

УДК 575.24.1: 633.11.16

А.М. КОХМЕТОВА¹ М.К. КОЙЩИБАЕВ², Г.А. ИСМАГУЛОВА³,
М.А. ЕСИМБЕКОВА⁴, Ж.Р.БАЙЖАНОВ¹, Н.А. АЙТХОЖИНА³

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ГЕРМОПЛАЗМЫ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ЖЕЛТОЙ ПЯТНИСТОСТИ ЛИСТЬЕВ *DRECHSLERA TRITICI-REPENTIS*

(¹ Институт биологии и биотехнологии растений, ² Казахский НИИ защиты растений,

³ Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина,

⁴ Научно-производственный центр земледелия и растениеводства)

Проведен скрининг гермоплазмы озимой мягкой пшеницы из международных и казахстанских питомников. Сорты и образцы дифференцированы по уровню устойчивости и восприимчивости к желтой пятнистости листьев *Drechslera tritici-repentis*. Изучение образцов пшеницы из питомника TSLR показал отсутствие среди них генотипов абсолютно устойчивых к желтой пятнистости. Из питомника EYT и СП-2 выделено 28 и 13 образцов, соответственно, сочетающих устойчивость к болезни с высокой продуктивностью. Получены высокомолекулярные препараты ДНК 4 изолятов *Drechslera tritici-repentis*.

Желтая пятнистость листьев (Tan spot) пшеницы, возбудителем которой является *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler (анаморфа *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem. (Ptr) является одной из наиболее вредоносных заболеваний мягкой (*Triticum aestivum* L.) и твердой (*T. turgidum* L. var. *durum*) пшеницы во многих сельскохозяйственных регионах мира [1]. За последние 20 лет в Австралии желтая пятнистость стала наиболее распространенной болезнью и совместно с септориозом обуславливает потери урожая от 5 до 20 %. В Венгрии желтая пятнистость *Drechslera tritici-repentis* впервые обнаружена в 1988 г. на более чем 70 % обследованной площади озимой пшеницы и риса [2]. В Российской Федерации в результате изучения 1780 образцов рода *Triticum*, 487 *Aegilops* и 419 образцов рода *Triticale* показано, что потери урожая от этой болезни могут достигать 15-25% [3]. В Центральной Азии желтая пятнистость впервые была обнаружена в середине 80-х годов на юге Таджикистана и в последние пятнадцать лет наблюдается ее заметное распространение в других республиках Центральной Азии. Причинами развития болезни в регионе являются минимальная обработка почвы с сохранением стерни, монокультура пшеницы и возделывание неустойчивых к патогену сортов [4].

Внешне симптомы болезни очень сходны с признаками септориальных пятнистостей, вызываемых грибами *Septoria nodorum* и *Septoria*

tritici. На пораженных листьях появляются округлые, эллипсоидальные, светло-коричневые пятна, с бурой или хлоротической зоной вокруг. Пятна часто сливаются, образуя широкие полосы, что приводит к постепенному засыханию листа. Во влажной камере или на питательной среде на пораженных органах появляются колонии гриба белого, кремового или темно-серого цвета. Конидиеносцы выходят из устьиц листьев группами или одиночно, длина их от 10-20 до 400 мкм, чаще с 2-3 или 8-10 перегородками. Гриб имеет сумчатую стадию *Pyrenophora tritici-repentis* Drechs., которая формируется на пожнивных остатках [5].

При селекции на устойчивость к желтой пятнистости необходимо учитывать внутривидовую вариабельность патогена. Lamari et al., 1995, предложил систему классификации рас патогена, основанной на некротических и/или хлоротических симптомах, проявляющихся на генотипах – дифференциаторах пшеницы [6]. Авторами был идентифицирован токсин IWF. Было установлено, что раса 1 вызывает как хлороз, так и некроз, раса 2 характеризуется проявлением только некроза, расы 3 и 5 продуцируют только хлороз (но на различных дифференциаторах) и раса 4 является авирулентной. Описаны дополнительные расы с различными комбинациями вирулентности в расах 1-5 [7]. Расы 1 и 2 производят специфичный по отношению к хозяину токсин Ptr ToxA [8-10], раса 3 - Ptr ToxC [11], и раса 5 - Ptr ToxB

[12]. Сообщения о наследовании устойчивости к tan spot свидетельствуют как о количественном [13, 9, 14, 15, 16], так и качественном типе изменчивости [17-21]. Михайловой и др., 2005, установлено, что у 3 испытанных сортов озимой пшеницы контроль признака детерминируется одним доминантным геном, а у 4 сортов яровой пшеницы – 2 генами [3]. Чувствительность к токсину Ptr ToxA, производимого изолятами расы 2 (пес+chl-) контролируется одним доминантным геном Tsn1 [9], расположенном на длинном плече хромосомы 5B [22, 23]. Предполагается, что чувствительность к токсину Ptr ToxA и восприимчивость к некрозу гриба, контролируется одним и тем же геном [9]. Однако, другие данные указывают на влияние токсина Ptr ToxA на возникновение болезни зависит от генетического фона хозяина [20]. При изучении популяции International Triticeae Mapping Initiative (ITMI) установлено, что устойчивость к хлорозу, индуцированному расами 1 и 3, контролируется главным QTL (QTsc.ndsu-1A), расположенном на коротком плече хромосомы 1A [24, 25]. Effertz et al., 2001, при анализе другой модельной популяции подтвердили взаимосвязь между геном, расположенном в локусе QTsc.ndsu-1A и устойчивостью к расе 3 [26]. Показано, что ген (Tsc1), ответственный за чувствительность к токсину Ptr ToxC, расположен на локусе QTsc.ndsu-1A [11]. Friesen и Faris, 2004, исследовали устойчивость к расе 5 в модельной популяции ITMI и картировали чувствительный к токсину Ptr ToxB ген Tsc2, расположенный на коротком плече хромосомы 2B [27]. Ими установлено, что аллель tsc2 ответственен за эффекты главного QTL, связанного с устойчивостью к расе 5 tan spot. Таким образом, все сообщения о генах устойчивости и QTLs свидетельствуют о том, что они являются расо-специфическими и вовлечены в уменьшение чувствительности к токсинам.

Использование генетически устойчивых сортов является наиболее эффективным, экономически и экологически надежным методом контроля болезней. По данным Loughman et al., 1997, источниками устойчивости являются сорта Chinese Spring, CNT 2, Fink 5, Genaro 81, Morin 26, Ponta grossal, Red Chief, Vicam 71 [28]. M. van Ginkel и S. Rajaram, 1997, указывают, что наиболее важными показателями при отборе на устойчивость к желтой пятнистости являются масса

зерна и толерантность к токсинам, в т. ч. обуславливающих хлороз листьев [29]. В последние годы происходит заметное расширение ареала и усиление вредоносности желтой пятнистости листьев в южном и юго-восточном регионах Казахстана и Кыргызской Республике. В Жамбылской области в 1996 г. в фазу колошения листья среднего яруса были поражены до 50-75%, флаг лист – на 10-25 %. Потери урожая достигли 20-25 % и более [30]. Определен ареал желтой пятнистости листьев озимой и яровой пшеницы в южном и юго-восточном, северном регионах Казахстана и Западной Сибири, Кыргызской Республике и идентифицирован видовой состав возбудителя [1]. Г. Мараит с соавторами (Maraite H. et al., 2005) анализировали образцы пшеницы с пятнистостями собранных из 110 точек республик Центральной Азии и России [31]. Они указывают, что гриб *Drechslera tritici-repentis* из пораженных органов пшеницы выделялся в 76 % случаев. Однако в регионе Западной Сибири этот показатель упал до 30%. *Septoria tritici* был причиной грибных пятнистостей в 23 % случаев.

Целенаправленные исследования по генетике и селекции устойчивости к желтой пятнистости в Казахстане до настоящего времени не предпринимались. Для реализации этих задач необходима интеграция усилий фитопатологов, генетиков, селекционеров и молекулярных биологов для надежной идентификации доноров и источников генов устойчивости к желтой пятнистости и вовлечения их селекционный процесс.

Целью данного исследования является скрининг исходного материала озимой пшеницы на устойчивость к желтой пятнистости листьев *Drechslera tritici-repentis* и отбор исходного материала, представляющего интерес для генетического улучшения пшеницы.

Материал и методы исследований. В течение 2005-2006 г.г. полевого сезона проведен скрининг более 250 образцов пшеницы на устойчивость к *Drechslera tritici-repentis*. Полевой опыт для оценки образцов из питомника TSLR, сортов дифференциаторов закладывали на полях отдела генофонда полевых культур РГП «НПЦ земледелия и растениеводства» и экспериментальной базе ДГП «НИИ Защиты растений» (Алматинская обл.). Мониторинг посевов озимой пшеницы проводили в период колошения

– молочно-восковой спелости по общепринятым методам. По признаку устойчивости сорта и линии подразделены на 4 группы: устойчивые (0, 1 балл, 0-5%), слабопоражаемые (2-4 балла и 5-10%), средневосприимчивые (5-7 баллов, 20-40%) и сильно восприимчивые (7-9 баллов, 50-100%).

Выделение изолятов гриба *Drechslera tritici-repentis* проводили на агаризованной овощной среде, состоящей из следующих компонентов: сок столовой свеклы, моркови, сельдерея и томатов, в соотношении 4:3:2:1. Чашки Петри с грибом помещали под ультрафиолетовые лампы 15-17° С, на 15-20 суток. Для обильного спороношения материал помещали в холодильник на 1 сутки (+7-10° С). Для подавления роста бактерий добавляли стрептомицин в концентрации 100 мг/л. ДНК из мицелия грибов выделяли методом фенольной депротеинизации с добавлением протеиназы К. Чистоту полученных препаратов определяли электрофорезом в 1,5%-ном агарозном геле. Полиморфизм ДНК гриба *Drechslera tritici-repentis* был изучен с помощью RAPD-праймеров. Праймеры были синтезированы в лаборатории генома на приборе ASM-800 (Biosset, Россия).

Результаты и их обсуждение. Выделение географических изолятов возбудителя желтой пятнистости из гербарных образцов листьев, из стерневых остатков озимой и яровой пшеницы, собранных в 2004-и 2005 гг. из южного, юго-восточного и северного регионов Казахстана, а также Кыргызской Республики и Узбекистана. Для идентификации грибов проводили анализ морфологических свойств и культуральных признаков изолятов. Одним из особенностей возбудителя желтой пятнистости листьев является формирование на питательной среде псевдотеций, заметных невооруженным глазом (рис. 1). В первые

7-10 суток происходил мицелиальный рост гриба, затем в середине и по краям колонии начиналось формирование псевдотеции. В то же время конидиальное спороношение гриба наблюдали редко, даже при экспонировании культуры в течение 1-2 суток в холодильнике при температуре +5-7 °С.

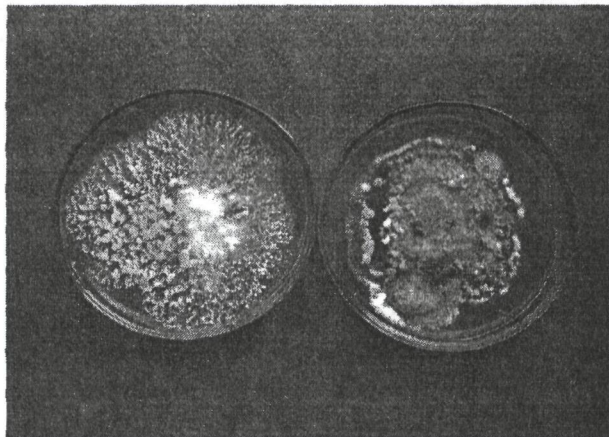


Рис. 1. Колонии гриба *Drechslera tritici-repentis*

Мониторинг динамики развития желтой пятнистости листьев на озимой пшенице показал, что начальные признаки болезни проявлялись в период колошения растений, в фазу молочной спелости зерна пораженность сортов Стекловидной 24, Алмалы и Безостой 1 не превышала 10-25%. Отдельные сорта поражались комплексом пятнистостей, с доминированием септориоза, до 50-75%. Скрининг образцов пшеницы питомника TSRM к желтой пятнистости листьев, показали, что практически все сорта и линии поражаются болезнью. К устойчивому классу отнесено 29 образцов, слабо поражаемыми генотипами проявили себя 57, а сильно восприимчивыми – 10 генотипов (табл. 1).

Таблица 1. Скрининг образцов из питомника TSRM на устойчивость к желтой пятнистости листьев

Степень восприимчивости	Индекс болезни		Питомник TSLR		Коммерческие сорта пшеницы	
			количество	%	количество	%
	балл	%				
Устойчивые	0-1	1-5	29	22,4	0	0
Слабо поражаемые	2-4	10-20	57	42,2	14	14,6
Средне поражаемые	5-7	25-50	39	28,9	50	52,1
Сильно поражаемые	8-9	60-100	10	7,5	32	33,3
Всего	-	-	135	100,0	96	100,0

В четырех международных питомниках выявлены образцы, характеризующиеся высокой устойчивостью к болезни и продуктивностью. В питомнике ЕУТ было изучено 78 образцов. В таблице 2 представлены данные анализа элемен-

тов продуктивности и устойчивости к болезням 29 образцов пшеницы, которые показали статистически значимое превышение продуктивности над стандартными сортами.

Таблица 2. Характеристика образцов пшеницы международного питомника ЕУТ, НПСЗР, 2006 г.

№ п/п	Название образца	Элементы продуктивности			% превышения над St			Устойчи- вость к Tan spot, %
		Высота раст., см	К-во дней до колошения	Урожай- ность, ц/га	Алмалы	Жетysу	Прогресс	
1	494J6.1111/MNCH	72,2	146	66,1	22,8	29,9	32,9	5-10
2	MK 4364	83,1	148	65,5	21,8	28,8	31,8	25-50
3	MK 4365	78,4	147	64,4	19,6	26,5	29,4	25-50
4	G-15014-2	80,2	148	64,2	19,2	26,1	29,0	10-25
5	BEAVBORG	62,1	147	62,6	16,4	23,0	25,9	5-10
6	AGRI/NAC// ATTLA	80,4	149	62,1	15,3	22,0	24,8	10
7	KATIA 1	72,6	146	59,8	11,0	17,4	20,1	5-10
8	G-15033-6	75,2	149	59,7	10,9	17,3	20,1	10-25
9	EKHO	76,1	150	59,6	10,7	17,1	19,8	4-50
10	SG-RU 8069	84,3	151	59,5	10,5	16,8	19,5	10
11	TURDA 18.94	67,4	140	58,9	9,5	15,8	18,5	10-25
12	G-15123-7	88,2	150	58,3	8,3	14,6	17,3	10-25
13	OPACLE	70,1	150	57,4	6,6	12,7	15,4	10-25
14	KE90-282/MILAN	72,2	149	57,3	6,4	12,5	15,1	10-25
15	BOKA	70,1	149	57,1	6,2	12,3	14,9	10-25
16	BORENA	84,3	152	56,8	5,5	11,6	14,2	5-10
17	AK-DAN	84,6	149	56,3	4,7	10,7	13,3	5-10
18	IM-78	70,1	150	55,8	3,6	9,6	12,1	10-25
19	J154 18/MARAS	73,3	146	55,7	3,6	9,5	12,1	10-30
20	MAMBO	65,6	146	55,1	2,4	8,3	10,8	10-25
21	G-16446/1	73,1	149	55,1	2,3	8,2	10,7	10-25
22	G-15123-5	85,3	150	54,6	1,5	7,3	9,9	10-25
23	NIKONIA	67,8	147	54,6	1,4	7,3	9,8	10-25
24	C 1252	70,2	146	54,3	0,9	6,7	9,2	10-25
25	MV DALMA	70,5	149	54,3	0,9	6,7	9,2	10-25
26	MK 4321	83,4	145	54,3	0,9	6,7	9,2	25-50
27	DOSVID	65,3	147	54,3	0,8	6,6	9,1	10-25
28	215	78,9	145	53,9	0,2	5,9	8,4	10-25
29	St. Almaly	83,3	149	53,8	0,0	5,7	8,2	25-50

НСР по урожайности = 4,343

Анализ данных таблицы 2 свидетельствуют о том, что по признаку высота растений изучаемые генотипы характеризуются, в основном, как среднерослые формы (75-85 см). К полукарликовым формам следует отнести образцы BEAVBORG, TURDA и др. (62-73 см). Длина вегетационного периода варьирует в пределах 145-150 дней. Превышение урожайности по сравнению со стандартными сортами было достаточно высоким и составило у некоторых образцов свыше 20%. Приемлемый уровень устойчивости к желтой пятнистости отмечен у 28 образцов. Высокая устойчивость к желтой пятнистос-

ти (до 10%) отмечена у образцов 494J6.1111/MNCH, BEAVBORG, AGRI/NAC//ATTLA, KATIA 1, SG-RU 8069, Borena и Ak-Dan.

В селекционном питомнике СП-2 было изучено 130 образцов. Большинство образцов характеризовались устойчивостью 0-10%, что, по-видимому, объясняется вовлечением в гибридизацию гермоплазмы из зарубежных генбанков, а также диких сородичей пшеницы (табл.3). Однако сочетания устойчивости к болезни и высокой продуктивности удалось достичь лишь в 13 комбинациях скрещивания. Превышение продуктивности над лучшим стандартом (Алмалы) со-

Таблица 3. Изучение образцов пшеницы питомника СП-2, 2006 г.

№ п/п	Название образца	Элементы продуктивности			% превышения над St			Устойчивость к Tan spot, %
		Высота раст., см	К-во дней до колошения	Урожайность, ц/га	Алмалы	Жетысу	Прогресс	
1	F6 25 K/K x Bez. 1	93	145	70,4	38,6	50,7	51,9	5
2	F6 Progr.x Ae.taushii	76	147	63,5	25	35,9	37	5
3	F9 Nior/Stekl.	75	145	62,9	23,9	34,7	35,8	10
4	Lawson x 2/Currawong	90	145	62,1	22,3	33,0	34,0	5
5	F6 KSI21 x Artur	105	155	61,2	20,5	31,1	32,1	10
6	F6 KSI 21 x T. monococcum	100	146	60,4	19,0	29,4	30,4	5
7	F6Zhetisu x Olesen	100	154	60,3	18,7	29,1	30,2	0
8	F4Sharora x Almaly	95	147	56,3	10,8	20,5	21,4	5
9	F5Tilek x Anza	95	146	56,0	10,3	20,0	20,9	10
10	F5Zhetisu x Yr15	88	147	54,4	7,1	16,5	17,4	10
11	F4 KLDN-9 x Faw.3745	95	147	54,4	7,1	16,5	17,4	5
12	More/Currawong x Lawson	108	149	53,1	4,5	13,7	14,6	0
13	F5 SW/SKE x Stekl.24	100	146	52,7	3,8	12,9	13,8	5
14	St. Almaly	84	149	50,8	0	8,8	9,6	15-75

НСП по урожайности = 2,954

ставило от 4 до 39%. Лучшей в этом отношении проявила себя линия F₆ 25 K/K x Безостая 1, характеризовавшаяся самой высокой урожайностью (70 ц/га) и устойчивостью к желтой пятнистости (5%). Абсолютная иммунность отмечена у линии F₆ Zhetisu x Olesen и австралийской линии More/Currawong x Lawson. Указанные образцы представляют особый интерес в качестве доноров устойчивости к Tan spot.

В полевых экспериментах сорта Уманка и Улугбек 600 проявили себя наиболее устойчивыми. Для изучения характера наследования признака устойчивости к желтой пятнистости сортов Уманка и Улугбек 600 скрещивали с восприимчивыми сортами. Анализировали расщепление в растениях F₂, представляющих потомство одного материнского колоса. В таблице 4 представлены результаты анализа расщепления в F₂.

Таблица 4. Генетический анализ устойчивости к желтой пятнистости листьев *Drechslera tritici-repentis* у гибридов сортов озимой мягкой пшеницы

Комбинация скрещивания	% поражения родительских сортов и гибридов	Соотношение R:S		χ^2
		фактическое	теоретически ожидаемое	
♀ Улугбек 600	10-15	-	-	-
F ₂ Улугбек 600 x Красноводопадская 25	10-75	84:16	13:3	0,3
♂ Красноводопадская 25	50-75	-	-	-
♀ Уманка	10-15	-	-	-
F ₂ Уманка x Алмалы	10-85	98:33	3:1	0,02
♂ Алмалы	25-60	-	-	-

Показано, что при скрещивании сортов Улугбек 600 и Красноводопадская 25 расщепление соответствовало 13:3. Характер расщепления свидетельствует о дигенном контроле устойчивости к желтой пятнистости у сорта Улугбек 600. Расщепление по генотипу имеет вид:

9A-B-:3A-вв:3aaB-:1aавв,

где подчеркнуты генотипы, относящиеся к устойчивому классу.

Гены «А» и «в» проявляются одинаково. Устойчивость к болезни доминирует в случае Аа и рецессивна в случае ВВ. Таким образом, генетический контроль устойчивости к желтой пятнистости Улугбек 600 обусловлен взаимодействием двух дупликатных генов – одним доминантным и одним рецессивным.

В комбинации скрещивания F2 Уманка х Алмалы расщепление по признаку устойчивости к желтой пятнистости происходило по моногенному типу в соотношении 3:1. Это свидетельствует о том, что генетический контроль признака устойчивости к болезни сорта Уманка детерминирован действием одного доминантного гена.

Из гербарных образцов собранных из юго-восточного, западного и северного регионов республики выделены чистые культуры гриба, проверена их вирулентность с использованием набора сортов-дифференциаторов. У изолятов, отличающиеся по вирулентности изучен полиморфизм ДНК. ДНК из воздушного мицелия полученных изолятов желтой пятнистости выделяли с помощью фенольного метода с добавлением протеиназы К. На рис. 5 представлена электрофореграмма образцов ДНК. Из рисунка 2 видно, что образцы ДНК высокомолекулярны, не имеют примесей РНК. Такие препараты ДНК могут быть использованы для проведения молекулярно-генетических исследований.

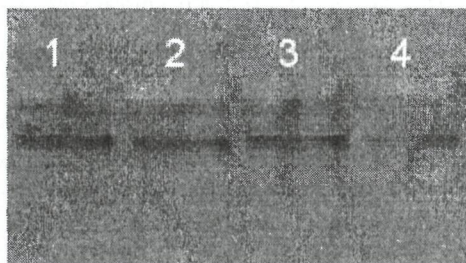


Рис. 2. Электрофореграмма ДНК изолятов *Drechslera tritici-repentis*

Для изучения полиморфизма ДНК наших изолятов использованы последовательности 15 синтезированных случайных праймеров: GCACGCGAGA, GGTGTGGGTG, GAGGGAGGAG, GGTGGGTGTG, GGAAGGGAGG, GGTGGGTGG, CACACCACCC, ACCCACCACC, CCCACCACCC, GGGGAATTCGG, CAGCCTCACGA, CTCTCCGCCA, GAAACACCCC, GACGCCACAC и АСААСGСGAG. Указанные праймеры при амплификации с ДНК исследуемых изолятов давали одинаковую картину распределения ампликонов. Необходимого полиморфизма не наблюдалось, следовательно эти праймеры являются консервативными, так как они не дают характерных различий анализируемых ДНК, выделенных из изолятов желтой пятнистости листьев. На рис. 3 представлены данные амплификации ДНК с 2 праймерами.

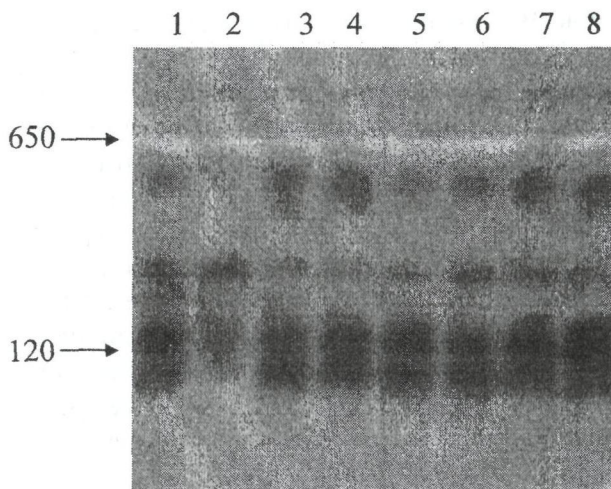


Рис. 3. Распределение фрагментов ДНК 4 изолятов желтой пятнистости листьев
Дорожки 1-4 – фрагменты ДНК, полученные после амплификации с праймером 6. Дорожки 5-8 – фрагменты ДНК, полученные после амплификации с праймером 15.

Основная зона распределения фрагментов ДНК находится в пределах до 700 п.н. Число суммарных зон, полученных при амплификации ДНК с 15 праймерами, варьировало от 11 до 14. Молекулярная масса 145-ти фрагментов варьировала от 120 до 650 п.н. Использованные RAPD-праймеры индуцировали гомологичные профили по количеству фрагментов и по их размерам, однако они не давали необходимого полиморфизма

ДНК изолятов *Drechslera tritici-repentis*. Для идентификации и изучения молекулярно-биологических характеристик вирулентных и авирулентных изолятов необходимо провести синтез новых олигонуклеотидов, способных выявить различия, определяющие принадлежность к разным географическим зонам распространения *Drechslera tritici-repentis*.

Получены высокомолекулярные препараты ДНК 4 изолятов *Drechslera tritici-repentis*. Проведенные исследования полиморфизма ДНК с использованием 15 случайных праймеров не показали различия между географическими изолятами фитопатогена. Используемые RAPD-праймеры индуцировали гомологичные профили по количеству фрагментов и по их размерам. Для дальнейших исследований будут синтезированы новые олигонуклеотиды, выявленные согласно данным мирового банка нуклеотидов.

Таким образом, проведен скрининг образцов пшеницы из различных питомников озимой пшеницы. Выделенные из листьев и стеблей озимой и яровой пшеницы изоляты *Drechslera tritici-repentis* не отличались заметно по культурально-морфологическим свойствам. Среди коммерческих сортов и перспективных линий иммунных к желтой пятнистости генотипов не обнаружено. Образцы пшеницы, сочетающие высокие уровни устойчивости к желтой пятнистости и продуктивности выявлены из питомников ЕУТ и СП-2. Установлен генетический контроль устойчивости к желтой пятнистости у сортов Улунбек 600 и Уманка. Получены высокомолекулярные препараты ДНК 4 изолятов *Drechslera tritici-repentis*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yahyaoui A., Lamari L., Parker B., Koishibayev M. Cereal diseases, insects pests in Central Asia: occurrence and distribution // Abstract of 1st Central Asian Wheat Conference. Almaty, 2003. P. 637-638.
2. Bakonyi J., Aponyi J., and Fichl G. Diseases caused by *Bipolaris sorokiniana* and *Drechslera tritici-repentis* in Hungary // *Heiminthosporium* Blight of Wheat: Spot Blotch and Tan Spot. Mexico: CIMMYT-UCL, 1997. P. 73-80.
3. Михайлова Л.А., Коваленко Н.М. Гоголева С.Г. Особенности взаимоотношений патогена и растения-хозяина в патосистемах: *Pyrenophora tritici-repentis* – *Triticum* и *Cochliobolus sativus* – *Triticum* // Фитосанитарное оздоровление экосистем. Мат. второго Всерос. съезда по защите растений. Спб., 2005. С. 515-518.
4. Postnikova E.N., Khasanov B.A. Tan spot in Central Asia // *Heiminthosporium* blights of Wheat: Spot blotch and Tan spot. Mexico: CIMMYT-UCL, 1997. P.107-114.
5. Койшибаев М.К. Болезни зерновых культур. Алматы: «Бастау», 2002. 368 с.
6. Lamari L., Sayoud R., Boulif M., Bernier C.C. Identification of a new race of *Pyrenophora tritici-repentis*: implications for the current pathotype classification system // *Can. J. Plant Pathol.* 1995. V.17. P. 312–318.
7. Lamari L., Strelkov S.E., Yahyaoui A., Orabi J., Smith R.B. The identification of two new races of *Pyrenophora tritici-repentis* from the host center of diversity confirms a one-to-one relationship in tan spot of wheat // *Phytopathology.* 2003. V. 93. P. 391–396.
8. Tomas A., Bockus W.W. Cultivar specific toxicity of culture filtrate of *Pyrenophora tritici-repentis* // *Phytopathology.* 1987. V. 77. P. 1337–1366.
9. Lamari L., Bernier C.C. Toxin of *Pyrenophora tritici-repentis*: host-specificity, significance in disease, and inheritance of host reaction // *Phytopathology.* 1989. V.79. P. 740–744.
10. Tuori R.P., Wolpert T.J., Ciuffetti L.M. Purification and immunological characterization of toxic components from cultures of *Pyrenophora tritici-repentis* // *Mol Plant-Microbe Interact.* 1995. V. 8. P. 41–48.
11. Effertz R.J., Meinhardt S.W., Anderson J.A., Jordahl J.G., Francl L.J. Identification of a chlorosis-inducing toxin from *Pyrenophora tritici-repentis* and the chromosomal location of an insensitivity locus in wheat // *Phytopathology.* 2002. V. 92. P. 527–533.
12. Orolaza N.P., Lamari L., Balance G.M. Evidence of a host specific chlorosis toxin from *Pyrenophora tritici-repentis*, the causal agent of tan spot of wheat // *Phytopathology.* 1995. V. 85. P.1282–1287.
13. Lee T.S., Gough F.J. Inheritance of *Septoria* leaf blotch (*S. tritici*) and *Pyrenophora* tan spot (*P. tritici-repentis*) resistance in *Triticum aestivum* cv. Carifan 12 // *Plant Dis.* 1984. V. 68. P. 848–851.
14. Lamari L., Bernier C.C. Genetics of tan necrosis and extensive chlorosis in tan spot of wheat caused by *Pyrenophora tritici-repentis* // *Phytopathology.* 1991. V 81. P. 1092–1095.
15. Sykes E.E., Bernier C.C. Qualitative inheritance of tan spot resistance in hexaploid, tetraploid, and diploid wheat // *Can. J. Plant Pathol.* 1991. V 13. P. 38–44.
16. Gamba F.M., Lamari L., Brule-Babel A. (Inheritance of race-specific necrotic and chlorotic reactions induced by *Pyrenophora tritici-repentis* in hexaploid wheats // *Can J Plant Pathol.* 1998. V.20. P.401–407.
17. Nagle B.J., Frohberg R.C., Hosford R.M. Jr. Inheritance of resistance to tan spot of wheat // In: Hosford R.M. Jr. (ed) Tan spot of wheat and related diseases workshop. North Dakota Agricultural Experimental Station, Fargo, 1982. P. 40–45.
18. Elias E., Cantrell R.G., Hosford R.M. Jr. Heritability of resistance to tan spot in durum wheat and its association with other agronomic traits // *Crop Sci.* 1989. V. 29. P.299–304.
19. Faris J.D., Li W.L., Liu D.J., Chen P.D., Gill B.S. Candidate gene analysis of quantitative disease resistance in wheat // *Theor Appl Genet.* 1999. V. 98. P.219–225.
20. Friesen T.L., Ali S., Kianian S., Francl L.J., Rasmussen J.B. Role of host sensitivity to Ptr ToxA in development of tan spot of wheat // *Phytopathology.* 2003. V. 93. P.397–401.
21. Cheong J., Wallwork H., Williams K.J. Identification of a major QTL for yellow leaf spot resistance in the wheat varieties Brookton and Cranbrook // *Aust J Agric Res.* 2004. V. 55. P.315–319.
22. Faris J.D., Anderson J.A., Francl L.J., Jordahl J.G. Chromosomal location of a gene conditioning insensitivity in wheat to a necrosis-inducing culture filtrate from *Pyrenophora tritici-repentis* // *Phytopathology.* 1996. V. 86. P.459–463.
23. Anderson J.A., Effertz R.J., Faris J.D., Francl L.J., Meinhardt S.W., Gill B.S. Genetic analysis of sensitivity to

Pyrenophora tritici-repentis necrosis-inducing toxin in durum and common wheat // Phytopathology. 1999. V. 89. P.293–297.

24. Faris J.D., Anderson J.A., Francl L.J., Jordahl J.G. RFLP mapping of resistance to chlorosis induction by *Pyrenophora tritici-repentis* in wheat // Theor Appl Genet. 1997. V. 94. P.98–103.

25. Faris J.D., Li W.L., Liu D.J., Chen P.D., Gill B.S. Candidate gene analysis of quantitative disease resistance in wheat // Theor Appl Genet. 1999. V. 98. P.219–225.

26. Effertz R.J., Anderson J.A., Francl L.J. Restriction fragment length polymorphism mapping of resistance to two races of *Pyrenophora tritici-repentis* in adult and seedling wheat // Phytopathology. 2001. V.91. P.572–578.

27. Friesen T.L., Faris J.D. Molecular mapping of resistance to *Pyrenophora tritici-repentis* race 5 and sensitivity to Ptr ToxB in wheat // Theor. Appl. Genet. 2004. V.109. P.464–471.

28. Loughman R., Wilson R.S., Plots J.G., Rees R.G., Elison F.W. Crop Management and Breeding for Control of *Pyrenophora tritici-repentis* //Heiminthosporium Blight of Wheat:Spot Blotch and Tan Spot. Mexico: CIMMYT-UCL, 1997. P. 10-17.

29. Van Ginkel M. and Rajaram S. Breeding for resistance to Spot Blotch in Wheat: Global Perspective. // *Heiminthosporium* Blight of Wheat:Spot Blotch and Tan Spot. Mexico: CIMMYT-UCL, 1997. P. 162-163.

30. Койшибаев М., Моргунов А.И., Яахиауи А. Фитопатологическая оценка устойчивости озимой пшеницы к грибным болезням и эффективные гены для селекции // Эволюция научных технологий в растениеводстве. Т.1. Пшени-

ца.- Краснодар, 2004. С.363-373.

31. Maraite H., Mercado Vergne Relevance of Pathogen diversity in Management of leaf spot and leaf blight diseases on Wheat in Central Asia //Abstracts of Poster Presentations the Second Central Asian Conference. Cholpan-ata. 2006. P. 400-402.

Резюме

Өртүрлі Қазақстан және халықаралық питомниктерінің қыстық жұмсақ бидай гермоплазмаларының скринингі бақыланды. *Drechslera tritici-repentis*-ке төзімділігі және төзімсіздігі бойынша сорттар мен үлгілер дифференциацияланған. ЕҮТ питомнигінен 28 және СП-2 питомнигінен 13 үлгілер *Drechslera tritici-repentis*-ке төзімділігі, өнімділігі жоғары деңгейде болды. Бидайдың 2 сортының генетикалық бақылауы анықталды. *Drechslera tritici-repentis* 4 изолянттан жоғары молекулалық ДНҚ препараттары алынды.

Summary

Screening of germplasm of soft winter wheat from different international and Kazakh nurseries as carried out. Cultivars and samples were differentiated by the level of resistance and susceptibility to tan spot. From the nursery EYT 28, SP-2 – 13 entries, combining high level of resistance to tan spot and productivity were selected. Genetic control of resistance to tan spot was studied in two wheat entries. High-molecular samples of DNA from 4 isolates of *Drechslera tritici-repentis* were obtained.