса 1000 зерен в 2010 г. и 2011 г. практически у всех линий превышает этот показатель в сравнении со стандартом (Приложение 11). Максимальная величина признака в 2010 г. составила 48,8 г (Г-21405), в 2011г. – 55,5 г (Г-21405). Наиболее положительное влияние на массу 1000 зерен было отмечено в условиях 2011 года: превышение стандарта составило 0,5 – 8,7 г. Минимальное значение массы 1000 зерен у всех образцов было в 2012 г., что связано с острозасушливыми условиями года.

Число зерен в колосе, так же как и продуктивный стеблестой и масса 1000 зерен является важным фактором в формировании урожая. Количество зерен в колосе колебалось в среднем от 12 до 18, у стандарта Ача – 14. Наибольшее число зерен в колосе формировала линия Г-21310. По годам наблюдались различия при формировании данного показателя: 2010 г. – 12...18, 2011 г. – 11...20, 2012 г. – 11...16 (Приложение 11).

Масса зерна с колоса оказалась самой высокой у образцов Г-21060 (Танай) (0,67 г) и Г-21310 (0,77 г). Наиболее высоким этот показатель был отмечен в условиях 2011 года, варьирование составило от 0,63 г до 0,88 г, при 0,73 у стандарта Ача. Наименьшей массой зерна с колоса за годы исследований

характеризовалась селекционная линия Г-21219 – 0,60 г, что на 0,5 г меньше чем у стандарта Ача (Приложение 11).

Высота растений и их устойчивость к полеганию – важные признаки для культуры ярового ячменя. В настоящее время, при использовании интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур, большое значение имеют сорта, устойчивые к полеганию. Ача является сортом, высокоустойчивым к полеганию – 4,5 балла. По устойчивости к полеганию выделились линии Г-21060 (Танай) и Г-21219 – 5 баллов. Наименьшая устойчивость к полеганию отмечена у образца Г-21310, которая составила 4 балла. Изучаемые линии имеют различную высоту. Превышение стандарта Ача в среднем по годам составило 1,1 – 3,3 см. Самым высокорослым является образец Г-21060 (Танай) (58,9 см).

Как показывают данные таблицы 18, взаимосвязь между урожайностью и элементами ее структуры находятся на слабом, среднем и высоком уровне. В 2010 и 2012 гг. отмечена высокая положительная корреляция между продуктивным стеблестоем и урожайностью. В 2011 году связь по данному показателю была средней ($r = 0,48$).

Средняя положительная связь урожайности отмечена с массой зерна с колоса за все три года ($r = 0,24...0,48$). В экстремальных условиях засушливого 2012 года наблюдалась положительная корреляция массы 1000 зерен с урожайностью ($r = 0,69$), но в 2010 и 2011 гг. этот признак не оказал сильного влияния.

Таблица 19 – Корреляция элементов продуктивности с урожайностью

Год	Продуктивный стеблестой	Масса зерна колоса	Число зерен колоса	Масса 1000 зерен
2010	0,84*	0,47	0,47	-0,29
2011	0,48	0,24	-0,01	0,24
2012	0,81*	0,48	-0,05	0,69*

* – связь существенна на 5 %-ном уровне значимости.

Наряду с увеличением производства зерна большое значение имеет улучшение его качественных показателей.

Натура зерна (масса единицы объема зерна) – наиболее распространенный, простой и очень важный показатель качества. Зерно с высокой натурой богаче полезными веществами, в нем больше эндосперма и меньше оболочек (Авдусь П.Б., Сапожникова А.С., 1976). Натура зерна характеризует выполненность зерна. На ее величину оказывает влияние форма зерна, его однородность, удельный вес, влажность и чистота зерна (Горпинченко Т.В., 2008).

В условиях 2011 года показатель натуры зерна варьировал от 690 до 710 г/л, при значении у стандарта 691 г/л (Таблица 20). Погодные условия 2012 года были менее благоприятными для формирования натуры зерна, чем в предыдущие годы, что связано с недостатком влаги в период вегетации. Только образец Г-21219 (692 г/л) превысил стандарт на 20 г/л, остальные были либо на уровне сорта Ача, либо с более низкой натурой зерна (Г-21310 – 642 и Г-21405 – 666 г/л).

В среднем за годы исследований высокой натурой зерна, с превышением стандарта Ача (691 г/л), характеризовались образцы Г-21060 (Танай) (694 г/л) и Г-21219 (701 г/л).

Таблица 20 – Качество зерна перспективных линий, 2010-2012 гг.

Линия	Натура, г/л			Белок, %		
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Ача, st	710	691	672	12,57	13,56	13,16
Г-21060	709	699	674	13,17	13,91	14,96
Г-21219	-	710	692	-	13,36	13,56
Г-21310	-	690	642	-	-	-
Г-21405	-	699	666	-	12,76	13,16
НСР _{0,05}	2,24	4,34	2,41	1,27	2,33	0,94

Содержание белка для ячменя является одним из важных показателей. Для кормовых целей необходимы сорта с повышенным содержанием белка, для пивоваренных ячменей оно не должно превышать 12 % (ГОСТ 5060-86) (Сидоров А.В., 2006).

Как видно из таблицы содержание белка в 2011 г. у образцов варьировало от 12,76 до 13,91 %, в 2012 г. – от 13,16 до 14,96 %, у стандарта Ача – 13,56 и 13,16 % соответственно. У сорта Ача в среднем за годы исследований содержание белка составило 13,10 %. Из селекционного материала повышенное содержание

белка отмечено у образца Г-21060 (Танай) (14,96 %), показатели остальных линий были на уровне стандарта.

В 2012 году была передана на Государственное сортоиспытание перспективная линия Г-21060 под названием – Танай.

6.3. Агробиологическая характеристика нового сорта ячменя Танай

Сорт ячменя Танай (селекционная линия Г – 21060) выведен путем индивидуального отбора из сложной гибридной популяции, полученной от скрещивания двух селекционных линий, Г-20275 – материнская форма и Г-20191 – отцовская форма. Г-20275 – отбор из популяции Г-19301 х Г-19296, в родословной которой есть сорта Ача, Омский-13709, Новосибирский 80, Jet, Paragon, Новосибирский 1. Линия Г-20191 получена методом отбор из популяции Г-18619 х [(Баган х А3854) х Ача]. Генеалогия представлена в приложении 12.

Ботаническая разновидность сорта Танай – nutans. Тип куста (в период кущения) полу прямостоячий. Опушение листа, в период кущения среднее, с верхней стороны листа. Окраска листа темно-зеленая. Лист, в период колошения, промежуточного типа. Стеблевые узлы со слабым антоциановым окрашиванием.

Колос двурядный, цилиндрический, желтый, восковой налет средней плотности. Длина колоса от среднего до длинного (6-9 см). Колос рыхлый, на 4 см колосового стержня приходится 12-14 сегментов. Членики колосового стержня параллельные, узкие с ровным основанием. Опушенность брюшной бороздки отсутствует. Колосовая чешуя узкая (до 1мм), опушение среднее, остевидный придаток короткий (до 1 см). Ости длиннее колоса, параллельные, средне зазубренные, желто-серые. Переход цветочной чешуи в ость постепенный.

Зерно крупное, ближе к удлинённой форме, желто-серое. Тип опушения основной щетинки зерна – войлочное (короткое).

Растение средней высоты (70-80 см). Время колошения раннее.

Сорт среднеспелый, вегетационный период 72-80 дней, или на 2-3 дня раньше сорта Ача. Устойчивость к полеганию высокая, но несколько ниже, чем стандарта, в условиях достаточного увлажнения. Сорт устойчив к пыльной и твердой головне.

Сорт зернофуражного направления. Зерно крупное, масса 1000 зерен 45-48 г, натуральный вес высокий 690-709 г/л., содержание белка в зерне 12,5-14,6 %, лизина 380-412 мг/100 г.

С 2012 по 2014 годы сорт проходил испытания на госсортоучастках во всех почвенно-климатических зонах Новосибирской области (Приложение 13). На Барабинском и Чистоозерном участках за годы испытаний сорт Танай превышал стандарт Ача по урожайности и массе 1000 зерен. В I и V зонах данный сорт выделился по скороспелости. На Северном ГСУ Танай формировал урожайность на уровне стандарта, но превышал по массе тысячи зерен и оказался скороспелее на два дня, чем сорт Ача.

С 2014 г. сорт ячменя Танай внесен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, по Западно – Сибирскому и Восточно-Сибирскому регионам. В 2015 г. посевы нового сорта зарегистрированы в Красноярском крае.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Определен расовый состав головневых болезней, распространенных в Новосибирской области. Выявлено, что в популяции пыльной головни ячменя доминируют расы 3 и 7. Определены формулы вирулентности изученной популяции пыльной головни (*Ustilago nuda*), в 2009 – 7 – 1.3.7.12.; в 2010 году 7 – 3.7., в 2011 – 3- 7., в 2012 году – 3 – 3.7. Твердая головня ячменя (*Ustilago hordei*) представлена расами 2, 3, 6, 5, 4, 7. Седьмая раса встречается как в популяции, так и выделена с отдельных сортов. Раса 2 наиболее вирулентна, а наименее агрессивной является раса 4.

2. В процессе изучения коллекционных образцов ячменя ярового выявлена высокая стабильная устойчивость к возбудителю пыльной головни сортов сибирской селекции: Баган (ФГБНУ ФИЦ ИЦИГ СО РАН, ФГБНУ СибНИИ кормов), Омский 85 (ФГБНУ СибНИИСХ), Золотник (ФГБНУ АНИИСХ, ФГБНУ ФИЦ ИЦИГ СО РАН), Лука (ФГБНУ Кемеровский НИИСХ), Тулеевский (ФГБНУ Кемеровский НИИСХ). Сорты Колчан (ФГБНУ АНИИСХ), Саша (ФГБНУ СибНИИСХ), Тарский 3 (ФГБНУ СибНИИСХ), Агул – 2 (ФГБНУ Красноярский НИИСХ), Соболек (ФГБНУ Красноярский НИИСХ), Зауральский 1 (ФГБНУ НИИСХ Северного Зауралья), Волгарь (ФГБНУ Поволжский НИИСХ), Зевс (Белгородский сел. центр) проявили устойчивость к местной популяции возбудителя твердой головни.

3. Сорты и линии Баган, Тулеевский, Омский 85, Золотник, Зевс, Лука, Петр, Танай, сложная гибридная линия *revelatum*, Bonanza, Keystone, Excele обладают комплексной устойчивостью к головневым заболеваниям.

4. В результате ранжирования по комплексу хозяйственно-полезных признаков определены наиболее перспективные для использования в селекции устойчивые сорта Лука, Баган, Золотник, Танай.

5. Отмечено влияние возбудителя *Ustilago hordei* на рост и развитие ячменя. Во всех сроках сева в среднем по сортам количество взошедших растений при посеве здорового посевного материала было выше в 1,2 раза, чем при посеве зараженными семенами. Результаты структурного анализа изучаемых сортов

показали, что у пораженных растений уменьшается высота (в среднем по сортам за годы исследований на 3,3 см), количество стеблей, а так же снижаются биохимические качества зерна. В среднем по опыту за годы исследований отмечено снижение урожая в результате поражения растений твердой головней.

6. Выявлена высокая корреляционная связь урожайности с озерненностью колоса на здоровом материале ($r = 0,81$ – 2009 г., $r = 0,47$ – 2010 г., $r = 0,77$ – 2011 г.). На сортах, зараженных возбудителем твердой головни, урожайность коррелирует с продуктивным стеблестоем ($r = 0,72$ – 0,65).

7. Расчет скрытых потерь урожая по формуле Чумакова А.Е. показал, что наибольшее снижение продуктивности отмечено на сортах с практической устойчивостью. Потери урожая в этой группе составили от 9 до 23 %. Сорта Биом и Омский 88 из группы слабо восприимчивых оказались толерантными к патогену, скрытые потери равны 0 %. Восприимчивые сорта имели как явные, так и скрытые потери.

8. Изучение селекционного материала позволило выявить линии Г-21060 и Г-21219, сочетающие высокое содержание белка, натуры и массы 1000 зерен с комплексной устойчивостью к головневым болезням.

9. Создан новый сорт ячменя Танай, который в 2014 году внесен в Госреестр. Сорт среднеспелый, зернофуражного направления. Высокоустойчив к пыльной и твердой головне, устойчив к полеганию. По качеству зерна не уступает сорту-стандарту Ача. Урожайность в 2010 – 2012 гг. составила 4,6 т/га, что на 0,7 т/га выше стандарта.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Для дальнейшей селекционной работы предлагается использовать выделенные из мировой коллекции ФГБНУ ФИЦ ВИР им. Н.И. Вавилова сорта с комплексной устойчивостью к головневым заболеваниям и высокой выраженностью признаков продуктивности и других хозяйственно-ценных свойств: Лука, Баган, Золотник, Танай, Омский 85, Тулеевский, Bonanza и Excele.

Рекомендуется включать в скрещивания сорта с эффективными генами устойчивости к местной популяции патогена *Ustilago nuda*, такие как Keystone (Run 6), Bonanza (Run 3, Run 6), CI 13664 (Run 8), Эльф (Run 8), Суздалец (Run 8, Run 15) и др.

Предлагается к внедрению новый сорт ячменя ярового Танай, внесенный с 2014 г. в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию, по Западно – Сибирскому и Восточно-Сибирскому регионам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Авдусь П. Б.** Определение качества зерна, муки и крупы / П.Б. Авдусь, А.С. Сапожникова. – М.: Колос, 1976. – 336 с.
2. **Адаптивно-ландшафтные** системы земледелия Новосибирской области / РАСХН. Сиб.отд-ние. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2002. – 18 с.
3. **Азбукина З. М.** Возбудители грибных болезней зерновых / З.М. Азбукина // Возбудители болезней сельскохозяйственных растений Дальнего Востока. – М.: Наука, 1980. – С. 84-225.
4. **Айдарова Н. С.** Головневые болезни ярового ячменя в условиях нижнего Поволжья и меры борьбы с ними: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11. / Айдарова Надежда Сергеевна – Саратов, 2009. – 20 с.
5. **Альмуратов Н. П.** О значении комочков хламидоспор возбудителя каменной головни ячменя / Н.П. Альмуратов // Вестн. с.-х. науки. – 1966. - № 12. – С. 37-43.
6. **Андрущенко А. В.** Влияние условий выращивания на содержание белка в зерне ячменя и изменение его качества / А.В. Андрущенко // Науч. тр., Сев. – Зап. НИИСХ. – 1973. – Вып. 27. – С. 168-173.
7. **Аниськов Н. И.** Яровой ячмень в Западной Сибири (селекция, семеноводство, сорта): монография / Н.И. Аниськов, П.В. Поползухин. – Омск: ООО «Вариант-Омск», 2010. – 388 с.
8. **Аниськов Н. И.** Селекция пленчатых и голозерных сортов ярового ячменя для условий Западно-Сибирского региона / Н.И. Аниськов, П.В. Поползухин, П.Н. Николаев, И.В. Сафонова // Селекция сельскохозяйственных растений на высокую урожайность, стабильность и качество: материалы международной научно-практической конференции к 100-летию сибирской селекции (Омск, 2-4 августа 2011г.). – Омск: Вариант – Омск, 2012. – С. 50-54.
9. **Аниськов Н. И.** Селекция пленчатых и голозерных сортов ярового ячменя на устойчивость к головневым заболеваниям в Лесостепной зоне Западной Сибири / Н.И. Аниськов, П.Н. Николаев, П.В. Поползухин, И.В. Сафонова // Селекция, семеноводство и производство зернофуражных культур для

обеспечения импортозамещения: материалы координационного совещания по селекции, семеноводству, технологии возделывания и переработке зернофуражных культур (27-31 июля 2015г., г. Тюмень). – Тюмень, 2015. – С. 10-15.

10. **Афанасенко О. С.** Устойчивость ячменя к гембиотрофным патогенам / О.С. Афанасенко // Идентифицированный генофонд растений и селекция – Санкт Петербург: ВИР, 2005. – С. 592 - 608.

11. **Бабкенова С. А.** Изучение сортообразцов ярового ячменя на устойчивость к головневым заболеваниям в условиях Северного Казахстана / С.А. Бабкенова // Селекция, семеноводство и производство зернофуражных культур для обеспечения импортозамещения: материалы координационного совещания по селекции, семеноводству, технологии возделывания и переработке зернофуражных культур (27-31 июля 2015г., г. Тюмень). – Тюмень, 2015. – С. 16-18.

12. **Бадина Г. В.** Повышение устойчивости ячменя к пыльной головне методом гибридизации / Г.В. Бадина, Л.В. Иванова // Проблемы и пути повышения устойчивости растений к болезням и экстремальным условиям среды в связи с задачами селекции: тез. докл. Всесоюз. конф. – Л., 1981. – ч. 3. – С. 128-129.

13. **Барсуков Н. Н.** Некоторые вопросы селекции ярового ячменя на продуктивность, качество зерна и устойчивость к полеганию: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.05. / Барсуков Николай Николаевич. – Харьков, 1972. – 20 с.

14. **Басистов А. А.** Агробиологическое изучение ячменей Центральной Азии и сопредельных стран на богаре и орошении в Узбекской ССР: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.09. / Басистов Алексей Александрович. – Л., 1972. – 27 с.

15. **Бахарева Ж. А.** Устойчивость зерновых культур к головневым болезням в Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. / Бахарева Жанна Аннаоразовна. – Новосибирск, 1981. – 23 с.

16. **Бахарев А. В.** Перспективы селекции ячменя на устойчивость к пыльной головне / А.В. Бахарев, Ж.А. Бахарева // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: сб. науч. тр. – Новосибирск, 1996. – 280 с.
17. **Бахарева Ж. А.** Создание сортов зерновых культур, устойчивых к головневым заболеваниям в Западной Сибири / Ж.А. Бахарева, Ю.А. Христов // метод. рекомендации / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИРС. – Новосибирск, 2003. – 49 с.
18. **Бахтеев Ф.Х.** Ячмень / Ф.Х. Бахтеев. – М., 1955. – 188 с.
19. **Бахтеев Ф. Х.** Современные проблемы происхождения и география культурных растений / Ф.Х. Бахтеев // Ботанический журнал. - 1968. - Т. 53. - №12. - С. 1731-1736.
20. **Бекк Э. Г.** Результаты изучения устойчивости образцов ячменя к пыльной головне / Э.Г. Бекк // Селекция и семеноводство. - 1977. - №3. - С. 30-31.
21. **Берзин А. М.** Ячмень / А.М. Березин, Н.А. Сурин // Серые хлеба. – Красноярск, 1972. – С. 36-41.
22. **Бехтольд Н.П.** Оценка ярового ячменя отечественной селекции на устойчивость к пыльной и твердой головне / Н.П. Бехтольд, Е.А. Орлова // Актуальные направления сельскохозяйственной науки в работах молодых ученых: материалы науч. - метод. конф. (АНИИСХ, 9-10 июля 2015.). – Барнаул, 2015. – С. 14 – 12.
23. **Бехтольд Н.П.** Оценка селекционных линий ярового ячменя на устойчивость к пыльной и твердой головне / Н.П. Бехтольд, А.В. Бахарев, Е.А. Орлова // Генофонд и селекция растений: Тезисы докладов II международной конференции. – Новосибирск, 2016. – С.13-15.
24. **Бехтольд Н.П.** Вредоносность возбудителя твердой головни ярового ячменя / Н.П. Бехтольд, Е.А. Орлова // Перспективы решения аграрных проблем в условиях Западной Сибири в работах молодых ученых. – Барнаул. – 2016. – С.9-16.
25. **Бехтольд Н.П.** Иммунологическая характеристика ярового ячменя на устойчивость к головневым заболеваниям // Н.П. Бехтольд, Е.А., Орлова //

Генофонд и селекция растений: Тезисы докладов III международной конференции. – Новосибирск, 2017. – С.6-7.

26. **Бехтольд Н.П.** Новый сорт ярового ячменя Танай / Н.П. Бехтольд, А.В. Бахарев, Е.А. Орлова, Ю.Н. Григорьев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 1. – С.32-38.

27. **Богданов А. И.** Поражение ярового ячменя пыльной головней в зависимости от сроков сева / А.И. Богданов // науч.-техн. бюлл. Всес. селек.-ген.института, 1969. вып.10. – С. 84-86.

28. **Борисонник З. Б.** О некоторых возможностях улучшения посевных и урожайных качеств семян / З.Б. Борисонник // Научные вопросы семеноводства и контрольно-семянного дела. – Киев: Укр. акад. с.-х. наук, 1962. – С. 139-146.

29. **Борисонник З. Б.** Ячмень яровой / З.Б. Борисонник. – М.: Колос, 1974. – 255 с.

30. **Брежнев Д. Д.** Проблемы селекции зерновых культур в Сибири и задачи Сибирского филиала Всесоюзного института растениеводства им. Н.И. Вавилова / Д.Д. Брежнев, А.Я. Трофимовская, А.К. Чепиков // Сиб. вестн. с.-х. науки. – Новосибирск, 1973. - № 4. – С. 1-9.

31. **Вавилов Н. И.** Мировые ресурсы зерновых культур и льна. Опыт агроэкологического обзора важнейших полевых культур / Н.И. Вавилов. – М.-Л.: АН СССР, 1957. – 462 с.

32. **Вавилов Н. И.** Проблемы иммунитета культурных растений / Н.И. Вавилов // Генетика и селекция: избр. тр. - М.-Л.: Наука, 1964. - Т. 4. - С. 4-61.

33. **Вавилов Н. И.** Научные основы селекции / Н.И. Вавилов. – М.-Л.: Колос, 1966. – 559 с.

34. **Вавилов Н. И.** Законы естественного иммунитета культурных растений к инфекционным заболеваниям / Н.И. Вавилов // Генетика и селекция: избр.тр. - М.: Колос, 1966. - С. 117-157.

35. **Велибекова Е. И.** Зараженность семян ячменя пыльной головней и их посевные качества / Е.И. Велибекова, Г.Г. Котляров, Е.Д. Михайлова // Селекция и семеноводство. – 1981. - № 3. – С. 34-35.

36. **Гаркавый П. Ф.** Селекция ячменя / П.Ф. Гаркавый // Науч. тр. юбилейный выпуск - ВСГИ. – 1962. – С. 85-112.
37. **Гаркавый П. Ф.** Итоги селекции ярового и озимого ячменя и некоторые вопросы его возделывания / П.Ф. Гаркавый // Пути повышения урожайности зерновых колосовых культур. – М., 1966. – С. 334-346.
38. **Гаркавый П. Ф.** Селекция ярового и озимого ячменя / П.Ф. Гаркавый // Селекция самоопыляющихся культур. – М., 1969. – С. 88-109.
39. **Гаркавый П. Ф.** Основные итоги, задачи и методы селекции ячменя в СССР / П.Ф. Гаркавый // Науч. тр. Всес. Селекционно-генетический ин-т. – 1970. – вып.9. – С. 37-52.
40. **Гаркавый П. Ф.** О некоторых вопросах селекции ячменя / П.Ф. Гаркавый // Селекция и семеноводство. – 1971. - №3. – С. 35-38.
41. **Гаркавый П. Ф.** Основные итоги, задачи и методы селекции ячменя в СССР / П.Ф. Гаркавый // Селекция ячменя и овса. – М., 1971. – С. 7-29.
42. **Гаркавый П. Ф.** Об исходном материале и методах селекции ярового ячменя на устойчивость к пыльной головне / П.Ф. Гаркавый, Е.К. Кирдогло // Доклады Васхнил. – 1975. - №7. – С. 2-5.
43. **Гаркавый П. Ф.** Устойчивость ячменя к пыльной и каменной головне в генетических и селекционных исследованиях / П.Ф. Гаркавый, Е.К. Кирдогло // Вестн. с.- х. науки.- 1979. - № 9. – С. 5-9.
44. **Гешеле Э. Э.** Основы фитопатологической оценки в селекции растений / Э.Э. Гешеле. – М., 1978. – 206 с.
45. **Глуховцев В. В.** Яровой ячмень в Среднем Поволжье (селекция, агротехника, сорта) / В.В. Глуховцев. – Самара: Поволжский НИИ селекции и семеноводства, 2001. – 151 с.
46. **Гойман Э.** Инфекционные болезни растений / Э. Гойман. – М.: Ил, 1954. – 608 с.
47. **Головко Т. К.** Ячмень на севере (селекционно-генетические и физиолого-биохимические основы продуктивности) / Т.К. Головко, Н.А. Родина, С.В. Куренкова, С.В. Табеленкова. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004 – 150 с.

48. **Гордеева Т. Н.** Селекция сельскохозяйственных растений на устойчивость к биотическим и абиотическим факторам среды в НИУ СО РАСХН / Т.Н. Гордеева, Л.Н. Шаламанова // Селекция на устойчивость растений к биотическим и абиотическим факторам среды: материалы науч. - метод. конф. (г. Красноярск, 12-13 июля 2005г.). – Новосибирск, 2006. – С. 139 - 142.

49. **Горпинченко Т. В.** Оценка качества сортов сельскохозяйственных культур как сырья для переработки / Т.В. Горпинченко // М.: ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2008. – 151 с.

50. **Государственный реестр** селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. - Сорты растений. – Москва, 2006.

51. **Гриб О. М.** О селекции ярового ячменя на качество / О.М. Гриб // Селекция и семеноводство. – 1990. - №2. – С. 16-24.

52. **Григорьев Ю. Н.** Особенности формирования продуктивности сортов ярового ячменя / Ю.Н. Григорьев, И.Е. Лихенко // Селекция, семеноводство и производство зернофуражных культур для обеспечения импортозамещения: материалы координационного совещания по селекции, семеноводству, технологии возделывания и переработке зернофуражных культур (27-31 июля 2015г., г. Тюмень). – Тюмень, 2015. – С. 29-34.

53. **Грязнов А. А.** Селекция ячменя на устойчивость к болезням и вредителям / А.А. Грязнов // Защита и карантин растений. – 2000. – № 11. – С. 14-16.

54. **Грязнов А. А.** Теоретические и прикладные аспекты иммунитета в селекции зерновых культур: монография / А.А. Грязнов. – Челябинск, 2005. – С. 103-115.

55. **Губарева Н. С.** Основные болезни ячменя и химические меры борьбы с ними в Восточном Казахстане: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / Н.С. Губарева. – Новосибирск, 2012. – 18 с.

56. **Гутнер Л. С.** Головневые грибы / Л.С. Гутнер. – М.-Л., Сельхозгиз, 1941. – 383 с.

57. **Демин Д. А.** Физиологические расы и обоснование применения фунгицидов и биопрепаратов в защите яровой пшеницы от твердой головни (*Tilletia caries*) в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / Д. А. Демин. – Кинель, 2005. – 23 с.

58. **Доспехов Б. А.** Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

59. **Драчева М. К.** Источники хозяйственно ценных признаков для селекции ярового ячменя в Тамбовской области / М.К. Драчева, Р.А. Андреева, Л.А. Выприцкая, Л.В. Бакунова: Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции.– Санкт Петербург, 2009. – Т.165. – С. 99-101.

60. **Дружин А. Е.** Пшеница и пыльная головня / А.Е. Дружин, В.А. Крупнов. – Саратов: изд-во Саратов. ун-та, 2008. – 164 с.

61. **Ермаков А. И.** Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош и др.; под ред. Ермакова А.И. 3 изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.

62. **Ершова Л. А.** Исходный материал в селекции ярового ячменя на устойчивость к болезням / Л.А. Ершова, Е.И. Велибекова: Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – Санкт Петербург, 2009. – Т.165 – С. 111-113.

63. **Ершова Л. А.** Селекция ячменя на устойчивость к болезням и вредителям / Л.А. Ершова, В.А. Горшкова // Селекция, семеноводство и технология возделывания зернофуражных культур: материалы международной науч.- практ. конф. – Ульяновск: Ульяновский НИИСХ, 2008. – С. 187-190.

64. **Жичкина Л. Н.** Устойчивость сортов ячменя к каменной головне в лесостепи Заволжья / Л.Н. Жичкина // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы IX Международной научно-практической конференции. – Барнаул, 2014. – С. 92-93.

65. **Жичкина Л. Н.** Устойчивость сортов ярового ячменя к пыльной головне / Л.Н. Жичкина, Е.В. Столпивская // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. - № 4. – С. 49 – 52.

66. **Жуковский П. М.** Культурные растения и их сородичи: систематика, география, цитогенетика, экология, происхождение, использование / П.М. Жуковский. – Л.: Колос, 1964. – 2-е изд. доп. – 791 с.
67. **Жуматов А. Ж.** Избранные труды по зерновым культурам Казахстана / А.Ж. Жуматов. – Алма-Ата: Кайнар, 1961. – 217 с.
68. **Заушинцена А. В.** Генетические источники для реализации основных направлений селекции ячменя в Сибири / А.В. Заушинцена: Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции – Санкт Петербург, 2009. – Т.165 – С. 101-104
69. **Калашников К. Я.** Скрытые потери урожая зерна от головни / К.Я. Калашников // Вестник с.-х. науки. – 1959. № 12. – 117 с.
70. **Калашников К. Я.** Головня зерновых культур / К.Я. Калашников. – Л.: Колос. – Ленинград. отд-ние, 1971. – 85 с.
71. **Капинос А. И.** Научные основы формирования урожая ярового ячменя /А.И. Капинос. – Новосибирск, 2000. – 150 с.
72. **Каратыгин И. В.** Головневые грибы / И.В. Каратыгин. – Л.: Наука, 1981. – 216 с.
73. **Каратыгин И. В.** Возбудители головни зерновых культур / И.В. Каратыгин. – Л., 1986. – 112 с.
74. **Карпеченко Г. Д.** Новые тетраплоидные ячмени, пленчатые и голозерные / Г.Д. Карпеченко // Доклады АН СССР. – 1938. – Т. 21. – № 112. – С. 8–12.
75. **Каталог** впервые предлагаемых к районированию с 1988 года сортов и гибридов сельскохозяйственных культур и других возделываемых растений// ГОСАГРОПРОМ СССР – Москва, 1989. – С. 46-47.
76. **Каталог** мировой коллекции ВИР - Ячмень / Выпуск 750. – Санкт Петербург, 2004. – 16 с.
77. **Каталог** коллекции генофонда ячменя – Алматы, 2006. – 15 с.
78. **Каталог сортов** сельскохозяйственных культур, созданных учеными Сибири и включенных в Госреестр РФ (районированных) в 1929-2008 гг.: выпуск 4. / Т.1. – Новосибирск, 2009. – 208 с.

79. **Кечек Н. А.** Новые данные о времени заражения пшеницы и ячменя пыльной головней / Н.А. Кечек. – Изв. АН АрмССР, 1952. - т. 5, № 1. – 12-15 с.
80. **Кирдогло Е. К.** Селекция ячменя на устойчивость к головневым и листостебельным заболеваниям / Е.К. Кирдогло // Селекция ячменя на повышение адаптивности с целью увеличения и стабилизации урожая: сб. науч. тр. – Одесса ВСГИ, 1990. – С. 69 - 77.
81. **Клочко Н. Ф.** Оценка пивоваренных достоинств ярового ячменя в процессе селекции / Н.Ф. Клочко // Ячмень в условиях интенсивного земледелия. – Одесса, 1982. – С. 5-57.
82. **Коданев И. М.** Влияние условий возделывания на урожай и пивоваренные качества ячменя / И.М. Коданев. – Горький, 1958. – 327 с.
83. **Коданев И. М.** Ячмень / И.М. Коданев. – М., 1964. – 238 с.
84. **Коданев И. М.** Агротехника и качество зерна / И.М. Коданев.- М., 1970. – С. 190-198.
85. **Коновалов Ю. Б.** Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / Ю.Б. Коновалов, А.Н. Березкин, Л.И. Долгодворова и др. – М.: Агропромиздат, 1987.- 367 с.
86. **Косяненко Л. П.** Серые хлеба в Восточной Сибири / Л.П. Косяненко. – Красноярск, 2008. – 300 с.
87. **Койшибаев М. К.** Эффективная защита зерновых культур от болезней / М.К. Койшибаев, В.П. Туранин // Вестник с.-х. науки Казахстана. – 1985. - №12. – С. 40-45.
88. **Койшибаев М. К.** Болезни зерновых культур: симптомы, распространение и вредоносность, специализация, биологические особенности, структура популяций возбудителей и интегрированная защита посевов / М.К. Койшибаев. – Алматы: «Бастау», 2002. – 368 с.
89. **Коробейников Н. И.** Принципы и результаты селекции зерновых культур на устойчивость к грибным заболеваниям на Алтае / Н.И. Коробейников, М.А. Розова, Б.И. Кривогорницын, В.А. Борадулина // Селекция на устойчивость

растений к биотическим и абиотическим факторам среды: материалы науч.-метод. конф. (г. Красноярск, 12-13 июля 2005г.). – Новосибирск, 2006. – С.41-59.

90. **Костылев А. В.** Возделывание ячменя в Западной Сибири / А.В. Костылев. – Новосибирск: Зап. Сиб. кн. изд-во, 1972.- 93 с.

91. **Кривченко В. И.** Прибор для заражения пшеницы и ячменя пыльной головней / В.И. Кривченко // Селекция и семеноводство. – 1960. – №3. – С. 66-67.

92. **Кривченко В. И.** Специализация и внутривидовая изменчивость пыльной головни пшеницы / В.И. Кривченко // Тезисы докл. IV совещ. по иммунитету с.-х. культур. Кишинев. – 1965. – С. 97-99.

93. **Кривченко В. И.** Новый метод дифференциации рас пыльной головни / В.И. Кривченко. – Кишинев, 1967. – 23 с.

94. **Кривченко В. И.** Расы некоторых видов головни / В.И. Кривченко Д.В. Мягкова. – Л., 1972. – С. 3 - 28.

95. **Кривченко В. И.** Физиологическая специализация и расы *U.hordei* Kell et Swingle / В.И. Кривченко, Д.В. Мягкова, З.В. Тимошенко и др. // Расы некоторых видов головни. – Л., 1972. – 66 с.

96. **Кривченко В. И.** Идентификация рас *Ustilago nuda* (Jens) Kell et Swingle / В.И. Кривченко, Л.Г. Щелко, Д. П. Пшинник // Расы некоторых видов головни. – Л., 1973. – С. 14-28.

97. **Кривченко В. И.** Изучение устойчивости зерновых культур и расового состава возбудителей головневых болезней / В.И. Кривченко. – Л.,1978. – 268 с.

98. **Кривченко В. И.** Устойчивость зерновых культур к возбудителям головневых болезней / В.И. Кривченко. – М.: Колос, 1984. – 304 с.

99. **Кривченко В. И.** Методические указания по изучению головнеустойчивости зерновых колосовых культур / В.И. Кривченко, Д.В. Мягкова, А.Н. Жукова, А.П. Хохлова. – Л., 1987. – 110 с.

100. **Кузикеев Ж. В.** Форма зерна пивоваренных сортов ячменя и ее корреляционная связь с содержанием белка / Ж.В. Кузикеев, В.А. Борадулина, Г.М. Мусалитин // Селекция, семеноводство и производство зернофуражных

культур для обеспечения импортозамещения: Материалы координационного совещания по селекции, семеноводству, технологии возделывания и переработке зернофуражных культур (27-31 июля 2015г., г. Тюмень). – Тюмень, 2015. – С. 57-60.

101. **Кузнецова Т. Е.** Селекция ячменя на устойчивость к болезням в условиях Северного Кавказа: автореф. дис. ... докт. с. – х. наук: 06.01.05 / Т.Е. Кузнецова. – Краснодар, 2006. – 50 с.

102. **Курсанов Л. И.** Микология / Л.И. Курсанов. – М., 1940. – 480 с.

103. **Лоскутов И. Г.** Генетические ресурсы овса и ячменя для перспективных направлений селекции / И.Г. Лоскутов, О.Н. Ковалева, Е.В. Блинова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб.: ВИР, 2012. – Т.169. – С. 65-71.

104. **Лоскутов И. Г.** Генетические ресурсы культурного ячменя и овса для селекции / И.Г. Лоскутов, О.Н. Ковалева, Е.В. Блинова // Достижения и перспективы развития аграрной науки в области земледелия и растениеводства: сборник пленарн. докл. Междунар. науч.- практ. конфер., посвящ. 80-летию Казахского научно-исслед. института земледелия и растениеводства. – Алмалыбак, 2014. – С. 127-132.

105. **Лошак И. Ф.** Об особенностях селекции ярового ячменя на севере Казахстана / И.Ф. Лошак, Н.Д. Логачева, Т.А. Скулкина // Селекция и семеноводство. – 1968. - № 1. – С. 25-28.

106. **Лошак И. Ф.** Изучение качества зерна ярового ячменя путем селекции / И.Ф. Лошак, Р.К. Джантагулова // Селекция зерновых, плодовых культур и защита растений: сб. науч. тр. ВНИЗСХ. – Целиноград, 1971 – С. 31-39.

107. **Макарова М. А.** Фитопатологическая оценка зерновых культур на устойчивость к грибным болезням в условиях Среднего Приамурья / М.А. Макарова // Дальневосточный аграрный вестник. – 2012. – № 3. – С. 69-72.

108. **Максименко В. П.** Зерновые культуры Сибири / В.П. Максименко. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 224 с.

109. **Максимов Р. А.** Определение расового состава пыльной головни ячменя на среднем Урале / Р.А. Максимов, Л.М. Толмачева, Ю.А. Киселев // АПК России. – 2015. – №72/1. – С. 99-101.
110. **Мальцев В. Ф.** Ячмень и овес в Сибири / В.Ф. Мальцев. – М.: Колос, 1984. – 125 с.
111. **Методическое пособие** по изучению генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. – Москва, 2008. – 417 с.
112. **Методические указания** по изучению мировой коллекции ячменя и овса. – Ленинград, 1973. – 30 с.
113. **Методические указания** по изучению мировой коллекции пшеницы. – Ленинград, 1977. – 28 с.
114. **Методические указания** по изучению мировой коллекции ячменя и овса. – Ленинград, 1981. – 34 с.
115. **Методические указания** по диагностике и методам полевой оценки устойчивости ячменя к возбудителям пятнистостей листьев. – Ленинград – Пушкин, 1987. – 20 с.
116. **Методика** государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Москва, 1989. – Вып.2 – 194 с.
117. **Методические рекомендации** по теме «Фитосанитарное оздоровление агроценозов ярового ячменя». – ГНУ СибНИИЗХим СО Россельхозакадемии. – Новосибирск, 2008. – 36 с.
118. **Мешкова Л. В.** Стратегия создания сортов зерновых культур, устойчивых к грибным патогенам / Л.В. Мешкова //Селекция на устойчивость растений к биотическим и абиотическим факторам среды: материалы науч.-метод. конф. (г. Красноярск, 12-13 июля 2005г.). – Новосибирск, 2006. – С. 82-98.
119. **Мешкова Л. В.** Устойчивость ячменя к грибным заболеваниям в Омском Прииртышье / Л.В. Мешкова, О.Б. Сабаева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Санкт Петербург, 2009. , т. 165. – С. 154-157.
120. **Мешкова Л. В.** Источники устойчивости зерновых культур к возбудителям головнёвых заболеваний в Омской области / Л.В. Мешкова, Т.С.

Зверовская, О.В. Сабаева, О.В. Пяткова, Е.А. Коренюк // Селекция сельскохозяйственных растений на высокую урожайность, стабильность и качество: материалы международной научно-практической конференции к 100-летию сибирской селекции. – Омск: Вариант-Омск, 2012. – С. 192-198.

121. **Морданов С. Ф.** Источник иммунитета ячменя к пыльной головне в Приамурье / С.Ф. Морданов // Информационный листок Хабаровского ЦНТИ. – Хабаровск, 1988. - № 375. – 4 с.

122. **Мягкова Д. В.** Устойчивость яровой пшеницы к пыльной головне / Д.В. Мягкова. – Сб. тр. аспирантов и молодых сотрудников – Л., 1968, № 9.- С. 15-20.

123. **Наумов Н. А.** Болезни сельскохозяйственных растений / Н.А. Наумов. – М. – Л., 1952. – 664 с.

124. **Неттевич Э. Д.** Селекционно-генетическая ценность различных источников устойчивости ярового ячменя к пыльной головне в Нечерноземной зоне РСФСР / Э.Д. Неттевич, А.В. Макарычев, Л.А. Марченкова: доклады ВАСХНИЛ. – М., 1984. - № 4. – С. 3-5.

125. **Неттевич Э. Д.** Селекция ярового ячменя в Центральном регионе России на устойчивость к пыльной головне / Э.Д. Неттевич, В.П. Смолин // Новые методы селекции и создание адаптированных сортов сельскохозяйственных культур: результаты и перспективы. – Киров, 1998. – С. 152-153.

126. **Обзоры** распространения вредителей и болезней в Новосибирской области за 1976 – 1979 гг.

127. **Обзор** фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2011 году и прогноз развития вредных объектов в 2012 году. – Москва, 2012. – С. 137 – 138.

128. **Обзор** фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2012 году и прогноз развития вредных объектов в 2013 году. – Москва, 2013. – С. 198 – 200.

129. **Обзор** фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2013 году и прогноз развития вредных объектов в 2014 году. – Москва, 2014. – С. 269 – 274.

130. **Обзор** фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2015 году и прогноз развития вредных объектов в 2016 году. – Москва, 2016. – С. 449 – 453.

131. **Осин А. Е.** Ячмень – высокоурожайная культура / А.Е. Осин. – Мн.: Ураджай, 1983. – 79 с.

132. **Падерина Е. В.** Использование метода возвратных скрещиваний в селекции ячменя на устойчивость к головневым заболеваниям / Е.В. Падерина // Селекция засухоустойчивых, среднеспелых и скороспелых зерновых культур: Сб. научн. тр. – Новосибирск, 1982. – С. 107-109.

133. **Пакуль В. Н.** Формирование продуктивности технологических и семенных качеств у озимой ржи и ярового ячменя в лесостепи Западной Сибири / В.Н. Пакуль.– Новосибирск, 2005. – 184 с.

134. **Пакуль В. Н.** Селекция ярового ячменя в условиях Кузнецкой котловины / В.Н. Пакуль, А.В. Заушинцена, С.В. Сартакова // Селекция на устойчивость растений к биотическим и абиотическим факторам среды: материалы науч. - метод. конф. (г. Красноярск, 12-13 июля 2005г.). – Новосибирск, 2006. – С. 237-242.

135. **Пакуль В. Н.** Селекция ярового ячменя в условиях Кузнецкой котловины / В.Н. Пакуль // Селекция сельскохозяйственных растений на высокую урожайность, стабильность и качество: материалы межд. науч. – практ. конф. к 100-летию сибирской селекции (Омск, 2-4 августа 2011г.). – Омск: Вариант-Омск, 2012.- С. 227-230.

136. **Парий И. Ф.** Поражаемость пшеницы и ячменя пыльной головней в зависимости от типа цветения / И.Ф. Парий // Селекция и семеноводство. – 1973. – № 6, - С. 32-33

137. **Патуринский А. В.** Результаты изучения коллекции ячменя на устойчивость к болезням и вредителям /А.В. Патуринский, Н.С. Козулина //

Селекция на устойчивость растений к биотическим и абиотическим факторам среды: материалы науч. - метод. конф. (г. Красноярск, 12-13 июля 2005г.). – Новосибирск, 2006. – С. 242-247.

138. **Пивоваренный ячмень** в Алтайском крае: методические рекомендации / В.В. Яковлев, В.И. Усенко, С.А. Локтев и др. – Барнаул, 2003. – 44 с.

139. **Полевые работы** в Сибири в 2014 году: рекомендации. – Новосибирск, 2014. – 131 с.

140. **Понировский В. Н.** О гистологии паразитизма *Ustilago hordei* Kell. Et Sw. в проростках ячменя / В.Н. Понировский // Тр. Харьковского с.-х. института им. Докучаева. – Харьков, 1962. – Т.38 – С. 157-169.

141. **Почвенно** – климатический атлас Новосибирской области / под ред. А.П. Сляднева. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние., 1978. – 122 с.

142. **Прогноз** распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур: рекомендации по борьбе с ними в Омской области на 2004 год. – Омск, 2005. – 75 с.

143. **Прогноз** распространения главнейших вредителей и болезней с/х культур в Новосибирской области на 2002 год и рекомендации по защите растений. – Новосибирск, 2002. – С. 18-19.

144. **Прогноз** распространения главнейших вредителей, болезней и сорняков с/х культур в Новосибирской области на 2006 год и рекомендации по защите растений. – Новосибирск, 2006. – С. 24-26.

145. **Прогноз** распространения главнейших вредителей, болезней и сорняков с/х культур в Новосибирской области на 2007 год и рекомендации по защите растений. – Новосибирск, 2007. – С. 26-27.

146. **Прогноз** распространения главнейших вредителей, болезней и сорняков с/х культур в Новосибирской области на 2008 год и рекомендации по защите растений. – Новосибирск, 2008. – С. 22-24.

147. **Прогноз** распространения главнейших вредителей, болезней и сорняков с/х культур в Новосибирской области на 2009 год и рекомендации по защите растений. – Новосибирск, 2009. – С. 10-11.

148. **Прогноз** распространения главнейших вредителей, болезней и сорняков с/х культур в Новосибирской области на 2010 год и рекомендации по защите растений. – Новосибирск, 2010. – С. 24-25.

149. **Прогноз** распространения главнейших вредителей, болезней и сорняков с/х культур в Новосибирской области на 2011 год и рекомендации по защите растений. – Новосибирск, 2011. – С. 18-20.

150. **Пшинник Д. П.** Иммунологическое изучение исходного материала для селекции ячменя: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Д.П. Пшинник. – Ленинград, 1973. – 23 с.

151. **Ребенко В. П.** Особенности поражения ячменя твердой головней / В.П. Ребенко // Микология и фитопатология, 1970. – Т.4. вып. 4. – С. 372-373.

152. **Ригина С. И.** Влияние пыльной головни на растения ячменя при явном и скрытом поражении / С.И. Ригина: тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – Л.: ВИР, 1971. – Т. 43, вып. 3. – С. 89-96.

153. **Родина Н. А.** Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземной зоны РСФСР / Н. А. Родина // Вестник с.-х. науки. – 1981. - № 11. – С. 31-37.

154. **Родина Н. А.** Проблемы селекции ячменя на устойчивость к неблагоприятным факторам / Н. А. Родина // Вестник Российской Академии с.-х. наук. – 1995. - № 3. – С. 11-13.

155. **Родина Н. А.** Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья / Н. А. Родина. – Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. – 488 с.

156. **Русаков Л. Ф.** Результаты селекции на иммунитет к болезням и внедрение в сельскохозяйственное производство устойчивых сортов / Л.Ф. Русаков, Е.И. Звягинцева // Защита растений от болезней и вредителей на сортоучастках. – М., 1961. – С. 61-89.

157. **Середина М. П.** Ячмень / М. П. Середина.- Новосибирск, 1961. – 22 с.

158. **Сигрианский А.М.** Головня сельскохозяйственных растений / А. М. Сигрианский. – М., 1930. – 112 с.
159. **Сидоров А.В.** Иммунологическое обеспечение селекционного процесса зерновых культур А. В. Сидоров // Селекция на устойчивость растений к биотическим и абиотическим факторам среды: материалы науч. - метод. конф. (г. Красноярск, 12-13 июля 2005г.). – Новосибирск, 2006. – С. 71-82
160. **Система земледелия** опытно-производственного хозяйства «Элитное». – Новосибирск, 1983. – 36 с.
161. **Сорокин О. Д.** Прикладная статистика на компьютере / О. Д. Сорокин. – Новосибирск, 2004. – 162 с.
162. **Сорта селекцентра СибНИИРС СО РАСХН** и учреждений зоны его деятельности: Проспект / Рос. акад. с.-х. наук, Сиб. отд-ние, Сиб. науч.-исслед. ин-т растениеводства и селекции и др.; [Сост. Ю. А. Христов и др.]. – Новосибирск. - 2005. – 67 с.
163. **Сортовое районирование** сельскохозяйственных культур в Новосибирской области / Памятка: СибНИИРС. – Новосибирск, 1989. – 14с.
164. **Степанов К.М.** Прогноз болезней сельскохозяйственных растений / К.М. Степанов, А.Е. Чумаков. – Ленинград: Колос, 1972. – С.62-65.
165. **Степановских А. С.** Защита посевов ячменя от головни / А. С. Степановских. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 62 с.
166. **Степановских А. С.** Головневые болезни ячменя / А. С. Степановских. – Челябинск: Юж. – Урал. кн. изд-во, 1990. – 440 с.
167. **Сурин Н. А.** Биологические особенности и селекционное значение скороспелых сортов ячменя в условиях Красноярского края: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Н. А. Сурин. – Л., 1967. – 28 с.
168. **Сурин Н. А.** Селекция ярового ячменя на засухоустойчивость в Восточной Сибири / Н. А. Сурин, Н. Е. Ляхова // Селекция зерновых и кормовых культур для районов недостаточного увлажнения: сборник науч. тр.: СибНИИРС. – Новосибирск, 1985. – С. 112-119.

169. **Сурин Н. А.** Селекция ячменя в Сибири / Н. А. Сурин, Н. Е. Ляхова. – РАСХН. Сиб. отд – ние. НПО «Енисей». – Новосибирск, 1993. – 292 с.
170. **Сурин Н. А.** Адаптивный потенциал ячменя Сибири и пути его совершенствования / Н. А. Сурин // Актуальные задачи селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений на современном этапе: докл. и сообщ. IX генетико-селекц. шк. (5-9 апр. 2004г.). – Новосибирск, 2005. – С. 40-47.
171. **Сурин Н.А.** Адаптивный потенциал сортов зерновых культур сибирской селекции и пути его совершенствования (пшеница, ячмень, овес) / Н. А. Сурин. – Новосибирск, 2011. – 708 с.
172. **Сурин Н. А.** Сибирский генофонд ячменя и его значение для селекции / Н. А. Сурин // Селекция сельскохозяйственных растений на высокую урожайность, стабильность и качество: материалы междунар. научн. практ. конф. к 100-летию сибирской селекции. – Омск: Вариант-Омск, 2012. – С. 28 – 32.
173. **Сурин Н. А.** Рекомбинационная селекция ячменя с использованием мировой коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова в Восточной Сибири / Н. А. Сурин, Н. Е. Ляхова // Развитие научного наследия Н.И. Вавилова в современных селекционных исследованиях: материалы Всерос. науч. практ. конф., посвящ. 125 летию со дня рождения Н.И. Вавилова. – Казань: Центр инновационных технологий, 2012. – С. 173 – 177.
174. **Теличкина Н.П.** Устойчивость ярового ячменя к головневым заболеваниям в лесостепи Приобья / Н.П. Теличкина, Е.А. Орлова // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2011. № 9-10. – С. 33-36.
175. **Тернюк И. Г.** Изучение устойчивости сортов ячменя к пыльной головне / И. Г. Тернюк // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: вторая Всерос. конфер.- Санкт-Петербург, 2008. – С. 178-179.
176. **Трофимовская А. Я.** Ячмень (Эволюция, Классификация, Селекция) / А. Я. Трофимовская. – Л., 1972. – 296 с.
177. **Трофимовская А. Я.** Проблемы селекции ячменя / А. Я. Трофимовская, М. В. Лукьянова: бюл. ВИР. – 1974. – вып. 44-45. – С. 55-61.

178. **Трофимовская А. Я.** Селекция ячменя в Англии / А. Я. Трофимовская, В. Д. Дорофеев: тр. по прикл. ботанике, генетике, селекции ВИР. – Л., 1975. – С. 196 – 211.
179. **Тымченко Л.Ф.** Устойчивость пшеницы к пыльной головне / Л. Ф. Тымченко. – Москва, 1976. – С. 7-8.
180. **Ульянищев В.И.** Определитель головневых болезней СССР / В. И. Ульянищев. – Л.: Наука, 1968. – 184 с.
181. **Усольцев Ю. А.** Биологические особенности возбудителя *Ustilago nigra* Таке и пути снижения урожая ячменя от головни: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Усольцев Юрий Александрович. – Курган, 1999. – 19 с.
182. **Фатыхов И. Ш.** Структура урожайности ячменя на госсортоучастках Удмуртии / И. Ш. Фатыхов // Зерновые культуры. – 2000. - № 6. – С. 24-26.
183. **Федулова Н. М.** Ячмень / Н. М. Федулова // Пути увеличения производства фуражного зерна. – Омск: Омское кн. изд-во, 1984. – С. 3-19.
184. **Филиппов Е. Г.** Изучение коллекционного материала ярового ячменя для создания сортов, устойчивых к основным болезням в условиях Северного Кавказа / Е. Г. Филиппов, Н. И. Матвиевская, Е. А. Морозова // Достижения, направления развития сельскохозяйственной науки России: сборник науч. тр. по селекции, семеноводству, технологии, экономики. – Ростов-на-Дону, 2005. – Т.3. – С. 109-112.
185. **Характеристики сортов** растений, впервые включенных в 1995 году в государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию: Министерство сельского хозяйства РФ. – Москва, 1995. – С. 19-20.
186. **Черкашин В. И.** О некоторых аспектах фитосанитарной обстановки в 1999 году / В. И. Черкашин // Агро XXI. – 1999. – №4. – С. 21-23.
187. **Чумаков А. Е.** Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур / А. Е. Чумаков, Т. И. Захарова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 127 с.
188. **Шевелуха В. С.** Проблемы и задачи селекции сельскохозяйственных растений / В. С. Шевелуха // Селекция и семеноводство. – 1989. - №1. – С. 2-8.

189. **Шевченко С. Н.** Селекция ярового ячменя и пшеницы для условий Среднего Поволжья: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук: 06.01.05 Шевченко С. Н. – Пенза, 2006. – 54 с.

190. **Шешегова Т. К.** Источники устойчивости овса и ячменя к болезням и их использование в селекции в НИИСХ Северо-Востока / Т. К. Шешегова, Т. П. Градобоева, Г. А. Баталова, И. Н. Щенникова: труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Т. 171. СПб.: ВИР, 2013. – С. 64 – 69.

191. **Широков А. И.** Реакция сортов ячменя с известными генами устойчивости к пыльной головне и другим видам заболеваний / А. И. Широков, Е. В. Падерина // Селекция засухоустойчивых, среднеспелых и скороспелых зерновых культур. – Новосибирск, 1982. – С. 112-115.

192. **Шкаликов В. А.** Практикум по сельскохозяйственной фитопатологии: учебное пособие для студентов вузов по агрономическим специальностям / В. А. Шкаликов, Ю. М. Стройков, Ф. С. -У. Джалилов и др.; под ред. В. А. Шкаликова. – М.: Колос, 2002. – 205 с.

192. **Штефан Г. И.** Исходный материал яровой твердой пшеницы для селекции в условиях Акмолинской области / Г. И. Штефан, Э. И. Фердерер // Современные проблемы селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур: материалы междунар. науч.- практ. конф. (пос. Краснообск, 18-20 июля 2011 г.). – Новосибирск, 2012. – С. 218-222.

194. **Щелко Л. Г.** Изучение исходного материала ячменя на устойчивость к пыльной головне / Л. Г. Щелко: сборник тр. V Всесоюз. совещ. по иммунитету. - Киев, 1969. – № 5. – С. 7-12.

195. **Щелко Л. Г.** О методике изучения устойчивости ячменя к пыльной головне *Ustilago nuda* (Jenes) Kellerm. Et Swingle / Л. Г. Щелко: бюлл. ВИР, 1975, вып. 50. - С. 20-25.

196. **Южаков А.И.** Многомерная оценка устойчивости сортов картофеля к болезням на примере ризоктониоза / А.И. Южаков, Н.М. Коняева // Вестник защиты растений. – 2004. – № 3. – С. 66 – 68.

197. **Allison C. C.** Studies on the genetics of smuts of barley and oats in relation to pathogenicity / C. C. Allison. – Agr. Exp. St. Tech. Bull., 1937, N 119, 34 pp.
198. **Blumer S.** Rost- und Brandpilze auf Kulturpflanzen / S. Blumer. – Jena. 1963. – 102 S.
199. **Faris J. A.** Physiologic specialization in *Ustilago hordei* / J. A. Faris. – Phytopath., 1924, v. 14, N 12, pp. 537-557.
200. **Fischer G.W.** The longevity of smut spores in herbarium specimens / G.W. Fischer // Phytopathology, 1936b, vol. 26, N 12, P. 1118-1127.
201. **Fischer G.W.** Grass diseases occurring in the Pullman nursery unit at the soil Conservation nurseries / G.W. Fischer // Plant Dis Repr. – 1940. – V. 24. – P. 108-114.
202. **Fischer G.W.** Biology and control of the smut fungi / G.W. Fischer, C.S. Holton. – New York, 1957, 622 pp.
203. **Heitefuss R.** Pflanzenkrankheiten und Schädlinge im Ackerbau / R. Heitefuss, K. König. – Frankfurt (Main): – 2., erw. Auflage, 1987. – S.33-34.
204. **Kozera W.** Wirulencja roznych grup ras fisjologicznych glowni pylkowej / W. Kozera. – Ust. Nuda (Jens.) Rostr. W swietle anatomicznych badan odmian jeczmiienia o roznej odpornosci. Cz 1, Rozprzestr. – zenianie sie patogena w trunkach rosliny. – Gospodarza Hodowla rosl. aklimat. i nasienn., 1967, v. 11, N 2, P. 143-177.
205. **Moore M. B.** A method of inoculating wheat and barley with loos smut / M. B. Moore. – Phytopath., 1936, v. 26, N 4, pp. 397-400.
206. **Nahmmacher J.** Beitrag zur immunitatzuchtung der Gerste gegen *Ustilago nuda* forma spec. *hordei* / J. Nahmmacher. – Phytopath. Z., 1932, v. 4, N 6, pp. 597-630.
207. **Nielsen I.I.** Host range of the smut species *Ustilago nuda* and *U. tritici* in the tribe Triticae / I.I. Nielsen // Canad. J. Bot. – 1978. – V. 56 - №8. – P. 901-915.
208. **Niemann E.** Zur physiologischen Spezialisierung des Gerstenflugbrandes Prokt / E. Niemann. – Bl. Pflanzenbau und Pflanzenschutz., 1960, Bd. 55, N 2.

209. **Oort A.J.P.** De vatbaarheid voor stuifbrand van in Nederland verbroude of beproef de rassen van Tarwe en Gerst / A.J.P. Oort. – Meded. Landb. Hoogesch. Wageningen, 1940, v. 44, pp. 1-54.
210. **Pilat A.** Diversity and phylogenetic position of the Thelephoraceae / A. Pilat // Evolution in the higher Basidiomycetes. – Knox. Ville, 1971. – P. 309 – 329.
211. **Rodenhiser H. A.** Physiologic specialization of *Ustilago nuda* and *Ustilago tritici* / H. A. Rodenhiser. – Phytopath., 1926, v. 14, N 12, pp. 1001-1007.
212. **Rodenhiser H. A.** Physiologic specialization on some cereal smuts / H. A. Rodenhiser. – Phytopath., 1928, v. 18, N 12, pp. 955-1003.
213. **Rubenbaner I.** Inheritance of resistance to the second and fourth group of physiological races of *U. nuda* occurring in Poland in spring barley / I. Rubenbaner, W. Kozera. – Genetica Poland, 1967, v. 8, N 3-4.
214. **Savulescu T.** Schwarzer Gerstenflugbrand (*Ustilago nigra* Tapke) in der Rumanische Volksrepublik / T. Savulescu // Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz. – 1957. – Bd. 64. – № 7. – S. 457-469.
215. **Semeniuk W.** Physiologic races of *Ustilago hordei* (Pers.) K. and S. in Alberta / W. Semeniuk. – Can. Jour. Res., 1940, v. 18, N 3, pp. 75-78.
216. **Shinohara M.** Anatomical studies on barley loose smut *Ustilago nuda* (Jens.) / M. Shinohara // Rostr. I. Path of embryo infection in the developing caryopsis. – Bull. Goll. Agr. Vet. Med. Nihon Univ., 1972a. – vol. 29. – P. 84-102.
217. **Tapke V. F.** A method of inoculating seed barley with black loose smut for use in studies on physiologic races / V.F. Tapke. – Phytopath., 1937, v. 27, N 1, pp. 115-116.
218. **Tapke V. F.** Physiologic races of *Ustilago hordei* / V.F. Tapke. – Jour. Agr. Res., 1937, v/ 55, N 9, pp. 683-692
219. **Tapke V. F.** Occurrence, identification and species validity of the barley loose smuts, *Ustilago nuda*, *U. nigra*, and *U. medians* / V.F. Tapke // Phytopathology, – 1943. – V. 33. – № 2. – P. 194-200.
220. **Tapke V. F.** New physiologic races of *Ustilago hordei* / V.F. Tapke. – Phytopath., 1945, v. 35, N 12, pp. 970-976.

221. **Tapke V. F.** Longevity in *Ustilago nuda* / V.F. Tapke // *Phytopathology*. – 1953. – V. 43. – P. 407.
222. **Tapke V. F.** Physiologic races of *Ustilago nuda* and techniques for their study / V.F. Tapke // *Phytopathology*. – 1955. – V. 45. - № 2. – P. 73-78.
223. **Thren R.** Zur Frage der physiologischen Spezialisierung der Gerstenflugbrandes *Ustilago nuda* (Jensen) Kellerm. Et Sw. und der Entstehung neuer Gerstenbrand / R. Thren. – *Rassen Phytopath. Z.*, 1941, v. 13, N 7, pp. 539-571.
224. **Tisdale W.H.** Variants in *Ustilago nuda* and certain host relationships / W.H. Tisdale, M. A. Griffiths. – *Jour. Agr. Res.*, 1927, v. 34, N 11, pp. 993-1000.
225. **Государственный реестр** селекционных достижений, допущенных к использованию (сорта растений) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gosort.com> (дата обращения: 27.01.2017).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Среднедекадные температуры и количество осадков в годы исследований, 2009-2012гг.

Месяцы	апрель				май				июнь				июль				август			
	Год	I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	I	II	III
Температура воздуха °С																				
2009	3,4	3,1	6,8	4,4	9,7	15,4	11,9	12,3	16,1	11,8	13,5	13,8	19,0	19,7	17,1	18,6	17,4	15,1	16,3	16,4
2010	-3,9	0,8	9,8	2,2	7,7	6,4	12,7	9,1	16,4	19,8	15,5	17,2	17,9	19,5	15	17,4	16,8	15,3	18,9	17,0
2011	1,2	10,3	8,7	6,8	6,8	12,0	15,4	11,5	20,5	20,7	19,2	20,1	16,0	19,2	16,1	17,1	16,3	16,6	13,4	15,4
2012	4,9	9,0	5,4	6,4	8,0	11,2	14,3	11,3	21,5	21,6	22,3	21,8	20,6	22,5	24,3	22,5	19,8	17,0	14,8	17,1
ср. мног.	-1,4	3,0	5,3	2,3	8,7	10,8	12,9	10,9	15,0	17,3	18,6	16,9	19,3	19,7	19,2	19,4	17,6	16,9	14,4	16,2
Количество осадков, мм																				
2009	4	5	30	39	10	0,7	10	20,7	30	22	18	70	1	41	53	95	10	4	28	42
2010	5	39	6	50	19	21	14	54	5	2	10	17	7	18	23	48	5	4	7,9	16,9
2011	12	10	11	33	9	0,5	20	29,5	13	0	17	30	21	13	10	44	10	33	7	50
2012	2,2	1	2,3	5,5	5,6	5,8	1,4	12,8	0	19	0	19	3,7	0	0	3,7	40,1	10,7	16,4	67,2
ср. мног.	8	8	9	25	14	13	10	37	18	16	21	55	16	19	26	61	26	18	23	67

Приложение 2

Оценка на устойчивость к возбудителю пыльной головни сортов ячменя, 2009-2012 гг.

№ каталога ВИР	Наименование сортообразца	Происхождение	Поражение пыльной головней, %				
			годы изучения				
			2009	2010	2011	2012	
-	Танай	ФГБНУ ФИЦ ИЦИГ СОРАН	1,1	0,0	0,0	0,0	
к-29040	Баган	ФГБНУ ФИЦ ИЦИГ СОРАН, ФГБНУ Кормов	0,0	1,6	2,1	0,0	
к-30845	Золотник	ФГБНУ АНИИСХ, ФГБНУ ФИЦ ИЦИГ СОРАН	0,0	1,7	0,0	-	
к-30976	Ворсинский	ФГБНУ АНИИСХ	11,3	8,3	5,2	-	
-	Задел		-	1,7	12,6	-	
к-31039	Колчан		0,0	0,9	0,0	7,5	
-	Майский	ФГБНУ СибНИИСХ	-	-	4,9	10,1	
-	Омский голозерный 2		0,0	0,0	0,0	-	
к-27927	Омский 85		0,0	0,0	0,0	0,0	
к-28999	Омский 86		-	-	0,0	2,6	
к-17843	Омский 13709		-	10,2	-	13,9	
к-30719	Тарский 3		Омская обл.	-	9,9	-	4,6
-	Арчекас		ФГБНУ КемНИИСХ	4,6	-	0,0	-
к-30899	Лука	0,6		0,9	0,8	-	
-	Овод	1,3		0,0	0,8	-	
	Петр						
к-30898	Симон	2,0		0,0	0,0	-	
-	Тулеевский	0,0		0,0	-	-	
к-27058	Линия 421	Новосибирская обл.	3,3	2,1	-	-	
к-4211	Местный	Томская область	-	-	6,7	4,4	
-	Буян	ФГБНУ Красноярский НИИСХ	1,7	0,0	0,3	-	
к-29831	Волгарь	ФГБНУ Поволжский НИИСХ	-	1,9	0,0	-	
к-24706	Витязь		0,0	0,0	1,2	7,0	
к-30174	Эльф	Московская обл.	0,0	0,0	0,0	-	

к-30594	Зерноградский 584	Донской зон. НИИСХ	0,6	1,2	-	3,4
-	Зевс	ОАО НПФ «Белселект»	0,0	0,0	0,6	0,0
к-30314	Суздалец	Курский НИИСХ	-	0,0	0,0	-
к-30413	A.C. Lacombe	США	0,0	0,0	0,0	-
к-21871	Weal		0,0	-	1,7	-
к-30714	Datal		-	0,0	3,8	-
к-26895	Martoni		-	3,6	2,1	-
к-21661	Bonanza	Канада	0,9	0,0	0,0	0,0
к-19304	Keystone		0,2	0,0	0,0	0,0
к-18688	Dorsett		-	0,0	10,1	11,2
к-30169	Duke		-	6,0	7,3	-
к-20327	Korol		6,0	0,0	0,0	9,1
к-28824	Сл. гибр. линия	Мексика	0,0	-	0,0	-
к-28149	Birka	Швеция	7,0	10,6	-	-
к-30023	Jngve		-	6,7	0,0	-
-	Анакин	Дания	-	0,0	2,3	5,5
-	Натасья		-	3,8	2,6	-
к-25286	Крымчак 55	Крымская обл.	0,0	0,0	0,0	0,0
к-29217	Итиль	Украина	0,0	-	0,0	-
к-29832	Степной дар		-	3,1	1,3	-
к-27056	Сл - 8	Северо-Донецкая СХОС	0,0	0,0	0,0	-
к-29837	Бота	Казахский НИИСХ	-	1,9	1,6	-
к-19979	Линия АНОР	Эфиопия	-	-	0,0	0,0
к-26341	Desconcida	Колумбия	1,6	0,0	5,8	0,0
к- 21625(1л)	Pb-gal IXFunv- 458-1n-1NV4	Эквадор	-	3,1	0,0	-
к-23874	WGA 148-3		0,0	0,0	-	-

Приложение 3

Выделившиеся по устойчивости к твердой головне сорта ячменя, 2009-2012 гг.

№ каталога ВИР	Наименование сортообразца	Происхождение	Поражение твердой головней, %			
			годы изучения			
			2009	2010	2011	2012
-	Ача	ФГБНУ ФИЦ ИЦИГ СОРАН	0,0	1,3	3,5	1,0
-	Танай		-	-	0,0	0,3
к-29040	Баган	ФГБНУ ФИЦ ИЦИГ СОРАН, ФГБНУ Кормов	0,0	0,0	0,0	0,0
к-30845	Золотник	ФГБНУ АНИИСХ, ФГБНУ ФИЦ ИЦИГ СОРАН	0,6	0,0	1,7	0,0
к-30846	Сигнал		0,0	0,0	0,0	2,0
к-30830	Партнет	НИИ сев.Завралья, ФГБНУ ФИЦ ИЦИГ СОРАН	0,0	0,0	0,0	0,0
-	Задел	ФГБНУ АНИИСХ	0,0	0,5	1,0	-
к-30976	Ворсинский		-	-	1,2	2,0
к-31109	Ворсинский 2		-	1,9	-	1,2
к-31039	Колчан		-	0,0	0,0	0,0
-	Омский 38	ФГБНУ СибНИИСХ	-	-	1,5	0,0
к-27927	Омский 85		0,0	0,0	0,0	0,0
к-17843	Омский 13709		0,0	4,7	1,2	-
к-28999	Омский 86		-	-	2,0	2,0
к-31110	Саша		0,0	0,0	0,0	-
к-30719	Тарский 3	Омская область Тарская СХОС	0,0	0,0	0,0	-
-	Владук		-	1,2	4,3	-

к-30899	Лука	ФГБНУ КемНИИСХ	0,0	0,0	0,0	0,0	
-	Овод		-	0,0	0,0	0,0	
к-30888	Петр		ФГБНУ Кем НИИСХ	0,0	-	0,0	0,0
к-30987	Сибиряк			4,9	3,3	1,3	-
-	Тулеевский			-	0,0	0,0	0,0
к-27649	Агул - 2	ФГБНУ Красноярский НИИСХ	0,0	0,0	0,0	0,0	
-	Абалак		-	0,0	1,5	4,4	
-	Буян		2,1	0,0	0,0	0,0	
к-29622	Маяк		0,0	1,2	0,6	0,0	
к-30245	Соболек		0,0	0,0	0,0	0,0	
к-4211	Местный	Томская область	-	0,7	-	1,7	
к-27039	Нарымчанин	Нарымская ГСС	-	2,4	1,8	0,0	
-	Альянс	ФГБНУ НИИСХ северного Зауралья	0,0	2,3	0,8	3,3	
к-30891	Бархатный		0,0	1,7	0,0	0,0	
-	Зауральский 1		0,0	0,0	0,0	-	
-	Зенит		0,7	1,8	2,4	1,6	
к-30843	Зевс	ОАО НПФ «Белселект»	0,0	0,0	0,7	1,8	
к-30982	Велес		-	4,3	1,1	0,0	
к-30800	Азов	Ростовская обл.	-	0,0	1,5	-	
к-29629	Дивный		2,5	0,0	0,6	-	
к-29345	Маныч 459		0,0	0,0	1,6	0,0	
к-30828	Ратник		-	1,7	1,1	4,6	
к-29632	Мамлюк	Краснодарский край	-	0,3	0,0	1,7	
к-22055	Темп		-	-	1,5	4,5	
к-24698	Агат	Самарская обл.	2,5	-	0,6	1,7	
к-30894	Адамовский 1	ФГБНУ Оренбургский	-	0,4	1,9	0,9	
к-30957	Натали		0,8	0,0	-	1,7	
к-30895	Первоцелинник		-	-	0,5	3,4	

к-3090	Т-12	НИИСХ	1,8	0,6	0,2	-
к-29830	Оренбургский 15	НПО «Южный Урал»	4,8	1,2	0,0	-
-	Алмаз	ФГБНУ Курский НИИСХ	-	-	3,9	1,8
-	Антон	Тулунская ГСС	1,0	0,0	0,0	-
к-29836	Гандвиг	Архангельская ГСХ ст.	-	-	0,0	0,0
к-29707	Прикумский юбилейный	Ставропольский край	-	-	3,1	0,0
-	Приазовский	ФГБНУ Донской зон. НИИСХ	0,0	3,3	0,3	-
к-30592	Раушан	Московская обл.	-	-	4,4	2,4
к-29832	Степной дар	ВСГИ	-	3,4	3,5	0,0
к-29611	Славянский	Воронежская обл.	-	-	0,8	2,9
к-26387	Атлант	ФГБНУ Поволжский НИИСХ	-	-	2,0	0,6
к-24706	Витязь		0,0	0,0	0,9	1,2
к-29831	Волгарь		-	-	0,0	0,0
к-29806	Уреньга	ФГБНУ Челябинский НИИСХ	0,0	1,6	0,0	3,5
-	Багрец	Красноуфимская оп.ст.	3,3	4,6	1,4	-
к-29834	Вереск		0,0	0,0	0,0	-
к-4830	Местный	Читинская обл.	0,0	0,4	0,0	0,0
-	Земляк	ФГБНУ Тамбовский НИИСХ	2,3	1,9	0,0	1,7
-	Цнинский		2,4	0,0	0,0	0,0
к-29342	Безостый 1	Казахский НИИСХ	0,0	0,0	1,5	0,0
к-29837	Бота		-	3,1	0,0	0,3
к-6552	Местный	Армения	-	4,1	2,2	-
-	Гостинец	Белорусский НИИЗК	-	-	0,0	0,0
к-25286	Крымчак 55	УНИИРС	0,0	0,0	0,0	-
-	Харьковский 101		-	0,0	1,2	0,0

к-30856	Корона		-	0,3	-	1,7
к-30836	Лотос		-	1,9	-	1,9
к-29438	Прерия		-	-	1,2	2,9
-	Анакин	Дания	-	0,0	0,0	0,0
-	Изабелла		0,0	0,0	0,0	-
-	Ча - ча		-	0,7	0,0	0,0
-	Натасья		-	2,6	2,7	3,1
-	Арикада	Германия	-	0,0	-	0,0
-	Бамбино		0,0	0,0	0,0	-
-	КВС 09-321		0,0	0,0	0,0	0,0
к-30917	Philadelphia		-	0,0	0,0	0,0
к-30821	Аннабель		-	0,0	0,0	0,3
-	Джейби Мальтазия		-	0,0	1,2	0,0
-	Консита		-	0,0	-	0,0
-	Ксанаду		0,6	4,7	2,1	1,1
к-21661	Bonanza	Канада	0,0	0,0	0,0	0,0
к-18700	Himalaya		0,0	0,0	0,0	0,0
к-30169	Duke		0,0	0,6	0,0	4,0
к-19304	Keystone		3,9	0,0	0,0	1,6
к-30166	Cuardian		2,1	2,9	0,0	0,0
к-30170	Vanley		4,9	2,3	0,0	-
-	ДАЙМОНТ	Аляска	0,0	0,0	0,0	0,0
-	Nobel		-	0,0	0,0	0,0
к-30714	Datal		-	0,0	0,0	0,6
к-26192	Pokko		2,3	0,0	0,0	-
-	Svendil		-	-	0,0	0,0
к-28824	Сл. гибр. линия		Мексика	0,0	0,0	-
к-23486	Excelle	Франция	-	0,0	0,0	0,0

-	Marex	Эфиопия	0,0	0,0	0,0	0,0
к-19182	Fox	США	0,8	0,0	0,0	3,1
к-27997	Azure		-	0,0	0,0	3,6
к-30943	Amulet	Чехия	-	0,5	0,0	0,0
к-28149	Birka	Швеция	2,4	0,9	0,9	-
к-26341	Desconocida	Колумбия	0,0	3,5	0,0	0,0
к-21873	Effendi	Нидерланды	-	-	0,9	4,1
к-18530	Pirkka	Финляндия	-	-	0,0	1,9
-	Nepal	Чехия	-	0,0	0,0	0,0

Приложение 4

Результаты многофакторного дисперсионного анализа данных по всхожести ярового ячменя, 2009-2011 гг.

Источник варьирования	Сумма квадратов (ss)	Степени свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера (F)	Доля влияния, %
Общая дисперсия	57606,174	-	-	-	100
Фактор А	784,037	8	98,004	30,994*	1,36
Фактор В	27947,940	2	13973,969	4419,293*	48,51
Фактор С	704,521	2	352,260	111,403*	1,22
Фактор Д	7326,685	1	7326,684	2317,077*	12,71
АВ	3153,306	16	197,081	62,327*	5,47
АС	1069,733	16	66,858	21,144*	1,85
АД	644,481	8	80,560	25,477*	1,11
ВС	6214,079	4	1553,519	491,303*	10,78
ВД	2185,950	2	1092,974	345,655*	3,79
СД	112,227	2	56,113	17,746*	0,19
ВСД	195,259	4	48,814	15,438*	0,33
АСД	1025,596	16	64,099	20,272*	1,78
АВД	1087,733	16	67,983	21,500*	1,88
АВС	2415,806	32	75,493	23,875*	4,19
АВСД	1714,322	32	53,572	16,942*	2,97
Случайное отклонение	1024,500	324	3,162	-	1,86

Примечание к таблице: фактор А – генотип, фактор В – год, фактор С – срок сева, фактор Д – состояние растений (здоровые и зараженные); НСР при $P < 0,05$: для сортов – 0,67, годы – 0,38, сроки сева – 0,38, состояние растений – 0,31.

Приложение 5

Результаты многофакторного дисперсионного анализа данных по высоте растений ярового ячменя, 2009-2011 гг.

Источник варьирования	Сумма квадратов (ss)	Степени свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера (F)	Доля влияния, %
Общая дисперсия	108452,738	-	-	-	100
Фактор А	32474,123	8	4059,2654	1327,235*	29,9
Фактор В	59756,880	2	29878,4399	9769,188*	55,1
Фактор С	7089,479	2	3544,7393	1159,004*	6,5
Фактор Д	1298,828	1	1298,8277	424,670*	1,2
АВ	3076,071	16	192,2545	62,860*	2,8
АС	546,532	16	34,1583	11,169*	0,5
АД	116,777	8	14,5971	4,773*	0,1
ВС	1325,931	4	331,4828	108,383*	1,2
ВД	18,043	2	9,0213	2,950*	0,02
СД	41,708	2	20,8541	6,819*	0,04
ВСД	11,978	4	2,9946	0,979	0,01
АСД	90,210	16	5,6381	1,843	0,1
АВД	118,701	16	7,4188	2,426*	0,1
АВС	1145,113	32	35,7848	11,700*	1,1
АВСД	351,430	32	10,9822	3,591*	0,3
Случайное отклонение	990,933	324	3,0584	-	1,13

Примечание к таблице: фактор А – генотип, фактор В – год, фактор С – срок сева, фактор Д – состояния растений (здоровые и зараженные); НСР при $P < 0,05$: для сортов – 0,66, годы – 0,38, сроки сева – 0,38, состояние растений – 0,31.

Приложение 6

Результаты многофакторного дисперсионного анализа данных по продуктивной кустистости растений ярового ячменя, 2009-2011 гг.

Источник варьирования	Сумма квадратов (ss)	Степени свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера (F)	Доля влияния, %
Общая дисперсия	11807516,788	-	-	-	100
Фактор А	2344448,540	8	293056,0675	109,220*	19,9
Фактор В	4444037,145	2	2222018,573	828,132*	37,6
Фактор С	1371917,433	2	685958,7165	255,652*	11,6
Фактор Д	250467,293	1	250467,2932	93,348*	2,1
АВ	694111,483	16	43381,9677	16,168*	5,9
АС	169035,187	16	10564,6992	3,937*	1,4
АД	113547,243	8	14193,4053	5,290*	1,0
ВС	424431,896	4	106107,9739	39,546*	3,6
ВД	226779,826	2	113389,9129	42,260*	1,9
СД	45663,033	2	22831,5167	8,509*	0,4
ВСД	44634,220	4	11158,5550	4,159*	0,4
АСД	102000,415	16	6375,0260	2,376*	0,9
АВД	203277,033	16	12704,8146	4,735*	1,7
АВС	327736,529	32	10241,7665	3,817*	2,8
АВСД	176082,845	32	5502,5889	2,051*	1,5
Случайное отклонение	869346,667	324	2683,1687	-	7,3

Примечание к таблице: фактор А – генотип, фактор В – год, фактор С – срок сева, фактор Д – состояния растений (здоровые и зараженные); НСР при $P < 0,05$: для сортов – 19,61, годы – 11,32, сроки сева – 11,32, состояние растений – 9,25.

Приложение 7

Влияние возбудителя твердой головни на число зерен в колосе растений ячменя, шт. (2009 - 2011 гг.)

Сорт	2009 год						2010 год						2011 год					
	Срок / дата посева																	
	4 мая		14 мая		25 мая		7 мая		17 мая		27 мая		3 мая		13 мая		23 мая	
	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал	здоровый материал	зараженный материал
Практически устойчивые сорта																		
Агул – 2	44	37	33	37	36	36	35	34	28	23	31	29	40	32	32	33	41	40
Баган	21	22	17	16	20	19	20	18	17	16	19	17	20	20	19	18	19	19
Петр	21	18	19	18	19	18	20	19	17	18	18	17	20	18	19	19	20	19
среднее	28,7	25,7	23	23,7	25	24,3	25	23,7	20,7	19	22,7	21	26,7	23,3	23,3	23,3	26,7	26
Слабо восприимчивые сорта																		
Биом	22	19	17	18	18	19	17	16	15	14	16	15	16	16	17	16	16	17
Одесский 115	19	22	16	16	16	16	16	17	15	15	15	15	17	15	15	14	16	16
Омский 88	16	14	14	19	14	14	14	13	11	11	12	12	15	14	15	13	15	13
среднее	19	18,3	15,7	17,7	16	16,3	15,7	15,3	13,7	13,3	14,3	14	16	15	15,7	14,3	15,7	15,3
Восприимчивые сорта																		
Омский 95	23	21	23	20	19	20	19	19	18	19	18	18	20	20	21	21	23	22
Ноктюрн	18	15	16	16	17	16	16	16	13	12	13	13	16	15	16	16	18	15
Челябинец 1	22	22	21	20	22	21	20	21	18	20	19	18	22	19	22	19	23	21
среднее	21	19,3	20	18,7	19,3	19	18,3	18,7	16,3	17	16,7	16,3	19,3	18	19,7	18,7	21,3	19
НСР _{0,05} (для частных средних)			3,72				1,52						1,07					
фактор А (сорт)			1,52				0,62						0,44					
Фактор В (срок сева)			0,87				0,36						0,25					
фактор С (состояние растений*)			0,71				0,29						0,21					

*- растения, зараженные и не зараженные (контроль)

Приложение 8

Результаты многофакторного дисперсионного анализа данных по озерненности
колоса растений ярового ячменя, 2009-2011 гг.

Источник варьирования	Сумма квадратов (ss)	Степени свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера (F)	Доля влияния, %
Общая дисперсия	18427,120	-	-	-	100
Фактор А	15782,306	8	1972,7883	3712,585*	85,7
Фактор В	650,765	2	325,3825	612,336*	3,5
Фактор С	269,548	2	134,7739	253,631*	1,5
Фактор Д	36,616	1	36,6164	68,908*	0,2
АВ	362,837	16	22,6773	42,676*	2,0
АС	278,166	16	17,3853	32,717*	1,5
АД	39,553	8	4,9442	9,304*	0,2
ВС	185,844	4	46,4609	87,435*	1,0
ВД	12,418	2	6,2090	11,685*	0,1
СД	42,061	2	21,0304	39,577*	0,2
ВСД	24,490	4	6,1225	11,522*	0,1
АСД	85,198	16	5,3249	10,021*	0,5
АВД	63,130	16	3,9456	7,425*	0,4
АВС	242,708	32	7,5846	14,273*	1,3
АВСД	179,313	32	5,6035	10,545	1,0
Случайное отклонение	172,167	324	0,5314	-	0,8

Примечание к таблице: фактор А – генотип, фактор В – год, фактор С – срок сева, фактор Д – состояния растений (здоровые и зараженные); НСР при $P < 0,05$: для сортов – 0,28, годы – 0,16, сроки сева – 0,16, состояние растений – 0,13.

Приложение 9

Результаты многофакторного дисперсионного анализа данных по содержанию белка ярового ячменя, 2009-2011 гг.

Источник варьирования	Сумма квадратов (ss)	Степени свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера (F)	Доля влияния, %
Общая дисперсия	935,467	-	-	-	100
Фактор А	115,606	8	14,1508	21,6074*	12,4
Фактор В	408,422	2	204,2109	305,291*	43,7
Фактор С	7,581	2	3,7903	5,666*	0,8
Фактор Д	21,286	1	21,2859	31,822*	2,28
АВ	40,036	16	2,5023	3,741*	4,3
АС	4,856	16	0,3035	0,454	0,5
АД	5,407	8	0,6759	1,010	0,6
ВС	30,971	4	7,7427	11,575*	3,3
ВД	24,989	2	12,4943	18,679*	2,7
СД	3,107	2	1,5534	2,322	0,3
ВСД	1,633	4	0,4083	0,610	0,2
АСД	9,102	16	0,5689	0,850	1,0
АВД	9,839	16	0,6149	0,919	1,1
АВС	18,568	32	0,5803	0,867	2,0
АВСД	17,338	32	0,5418	0,810	1,9
Случайное отклонение	216,726	324	0,6689	-	22,92

Примечание к таблице: фактор А – генотип, фактор В – год, фактор С – срок сева, фактор Д – состояния растений (здоровые и зараженные); НСР при $P < 0,05$: для сортов – 0,31, годы – 0,18, сроки сева – 0,17, состояние растений – 0,15.

Приложение 10

Результаты многофакторного дисперсионного анализа данных по урожайности растений ярового ячменя, 2009-2011 гг.

Источник варьирования	Сумма квадратов (ss)	Степени свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера (F)	Доля влияния, %
Общая дисперсия	1035,091	-	-	-	100
Фактор А	38,987	8	4,8733	34,206*	3,8
Фактор В	5353,668	2	267,8340	1879,944*	51,8
Фактор С	181,921	2	90,9604	638,457*	17,6
Фактор Д	13,634	1	13,6337	95,696*	1,3
АВ	50,061	16	3,1288	21,961*	4,8
АС	16,216	16	1,0135	7,114*	1,6
АД	15,148	8	1,8935	13,291*	1,5
ВС	29,939	4	7,4848	52,536*	2,9
ВД	7,100	2	3,5499	24,917*	0,7
СД	11,916	2	5,9578	41,818*	1,2
ВСД	3,194	4	0,7985	5,605*	0,3
АСД	13,121	16	0,8201	5,756*	1,3
АВД	25,965	16	1,6228	11,391*	2,5
АВС	28,977	32	0,9055	6,356*	2,8
АВСД	17,086	32	0,5339	3,748*	1,7
Случайное отклонение	46,160	324	0,1425	-	4,2

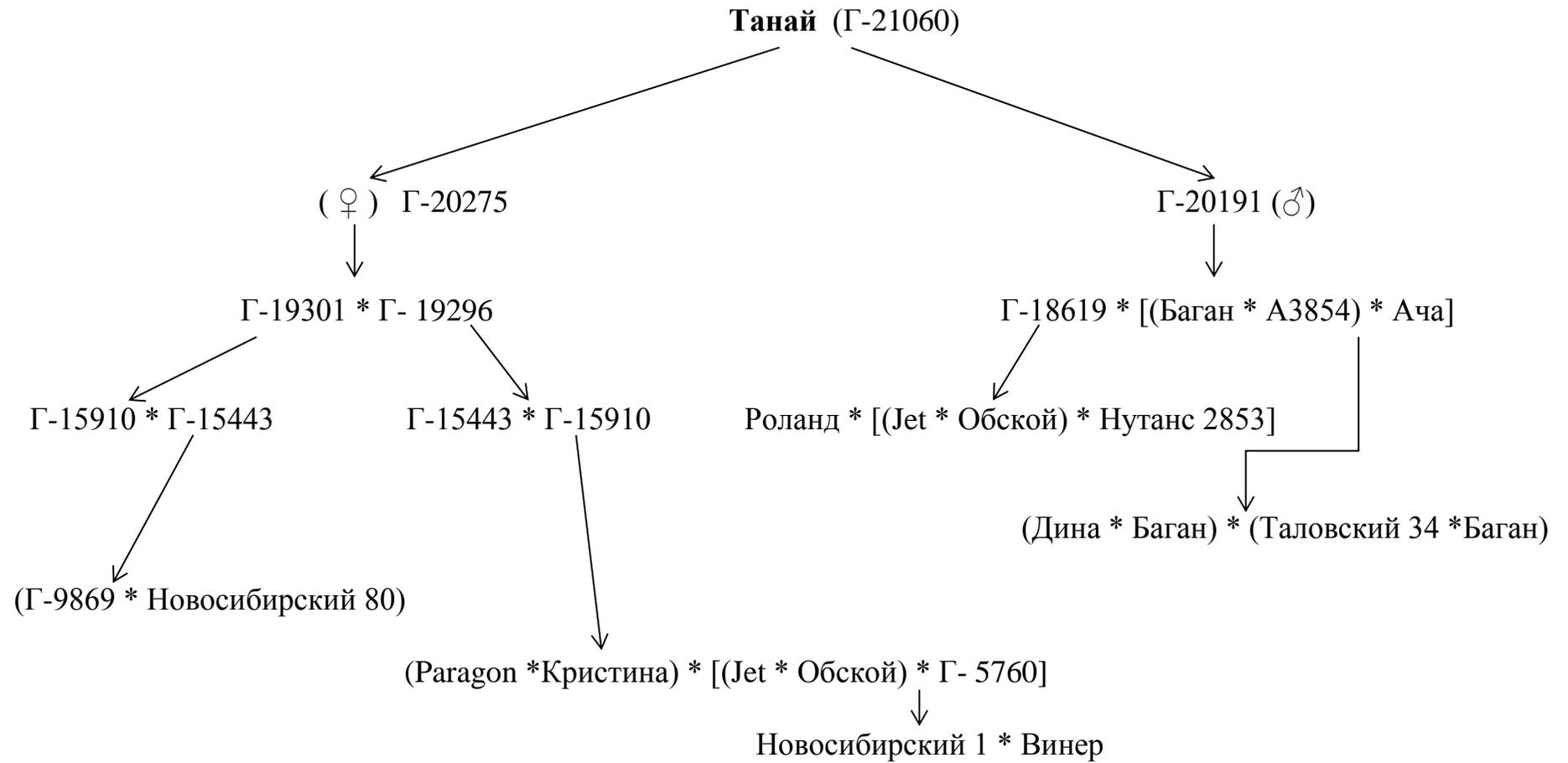
Примечание к таблице: фактор А – генотип, фактор В – год, фактор С – срок сева, фактор Д – состояния растений (здоровые и зараженные); НСР при $P < 0,05$: для сортов – 0,14, годы – 0,08, сроки сева – 0,08, состояние растений – 0,07.

Приложение 11

Вегетационный период, урожайность и элементы ее структуры у перспективных линий ярового ячменя, 2010–2012 гг.

Линия	Вегетационный период, дни	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл	Масса 1000 зёрен, гр.	Масса зерна с колоса, гр.	Количество зерен в колосе, шт.	Продуктивный стеблестой, шт/м ²	Урожайность, т/га
2010 год								
Ача, st	78	61,7	5	44,9	0,62	14	679	4,2
Г-21060 (Танай)	75	68,3	5	47,0	0,63	13	788	4,9
Г-21219	73	48,3	5	44,3	0,55	12	558	3,1
Г-21310	79	56,7	4	42,8	0,78	18	552	4,4
Г-21405	77	57,7	4	48,8	0,62	13	460	2,8
НСР _{0,05}	-	1,45	-	2,34	0,03	0,76	39,00	0,71
2011 год								
Ача, st	76	56,7	5	46,8	0,73	16	615	4,5
Г-21060 (Танай)	76	51,7	5	47,3	0,75	16	714	5,3
Г-21219	77	50,0	5	50,3	0,71	14	710	5,0
Г-21310	81	61,7	4	44,9	0,88	20	607	5,3
Г-21405	79	56,7	5	55,5	0,63	11	843	5,3
НСР _{0,05}	-	1,75	-	2,25	0,04	0,97	25,44	0,48
2012 год								
Ача, st	64	48,3	4,5	43,5	0,59	13	502	2,9
Г-21060 (Танай)	62	56,7	5	45,7	0,64	14	577	3,7
Г-21219	62	53,3	5	47,7	0,53	11	641	3,4
Г-21310	66	51,7	4	42,6	0,66	16	562	3,7
Г-21405	64	60,0	4,8	51,0	0,63	12	708	4,4
НСР _{0,05}	-	1,91	-	2,04	0,03	1,19	22,47	0,46

Приложение 12



Генеалогия ярового ячменя Танай (селекционный номер Г-21060)

Приложение 13

Результаты испытаний районированных сортов ярового ячменя на
госсортоучастках области
(среднее за 2012-2014 гг.)

Сорт	Урожайность, ц/га	Вегетационн ый период, дней	Масса 1000 зерен, г.	Устойчивость к полеганию, балл	Пыльная головня, %
Северный ГСУ, зона I					
Ача, st	16,1	72	42,4	5,0	0,0
Танай	16,1	70	43,6	5,0	0,0
Барабинский ГСУ, зона V					
Ача, st	9,7	74	40,9	5,0	0,0
Танай	10,2	73	41,7	5,0	0,0
Чистоозерный ГСУ, зона VI					
Ача, st	24,3	67	49,4	5,0	0,0
Танай	25,7	71	50,3	5,0	0,0

Приложение 14

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений»

ПАТЕНТ
НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ
№ 8019

Ячмень яровой
Hordeum vulgare L.

ТАНАЙ

Патентообладатель

**ФГБНУ 'ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ
ЦИТОЛОГИИ И ГЕНЕТИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК'**

Авторы -

**БАХАРЕВ АРНОЛЬД ВАЛЕРЬЕВИЧ
ГРИГОРЬЕВ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ
ОРЛОВА ЕЛЕНА АРНОЛЬДОВНА
ТЕЛИЧКИНА НИНА ПАВЛОВНА
ШРАЙБЕР ПЕТР ПЕТРОВИЧ**



ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № **8853699** С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА **24.11.2011 г.**
ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ
ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 10.11.2015 г.

Председатель

В.С. Волощенко