

DOI 10.12737/article\_5db94cdfb2b254.56774175  
 УДК 631.527\*632.4

**УСТОЙЧИВОСТЬ ГЕНОТИПОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ  
 В ТАДЖИКИСТАНЕ, К РАСАМ ЖЕЛТОЙ, СТЕБЛЕВОЙ И ЛИСТОВОЙ РЖАВЧИНЫ**  
**Отамбекова М.Г., Махкамов М.А., Солихов Б. Т., Рахматов М.М.,  
 Хусенов Б.Ю., Муминджанов Х.А.**

**Реферат.** Одним из факторов, влияющих на урожайность пшеницы в Таджикистане, является появление и распространение ржавчинных заболеваний – желтой, стеблевой и листовой ржавчины. Появляющиеся новые расы патогенов, вирулентные к существующим генам устойчивости у сортов пшеницы, создают новые вызовы. Отбор устойчивых генотипов пшеницы к ржавчине обычно проводится путем изучения фенотипических признаков у проростков (устойчивость проростков) и у взрослых растений (устойчивость взрослых растений) и анализа с применением доступных молекулярных маркеров. Установлено, что расы желтой ржавчины, поражающие сорта пшеницы в Таджикистане, относятся к агрессивным и характеризуются толерантностью к высокой температуре. По итогам исследований установлено, что наибольшая степень устойчивости к желтой ржавчине наблюдается у сортов Сарвар, Вахдат, АИКТ-20 и Файзбахш, у староместных сортов Кабои Панджакент и Сурхак-5688, а также у линии PASTOR/3/VORON. Большинство из новых сортов пшеницы имеют следующие группы генов устойчивости к ржавчине: *Sr31/Yr9/Lr26*, *Sr38/Yr17/Lr37*, *Yr30/Sr2/Lr27* и *Yr18/Lr34/Sr57*. В связи с этим необходимо постоянно проводить мониторинг распространения и развития болезни ржавчины, а также вести селекцию сортов пшеницы на устойчивость к ржавчинам с применением как традиционных, так и современных методов с помощью молекулярных маркеров.

**Ключевые слова:** пшеница, селекция, молекулярные маркеры, ржавчина, раса патогена, устойчивость к болезням.

**Введение.** В Таджикистане мягкая пшеница является наиболее важной зерновой культурой с точки зрения национальной продовольственной безопасности [1,2], но ей постоянно угрожают опасные ржавчинные заболевания. Эпифитотии желтой ржавчины (*Puccinia striiformis* Westend. f. sp. *tritici* Erikss.) наблюдались в 1952, 1958, 1966, 1997, 1998, 2003, 2010 годы [3] и в 2016 году, что привело к значительным потерям урожая зерна пшеницы по всей стране. Стеблевая ржавчина (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici* Erikss. & E. Henning) встречается в основном в горных районах на посевах яровой пшеницы [4]. Однако при благоприятных условиях окружающей среды, болезнь способна уничтожить целые поля пшеницы во всех агроэкологических зонах. Листовая ржавчина (*Puccinia triticina* Erikss.) является переменной по своему воздействию на пшеницу, в зависимости от климатических условий года [2].

Выявление генетической устойчивости у генотипов пшеницы считается наиболее эффективной, недорогой и экологически устойчивой стратегией борьбы с ржавчинными заболеваниями [5,6]. Исходя из этого, стратегия селекции пшеницы в Таджикистане направлена на выявление устойчивых генотипов. В результате проведенных исследований, за последние годы был выведен ряд устойчивых сортов пшеницы к ржавчине, путем отбора из селекционных образцов, полученных из международных центров [1,2].

Одной из главных проблем селекции пшеницы на устойчивость к ржавчинам является генетическая изменчивость расы возбудителей болезней. Установлено, что разнообразие вирулентности трех возбудителей ржавчины в Центральной Азии является высоким, особенно в Таджикистане [4,7]. Генетическая устойчивость пшеницы к ржавчинным болезням разделяется на «устойчивость проростков»,

которая часто происходит в результате экспрессии отдельных генов и проявляется ярким выражением фенотипических признаков во всех фазах развития растений [8] и «устойчивость взрослых растений», которая является результатом экспрессии множества генов и появления менее видимых фенотипических эффектов на более поздних стадиях развития растений [9]. При отборе устойчивых образцов и селекции на устойчивость к ржавчине обычно изучают проявление фенотипических признаков у проростков и взрослых растений и проводят анализ молекулярных маркеров, если они доступны для специфических генов устойчивости. К сожалению, до проведенных нами исследований не было известно о наличии генов устойчивости у проростков и у взрослых растений сортов пшеницы, возделываемых в Таджикистане. Поэтому целью данной статьи является представление итогов исследований по выявлению генов устойчивости у возделываемых сортов, чтобы быть готовым к появлению новых рас возбудителей ржавчинных заболеваний.

**Условия, материалы и методы исследований.** Полевые эксперименты по оценке устойчивости генотипов пшеницы к естественным расам ржавчинных заболеваний проводились в хозяйстве им. Л. Муродова Гиссарского района.

Оценка устойчивости проростков к желтой ржавчине проводилась в Глобальном справочном центре по ржавчине в Университете Орхусс, Дания и в региональном научном центре по ржавчине зерновых культур в Измире, Турция. Анализы устойчивости проростков к стеблевой и листовой ржавчине проводились М. Рахматовым в Лаборатории болезней зерновых культур при Министерстве сельского хозяйства США - Службе сельскохозяйственных исследований (USDA-ARS-CDL) и в Уни-

верситете Миннесоты в Сент-Пол, США. Полевые опыты проводились в условиях искусственных инфекционных фонов, создаваемых в Кенийском научно-исследовательском учреждении в области сельского хозяйства и животноводства (KALRO) в Нжоро при поддержке Международного центра по улучшению кукурузы и пшеницы (СИММИТ), а также в региональном научном центре по ржавчине зерновых культур в Измире, Турция. В Университете Миннесоты были изучены генотипы мягкой пшеницы к стеблевой ржавчине.

Оценка устойчивости проростков к стеблевой и листовой ржавчине проводилась по шкале 0-4 [10,11], и к желтой ржавчине проводилась по шкале 0-9 [12]. А также оценку устойчивости взрослых растений к ржавчинным болезням определяли по модифицированной шкале Кобба [13]. Наличие признаков псевдочерной колосковой чешуи (ПКЧ) и некроза кончиков листьев (НКЛ) оценивали по 0-4 шкале [14].

**Анализ и обсуждение результатов исследований.** Исследования показали, что сорта пшеницы, выращиваемые в Таджикистане, а также селекционные линии в основном имеют следующие гены устойчивости к ржавчинам: *Sr5*, *Sr6*, *Sr11*, *Sr31/Yr9/Lr26*, *Sr38/Yr17/Lr37*, *Yr27* и *Lr16* (табл.). Также на основе анализов, проведенных с применением молекулярных маркеров и признаков некроза кончиков листьев и псевдочерной колосковой чешуи, были выявлены гены с плеiotрофным эффектом *Yr30/Sr2/Lr27* и *Yr18/Lr34/Sr57*.

Постулирование (определение) гена желтой ржавчины проводилось с использованием 12 рас и это позволило подтвердить наличие гена *Yr9* в сортах Алекс, Садокат, Зироат-70 и линии OTUS TOBA97, а также гена *Yr17* в сортах Джаггер 9 и ИЗ-80 (табл.). Результаты экспериментов подтвердили наличие генов *Yr9* и *Yr17* у изученных генотипов, которые являются устойчивыми к большинству рас желтой ржавчины. Сорта Сарвар, Файзбахш, Вахдат, Ориён, Садокат и АИКТ-20 проявили высокую устойчивость ко всем расам желтой ржавчины. Проведённые исследования показали, что у большинства генотипов пшеницы на фазе проростков растений наблюдается устойчивость к расам стеблевой ржавчины RKQQC, QTHJC, TRMKC, BCCBC и MCCFC с типами инфекции (ТИ) от 0 до 2+. Хотя более низкая доля генотипов пшеницы показала устойчивость в фазе проростков к более широко вирулентным расам стеблевой ржавчины TTTTF, TTKSK, TTTSK, TTKST, TRTTF и TKTTF. Остальные генотипы пшеницы были высоковосприимчивыми с показателем ТИ от 33+ до 4. Ген устойчивости *Sr5* был постулирован (определен) в сортах Навруз и Стекловидная-24, основанные на расе BCCBC, и гены *Sr6* и *Sr11*, основанные на расах RKQQC, TRMKC, TKTTF, MCCFC и BCCBC - в сорте Сиедте-Церрос-66. Ген устойчивости *Sr31* определен в генотипах Алекс, Садокат, Зироат-70 и OTUS TOBA97 на основе их восприимчивости к расам стеблевой ржавчины TTKSK, TTTSK и

TTKST. Ген *Sr38* постулирован в сортах Джаггер 9 и ИЗ-80 на основе их восприимчивости к расам TTTTF, TTKSK, TTTSK, TTKST и TRTTF. Даже некоторые староместные сорта, как, например, Кабои Панджакент, Сурхак-5, Сафедаки Помир и Сафедаки Ишкочим, были устойчивы к расам TTKSK, TTTSK, TTKST, и только сорт Сарвар был очень устойчив ко всем изученным расам. Таким образом, эти генотипы не были постулированы известными генами устойчивости, потому что их тип инфекции не совпадал ни с одним из дифференциальных генотипов. Это может быть связано с присутствием комбинации генов или нехарактерного гена устойчивости в этих генотипах.

Для выявления устойчивости проростков к листовой ржавчине использовались девять рас возбудителя. В результате оценки устойчивости генотипов пшеницы ген *Lr16* был постулирован в генотипах Икбол, OTUS TOBA97, and HUAVUN INIA на основе их восприимчивости к расе MHDSB. *Lr26* был постулирован в сортах Алекс, Садокат и Зироат-70 на основе их восприимчивости к расам KFBGJ, MHDSB и TCRKG. Селекционная линия OTUS TOBA97 была устойчива ко всем расам листовой ржавчины, кроме расы MHDSB. Исходя из этого, наличие гена *Lr26* было подтверждено по результатам устойчивости к стеблевой и желтой ржавчины, а также молекулярных маркеров. Девять генотипов (Сарвар, Вахдат, PRINA/STAR, Зафар, АИКТ-20, PASTOR/3/VORONA, CMN82A.1294/2\*, CHEN/AE.SQ//WEAVER/3/SSERI1 и NAC/TH.AC//3\*PVN/3/MIRLO/BUC/4/2\*PASTOR), вероятно, обладают новой устойчивостью к листовой ржавчине, хотя у них пока не выявлены известные гены.

Оценка устойчивости генотипов к желтой ржавчине показала, что в фазе проростков у восприимчивых сортов Вахдат, Исфара и Ормон степень поражения болезнью колеблется от 10 до 20%. В то же время степень поражения у генотипов Тасикар и CMN82A.1294/2\* варьирует от 40 до 50% с проявлением типов инфекции RMR и MRMS. При этом доминирующей расой желтой ржавчины является TK34/11. Однако, генотипы Сомони и Тасикар показали устойчивость к желтой ржавчине на 40% с типами инфекции MS против расы Taj01a/10 в условиях Таджикистана. Двадцать один и восемнадцать других генотипов показали высокую устойчивость, соответственно на стадии взрослого растения и на стадии проростков к расам желтой ржавчины TK34/11 и Taj01a/10 в Турции и в Таджикистане. Остальные генотипы пшеницы были восприимчивы на стадиях проростков и взрослых растений.

Во всех экспериментах по скринингу генотипов на устойчивость к стеблевой ржавчине, проведенных в Кении, Турции и США, наблюдалось высокое давление патогена. При этом уровень пораженности восприимчивых сортов, включенных в контрольном варианте, достигал 100%. Некоторые генотипы, не имеющие заметной устойчивости в фазе пророст-

Таблица – Определение генов устойчивости к желтой ржавчине у коммерческих сортов, селекционных линий и староместных образцов в фазе проростков и взрослых растениях

Генотип	Испытание на проростках												Реакция взрослого растения		Гены устойчивости
	SE205/12	UK94/519	DK6/6/02	Taj01a/10	ER0/2/03	DK1/1/09	DK7/1/93	AF8/7/12	DK09/11	DK12/2/09	SE10/0/09	TR3/4/11	TR34/11	Taj01a/10	
Коммерческие и перспективные сорта															
Навруз	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	70MSS	100S	
Сарвар	1	1	0	1	4	2	2	2	2	1	0	2	20RMR	5R	
Вахдат	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	7	10RMR	10R	
Юсуфи	4	7	7	0	5	1	7	7	6	7	0	3	20RMR	10R	
Исфара	0	0	0	1	0	0	1	7	1	0	0	7	20RMR	10R	Yr27,+
Алексе	7	7	7	0	5	1	1	0	6	4	0	3	40MR	40MS	Yr9,+
Ориён	4	2	0	0	4	0	2	7	0	4	3	2	30MR	20MR	
Садокат	3	0	7	2	4	0	1	0	1	2	0	3	30MR	10R	Yr9,+
Зироат-70	2	7	0	7	7	0	0	0	5	5	0	7	60MSS	60S	Yr9,+
Норман	5	7	0	7	7	0	3	0	7	0	0	7	50MS	100S	
Сомони	2	7	0	6	1	0	1	6	6	5	0	2	60MR	40MS	
Тасикар	5	0	0	7	6	0	1	0	6	6	0	7	50MRMS	40MS	
Ормон	4	0	7	4	1	0	1	6	1	0	0	7	10RMR	10R	
Икбол	6	0	0	7	0	0	1	0	6	5	0	2	40MRMS	100S	
Старшина	5	7	7	0	0	0	6	6	6	7	0	4	30MR	10R	
Шокири	3	7	7	7	1	0	0	7	0	7	3	3	40MRMS	80S	
Файзбахш	4	0	1	1	3	0	1	1	0	4	0	4	40RMR	20MR	
Басрибей	7	7	7	7	1	0	7	7	6	7	0	7	70S	60S	
Джаггер-9	6	7	0	1	0	0	1	0	6	7	0	4	5R	10R	17,+
Краснодарская-99	7	0	7	7	1	0	7	1	6	7	0	3	30MRMS	50S	
Джайхун	7	0	7	7	1	0	7	6	6	7	3	4	40MRMS	50S	
ИЗ-80	7	0	0	0	0	1	0	6	0	1	0	2	20RMR	10R	17,+
АИКТ-20	2	0	7	0	0	1	1	1	0	1	0	2	40MR	10R	
Селекционные линии															
PRINA/STAR	7	7	7	7	4	6	5	0	6	7	0	1	40RMR	60S	
OTUS TOBA 97	4	0	0	1	2	0	0	0	0	2	0	4	30MR	10R	Yr9,+
PASTOR/3/VORONA...	3	0	0	7	0	0	0	0	6	6	0	3	20MRMS	100S	
CMN82A.1294/2*	2	0	7	2	0	0	0	0	1	2	0	7	40MRMS	20RMR	
HUAVUN INIA	4	0	7	2	0	0	0	0	1	2	0	7	60MSS	10RMR	
Староместные сорта															
Кабои Панджакент	2	7	2	0	0	2	3	1	0	4	0	7	100S	20MR	
Сурхак 5688	2	7	3	0	0	0	2	0	0	4	0	7	100S	40MR	
Сафедаки Помир	7	7	7	7	7	6	7	6	6	7	0	3	20MR	70S	
Сафедаки Ишкошми	7	7	7	7	4	2	7	6	6	5	2	3	20RMR	70S	
Бобило Помир	7	7	7	4	6	1	7	0	6	2	0	4	30MR	60MR	

Примечание: R – устойчивость до 5%  
 MR – средняя устойчивость не более 10-25%  
 MS – средняя восприимчивость до 50%  
 S – высокая восприимчивость до 75-100%  
 + – наличие неизвестных генов

ков, демонстрировали высокие уровни устойчивости взрослых растений в полевых условиях. К ним относятся такие как PASTOR/3/VORONA/CN079 (10MSS), CMN82A.1294/2\* (50MR) и HUAVUN INIA (40MR), с устойчивостью к расам стеблевой ржавчины TTKSK + TTKST в 2010 и 2011 годах в Кении.

Сорта Вахдат, Сомони, Икбол, Файзбахш, Кабои Панджакент и Сурхак-5 сильно поражались болезнью (от 5 до 40%) с типами инфекции от R до MR. Степень тяжести поражения стеблевой ржавчиной у генотипов CHEN/AE.SQ//WEAVER/3/, SSERI1, NAC/TH.AC//3\* PVN/3/MIRLO/BUC/4/2\*PASTOR, Краснодар-

ская-99 и Бобило Помир были оценены от 20 до 40% с типами инфекции MR-MS или MS против расы TKTTF в Турции.

Степень поражения растений стеблевой ржавчиной была оценена от 5 до 40% с генотипами RMR к MRMS и MS в генотипах Навруз, Старшина, Басрибей, Кабои Панджакент, Сурхак-5, Стекловидная-24, Джайхун, Сафедаки Помир и Сафедаки Ишкошми против расы MCCFC в США. Четыре генотипа продемонстрировали все стадии устойчивости к расе TTKSK+TTKST в Кении, тринадцать к расе TKTTF в Турции и 32 к расе MCCFC в США. Таким образом, эти линии проявляли



Рисунок - Проявление некроза кончиков листьев и псевдочерной колосковой чешуи на примере сортов Исфара (1, 3) и Муроди (2, 4)

устойчивость на стадии проростков и сохраняли устойчивость в полевых условиях на трех различных регионах. Это свидетельствует о наличии у данных генотипов генов устойчивости на стадии проростков.

Фенотипическая оценка генотипов на проявление некроза кончиков листьев (НКЛ) и псевдочерной колосковой чешуи (ПКЧ) в полевых условиях доказала, что наличие фенотипов связано с плейотропными генами *Sr2/Yr30/Lr27* и *Sr57/Yr18/Lr34*. НКЛ и ПКЧ – морфологические маркеры, которые тесно связаны на наличие генов устойчивости *Lr34/Yr18/Sr57* и *Sr2/Yr30/Lr27*, что показывают медленного развития ржавчины на взрослых растениях (рисунок). Это далее было подтверждено с использованием молекулярных маркеров.

Результаты молекулярных анализов указывали на наличие генов устойчивости *Sr31/Yr9/*

*Lr26* в генотипах Алекс, Садокат и Зироат-70. Маркеры указывали на присутствие *Sr6* в сорте Сiette-Церрос 66 и *Sr38/Yr17/Lr37* - в генотипах Джаггер 9 и ИЗ-80.

**Выводы.** Исследования показали важность ведения селекции пшеницы на устойчивость к ржавчине при сочетании классических и современных методов с применением молекулярных маркеров. Установлено, что расы желтой ржавчины, поражающие сорта пшеницы в Таджикистане, относятся к агрессивным и характеризуются толерантностью к высокой температуре. Наибольшая степень устойчивости к желтой ржавчине наблюдается у сортов Сарвар, Вахдат, АИКТ-20 и Файзбахш, староместных сортов Кабои Панджакент и Сурхак-5688, а также линии PASTOR/3/VORON.

Большинство из новых сортов пшеницы имеют следующие группы генов устойчивости к ржавчине: *Sr31/Yr9/Lr26*, *Sr38/Yr17/Lr37*, *Yr30/Sr2/Lr27* и *Yr18/Lr34/Sr57*. В связи с частым появлением ржавчинных болезней на посевах зерновых культур, приобретает актуальность вопрос об условиях сохранения инфекции в биоценозах. Широкий уровень специализации гриба способствует сохранению патогена на дополнительных растениях-хозяевах, как виды барбариса и других диких видах злаковых. Поэтому необходимо постоянный мониторинг распространения и развития возбудителя ржавчины. К сожалению, до проведенных нами исследований не было известно о наличии генов устойчивости у проростков и у взрослых растений сортов пшеницы, возделываемых в Таджикистане. Поэтому важно было уточнить какие именно гены устойчивости имеются у наших сортов, чтобы быть готовым к появлению новых рас возбудителей ржавчинных заболеваний и усилить селекцию сортов пшеницы на устойчивость к болезням.

#### Литература

1. Muminjanov H. Wheat breeding in Tajikistan / Muminjanov H., Otambekova M., Morgounov A. // In: Bonjean A., Angus W. (eds.) The World Wheat Book: A History of Wheat Breeding, Volume III, 2015.
2. Эшонова З. Селекция и семеноводства перспективных сортов и линий пшеницы в экологических зонах Таджикистана / Эшонова З., Моргунув А., Парода Р., Косимов Ф., Хусайнов И., Ёров А., Наимов С., Хикматов Н., Муминджанов Х. // Материалы 1-й Центральноазиатской Конференции по пшенице. 10-13 июня 2003, г. Алматы, Казахстан: СИММУТ, С. 58-61.
3. Pett B. Wheat diseases & pests observation for selection of resistant varieties in Tajikistan / Pett B., Muminjanov H., Morgounov A., Rahmatov M., Sarkisova T. // Agromeridian, Theoretical and Applied Agricultural Research Journal 1, 2005, pages 83-87.
4. Berlin A. Sexual reproduction contributes to genotypic variation in the population of *Puccinia graminis* in Tajikistan / Berlin A., Rahmatov M., Muminjanov H., Yuen J. // Eur J Plant Pathol 141, 2015, pages 159-168.
5. Ellis J.G. The past, present and future of breeding rust resistant wheat Lagudah E. / Ellis J.G., Spielmeier W., Dodds P. // Front Plant Sci 5, 2014, pages 1-13. doi: 10.3389/fpls.2014.00641.
6. Койшыбаев М.К. Болезни пшеницы. ФАО. Анкара, 2018. 390 с.
7. Kolmer J.A. Genetic differentiation of *Puccinia triticina* populations in Central Asia and the Caucasus / Kolmer J.A., Ordonez M.E. // Phytopathology 97, 2007, pages 1141-1149.
8. Flor H.H. Current status of the gene-for-gene concept. Ann Rev Phytopathol 9, 1971, pages 275-296.
9. Knott. Breeding methods. In: Frankel R, Grossman M, Linskens HF, Maliga P, Riley R (eds) The wheat rusts breeding for resistance, vol 12. Monographs on theor appl gen. Springer, Berlin, Heidelberg, 1989, pages 126-148.
10. Rouse M.N. Sources of resistance to stem rust race Ug99 in spring wheat germplasm / Rouse M.N., Wanyera R., Njau P., Jin Y. // Plant Dis 95, 2011, pages 762-766.
11. Long D.L. North American system of nomenclature for *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. / Long D.L., Kolmer J.A. // A Phytopath. 79, 1989, pages 525-529.
12. McNeal F.H. A uniform system for recording and processing cereal research data / McNeal F.H., Konzac C.F., Smith E.P., Tate W.S., Russell T.S. // ARS-USDA, Washington, 1971, pages 34-121.
13. Койшыбаев М.К. Методические указания по мониторингу болезней, вредителей и сорных растений на посевах зерновых культур / Койшыбаев М.К., Муминджанов Х.А. // ФАО. Анкара, 2016. 28 с.
14. Juliana P. Genome-wide association mapping for leaf tip necrosis and pseudo-black chaff in relation to dura-

ble rust resistance in wheat / Juliana P., Rutkoski J.E., Poland J.A., Singh R.P., Murugasamy S., Natesan S., Barbier H., Sorrells M.E. // *Plant Genome* 8, 2015, pages 1–12.

**Сведение об авторах:**

Отамбекова Мунира Гадалиевна – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории биотехнологии растений, e-mail: Munira.Otambekova@gmail.com  
 Махкамов Маруфкул Абдуллоевич – аспирант агрономического факультета, e-mail: mmaruf85@gmail.com  
 Солихов Бахриддин Тодждинович – соискатель агрономического факультета  
 «Таджикский аграрный университет им. Шириншо Шотемура», г. Душанбе, Таджикистан  
 Рахматов Махбубджон Мухиддинович – PhD, научный сотрудник кафедры селекции растений, e-mail: Mahbubjon@gmail.com  
 «Шведский университет аграрных наук», Уппсала, Швеция  
 Хусенов Бахромиддин Юнусходжаевич – PhD, селекционер пшеницы, Ассоциация семеноводов Таджикистана, e-mail: bahromiddin@gmail.com  
 Муминджанов Хафиз Абдувахобович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, специалист по сельскому хозяйству, e-mail: mhafiz01@gmail.com  
 Продовольственная сельскохозяйственная организация ООН, г. Душанбе, Таджикистан.

**SUSTAINABILITY OF SOFT WHEAT GENOTYPES, GROWN IN TAJIKISTAN, TO THE RACES OF YELLOW, STEM AND LEAF RUST**

**Otambekova M.G., Makhkamov M.A., Solikhov B.T., Rakhmatov M.M., Khusenov B.Yu., Mumindzhanov Kh.A.**

**Abstract.** One of the factors affecting wheat productivity in Tajikistan is the emergence and spread of rust diseases - yellow, stem and leaf rust. Emerging new races of pathogens virulent to existing resistance genes in wheat varieties create new challenges. The selection of rust resistant wheat genotypes is usually carried out by studying phenotypic traits in seedlings (seedling resistance) and in adult plants (adult plant resistance) and analysis using available molecular markers. It has been established that races of yellow rust affecting wheat varieties in Tajikistan are aggressive and are characterized by high temperature tolerance. According to the results of studies, it was found that the highest degree of resistance to yellow rust is observed in varieties Sarvar, Vakhdad, AIKT-20 and Fayzbakhsh, in old-grown varieties Kaboi Pandzhakent and Surkhak-5688, as well as in the line PASTOR/3/VORON. Most of the new wheat varieties have the following groups of rust resistance genes: *Sr31/Yr9/Lr26*, *Sr38/Yr17/Lr37*, *Yr30/Sr2/Lr27* и *Yr18/Lr34/Sr5*. In this regard, it is necessary to constantly monitor the spread and development of rust diseases, as well as to select wheat varieties for resistance to rust using both traditional and modern methods using molecular markers.

**Key words:** wheat, selection, molecular markers, rust, pathogen race, disease resistance.

**References**

1. Muminjanov H. Wheat breeding in Tajikistan / Muminjanov H., Otambekova M., Morgounov A. // In: Bonjean A., Angus W. (eds.) *The World Wheat Book: A History of Wheat Breeding*, Volume III, 2015.
2. Eshonova Z. *Seleksiya i semenovodstva perspektivnykh sortov i liniy pshenitsy v ekologicheskikh zonakh Tadzhikistana. // Materialy 1-y Tsentralnoaziatskoy Konferentsii po pshenitse. 10-13 iyunya 2003g.* (Breeding and seed production of promising varieties and lines of wheat in the ecological zones of Tajikistan. / Eshonova Z., Morgounov A., Paroda R., Kosimov F., Khusaynov I., Yorov A., Naimov S., Khikmatov N., Mumindzhanov Kh. // *Proceedings of the 1<sup>st</sup> Central Asian Conference on Wheat*. June 10-13, 2003). Almaty, Kazakhstan: CIMMYT, P. 58-61.
3. Pett B. Wheat diseases & pests observation for selection of resistant varieties in Tajikistan / Pett B., Muminjanov H., Morgounov A., Rahmatov M., Sarkisova T. // *Agronomerian, Theoretical and Applied Agricultural Research Journal* 1, 2005, pages 83–87.
4. Berlin A. Sexual reproduction contributes to genotypic variation in the population of *Puccinia graminis* in Tajikistan / Berlin A., Rahmatov M., Muminjanov H., Yuen J. // *Eur J Plant Pathol* 141, 2015, pages 159-168.
5. Ellis J.G. The past, present and future of breeding rust resistant wheat Lagudah E. / Ellis J.G., Spielmeier W., Dodds P. // *Front Plant Sci* 5, 2014, pages 1-13. doi: 10.3389/fpls.2014.00641.
6. Koyshybaev M.K. *Bolezni pshenitsy*. [Wheat's disease]. FAO. Ankara, 2018. P. 390.
7. Kolmer J.A. Genetic differentiation of *Puccinia triticina* populations in Central Asia and the Caucasus / Kolmer J.A., Ordonez M.E. // *Phytopathology* 97, 2007, pages 1141–1149.
8. Flor H.H. Current status of the gene-for-gene concept. *Ann Rev Phytopathol* 9, 1971, pages 275–296.
9. Knott. Breeding methods. In: Frankel R, Grossman M, Linskens HF, Maliga P, Riley R (eds) *The wheat rusts breeding for resistance*, vol 12. Monographs on theor appl gen. Springer, Berlin, Heidelberg, 1989, pages 126–148.
10. Rouse M.N. Sources of resistance to stem rust race Ug99 in spring wheat germplasm / Rouse M.N., Wanyera R., Njau P., Jin Y. // *Plant Dis* 95, 2011, pages 762–766.
11. Long D.L. North American system of nomenclature for *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. / Long D.L., Kolmer J.A. // *A Phytopath.* 79, 1989, pages 525–529.
12. McNeal F.H. A uniform system for recording and processing cereal research data / McNeal F.H., Konzac C.F., Smith E.P., Tate W.S., Russell T.S. // *ARS-USDA*, Washington, 1971, pages 34–121.
13. Koyshybaev M.K. *Metodicheskie ukazaniya po monitoringu bolezney, vreditel'ey i sornykh rasteniy na posevakh zernovykh kultur*. [Guidelines for monitoring diseases, pests and weeds in crops of grain crops]. / Koyshybaev M.K., Mumindzhanov Kh.A. // FAO. Ankara, 2016. P. 28.
14. Juliana P. Genome-wide association mapping for leaf tip necrosis and pseudo-black chaff in relation to durable rust resistance in wheat / Juliana P., Rutkoski J.E., Poland J.A., Singh R.P., Murugasamy S., Natesan S., Barbier H., Sorrells M.E. // *Plant Genome* 8, 2015, pages 1–12.

**Authors:**

Otambekova Munira Gadoalievna – Ph.D. of Agricultural Sciences, scientific researcher of Plant Biotechnology Laboratory, e-mail: Munira.Otambekova@gmail.com  
 Makhkamov Marufkul Abdulloevich – post-graduate student of the Faculty of Agronomy, e-mail: mmaruf85@gmail.com  
 Solikhov Bakhriddin Tодждинович - applicant of the Faculty of Agronomy  
 Tajik Agrarian University named after Shirinsho Shotemura, Dushanbe, Tajikistan  
 Rakhmatov Makhbubdzhon Muxiddinovich – Ph.D., Researcher of Plant Breeding Department, e-mail: Mahbubjon@gmail.com  
 Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden  
 Khusenov Bakhromiddin Yunuskhodzhaevich – Ph.D., wheat breeder, Tajik Seed Breeders Association, e-mail: bahromiddin@gmail.com  
 Mumindzhanov Khafiz Abduvakhobovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Specialist in Agriculture, e-mail: mhafiz01@gmail.com  
 Food and Agriculture Organization of the United Nations, Dushanbe, Tajikistan.