

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
РУП «НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАН БЕЛАРУСИ
ПО ЗЕМЛЕДЕЛИЮ»

УДК 633.16«321»:631[527+524.86]

Сушевич Юлия Александровна

УСТОЙЧИВОСТЬ ОБРАЗЦОВ КОЛЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ К
СЕТЧАТОЙ ПЯТНИСТОСТИ (*Pyrenophora teres* Drechsler) И СОЗДАНИЕ
НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

по специальности 06.01.05 – селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

Жодино, 2021

Работа выполнена в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Научный руководитель: **Шашко Юрий Константинович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий лабораторией иммунитета РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Официальные оппоненты: **Урбан Эрома Петрович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, первый заместитель генерального директора РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
Коготько Людмила Георгиевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой защиты растений УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

Оппонирующая организация: УО «Гродненский государственный аграрный университет»

Защита состоится «15» октября 2021 г. в 10.00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д.01.52.01 при РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» по адресу: ул. Тимирязева, 1, г. Жодино, Минская область, 222164, Республика Беларусь, тел.: +375(1775) 427-60, факс: +375(1775) 400-96, +375(44) 5288220, e-mail: izis-sovet@yandex.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Автореферат разослан «14» сентября 2021 г.

Ученый секретарь
совета по защите диссертаций,
доктор с.-х. наук, профессор



Т.М. Булавина

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших причин недобора урожая зерновых культур в условиях Беларуси являются болезни. В посевах ячменя ярового наиболее распространёнными и вредоносными являются пятнистости листьев, корневые гнили и болезни колоса. Среди заболеваний листового аппарата растений ячменя лидирующую позицию занимает сетчатая пятнистость (*Pyrenophora teres* Drechsler.). При благоприятных погодных условиях наблюдается активное развитие болезни, и потери зерна могут достигать более чем 50 %. В условиях Беларуси сетчатая пятнистость в посевах ярового ячменя наблюдается повсеместно, а при отсутствии защитных мероприятий часто носит эпифитотийный характер. Развитию сетчатой пятнистости помогает способность патогена быстро адаптироваться к условиям внешней среды. Благоприятными факторами являются переход на минимальные технологии, повышающие сохранение источников инфекции (нулевая обработка почвы), применение недостаточно эффективных фунгицидов, а также возделывание неустойчивых сортов. Борьба с данной болезнью осложняется чрезвычайной изменчивостью патогена, что приводит к возникновению новых агрессивных рас гриба, способных преодолевать устойчивость. В связи с этим, изучение механизмов изменчивости *Pyrenophora teres* имеет не только теоретическое, но и практическое значение.

Селекция на повышение устойчивости ячменя к сетчатой пятнистости является наиболее экологически чистым и экономичным методом защиты и должна быть непрерывным процессом. Известны многочисленные примеры потери устойчивости сортов ярового ячменя к *Pyrenophora teres* в период возделывания их в условиях производства. Успех селекционной работы по созданию высокоустойчивых к болезни сортов базируется на знании биологии и вредоносности возбудителя, структуры популяций, наличия доноров и источников устойчивости, закономерностей наследования резистентности, а также связи продуктивности и других важных хозяйственных признаков с устойчивостью к патогену. Эти вопросы являются малоизученными для условий республики, что и определило цели и задачи работы.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами, темами. Изучаемые в диссертации вопросы входят в государственную программу «Создать национальный банк генетических ресурсов растений для выведения новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, сохранения и обогащения культурной и природной флоры Беларуси» на 2011–2015 гг., задание 1. «Создать национальную базовую и активную рабочую коллекции генетических ресурсов зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных и кормовых культур, обеспе-

читать их описание, документирование и рациональное использование в селекционных и исследовательских целях», № Госрегистрации: 20082568.

Цель исследований. Выделить из коллекции ярового ячменя источники устойчивости к сетчатой пятнистости и создать новый исходный материал для селекции.

Задачи исследований:

– изучить биологические особенности возбудителя сетчатой пятнистости ячменя в популяции патогена, распространенной на территории республики. Определить расовый состав популяции *Pyrenophora teres*;

– создать инфекционные фоны и оценить коллекционный материал ярового ячменя на устойчивость к сетчатой пятнистости в полевых, лабораторных условиях и фитотронно-тепличном комплексе. Установить корреляцию результатов полевого и лабораторного метода оценки устойчивости к патогену;

– выделить источники устойчивости ячменя к сетчатой пятнистости. Изучить наследование признака устойчивости в гибридных комбинациях F_1 и F_2 и выделить доноры устойчивости;

– создать новый исходный материал для селекции ярового ячменя, сочетающий повышенную устойчивость к сетчатой пятнистости с высокой продуктивностью.

Научная новизна работы. Впервые на территории Беларуси определен расовый состав возбудителя сетчатой пятнистости ячменя *Pyrenophora teres*, создана коллекция чистых культур из 62 штаммов патогена. Выделены источники и доноры устойчивости ярового ячменя, созданы новые селекционные образцы, высокоустойчивые к сетчатой пятнистости, обладающие комплексом хозяйственно-полезных признаков, и переданы в Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно-полезных растений РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию».

Положения, выносимые на защиту:

1. Популяция возбудителя сетчатой пятнистости ячменя *Pyrenophora teres* Drechsler, распространенная на территории Беларуси, состоит из патотипов возбудителя, различающихся по интенсивности конидиального спороношения, размеру конидий, морфотипу колоний и скорости их роста, для культивирования которых предпочтительны питательные среды ЧЛМ и V-4 и экспериментально подобранный оптимальный световой и температурный режим.

В популяции гриба выявлены 4 расы возбудителя сетчатой пятнистости: 000, 100, 500, 501. По частоте встречаемости основное место занимают расы 000 и 100.

Выявлена прямая связь между развитием болезни в посевах и количеством осадков ($r = 0,96-0,99$) и обратная – между развитием болезни и температурой воздуха ($r = -0,48- -0,62$).

2. Установлена корреляция между полевой оценкой в фазы кущения и молочной спелости с лабораторной оценкой устойчивости образцов коллекции ярового ячменя к сетчатой пятнистости, коэффициенты корреляции $r = 0,72-0,88$ и $r = 0,59-0,72$ соответственно. В качестве источников устойчивости целесообразно использовать высокопродуктивные сорта Linus, Беркут, Нутанс 3291, Челябинский 95, Мик 1, Дзівосны, сохраняющие признак устойчивости на протяжении всего онтогенеза.

3. Эффект доминирования признака устойчивости ярового ячменя к сетчатой пятнистости в гибридных комбинациях F_1 зависит от компонентов скрещивания. Расчет коэффициента фенотипической доминантности показывает, что в F_1 проявляется сверхдоминирование ($hp=3,0; 5,0$), полное доминирование ($hp=1,0; -1,0$), неполное доминирование ($hp=0,71-0,86; -0,75$) и частичное доминирование признака ($hp=0,07-0,42; -0,12$). Во втором поколении (F_2) в реципрокных скрещиваниях устойчивого и восприимчивого сортов значения χ^2 показывают достоверность гипотезы моногенного и дигенного типа наследования – 3:1 и 9:3:3:1 соответственно. В реципрокных скрещиваниях устойчивых сортов наблюдался доминантный эпистаз 12:3:1; 13:3 и полимерия 15:1.

4. Использование в скрещиваниях источников устойчивости к сетчатой пятнистости дало возможность выделить на инфекционном фоне 2438 высокоустойчивых растений ячменя в F_2 , а дальнейшие отборы в F_3 по устойчивости и продуктивности позволили создать 21 линию, переданную в Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно-полезных растений, сочетающую высокую устойчивость к сетчатой пятнистости и комплекс хозяйственно-полезных признаков.

Личный вклад соискателя. Диссертация подготовлена на основе анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований, выполненных автором самостоятельно. Планирование и проведение экспериментов, статистическая обработка данных, подготовка научных докладов, статей, написание и компьютерная верстка диссертации сделаны соискателем самостоятельно.

Апробация результатов диссертации. Результаты работы представлены и доложены на научных конференциях: Международной научно-практической конференции «Земледелие, растениеводство, селекция: Настоящее и будущее» (Жодино, 2012); Международной научно-практической конференции «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве» и школе молодых ученых по эколого-генетическим основам северного растениеводства (Киров, 2015); Международной научной конференции «Научные чтения к 100-летию со дня рождения профессора Ивана Викторовича Яшовского» (Чабаны, 2019); XVI Международной конференции молодых ученых «Молодежь в науке – 2019: аграрные, биологические, гуманитарные, медицинские, физико-математические, физико-технические науки, химия и науки о Земле» (Минск, 2019).

Опубликованность результатов. Основные положения диссертации освещены в 9 печатных работах, из них 3 статьи – в научных сборниках и журналах, включенных в перечень ВАК Республики Беларусь, 4 – в материалах конференций, 2 – в прочих изданиях.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 129 страницах, содержит 19 таблиц, 42 рисунка. Состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, рекомендаций для селекционной практики и 4 приложений. Список используемых источников литературы включает 136 наименований, из которых 66 на иностранных языках.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Обзор литературы

Приведены сведения о распространенности и вредоносности возбудителя болезни *Pyrenophora teres* Drechsler ярового ячменя в Республике Беларусь. Рассматриваются биология патогена, основные направления в селекции на болезнеустойчивость, методы, способы, приемы защиты ячменя от сетчатой пятнистости. Обобщены сведения по изменчивости популяций патогена, а также о современном состоянии исследований по генетике устойчивости и селекционных достижениях в данном направлении.

Объекты, методы и условия проведения исследований

Исследования проводили в период с 2012 г. по 2015 г. и в 2019 г. в лаборатории иммунитета РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию». Полевые опыты закладывали на дерново-подзолистой рыхло-супесчаной среднеоккультуренной почве, характеризующейся слабокислой или нейтральной реакцией почвенного раствора, а также средней обеспеченностью легкодоступными формами фосфора и калия.

Разнообразие погодных условий по годам исследований позволило всесторонне изучить коллекционный и полученный исходный материал: гибридные комбинации и выделенные селекционные линии по устойчивости к сетчатой пятнистости.

Изучение распространенности и развития болезни в период вегетации осуществляли на основании маршрутных обследований посевов ярового ячменя республики.

Выделение патогена, инокуляцию и оценку устойчивости к *P. teres* изучаемых образцов проводили по общепринятым методикам [Бабаянц, 1988; Афанасенко, 1987], в качестве эталона по восприимчивости использовали сорт Тюрингия.

Для определения расового состава *P. teres f. teres* использовали международный набор из 9 сортов-дифференциаторов: Harrington, Skiff, Prior, CI 9825, Harbin, VIP-20019, CI 5791, CLS 25282, VIP-8755 и коллекцию штаммов, полученную в результате маршрутных обследований посевов ячменя республики. Номера расам присваивали по октальной системе [Gilmour, 1973; Afanasenko et al, 2009].

При изучении сортов ярового ячменя (182 сорта различного географического происхождения), а также гибридного материала на устойчивость к сетчатой пятнистости применяли лабораторный метод инокуляции отрезков листьев проростков ячменя, метаболизм которых поддерживали 0,004 % водным раствором бензимидазола. Учет типов реакций проводили на 5 сутки после инокуляции по 5-ти балльной шкале Афанасенко (1977), где 0 – иммунный (отсутствие симптомов болезни), 1 – высокая устойчивость, 2 – относительная устойчивость, 3 – восприимчивость, 4 – высокая восприимчивость.

Оценку сортов ячменя, которые были проверены на устойчивость к сетчатой пятнистости в лабораторных условиях, проводили на искусственном инфекционном фоне на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Инокуляцию сортов проводили в фазу проростков (один – два листа) путем опрыскивания конидиальной суспензией *P. teres*. Первый учет типов реакции растений проводили через 14 дней после заражения, второй – в фазу молочной спелости. Тип реакции в полевых условиях оценивали по той же шкале, что и в лабораторных условиях.

Гибридологический анализ по моногенной и двухфакторной моделям проводили по методике В.А. Дзюбы (2012).

Статистическую обработку данных проводили путём расчетов в Microsoft Excel, а также при помощи программного пакета статистического анализа Statistica Plus 4.0 с применением методик дисперсионного анализа и корреляционных взаимосвязей.

Распространенность, биологические особенности и расовый состав возбудителя сетчатой пятнистости ячменя в условиях Беларуси

Обследование посевов ярового ячменя, проведенное по всем областям республики (Минской, Могилевской, Гомельской, Брестской, Витебской и Гродненской) показало, что сетчатая пятнистость распространена повсеместно, а интенсивность ее проявления зависит от погодных условий и защитных мероприятий, применяемых на посевах. На основании собранного материала в ходе маршрутных обследований была создана коллекция чистых культур возбудителя сетчатой пятнистости ячменя, которая включает 62 штамма. Из данного инфекционного материала в дальнейшем были выделены моноспоровые изоляты,

необходимые для изучения популяции патогена: изменчивости морфоструктуры возбудителя, определение расового состава, симптомов проявления болезни и некоторых биологических особенностей в разрезе территориального возделывания культуры. Предварительно были подобраны оптимальные условия для культивирования чистых культур возбудителя болезни (питательные среды, а также световой и температурный режим).

Установлено, что для успешного культивирования гриба оптимальными средами является среда ЧЛМ (модифицированная среда Чапека) и V4 (среда на основе 4-х натуральных соков). В течение первых 10 суток требуется круглосуточное освещение и температура не ниже 25 °С. В дальнейшем культуру необходимо поместить в абсолютную темноту на 2 суток при температуре 15 °С или под эритемную лампу, либо же культуру с грибом непосредственно после посева оставить при обычных условиях (температура 23–25 °С и естественное освещение) на сутки. После этого перенести их под эритемную лампу ЛЭ-30 с 12-ти часовым режимом освещения.

Изучение культурального роста изолятов возбудителя сетчатой пятнистости на питательной среде показало, что популяция гриба состоит из морфотипов, которые визуально отличались по росту, окрасу и плотности мицелия.

Выделены 6 основных морфологических типов колоний, которые были условно обозначены А, В, С, D1, D2, Е (таблица 1).

Таблица 1. – Характеристика морфологических типов колоний изолятов возбудителя *P. teres*, выделенных с ярового ячменя (среда ЧЛМ)

Вид мицелия	Характеристика колоний
А	Воздушный мицелий практически отсутствует, строма темно окрашенная
В	Воздушный мицелий хорошо выражен по окружности колонии, к центру более плотный, светлый с темными вкраплениями
С	Мицелий рыхлый, серый, паутинистый
D1	Мицелий высокий, плотный, белого цвета
D2	Мицелий высокий, плотный, белого цвета, позднее с ярко выраженным коричневым оттенком
Е	Мицелий плотный, войлочный с оливковым оттенком

Изоляты *P. teres* с морфотипом В оказались самыми распространенными в изученных популяциях и были обнаружены во всех 6-ти областях республики. При этом максимальное количество колоний этого типа наблюдалось в популяциях Могилевской и Витебской области – 50,0 и 48,3 % соответственно. Морфотип А преимущественно был распространен в Гомельской области – 46,2 %, а также по более 30 % популяции приходилось на Могилевскую и Витебскую области. Морфотип С в основном был сосредоточен в Гродненской и Брестской областях – 45,5 и 43,8 % соответственно. В этих же областях по 28,1 и 39,4 %

популяции занимал морфотип D. Морфотип E в основном был выявлен в популяции Минской области.

Изоляты *P. teres* существенно отличались по скорости роста колоний на питательной среде, которую определяли по изменению диаметра колоний в динамике. Выявлено, что диаметр колоний через 8 суток варьировал от 3,2 см до 8,0 см, а площадь – от 11,9 см² до 50,2 см².

Были выделены три типа изолятов по скорости роста колоний патогена: с низкой скоростью роста – диаметр колонии от 3,2 см до 3,9 см, площадь колонии 11,9–18,0 см²; средней скоростью роста – диаметр колонии от 5,2 см до 6,0 см, площадь колонии 21,2–28,3 см²; высокой скоростью роста – диаметр колонии от 7,2 см до 8,0 см, площадь колонии 40,7–50,2 см².

Среди колоний преобладали быстрорастущие изоляты, которые были выявлены почти во всех обследуемых районах. Значительно меньше колоний в составе популяции среднерастущих и медленно растущих, что указывает на их слабую конкурентную способность по отношению к быстрорастущим изолятам. Однако также установлено, что скорость роста колонии не влияет на спорулирующую способность патогена, так как большое количество спор было обнаружено и на изолятах с маленьким диаметром колонии.

У разных изолятов наблюдали различие не только по морфотипу и скорости роста колоний, но и различия по размеру, цвету и локализации – расположению одиночно или группами конидий. Также были проведены метрические измерения длины и ширины спор для выявления достоверных отличий по данным параметрам.

Расовый состав патогена был изучен с использованием стандартного набора сортов-дифференциаторов, который состоит из сортов с известной восприимчивостью или устойчивостью к отдельным физиологическим расам. В посевах ячменя на территории республики выявлены 4 расы возбудителя сетчатой пятнистости, которые по реакции сортов-дифференциаторов обозначаются: 000, 100, 500, 501. Основное место в популяции гриба занимают расы 000 и 100. Была также предпринята попытка связать морфологические признаки колонии и отношение изолята к определенной расе. Однако было установлено, что в пределах одной и той же расы патоген может значительно различаться по своему морфотипу. Таким образом, наличие высокого фенотипического и генотипического разнообразия свидетельствует о высокой адаптивности и значительной потенциальной опасности патогена.

Установлено, что степень пораженности растений сетчатой пятнистостью в полевых условиях находится в прямой зависимости от складывающихся погодных условий. Анализ зависимости развития сетчатой пятнистости ячменя от количества выпавших осадков и температуры воздуха показал, что между ними существует очень тесная связь. Коэффициент корреляции между количеством

выпавших осадков в начале июня и развитием болезни составил 0,96–0,99, а между температурой воздуха и развитием болезни -0,62 (таблица 2).

Таблица 2. – Влияние погодных условий на развитие сетчатой пятнистости ячменя (корреляционный анализ)

Показатель	Коэффициент корреляции (r)			
	Май, декада	Июнь, декады		
	3	1	2	3
Осадки, мм				
Поражение коллекционных сортообразцов (среднее, балл)	0,29	0,96**	-0,25	0,49
Поражение сорта Тюрингия, балл	0,26	0,99**	-0,38	0,50
Температура, °С				
Поражение коллекционных сортообразцов (среднее, балл)	0,02	-0,53	-0,62**	-0,43
Пораженность сорта Тюрингия, балл	-0,11	-0,51	-0,48	-0,15

Развитие сетчатой пятнистости на сорте-эталоне Тюрингия в зависимости от количества осадков, выпавших в 1–2 декаду июня, описывается уравнением линейной регрессии 1:

$$y = 0,1271x - 0,1961; R^2 = 0,97 \quad (1)$$

где x – количество осадков (в течение первой декады июня), а y – балл пораженности.

Таким образом, при увеличении количества осадков на 10 мм в течение первой декады июня развитие болезни увеличивается на 1,3 балла (рисунок 1). Подобная зависимость наблюдается и в среднем по всей коллекции:

$$y = 0,0689x - 0,0832; R^2 = 0,93 \quad (2)$$

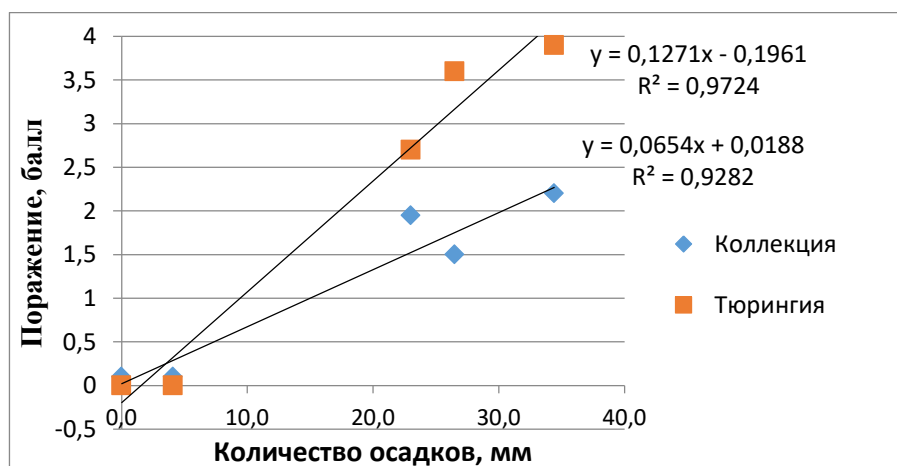


Рисунок 1. – Влияние осадков на развитие сетчатой пятнистости ячменя

В случае с температурой воздуха выявлена обратная зависимость: чем выше температура воздуха во вторую декаду июня, тем ниже поражение сетчатой пятнистостью в диапазоне от +13–23 °С – $r = - 0,62$ в целом по коллекции. Однако данные зависимости не так сильно выражены, что говорит о том, что ведущим фактором, определяющим развитие сетчатой пятнистости ячменя, является количество выпавших осадков в анализируемый период.

Устойчивость образцов коллекции ярового ячменя к сетчатой пятнистости (инфекционный фон)

Материалом для изучения устойчивости ячменя к возбудителю сетчатой пятнистости послужили 182 сорта ярового ячменя из коллекции ВИР, в том числе отечественные сорта, предоставленные Национальным банком семян генетических ресурсов хозяйственно-полезных растений.

В результате изучения коллекции ярового ячменя на устойчивость к сетчатой пятнистости в лабораторных и полевых условиях были выявлены сорта, которые сохраняли высокую устойчивость как на начальных фазах развития растений, так и на протяжении всей вегетации, т.е. оказались самыми высокоустойчивыми в динамике. К ним относятся сорта Linus, Беркут, Дзівосны, Мик 1, Нутанс 3291, Челябинский 95. Данные сорта можно рекомендовать для использования в селекционном процессе в качестве источников устойчивости к сетчатой пятнистости ячменя. Близкими по показателю устойчивости к патогену оказались сорта Atem, Atol, Acuario, Tabora, Талер, Виктор, Гастинец, Кузнецкий, Натали, которые до фазы молочной спелости сохраняли высокую устойчивость к сетчатой пятнистости, затем незначительно снизили ее и были отнесены к группе относительно устойчивых генотипов.

Полученные данные показывают, что первичный скрининг по устойчивости сортов ярового ячменя бензимидазольным методом может быть использован в селекционной работе, однако наиболее достоверным является оценка в полевых условиях. Поэтому лабораторный метод оценки должен применяться как предварительный, его можно проводить в зимний период. Это позволит выбраковать весь неустойчивый материал, сократив, таким образом, объем полевых исследований. Этот вывод подтверждают данные корреляционного анализа по взаимосвязи лабораторной и полевой оценки на устойчивость к патогену *P. teres*.

Установлено, что существует прямая связь между результатами оценки в лабораторных и полевых условиях, коэффициент корреляции (r) находился в пределах 0,59–0,88, что говорит о высокой достоверности связи. При этом наиболее тесная связь существует между оценками лабораторной и полевой в фазу кущения ($r = 0,72–0,88$).

Признак устойчивости сортов и образцов варьирует в зависимости от фазы развития растения и условий года проведения исследования. Коэффициент вариации по признаку устойчивости к сетчатой пятнистости в фазу кущения находился в пределах 0,25–0,28, что свидетельствует о потенциальной возможности целенаправленного отбора по устойчивости к сетчатой пятнистости именно на ранних этапах развития растений. Отбор в более поздние фазы развития затруднен в связи с проявлением других видов листовых пятнистостей инфекционной и физиологической этиологии.

Наследование признака устойчивости ячменя к сетчатой пятнистости и создание источников устойчивости с комплексом селекционно-ценных признаков

Для изучения закономерностей наследования признаков устойчивости к сетчатой пятнистости и продуктивности в условиях фитотронно-тепличного комплекса проведена гибридизация по полной диаллельной схеме четырех сортов ярового ячменя, различающихся по восприимчивости: Harrington (восприимчивый), Linus (относительно устойчивый), Нутанс 3291 (устойчивый), Дзівосны (устойчивый).

Результаты дисперсионного анализа данных по основным изучаемым признакам растения позволили сделать заключение о достоверности различий по изучаемым признакам среди гибридов F_1 . Этот факт дает основание надеяться, что родительские сорта несходны по комбинационной способности. Оценка эффектов общей (\hat{g}_i), констант специфической, вариантов общей (ОКС) и специфической (СКС) комбинационной способности представлена в таблице 3.

По результатам оценок средних значений пораженности гибридов F_1 и их родительских форм были рассчитаны коэффициенты фенотипической доминантности по методике Густафсона [Дзюба и др., 2012]. Установлено, что в первом поколении F_1 эффект доминирования зависел от компонентов скрещивания. В рецiproкных гибридных комбинациях *Нутанс3291*♀ × *Дзівосны*♂, *Дзівосны*♀ × *Нутанс3291*♂ гибриды проявляют эффект сверхдоминирования и обладают высокой устойчивостью к *P. teres*. Коэффициенты доминантности соответственно равны 5,0 и 3,0. В гибридной комбинации *Нутанс3291*♀ × *Linus*♂ к возбудителю сетчатой пятнистости листьев проявился доминантный эффект, коэффициент доминантности равен 1. В гибридных комбинациях *Linus*♀ × *Harrington*♂, *Нутанс3291*♀ × *Harrington*♂, *Дзівосны*♀ × *Harrington*♂, *Harrington*♀ × *Дзівосны*♂, *Дзівосны*♀ × *Linus*♂, *Linus*♀ × *Дзівосны*♂ проявилось неполное или частичное доминирование устойчивости (коэффициенты доминантности равны 0,07–0,86). В комбинациях *Harrington*♀ × *Linus*♂,

Таблица 3. – Оценка эффектов общей (\hat{g}_i), констант специфической, варианс общей (ОКС) и специфической (СКС) комбинационной способности сортов ячменя, участвующих в скрещиваниях

Исследуемый признак		Сорт			
		Harrington	Linus	Нутанс 3291	Дзівосны
Высота растения, см	\hat{g}_i	4,40**	-3,56**	2,30**	-3,14**
	var.ОКС	19,18**	12,55**	5,17**	9,70**
	var.СКС	9,33**	16,66**	9,33**	16,66**
Продуктивная кустистость, шт.	\hat{g}_i	0,16**	0,82**	-0,60**	-0,37**
	var.ОКС	0,02	0,67**	0,36**	0,14**
	var.СКС	0,10**	0,10**	0,10**	0,10**
Количество зерен в главном колосе, шт.	\hat{g}_i	-0,46**	0,25**	-0,46**	0,67**
	var.ОКС	0,21**	0,06	0,21**	0,45**
	var.СКС	1,21**	1,13**	1,21**	1,13**
Масса зерна с главного колоса, г	\hat{g}_i	-1,06	-1,01	1,04	1,03
	var.ОКС	-0,08	-0,19	-0,12	-0,15
	var.СКС	-1,55	-0,68	-1,55	-0,68
Масса зерна с растения, г	\hat{g}_i	0,05**	0,61**	-0,43**	-0,23**
	var.ОКС	0,00	0,37**	0,19**	0,05**
	var.СКС	0,01	0,05**	0,01	0,05**
Масса 1000 зерен, г	\hat{g}_i	0,02	0,25	-0,26	0,00
	var.ОКС	-0,06	0,00	0,01	-0,06
	var.СКС	0,06	0,06	0,06	0,06
Устойчивость к сетчатой пятнистости	\hat{g}_i	0,48**	0,24**	-0,33**	-0,39**
	var.ОКС	0,22**	0,06	0,10**	0,15**
	var.СКС	0,01	0,00	0,01	0,00

* – достоверно при $P=0,05$, ** – достоверно при $P=0,01$

Linus ♀ × *Нутанс3291* ♂, *Harrington* ♀ × *Нутанс3291* ♂ получено отрицательное значение показателей доминантности со значениями -1,0, -0,75 и -0,12.

Для установления количества генов, контролирующих устойчивость у изучаемых гибридных комбинаций к *P. teres*, был проведен гибридологический анализ растений F_2 (таблица 4). Для оценки фактического расщепления теоретически ожидаемому использовали критерий χ^2 .

Поскольку рассчитанное значение χ^2 по комбинациям опыта (*Harrington* × *Linus*; *Harrington* × *Нутанс3291*; *Linus* × *Harrington*; *Нутанс3291* × *Harrington*) не превышает $\chi^2_{0,05}=3,84$, можно говорить о том, что полученное расщепление подчиняется второму закону Менделя (расщепление 3:1), а наблюдаемые небольшие отклонения связаны со случайными причинами и не являются закономерностью. Следовательно, нулевая гипотеза в этом случае не отвергается. Значение χ^2 показывает на достоверность гипотезы о моногенном типе наследования.

В реципрокных гибридных комбинациях *Harrington* × *Дзівосны* и *Дзівосны* × *Harrington* значение χ^2 показывает на недостоверность гипотезы о моноген-

Таблица 4. – Расщепление по устойчивости растений ячменя к сетчатой пятнистости (*Pyrenophora teres*) в гибридных комбинациях F₂

Комбинация скрещивания	Соотношение фенотипов R:S		χ^2
	теоретически ожидаемое	фактическое	
Harrington × Linus	3:1 (376:126)	364:138	1,524
Harrington × Нутанс3291	3:1 (376:126)	382:120	0,382
Harrington × Дзівосны	3:1 (414:138)	393:159	4,261
Linus × Harrington	3:1 (369:123)	360:132	0,877
Нутанс3291 × Harrington	3:1 (384:128)	392:120	0,667
Дзівосны × Harrington	3:1 (408:136)	388:156	3,921

*Примечание: R – устойчивые, S – восприимчивые

$\chi^2_{0,05}=3,84$

ном типе наследования. Для этих гибридов была взята дигенная модель наследования устойчивости растений к сетчатой пятнистости листьев (таблица 5). Закономерность наследования устойчивости к *Pyrenophora teres* в гибридах близка. В гибридной комбинации *Harrington* × *Дзівосны* устойчивых растений было сформировано 283, что составляет 51,3 %, а в реципрокном скрещивании резистентных форм оказалось 276 или 50,7 %. Такого количества устойчивых растений вполне достаточно, чтобы формировать гомозиготные линии для исходного материала.

Таблица 5. – Расщепление растений ячменя по устойчивости к *Pyrenophora teres* в реципрокных скрещиваниях F₂ *Harrington* × *Дзівосны* и *Дзівосны* × *Harrington*

Частота встречаемости	Частота встречаемости растений в классе, шт.	Соотношение фенотипов R:S		χ^2
		теоретически ожидаемое	фактическое	
Гибридная комбинация F₂ <i>Harrington</i> × <i>Дзівосны</i>				
9	устойчивые	310	283	2,351
3	относительно устойчивые	104	110	0,346
3	восприимчивые	104	116	1,384
1	высоковосприимчивые	34	43	2,382
Всего растений		552	552	6,463
Гибридная комбинация F₂ <i>Дзівосны</i> × <i>Harrington</i>				
9	устойчивые	306	276	2,941
3	относительно устойчивые	102	112	0,980
3	восприимчивые	102	115	1,656
1	высоковосприимчивые	34	41	1,441
Всего растений		544	544	7,018

*Примечание: R – устойчивые, S – восприимчивые

$\chi^2_{0,05}=7,81$; $\chi_{\text{фак}} < \chi^2_{0,05}$

Гибридологический анализ растений гибридной комбинации *Harrington* × *Дзівосны* и *Дзівосны* × *Harrington* показал высокую вероятность гипотезы о дигенном наследовании устойчивости. Устойчивые растения мы рекомендуем отбирать для создания исходного материала при селекции резистентных сортов ярового ячменя к сетчатой пятнистости листьев.

В гибридных комбинациях *Linus* × *Нутанс3291*, *Linus* × *Дзівосны*, *Нутанс3291* × *Linus*, *Нутанс3291* × *Дзівосны* наблюдается доминантный эпистаз, расщепление по фенотипу 12:3:1 [(9+3):3:1]. В данном случае происходит подавление одним доминантным геном действия другого гена. В гибридной комбинации *Дзівосны* × *Linus* также наблюдается доминантный эпистаз 13:3 [(9+3+1):3], где (9+3+1) устойчивые растения и 3 восприимчивых растения. Таким образом, подавление гена восприимчивости доминантной же аллелью другого гена (ингибитора) обуславливает расщепление 13:3 (таблица 6).

Таблица 6. – Расщепление по устойчивости к *Pyrenophora teres* в F₂ от скрещивания устойчивого сорта на относительно устойчивый сорт

Гибрид	Всего изучено растений	Количество растений с повреждением, в баллах					Полученное соотношение (R:S)
		0	1	2	3	4	
<i>Linus</i> × <i>Нутанс3291</i>	308	45	75	98	60	30	12:3:1
<i>Linus</i> × <i>Дзівосны</i>	304	94	100	50	45	15	12:3:1
<i>Нутанс3291</i> × <i>Linus</i>	306	95	105	63	25	18	12:3:1
<i>Нутанс3291</i> × <i>Дзівосны</i>	299	75	91	105	15	13	12:3:1
<i>Дзівосны</i> × <i>Linus</i>	300	110	102	57	31	-	13:3
<i>Дзівосны</i> × <i>Нутанс3291</i>	305	135	85	70	15	-	15:1

*Примечание: R – устойчивые, S – восприимчивые

В гибридной комбинации *Дзівосны* × *Нутанс3291* наблюдается полимерия (расщепление 15:1), что свидетельствует о взаимодействии неаллельных множественных генов, одновременно влияющих на развитие устойчивости, а степень ее проявления зависит от количества генов.

Создание нового селекционного материала ярового ячменя, устойчивого к сетчатой пятнистости

Для проведения биометрического анализа, оценки устойчивости и продуктивности было отобрано 4926 растения из 12-ти гибридных комбинаций F₂, в пределах каждого гибрида от 299 до 552 растений. В период вегетации были отмечены растения, обладающие высокой устойчивостью к сетчатой пятнистости и непораженные мучнистой росой и другими пятнистостями, всего выделено 2438 растений (от 120 до 283 в разрезе гибридных комбинаций F₂). Средне-

устойчивые, восприимчивые и высоко восприимчивые растения выбракованы. После уборки была проведена браковка выделенных растений по следующим параметрам: выравненность растений, высота не более 90 см, количество продуктивных стеблей – не менее 3.

В результате проведенной работы были отобраны 68 растений, от 4-х до 7-ми из каждой комбинации F_2 , которые сочетали высокую устойчивость к сетчатой пятнистости и хозяйственно-полезные признаки. Эффективность отбора составила в среднем 2,9 % (1,8–5,0 % в зависимости от комбинации скрещивания) (таблица 7).

Таблица 7. – Эффективность отбора растений ячменя в гибридных комбинациях F_2 , сочетающих высокую устойчивость к сетчатой пятнистости и продуктивность

Гибриды F_2	Отобрано растений, шт.			Эффективность отбора, %
	всего	высокоустойчивых	высокоустойчивых и продуктивных	
Harrington × Linus	502	205	5	2,4
Harrington × Дзівосны	544	276	5	1,8
Harrington × Нутанс3291	502	198	6	3,0
Linus × Harrington	304	194	5	2,6
Linus×Дзівосны	492	174	5	2,9
Linus×Нутанс3291	306	200	4	2,0
Дзівосны × Harrington	552	283	6	2,1
Дзівосны×Linus	300	212	7	3,3
Дзівосны×Нутанс3291	308	120	6	5,0
Нутанс3291 × Harrington	299	166	5	3,0
Нутанс3291×Linus	305	220	7	3,2
Нутанс3291×Дзівосны	512	190	7	3,7
Итого	4926	2438	68	2,9*

*–среднее значение эффективности отбора, %

Максимальное количество отобранных высокорезистентных линий было получено в гибридах, созданных на основе двух высокоустойчивых компонентов – Дзівосны×Нутанс3291(5,0 %). Однако в дальнейшем при проведении отборов в F_3 данные линии имели низкую продуктивность и в большинстве своем были отбракованы. Наилучший результат по эффективности отбора наблюдался у гибридов, где в качестве материнской формы был взят сорт, высокоустойчивый к патогену, а отцовская форма имела среднюю устойчивость, либо же являлась восприимчивой.

Для отбора лучших линий по резистентности к сетчатой пятнистости и высокой продуктивности определен критерий отбора для всей выборки из 68 растений. Средняя масса зерна с колоса всех отобранных растений составила

1,05±0,14 г, сигма – 0,09, две сигмы – 0,18. Критерий отбора составляет 1,05±0,14=1,19 г. Все растения из отобранных гибридных комбинаций сравнивали со значением критерия отбора. Растения, которые по массе зерна с колоса превышали 1,19 г, отбирали как наиболее продуктивные. Анализ данных показывает, что по устойчивости к *P. teres* и по значениям признаков, характеризующих элементы продуктивности, отобранные линии из гибридных популяций превосходят контрольный сорт Гонар. В связи с этим их можно рекомендовать для использования в качестве исходного материала при селекции ярового ячменя на устойчивость к сетчатой пятнистости в условиях Беларуси.

Линии можно характеризовать как среднестебельные, их высота не превышала 89 см. В среднем высота выделенных линий составила 86,7 см. Максимальная высота растений отмечена у линии SY 18 – 89 см, полученной из комбинации скрещиваний *Linus* × *Harrington*. Самые низкорослые линии SY 12, SY 14 и SY 33 были выделены из комбинаций скрещивания *Harrington* × *Дзівосны* и *Дзівосны* × *Harrington*, их высота составила 76 см.

По показателю «число продуктивных стеблей на растении» выделены линии SY 10 из комбинации скрещивания *Harrington* × *Нуманс 3291* и SY 27 из комбинации скрещивания *Нуманс 3291* × *Harrington* с продуктивной кустистостью 5 штук на растении.

Из 21 высокоустойчивой линии, выделенной на инфекционном фоне, 13 статистически достоверно превысили контроль по биологической урожайности, в первую очередь, за счет массы 1000 зерен и массы зерна с растения (таблица 8). Можно сделать вывод, что более устойчивые линии (1 балл по шкале Афанасенко) формируют менее пораженную некрозами листовую поверхность большей площади по сравнению с контролем (Гонар – 3 балла), что, в свою очередь, приводит к увеличению крупности зерна и выхода зерна с единицы площади.

Полученные высокоустойчивые линии были высеяны в поле на инфекционном фоне. В фазу начала кущения проведено искусственное заражение с дальнейшей оценкой растений на устойчивость к сетчатой пятнистости и браковка растений в пределах каждой линии по устойчивости и другим хозяйственно-полезным признакам.

В результате проведенной работы была выделена 21 линия ярового ячменя, высокоустойчивая к *Pyrenophora teres*: SY3, SY5, SY6, SY7, SY10, SY12, SY14, SY15, SY16, SY18, SY20, SY24, SY27, SY33, SY34, SY37, SY42, SY47, SY50, SY55, SY63.

Данные линии (поколение F₃) переданы в Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно-полезных растений и рекомендуются для селекции в качестве исходного материала как источники устойчивости к сетчатой пятнистости ячменя.

Таблица 8. – Результаты биометрического анализа созданных линий ярового ячменя, устойчивых к *P. teres* и с высокой продуктивностью

Гибридная комбинация F ₃	Линия	Устойчивость к <i>P. teres</i> , балл	Высота растения, см	Продуктивная кустистость, шт.	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерен с колоса, г	Масса зерен с растения, г	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, г/м ²
Гонар (контроль)		3	89	3	24	1,21	3,63	50,4	363,0
Harrington × Linus	SY3	1	86	4	24	1,25	5,00	52,0	500,0*
	SY5	1	88	4	24	1,28	5,12	53,3	512,0*
Harrington × Дзівосны	SY33	1	76	4	21	1,20	4,81	57,1	481,0*
	SY34	1	77	3	22	1,26	3,79	57,2	379,0
Harrington × Нутанс3291	SY24	1	85	5	22	1,19	5,95	54,0	595,0*
	SY27	1	82	4	22	1,24	4,99	56,3	499,0*
Linus × Harrington	SY18	1	89	3	24	1,26	3,78	52,5	378,0
	SY20	1	88	4	23	1,21	4,84	52,6	484,0*
Linus × Нутанс3291	SY37	1	88	3	23	1,25	3,74	54,3	374,0
Linus × Дзівосны	SY42	1	85	3	22	1,23	3,68	55,9	368,0
Дзівосны × Harrington	SY12	1	76	4	22	1,24	4,96	56,3	496,0*
	SY14	1	76	4	22	1,19	4,76	54,1	476,0*
	SY15	1	80	3	22	1,21	3,63	55,0	363,0
	SY16	1	78	4	22	1,20	4,80	54,5	480,0*
Дзівосны × Linus	SY55	1	82	3	22	1,25	3,76	56,8	376,0
Дзівосны × Нутанс3291	SY63	1	80	4	22	1,22	4,88	55,4	488,0*
Нутанс3291 × Harrington	SY6	1	80	4	23	1,26	5,04	54,7	504,0*
	SY7	1	83	4	22	1,21	4,83	55,0	483,0*
	SY10	1	85	5	22	1,23	6,14	55,9	614,0*
Нутанс329 × Linus	SY47	1	80	3	24	1,33	3,99	55,4	399,0
Нутанс3291 × Дзівосны	SY50	1	88	3	24	1,34	4,03	55,8	403,0
Среднее			82,8	3,7	22,6	1,2	4,6	54,8	455,2
СКО			4,46	0,63	0,93	0,03	0,72	1,71	72,4
ГДИ			2,0	0,3	0,4	0,02	0,33	0,8	33,0

* – биологическая урожайность статистически достоверно превышает контроль при уровне значимости $P=0,05$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Результаты обследования посевов ячменя на территории республики показывают, что сетчатая пятнистость распространена повсеместно и проявляется ежегодно на яровом и озимом ячмене [2, 4, 9].

2. Подобраны наиболее подходящие условия для успешного культивирования гриба *Pyrenophora teres*. Установлено, что оптимальными средами являются среда ЧЛМ и V4. В течение первых 10 суток требуется круглосуточное

освещение и температура не ниже 25 °С. В дальнейшем культуру необходимо поместить в абсолютную темноту на 2 суток при температуре 15 °С или под эритемную лампу, либо же культуру с грибом непосредственно после посева оставить при обычных условиях (температура 23–25 °С и естественное освещение) на сутки. После этого перенести их под эритемную лампу ЛЭ-30 с 12 часовым режимом освещения. Выявлена высокая модификационная изменчивость культурально-морфологических признаков изолятов *Pyrenophora teres*. Выделено 6 морфотипов возбудителя на территории республики, различающихся при культивировании на питательной среде ЧЛМ (окрас и структура мицелия, размер конидий, скорость роста колоний). В посевах ячменя на территории республики выявлены 4 расы возбудителя сетчатой пятнистости, которые по реакции сортов-дифференциаторов обозначаются: 000, 100, 500, 501. Основное место в популяции гриба занимают расы 000 и 100. Не установлена связь расового состава с морфотипом культурального роста патогена [1, 7].

3. Установлено, что развитие сетчатой пятнистости в посевах ячменя находится в прямой зависимости от количества выпавших осадков и температуры воздуха. Коэффициент корреляции между количеством выпавших осадков и развитием болезни составил 0,96–0,99 (прямая связь), а между температурой воздуха и развитием болезни в пределах -0,48 – -0,62 (обратная связь) [2].

4. На инфекционном фоне в полевых условиях и в лаборатории бензимидазольным методом оценено по устойчивости к сетчатой пятнистости ячменя 182 коллекционных образца, в том числе 44 сорта белорусской селекции. Из них выделено 6 высокоустойчивых сортов (Linus, Нутанс 3291, Челябинский 95, Мик 1, Беркут, Дзівосны) и 26 относительно устойчивых сортов (Abava, Atem, Atol, Acuario, Beatrix, Deacon, Iwate Mensyry C, Kasota, Marte, Tabora, Азык, Баган, Березинский, Визит, Виктор, Гастинец, Добрый, Зазерский 85, Зубр, Идеал, Ладны, Прима Беларуси, Талер, Кузнецкий, Натали, Сож) [2, 5, 6, 8].

5. Установлена достоверная прямая корреляционная связь между лабораторной (бензимидазольный метод) и полевой (инфекционный фон) оценкой. Коэффициент корреляции находился в пределах (r) 0,59–0,88, что говорит о высокой достоверности связи. При этом тесная связь также существует между лабораторной и полевой оценками в фазу кущения ($r = 0,72–0,88$). Достоверные результаты получены по взаимосвязи лабораторной и полевой оценки в фазу молочной спелости $r = 0,59–0,72$, а также между учетами по фазам развития растений в полевых условиях $r = 0,78–0,86$. Это дает возможность провести первичный скрининг исходного материала ячменя в лабораторных условиях и ускорить отбор устойчивых селекционных образцов [2].

6. Признак устойчивости сортов к сетчатой пятнистости ячменя варьирует в зависимости от фазы развития растения и условий года проведения исследования. Коэффициент вариации по этому признаку в фазу кущения находился в

пределах 0,25–0,28, что свидетельствует о потенциальной возможности целенаправленного отбора по устойчивости к *P. teres* именно на ранних этапах развития растений. Отбор в более поздние фазы развития затруднен проявлением других видов листовых пятнистостей инфекционной и физиологической этиологии [2].

7. В качестве источников устойчивости к сетчатой пятнистости (*P. teres*) можно рекомендовать сорта ярового ячменя Linus, Нутанс 3291, Челябинский 95, Мик 1, Беркут, Дзівосны, сохраняющих признак устойчивости как на начальных этапах, так и на протяжении всего онтогенеза. Выделенные источники устойчивости Нутанс 3291 и Дзівосны передают признак устойчивости гибридам при использовании их в качестве материнской формы и могут быть использованы в качестве доноров устойчивости к сетчатой пятнистости [2].

8. Изучено наследование признака устойчивости к сетчатой пятнистости у 12 гибридных комбинаций ярового ячменя. На основе генетического анализа родительских форм и гибридов F_1 установлено, что при наследовании устойчивости к сетчатой пятнистости листьев ярового ячменя в изученных комбинациях проявляются сверхдоминирование, неполное доминирование либо же частичное доминирование признака. Коэффициенты доминантности растений F_1 варьировали от 0,07 до 5,0. Выявлены существенные различия эффектов ОКС по каждому изучаемому признаку (высота растения, продуктивная кустистость, количество зерен в главном колосе, масса зерна с главного колоса, масса зерна с растения, M_{1000} зерен, устойчивость к *P. teres*). Гибридологический анализ растений в F_2 выявил моногенное, а также в некоторых гибридных комбинациях дигенное и полимерное наследование признака устойчивости к сетчатой пятнистости [3].

9. Создан новый исходный материал ярового ячменя в количестве 21 линии, сочетающей высокую устойчивость к сетчатой пятнистости (*Pyrenophora teres*) и продуктивность. Средняя эффективность отбора из выборки 2438 растений составила 2,9 % [3].

Рекомендации по практическому использованию результатов исследований

1. Для создания искусственных инфекционных фонов необходимо использовать наиболее распространенные расы 000, 100, 500 и 501 из коллекции чистых культур возбудителя сетчатой пятнистости.

2. С целью получения максимального количества высококачественного инокулюма чистые культуры возбудителя сетчатой пятнистости ячменя необходимо культивировать в следующих условиях: оптимальные среды – ЧЛМ и V4; световой и температурный режим – в течение первых 10 суток круглосу-

точное освещение и температура не ниже 25 °С, после чего абсолютная темнота на 2 суток при температуре 15 °С или эритемная лампа ЛЭ-30 с ближним УФ спектром, либо же культуру с грибом непосредственно после посева оставить при обычных условиях (температура 23–25 °С и естественное освещение) на сутки. После этого перенести их под эритемную лампу с 12 часовым режимом освещения.

3. В селекционной работе использовать в качестве исходного материала коллекционные сорта ячменя – источники устойчивости к сетчатой пятнистости: Linus, Беркут, Нутанс 3291, Челябинский 95, Мик 1, Дзівосны, доноры устойчивости – Нутанс 3291, Дзівосны.

4. Включить в селекционный процесс созданные новые образцы, обладающие комплексом хозяйственно-полезных признаков, высокоустойчивые к сетчатой пятнистости: SY3, SY5, SY6, SY7, SY10, SY12, SY14, SY15, SY16, SY18, SY20, SY24, SY27, SY33, SY34, SY37, SY42, SY47, SY50, SY55, SY63.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи, опубликованные в научных изданиях, включенных в Перечень ВАК Республики Беларусь

1. **Суцевич, Ю. А.** Изучение биологического разнообразия и особенностей культивирования возбудителя сетчатой пятнистости ячменя *Pyrenophora teres f. teres* Dreshler в Республике Беларусь / Ю. А. Суцевич, Ю. К. Шашко // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 2. – С. 28–30.

2. **Суцевич, Ю. А.** Соответствие лабораторного и полевого метода оценки коллекции ярового ячменя на устойчивость к сетчатой пятнистости / Ю. А. Суцевич, Ю. К. Шашко // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 2. – С. 40–43.

3. **Суцевич, Ю. А.** Изучение наследования признака устойчивости ячменя к сетчатой пятнистости и создание источников устойчивости с комплексом селекционно-ценных признаков / Ю. А. Суцевич. – Вестник БГСХА. – 2021. – №1. – С. 77–81.

Материалы научно-практических конференций

4. Шашко, Ю. К. К вопросу диагностики сетчатой пятнистости ячменя / Ю. К. Шашко, М. Н. Шашко, **Ю. А. Суцевич** // Земледелие, растениеводство, селекция: настоящее и будущее : матер. Межд. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», 15–16 нояб. 2012 г. / НАН Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Бе-

ларуси по земледелию ; редкол.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Жодино, 2012. – С. 231–234.

5. **Сущевич, Ю. А.** Изучение коллекции ярового ячменя на устойчивость к сетчатой пятнистости (*Drechslera teres*) / Ю. А. Сущевич, Ю. К. Шашко // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: школа молодых ученых по эколого-генетическим основам северного растениеводства в рамках Межд. науч.-практ. конф., Киров, 2–3 апреля 2015 г. / Зонал. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва Северо-Востока. – Киров, 2015. – С. 234–238.

6. **Сущевич, Ю. А.** Оценка сортов ярового ячменя на устойчивость к сетчатой пятнистости *Drechslera teres* / Ю. А. Сущевич, Ю. К. Шашко // Наукові читання до 100-річчя від дня народження професора Івана Вікторовича Яшовського : матер. Міжнар. наук. конф., Чабани, 14–15 серп. 2019 р. / Ін-т землеробства Нац. акад. аграр. наук України ; ред. рада: В. Ф. Камінський [та ін.]. – Вінниця, 2019. – С. 76–79.

7. Результаты изучения видового и расового состава доминирующего комплекса фитопатогенов в Республике Беларусь / М. В. Подорский, О. В. Мядель, **Ю. А. Сущевич**, Ю. А. Дашкевич, П. О. Кошевой // Молодежь в науке – 2019: аграрные, биологические, гуманитарные, медицинские, физико-математические, физико-технические науки, химия и науки о Земле : XVI Междунар. конф. молодых ученых, Минск, 14–17 окт. 2019 г. / НАН Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – С. 74–75.

Прочие издания

8. Каталог источников селекционно ценных признаков сельскохозяйственных культур / И. С. Матыс, С. И. Гриб, И. Привалов, В. Н. Буштевич, Т. В. Бирюкович, Е. И. Позняк, С. П. Халецкий, И. В. Сацук, В. М. Кравченко, И. М. Маркевич, **Ю. А. Сущевич**, А. А. Козловский, П. А. Пашкевич // НАН Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск : Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, 2014. – Вып. 1: Пшеница, рожь, тритикале, ячмень, овес, люпин, вика, горох. – 72 с.

9. Унифицированный классификатор ячменя *Hordeum L. spp.* / Ф. И. Привалов, И. С. Матыс, А. А. Зубкович, Е. И. Позняк, Ю. К. Шашко, **Ю. А. Сущевич**, М. А. Кадыров. – Минск : [б. и.], 2012. – 46 с.

РЕЗЮМЕ

Сущевич Юлия Александровна

УСТОЙЧИВОСТЬ ОБРАЗЦОВ КОЛЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ К СЕТЧАТОЙ ПЯТНИСТОСТИ (*Pyrenophora teres* Drechsler) И СОЗДАНИЕ НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

Ключевые слова: яровой ячмень, сетчатая пятнистость, сорт, инфекционный фон, устойчивость, источник устойчивости, родительская форма, комбинация скрещивания.

Методы исследований: проведение полевых и лабораторных опытов с сопутствующими учетами и наблюдениями по методикам, принятым в научно-исследовательских учреждениях. Полученные экспериментальные данные подвергались статистической обработке.

Цель работы: выделить из коллекции ярового ячменя источники устойчивости к сетчатой пятнистости и создать новый исходный материал для селекции.

Полученные результаты и их новизна: впервые в Беларуси определен расовый состав возбудителя сетчатой пятнистости ячменя *Pyrenophora teres*, создана коллекция чистых культур из 62 штаммов патогена. Подобраны условия культивирования возбудителя (температурный и световой режимы, питательные среды). Дана морфолого-культуральная характеристика изолятов гриба. Определен принцип наследования признака «устойчивость к *Pyrenophora teres*». Выделены источники и доноры устойчивости ярового ячменя. Созданы новые образцы, высокоустойчивые к сетчатой пятнистости, обладающие комплексом хозяйственно-полезных признаков, и переданы в количестве 21 штуки в Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно-полезных растений для использования в селекционной работе.

Рекомендации по использованию: для создания искусственных инфекционных фонов необходимо использовать наиболее распространенные расы 000, 100, 500 и 501. В селекционной работе использовать в качестве исходного материала коллекционные сорта ячменя – источники устойчивости к сетчатой пятнистости: Linus, Беркут, Нутанс 3291, Челябинский 95, Мик 1, Дзівосны, доноры устойчивости – Нутанс 3291, Дзівосны. Включить в селекционный процесс созданные новые образцы, обладающие комплексом хозяйственно-полезных признаков, высокоустойчивые к сетчатой пятнистости: SY3, SY5, SY6, SY7, SY10, SY12, SY14, SY15, SY16, SY18, SY20, SY24, SY27, SY33, SY34, SY37, SY42, SY47, SY50, SY55, SY63.

Область применения: селекция ячменя, научные и учебные учреждения.

РЭЗІЮМЭ

Сушчэвіч Юлія Аляксандраўна

УСТОЙЛІВАСЦЬ УЗОРАЎ КАЛЕКЦЫІ ЯРАВОГА ЯЧМЕНЮ ДА СЕТКАВАТАЙ ПЛЯМІСТАСЦІ (*Pyrenophora teres* Drechsler) І СТВАРЭННЕ НОВАГА ЗЫХОДНАГА МАТЭРЫЯЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦЫІ

Ключавыя словы: яравы ячмень, сеткаватая плямістасць, гатунак, інфекцыйны фон, ўстойлівасць, крыніца ўстойлівасці, бацькоўская форма, камбінацыя скрыжавання.

Метады даследаванняў: правядзенне палявых і лабараторных досведаў з пажаданымі ўлікамі і назіраннямі па метадыках, прынятым у навуковадаследчых установах. Атрыманыя эксперыментальныя звесткі падвяргаліся статыстычнай апрацоўцы.

Мэта працы: Вылучыць з калекцыі яравога ячменю крыніцы ўстойлівасці да сеткаватай плямістасці і стварыць новы зыходны матэрыял для селекцыі.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: упершыню ў Беларусі вызначаны расавы склад узбуджальніка сеткаватай плямістасці ячменю *Pyrenophora teres*, створана калекцыя чыстых культур з 62 штамаў патагена. Падабраныя ўмовы культывавання ўзбуджальніка (тэмпературны і светлавы рэжымы, пажыўнае асяроддзе). Дана марфалагічна-культуральная характарыстыка ізалятаў грыба. Вывучаны прыцып наследавання ў прыкметы «ўстойлівасць да *Pyrenophora teres*». Вылучаныя крыніцы і донары ўстойлівасці яравога ячменю, створаны новыя абразцы, якія высока ўстойлівыя да сеткаватай плямістасці, валодаюць комплексам гаспадарча-карысных прыкмет, і перададзены ў колькасці 21 шт. у Нацыянальны банк насення генетычных рэсурсаў гаспадарча-карысных раслін для выкарыстання ў селекцыйнай працы.

Рэкамендацыі па выкарыстанню: для стварэння штучных інфекцыйных фонаў неабходна выкарыстоўваць найбольш распаўсюджаныя расы 000, 100, 500 і 501. У селекцыйнай працы выкарыстоўваць у якасці зыходнага матэрыялу калекцыйныя гатункі ячменю – крыніцы ўстойлівасці да сеткаватай плямістасці: Linus, Беркут, Нутанс 3291, Чэлябінскі 95, Мік 1, Дзівосны, донары ўстойлівасці – Нутанс 3291, Дзівосны. Уключыць у селекцыйны працэс новыя створаныя ўзоры, якія валодаюць комплексам гаспадарча-карысных прыкмет, якія з’яўляюцца высокаўстойлівымі да сеткаватай плямістасці: SY3, SY5, SY6, SY7, SY10, SY12, SY14, SY15, SY16, SY18, SY20, SY24, SY27, SY33, SY34, SY37, SY42, SY47, SY50, SY55, SY63.

Вобласць ужывання: селекцыя ячменю, навуковыя і навучальныя ўстановы.

RESUME**Sushchevich Yuliya Alexandrovna****RESISTANCE OF SPRING BARLEY COLLECTION SAMPLES TO NET BLOTCH (*Pyrenophora teres* Drechsler) AND CREATION OF NEW INITIAL MATERIAL FOR BREEDING**

Key words: spring barley, net blotch, variety, infection background, resistance, source of resistance, seed parent, combination of crossing.

Methods of research: conducting field and laboratory experiments with keeping relevant records and making observations in compliance with the methodologies adopted in research organizations. The obtained experimental data were statistically analyzed.

Goal of research: to identify sources of resistance to net blotch from the spring barley collection and create new initial material for breeding.

Findings and newness: racial composition of barley net blotch pathogen *Pyrenophora teres* was identified for the first time in Belarus, the collection of pure cultures containing 62 pathogen strains was formed. The conditions for pathogen cultivation were identified (temperature and light, nutritional media). Morphological and cultural characterization of fungus isolates was given. The principal of inheritance of the trait “*Pyrenophora teres* resistance” was determined. The sources and donors of barley resistance were identified, new samples, which were highly resistant to net blotch, were created. Twenty one samples were sent to the National Bank of Seeds of Genetic Resources of Economically Important Plants to be used in breeding.

Recommendations for application: for creation of artificial infection backgrounds it's necessary to use the most wide spread races 000, 100, 500 and 501. In breeding to use collection varieties of barley-sources of resistance to net blotch as the initial material: Linus, Berkut, Nutas 3291, Chelyabinsky 95, Mic 1, Dzivosny, donors of resistance: Nutas 3291, Dzivosny. To include in breeding new net blotch resistant samples with a set of economically important traits: SY3, SY5, SY6, SY7, SY10, SY12, SY14, SY15, SY16, SY18, SY20, SY24, SY27, SY33, SY34, SY37, SY42, SY47, SY50, SY55, SY63.

Sphere of application: barley breeding, research and educational organizations.