

Осылайша, зерттеу нәтижелері картоп үшін топыраққа тыңайтқыштарды енгізу оның өнімділігін арттырудың тиімді әдісі екенін көрсетеді. Бұл жағдайда минералды тыңайтқыштардың жоғары нормасы (N<sub>225</sub>P<sub>135</sub>K<sub>180</sub>) және органикалық және минералды тыңайтқыштарды (N<sub>190</sub>P<sub>110</sub>K<sub>150</sub> + көң, 40 т/га) біріктіріп енгізу ең тиімді болып табылады.

**Кілт сөздер:** картоп, тыңайтқыштар, биометрия, шығымдылық, өсім, түйнек сорты.

*Alimkhanov Y.M\*., Aitbaev T.Y., Aitbaeva A.T.  
[al.er.med@mail.ru](mailto:al.er.med@mail.ru)\*, [aitbayev.t@mail.ru](mailto:aitbayev.t@mail.ru), [aitbaeva\\_a\\_86@mail.ru](mailto:aitbaeva_a_86@mail.ru)  
Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan*

## THE INFLUENCE OF THE FERTILIZER SYSTEM ON BIOMETRIC INDICATORS AND POTATO YIELDS IN THE CONDITIONS OF SOUTH-EAST KAZAKHSTAN

### *Abstract*

The article presents the results of studies of the effect of fertilizers on biometric indicators and potato yields. In field experiments with foreign potato varieties and the local standard variety Tien Shan, it was found that applying fertilizers to the soil for potatoes helps to increase the height of the plant, the number of stems and leaves, as well as the number of tubers per bush.

The highest indicators of the habitus of potato plants were noted in the experimental variants with the application of high rates of mineral fertilizers (N<sub>225</sub>P<sub>135</sub>K<sub>180</sub>) and the combined application of organic and mineral fertilizers (N<sub>190</sub>P<sub>110</sub>K<sub>150</sub> + manure, 40 t/ha). Thus, the height of the plant in these variants was 67-82 cm, the number of stems was 5.3-6.1 pieces, the number of leaves was 116-145 pieces, the number of tubers was 11.6-14.7 pieces per bush.

The formation of a powerfully developed biomass of potato plants contributed to obtaining higher yields of tubers compared to the control (without fertilizers). On average, over 2 years of research, the yield of potato tubers in the variants with fertilizer application was 26.0-38.4 t/ha, which is 39.46-66.53% higher than the control.

Among the potato varieties in terms of productivity, the varieties Aladin and Innovator were the most responsive to fertilizers. The yield of these varieties in the variants with fertilizer application was 33.5-40.8 t/ha and 31.8-38.4 t/ha, respectively, which is higher than the control by 54.69-66.53% and 37.07-65.52%.

Thus, research results indicate that applying fertilizers to the soil for potatoes is an effective way to increase its productivity. In this case, the most effective are high rates of mineral fertilizers (N<sub>225</sub>P<sub>135</sub>K<sub>180</sub>) and the combined application of organic and mineral fertilizers (N<sub>190</sub>P<sub>110</sub>K<sub>150</sub> + manure, 40 t/ha).

**Key words:** potatoes, fertilizers, biometrics, yield, increase, tuber variety.

МРНТИ 68.35.03; 68.37.31; 68.37.07

DOI <https://doi.org/10.37884/1-2024/07>

*С.Б. Дубекова\**

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет,  
Алматы, Казахстан.*

*Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства,  
Алматы, Казахстан.*

*[funny.kind@mail.ru](mailto:funny.kind@mail.ru)\**

**ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА  
УСТОЙЧИВОСТЬ К ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНЕ (*PUCCINIA STRIIFORMIS* F. SP. TRITICI)**

### Аннотация

Обеспечение продовольственной безопасности ориентирована на высокую урожайность, устойчивость к патогенам и абиотическим стрессам пшеницы. Селекция на устойчивость к болезням является важным направлением программ селекции растений, поскольку выводимые сорта должны соответствовать высокой продуктивности, устойчивости к болезням и другим хозяйственно-ценным характеристикам для конечного использования. На юго-востоке Казахстана среди болезней озимой пшеницы одним из наиболее вредоносных возбудителей является желтая ржавчина (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*). Большинство возделываемых сортов пшеницы восприимчивы к возбудителю, поэтому постоянный контроль, изучение и создание новых исходных форм для селекции на устойчивость к этой опасной болезни являются острой необходимостью. Возделывание устойчивых сортов являются наиболее эффективным и экологически безопасным способом снижения потерь урожая.

Цель проводимых нами настоящих исследований - формирование новых гибридных популяций озимой пшеницы, изучение их устойчивости к желтой ржавчине (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), для расширения ценного генетического разнообразия пшеницы. В условиях искусственно-инфекционного фона, нами проведены селекционно-иммунологические исследования, на экспериментальной базе Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства (N43,238193° E76,696753°). В статье представлены результаты фенотипических отборов резистентных форм в гибридных популяциях, полученные путем внутривидовых скрещиваний озимой пшеницы, их иммунологических особенностей к *P. striiformis*. В результате изучения гибридной популяции озимой пшеницы, в условиях искусственно-инфекционного фона желтой ржавчины, выделились 15 образцов с отсутствием симптомов поражения, то есть иммунные, 13 образцов показали устойчивость (R), среднюю устойчивость (MR) – 10 образцов, восприимчивость (MS) – 16 и расщепляющиеся – 30 образцов. Из изучаемых новых гибридных популяций 33,4% отличались устойчивостью к возбудителю *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. Перспективный гибридный материал озимой пшеницы, имеет селекционно-иммунологическую ценность, в качестве новых исходных форм и доноров устойчивости к патогену. Сочетание продуктивности с признаком устойчивости является определяющим фактором для успешного создания новых селекционных линий и ускоренного выведения сортов для зерносеющих регионов.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, линии, гибридизация, желтая ржавчина, устойчивость, селекция, иммунитет.

### Введение

Пшеница – одна из самых важных продовольственных зерновых культур в мире, как с точки зрения производства продуктов питания и для обеспечения общего объема пищевых калории и белка в рационе человека [1]. Считается, что пшеница возникла на юге - западе Азии, откуда она распространилась на другие части Азии, Европы, Африки и Америки [2]. В то же время, широко возделываемые сорта пшеницы уязвимы к различным заболеваниям, вызываемые грибковыми, бактериальными и вирусными возбудителями. Одна из наиболее вредоносных заболеваний пшеницы - желтая ржавчина (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), зарегистрирована более чем в 60 странах [3], вызывая значительные и серьезные потери урожая на восприимчивых сортах пшеницы по всему миру [4]. Это самая разрушительная болезнь на северо-западе и юго-западе Китая [5]. За последние годы заболевание стало приобретать все большее значение в ряде районов выращивания пшеницы, такие как Южная Африка, центральные штаты США [6] и западная Австралия [7]. Возделывание устойчивых сортов является наиболее эффективным и экологически безопасным способом снижения потерь урожая. На сегодняшний день, более 70 генов устойчивости к желтой ржавчине, официально идентифицированы [3,8]. Большинство из этих генов специфичны для рас

патогена и обеспечивают устойчивость, которую можно обнаружить, в ювенальной стадии и некоторые выражены только на стадии взрослого растения [3].

Селекция пшеницы ориентирована на получение высокопродуктивных сортов с устойчивостью к болезням. Это связано с непрерывным появлением новых патотипов в популяции ржавчины. Поэтому требуется выявление и использование новых источников устойчивости, необходимые для селекции на иммунитет. Линии пшеницы с перенесенным в них генетическим материалом важны для создания исходного материала, который будет обеспечивать генетическую разнообразность в селекции. При этом, актуально накопление Yr генов горизонтальной устойчивости, потому что этот тип механизма устойчивости считается более длительным и эффективным для многих рас, а не для одиночных патотипов. В этой связи, формирование гибридных популяции озимой пшеницы и изучение их иммунологических особенности относительно *P. striiformis* - главная задача целенаправленного выбора исходного материала и создания новых сортов, устойчивых к желтой ржавчине.

Целью настоящих исследований являлась, расширение ценного генетического разнообразия пшеницы, путем формирования новых гибридных популяции с устойчивостью к желтой ржавчине (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*).

### **Методы и материалы**

Селекционно-иммунологические исследования проведены на юго-востоке Казахстана, в специализированном стационаре Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства (N43,238193° E76,696753°). Материалом для исследований служили коллекционный и селекционный материал озимой пшеницы. В гибридизацию [9], вовлечены доноры устойчивости к желтой ржавчине с использованием методов внутривидовых скрещиваний. В качестве родительских форм использованы изогенные линии и сорта с установленными Yr генами, так же доноры устойчивости выделенные из коллекционного материала генофонда и селекционные линии. Опыление проводили твел-методом на 3-4 день после раскрытия цветков [9]. Посев изучаемого материала осуществляли вручную на метровых рядах. Гибридный материал оценивали в условиях искусственно-инфекционного фона желтой ржавчины. В период исследования, анализирована иммунологическая ценность гибридного материала озимой пшеницы в отношении к популяции *Pst* в регионе. В качестве стандартов использовали районированные сорта Алмалы, Жетысу, Стекловидная 24, Богарная 56, которые высевались через каждые 20 номеров. Стандартом восприимчивости был выбран зарубежный сорт-индикатор Могоссо, который обеспечивал усиление и равномерное заражение патогеном инфекционного фона.

Инокуляцию изучаемого материала проводили смесью урединиоспор *Puccinia striiformis* с тальком в соотношении 1:100, с нагрузкой 20 мг спор/м<sup>2</sup> [10]. Первый учет болезней осуществляли в начале ее проявления, последующие – с интервалом 7-10 суток до молочно-восковой спелости зерна. В качестве критериев оценки генотипов на устойчивость к возбудителю *Pst* были тип инфекции (IT) и степень поражения (%). Тип инфекции устанавливали по рекомендованной шкале СИММУТ [11] где, 0 (иммунный) – симптомы поражения отсутствуют; R (устойчивый) – мелкие отдельные некротические зоны, нет пустул; MR (умеренно устойчивый) – мелкие пустулы окружены хлорозными и некротическими пятнами; MS (умеренно восприимчивый) – пустулы средних размеров, нет некротических, но могут быть хлоротические пятна; S (восприимчивый) – пустулы большие, без хлороза и некроза. Степень поражения (%) растений определяли по модифицированной Коббом шкале Peterson R.F. [12].

### **Результаты и обсуждение**

В результате селекционно-иммунологических исследований в полевом стационаре лаборатории защиты растений КазНИИЗиР (N43,238193° E76,696753°), получены новые гибридные популяции озимой пшеницы и их иммунологическая характеристика, относительно к возбудителю желтой ржавчины (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*). Известно, что

формируемое качество зерна как и другие хозяйственно-ценные признаки зависят от генотипа гибридов и климатических условий. Наследование устойчивости сортообразцов к возбудителям - от родительских пар. С учетом этого, для получения ценных гибридов с устойчивостью к желтой ржавчине, в качестве родительских форм нами были использованы выделившиеся ранее резистентные генотипы и изогенные линии (Yr), которые изучаются нами ежегодно [13, 14]. В таблице 1 приведены данные, полученные в результате скрещивания генотипов (таблица 1).

**Таблица -1** Гибридизация 2019-2023 гг.

Год	Количество гибридных популяций, шт.	Количество завязавшихся семян по комбинациям, шт.		
		максимум (max)	минимум (min)	среднее (mean)
2023	7	70	12	39,7
2022	23	113	8	51,3
2021	13	17	1	6,8
2020	22	34	1	11,1
2019	19	30	2	24

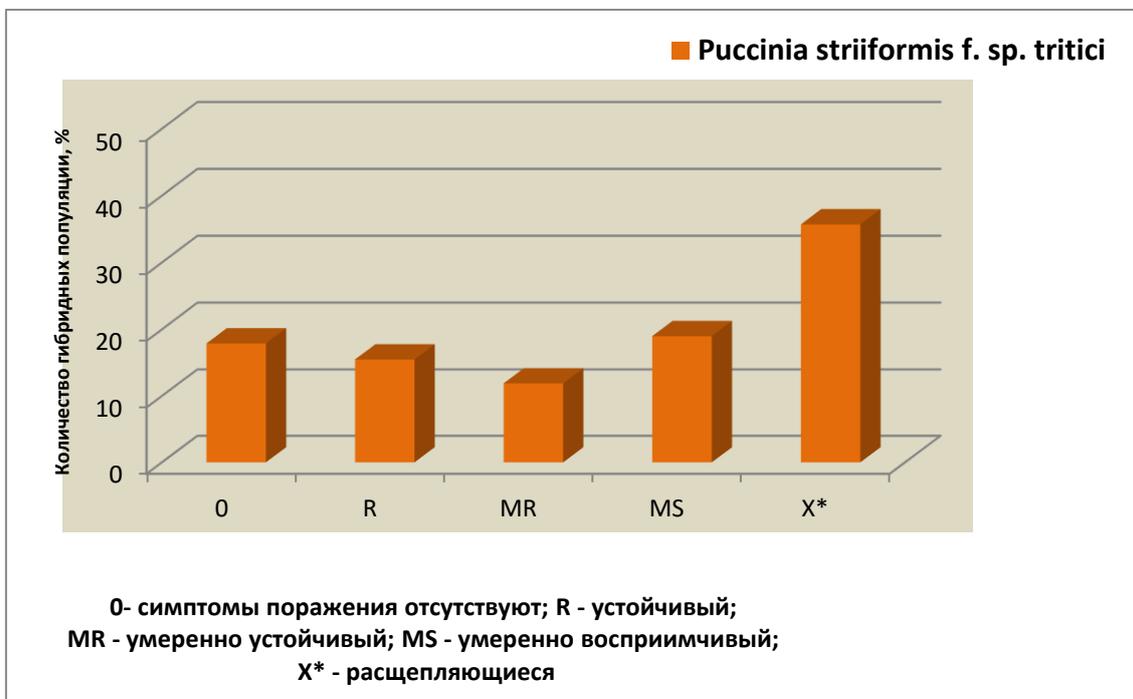
Лучшие сортообразцы по иммунологическим характеристикам были включены в гибридизацию (рисунок 1). В результате отборов сформированы исходные формы озимой пшеницы в 84 гибридных популяциях. Анализ гибридных популяций показал, что завязываемость зерен в комбинациях варьировала от минимального значения 2 до 113 максимально, в период вегетации (2019-2023). Относительно высокие показатели завязываемости получили в 2022 году, со средним значением: 51,3. Погодные условия во время гибридизации показали, что высокая температура в период цветения, наряду с особенностями генотипов, привели к снижению жизнеспособности пыльников и завязываемости гибридных зерен в некоторых комбинациях.

Следует отметить, что ежегодные иммунологические исследования выявили, возрастание частоты встречаемости желтой ржавчины (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) на сортообразцах, ранее отмеченные устойчивостью, за исключением засушливых годов. Вероятно, данное явление связано с изменениями климата, генетической структуры культуры и популяции патогена.



**Рисунок 1** – Гибридизация пшеницы с использованием источников устойчивости желтой ржавчины (*P. striiformis*). Изолированный гибридный материал (А) и удачное, здоровое завязывание гибридных семян (Б). (© photos: S. B. Dubekova, 2022)

По иммунологическим оценкам гибридного материала озимой пшеницы, анализировали реакцию казахстанской популяции *Pst*, во взрослой стадии растения. Сорты стандарты Жетысу, Богарная 56, Стекловидная 24, Алмалы показывали восприимчивость с типом реакции MS, тогда как сорт Мороссо поражался возбудителем до 100S. Среди гибридов оказались как устойчивые к желтой ржавчине (R), среднеустойчивые (MR), так и восприимчивые (MS) (диаграмма 1).



**Диаграмма – 1** Иммунологическая характеристика гибридных популяций озимой пшеницы к возбудителю желтой ржавчины (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*)

В результате исследования на полевом стационаре, в условиях искусственно-инфекционного фона, выделились 15 образцов с отсутствием симптомов поражения, 13 образцов показали устойчивость, среднюю устойчивость – 10 образцов, восприимчивость – 16 и расщепляющиеся – 30 образцов. Успех селекции на устойчивость к болезням определяется многими факторами, среди которых решающее значение имеют генетические ресурсы. Для обоснованного использования в селекции доноров устойчивости необходима информация об их основных признаках и свойствах. Важны сведения о генетической основе устойчивости доноров – генах устойчивости, их экспрессии, эффективности к патогенам [15].

В целом, из изученного набора гибридной популяции 17,9% отличались отсутствием симптомов поражения, то есть иммунные и 15,5% показали устойчивость (R). По устойчивости изученные линии не уступали стандартным сортам, а отдельные из них превосходили стандарты по данному показателю. Выделены гибридные популяции озимой пшеницы ценные по иммунологическим показателям: F5 № 23 x Купава/10 x 35/20060-2; д.1010(д.93 F3(N 23 x Купава) x Мереке x 10/60 F5 N23 Купава 7; 20388-3 x Dh-Lines 1-1; Mv-Menuett x 13/д 3 ген; SWW1-135 x F2 гибр.лаб. (F5 № 23 x Купава/1 x 48/12121-6); SG-V9157 x 23/20061-12; CH-111.14098 x OR208011H; Dh-Lines 1-1 xKS940786-6-9FM/CO970547-7; Yr 10/ 6\* AvocetS x Султан – 2; Yr 15/ 6\* AvocetS x Султан; F5 № 23 x Купава/3 x Нуреке; F5 № 23 x Купава/10x Мамыр; F5 № 23 x Купава/1 x 48/12121-6; CH111.14511 x 13/10210; Alpu/VR5053(WA#FM/201/23\*2/GS50A) x Стекловидная 24; Московская 56 x 32/20232-14; Yr 15/ 6\* AvocetS x 20389-6; YrSP / 6\* AvocetS x Стекловидная 24; Yr 5/ 6\* AvocetS x 16/12; Yr 15/ 6\* AvocetS x 13/д 3 ген.

Для расширения наследственного разнообразия по устойчивости к заболеванию желтой ржавчины (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) в качестве источников эффективных Yr генов могут быть сородичи пшеницы – дикие и культурные виды зерновых. Во многих странах, в т.ч. Казахстане, ведется работа по интрогрессии в культуру пшеницы источников устойчивости, в результате межвидовой и отдаленной гибридизации [16, 17]. Селекция устойчивости пшеницы стала очень точной и целенаправленной, на основе знания конкретного взаимодействия хозяина с патогеном [18]. Хотя большое количество генов устойчивости к заболеваниям ржавчины пшеницы были идентифицированы в зародышевой плазме пшеницы, большинство потерпели поражение различными новыми и высоковирулентными патотипами [19]. Быстрое появление новых рас возбудителей ржавчины с вирулентностью для многих широко возделываемых сортов пшеницы, привели к повышенному вниманию к диверсификации и пирамидированию генов устойчивости у пшеницы. В селекции многих культур отмечен недостаток генетического разнообразия по ряду хозяйственно-ценных признаков и свойств растений, что связано с необходимостью внедрения новой и разнородной по происхождению гермоплазмы с более высоким генетическим, пороговым уровнем устойчивости и стабильности. Научная новизна и практическая ценность нами проводимой научно-исследовательской работы - формирование новых разнообразии пшеницы и изучение их иммунитета, в результате которой, выделенный исходный селекционно-генетический материал используется в качестве доноров устойчивости.

### **Выводы**

Постоянное появление новых патотипов *Pst* требует разработки новых разновидностей и стратегий вовремя противостоять эпидемии. По результатам проведенных нами научных исследований получены новые гибридные популяции озимой пшеницы. Из изучаемого материала 33,4% выделились устойчивостью (R) к возбудителю желтой ржавчины (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), в условиях искусственно-инфекционного фона. Разнообразие генетических ресурсов, в родословной нами выделенных устойчивых гибридных популяции, повышают их иммунологическую ценность. Для усиления стратегии селекции на устойчивость к патогену, выявленные лучшие генотипы, предлагаются в качестве исходного материала, для селекции на иммунитет.

Большинство местных сортов и зарубежной селекции, возделываемые в Казахстане чувствительны к новым высоковирулентным расам, поэтому идентификация среди коллекций сортов пшеницы, источников устойчивости к желтой ржавчине должна стать важной частью селекционных программ для обеспечения продовольственной безопасности. Нами проводимые научные исследования с гибридными популяциями, являются ключом к прогрессу в этой области, что связано с наличием иммунологической характеристики изучаемого материала. На практике, такие подходы с высокой вероятностью и точности позволяют анализировать устойчивость генотипов, которые уже прошли предыдущие фитопатологические тесты. На сегодняшний день актуально пополнение и изучение исходного материала, создание коллекций, имеющих генотипы высокого потенциала продуктивности и устойчивости к болезням.

### **Благодарность**

Научно-исследовательская работа проводилась в рамках программы, финансируемой Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан (BR10765017; 2021-2023гг.).

### **Список литературы**

1. Gupta P.K. Wheat Genomics: Present Status and Future Prospects [Текст]/ P.K. Gupta, R.R. Mir, A. Mohan, J. Kumar //Int. J. Plant Genomics (2008) <https://doi.org/10.1155/2008/896451>

2. Bertholdsson N.O. Early vigor and Allelopathy - Two useful traits for enhancing barley and wheat competitiveness against weeds [Текст]/ N.O. Bertholdsson //Weed Research 45(2): 94-102.(2005) <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3180.2004.00442.x>
3. Chen X.M. Epidemiology and control of stripe rust on wheat [Текст]/ X.M. Chen // Canadian Journal of Plant Pathology 27(3): 314-337.(2005) <http://dx.doi.org/10.1080/07060660509507230>
4. Wellings C.R. Global status of stripe rust: a review of historical and current threats [Текст]/ C.R. Wellings // Euphytica 179(1): 129-141(2011) <http://dx.doi.org/10.1007/s10681-011-0360-y>
5. Wan A.M. Wheat stripe rust epidemic and virulence of *Puccinia striiformis* f. sp. tritici in China in 2002 [Текст]/ A.M. Wan, Z.H. Zhao, X.M. Chen, Z.H. He, S.L. Jin et al. // Plant Disease 88(8): 896.(2004) <https://doi.org/10.1094/pdis.2004.88.8.896>
6. Chen X.M. Wheat stripe rust epidemics and races of *Puccinia striiformis* f. sp. tritici in the United States in 2000 [Текст]/ X.M. Chen, M. Moore, E.A. Milus, D. Long, D. Marshall et al. //Plant Disease 86(1): 39.(2002) <https://doi.org/10.1094/pdis.2002.86.1.39>
7. Wellings C.R. First detection of wheat stripe rust in Western Australia: evidence for a foreign incursion [Текст]/ C.R. Wellings, D.G. Wright, F. Keiper, R. Loughman //Australia Plant Pathology 32(2): 321-322.(2003) <http://dx.doi.org/10.1071/AP03023>
8. Cheng P. Molecular mapping of a gene for stripe rust resistance in spring wheat cultivar IDO377s [Текст]/ P. Cheng, X.M. Chen// Theor Appl Genet 121(1): 195-204.(2010) <https://doi.org/10.1007/s00122-010-1302-0>
9. Гуляев Г. В. Селекция и семеноводство полевых культур с основами генетики [Текст]/ Г. В. Гуляев, А. П. Дубинин // -М.: Колос, 1980. - 375 с.
10. Roelfs A. P. Rust Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management [Текст]/ A.P. Roelfs, R.P. Singh, E.E. Saari // Mexico, D.F.: CIMMYT. 81 p. <http://hdl.handle.net/10883/1153>
11. [Rust scoring guide \(Handbook\). CIMMYT Londres 40, Apdo. Postal 6-641, Mexico 06600, D.F., Mexico.1986. http://hdl.handle.net/10883/1109](http://hdl.handle.net/10883/1109)
12. Peterson R.F. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals [Текст]/ R.F. Peterson, A.B. Campbell, A.E. Hannah //Can. J. Res. Sect., 1948. V. 26. P. 496–500. <http://dx.doi.org/10.1139/cjr48c-033>
13. Дубекова С.Б. Анализ состояния устойчивости озимой пшеницы к желтой ржавчине в условиях юго-востока Казахстана [Текст]/ С.Б.Дубекова, А.К. Есеркенов, А.А. Ыдырыс, А. Куресбек // Ізденістер, нәтижелер-Исследования, результаты - Алматы, 2020. – №4 – С. 214-220.
14. Dubekova S.B. Immunological Characteristics of Winter Wheat Lines with Resistance to Rust Diseases in Kazakhstan [Текст]/ S.B. Dubekova, A.T. Sarbaev, A.A. Ydyrys, A.K. Eserkenov and Sh.O. Bastaubaeva // OnLine Journal of Biological Sciences, 2021, 21 (4):356.365 <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2021.356.365>
15. Дубекова С.Б. Эффективность Yr-генов в Казахстане: поиск источников устойчивости озимой пшеницы [Текст]/ С.Б. Дубекова, А.Т. Сарбаев, М.А. Есимбекова, А.К. Есеркенов // Ізденістер, нәтижелер-Исследования, результаты. - Алматы, 2023. – №4 (100) – С. 73-80. <https://doi.org/10.37884/4-2023/09>
16. Gadisa A. Wheat Breeding for Disease Resistance: Review [Текст]/ A.Gadisa //J. Microbiol Biotechnol, 2019, 4(2): 000142. <https://doi.org/10.23880/oajmb-16000142>
17. Лапочкина И.Ф. Создание исходного материала яровой мягкой пшеницы для селекции на устойчивость к стеблевой ржавчине (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. tritici), в том числе и к расе Ug99, в России [Текст]/ И.Ф. Лапочкина, О.А. Баранова, В.П. Шаманин, Г.В. Волкова, Н.Р. Гайнуллин, А.В. Анисимова, Д.Н. Галингер, Е.Н. Лазарева, Е.В. Гладкова, О.Ф. Ваганова // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016; 20(3):320-328. <https://doi.org/10.18699/VJ16.167>

18. Bhardwaj S.C. *Puccinia - Triticum* interaction: an update [Текст]/ S.C. Bhardwaj // *Indian Phytopathology*, 2013. 66(1): 14–19.

19. McIntosh R.A. Catalogue of Gene Symbols for Wheat: 2017 Supplement [Текст] / R.A. McIntosh, J. Dubcovsky, W.J. Rogers, C. Morris and X.C. Xia. // In: KOMUGI–Integrated Wheat Science Database. 2017. <http://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/supplement2017.pdf>

#### References

1. Gupta P.K. Wheat Genomics: Present Status and Future Prospects [Текст]/ P.K. Gupta, R.R. Mir, A. Mohan, J. Kumar // *Int. J. Plant Genomics* (2008) <https://doi.org/10.1155/2008/896451>

2. Bertholdsson N.O. Early vigor and Allelopathy - Two useful traits for enhancing barley and wheat competitiveness against weeds [Текст]/ N.O. Bertholdsson // *Weed Research* 45(2): 94-102.(2005) <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3180.2004.00442.x>

3. Chen X.M. Epidemiology and control of stripe rust on wheat [Текст]/ X.M. Chen // *Canadian Journal of Plant Pathology* 27(3): 314-337.(2005) <http://dx.doi.org/10.1080/07060660509507230>

4. Wellings C.R. Global status of stripe rust: a review of historical and current threats [Текст]/ C.R. Wellings // *Euphytica* 179(1): 129-141(2011) <http://dx.doi.org/10.1007/s10681-011-0360-y>

5. Wan A.M. Wheat stripe rust epidemic and virulence of *Puccinia striiformis* f. sp. tritici in China in 2002 [Текст]/ A.M. Wan, Z.H. Zhao, X.M. Chen, Z.H. He, S.L. Jin et al. // *Plant Disease* 88(8): 896.(2004) <https://doi.org/10.1094/pdis.2004.88.8.896>

6. Chen X.M. Wheat stripe rust epidemics and races of *Puccinia striiformis* f. sp. tritici in the United States in 2000 [Текст]/ X.M. Chen, M. Moore, E.A. Milus, D. Long, D. Marshall et al. // *Plant Disease* 86(1): 39.(2002) <https://doi.org/10.1094/pdis.2002.86.1.39>

7. Wellings C.R. First detection of wheat stripe rust in Western Australia: evidence for a foreign incursion [Текст]/ C.R. Wellings, D.G. Wright, F. Keiper, R. Loughman // *Australia Plant Pathology* 32(2): 321-322.(2003) <http://dx.doi.org/10.1071/AP03023>

8. Cheng P. Molecular mapping of a gene for stripe rust resistance in spring wheat cultivar IDO377s [Текст]/ P. Cheng, X.M. Chen// *Theor Appl Genet* 121(1): 195-204. (2010) <https://doi.org/10.1007/s00122-010-1302-0>

9. Gulyaev G. V. Selekcija i semenovodstvo polevyh kul'tur s osnovami genetiki [Текст]/ G. V. Gulyaev, A. P. Dubinin // - M.: Kolos, 1980. - 375 s.

10. Roelfs A. P. Rust Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management [Текст]/ A.P. Roelfs, R.P. Singh, E.E. Saari // Mexico, D.F.: CIMMYT. 81 p. <http://hdl.handle.net/10883/1153>

11. [Rust scoring guide \(Handbook\). CIMMYT Londres 40, Apdo. Postal 6-641, Mexico 06600, D.F., Mexico.1986. http://hdl.handle.net/10883/1109](http://hdl.handle.net/10883/1109)

12. Peterson R.F. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals [Текст]/ R.F. Peterson, A.B. Campbell, A.E. Hannah // *Can. J. Res. Sect.*, 1948. V. 26. P. 496–500. <http://dx.doi.org/10.1139/cjr48c-033>

13. Dubekova S.B. Analiz sostoyaniya ustojchivosti ozimoy pshenicy k zheltoj rzhavchine v usloviyah yugo-vostoka Kazahstana [Текст]/ S.B. Dubekova, A.K. Eserkenov, A.A. Ydyrys, A. Kuresbek // *Izdenister, nәtizheler-Issledovaniya, rezul'taty* - Almaty, 2020. – №4 – S. 214-220.

14. Dubekova S.B. Immunological Characteristics of Winter Wheat Lines with Resistance to Rust Diseases in Kazakhstan [Текст]/ S.B. Dubekova, A.T. Sarbaev, A.A. Ydyrys, A.K. Eserkenov and Sh.O. Bastaubaeva // *OnLine Journal of Biological Sciences*, 2021, 21 (4):356.365 <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2021.356.365>

15. Dubekova S.B. Effektivnost' Yr-genov v Kazahstane: poisk istochnikov ustojchivosti ozimoy pshenicy [Текст]/ S.B. Dubekova, A.T. Sarbaev, M.A. Esimbekova, A.K. Eserkenov // *Izdenister, nәtizheler-Issledovaniya, rezul'taty*. - Almaty, 2023. – №4 (100) – S. 73-80. <https://doi.org/10.37884/4-2023/09>

16. Gadisa A. Wheat Breeding for Disease Resistance: Review [Текст]/ A.Gadisa // *J. Microbiol Biotechnol*, 2019, 4(2): 000142. <https://doi.org/10.23880/oajmb-16000142>

17. Lapochkina I.F. Sozdanie iskhodnogo materiala yarovoj myagkoj pshenicy dlya selekcii na ustojchivost' k steblevoj rzhavchine (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici*), v tom chisle i k rase Ug99, v Rossii [Tekst]/ I.F. Lapochkina, O.A. Baranova, V.P. SHamanin, G.V. Volkova, N.R. Gajnullin, A.V. Anisimova, D.N. Galinger, E.N. Lazareva, E.V. Gladkova, O.F. Vaganova // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2016; 20(3):320-328. <https://doi.org/10.18699/VJ16.167>
18. Bhardwaj S.C. *Puccinia - Triticum* interaction: an update [Tekst]/ S.C. Bhardwaj // *Indian Phytopathology*, 2013. 66(1): 14–19.
19. McIntosh R.A. Catalogue of Gene Symbols for Wheat: 2017 Supplement [Tekst]/ R.A. McIntosh, J. Dubcovsky, W.J. Rogers, C. Morris and X.C. Xia. // In: KOMUGI–Integrated Wheat Science Database. 2017. <http://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/supplement2017.pdf>

**С.Б. Дубекова\***

Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті,  
Алматы, Қазақстан.

Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми зерттеу институты,  
Алматы, Қазақстан.  
[funny.kind@mail.ru](mailto:funny.kind@mail.ru)\*

## САРЫ ТАТҚА (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) ТӨЗІМДІЛІК БАҒЫТЫНДА, КҮЗДІК БИДАЙ СЕЛЕКЦИЯСЫНА АРНАЛҒАН БАСТАПҚЫ МАТЕРИАЛ

### Аңдатпа

Азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету бидайдың жоғары өнімділігіне, ауру қоздырғыштарына және абиотикалық әсерге төзімділігіне бағытталған. Ауру қоздырғыштарына төзімділік, өсімдіктер селекциясындағы бағдарламалардың маңызды бағыты болып табылады, өйткені кез келген жақсы шыққан сорт түпкілікті пайдалану үшін, жоғары өнімділікке, ауруға төзімділікке және басқа да шаруашылық-құнды сипаттамаларға ие болуы керек. Қазақстанның оңтүстік-шығысында күздік бидай ауруларының ішінде зиянды қоздырғыштардың бірі – сары тат (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*). Өсірілетін бидай сорттарының көпшілігі ауру қоздырғышына сезімтал, сондықтан осы қауіпті ауруға төзімділік қабілетін үнемі бақылау, зерттеу және селекцияға жаңа бастапқы формаларды ұсыну, бұл бағыттағы үлкен қажеттілік болып табылады. Төзімді сорттарды қолдану, өсіру егін шығынын азайтудың ең тиімді және экологиялық таза әдісі болып табылады.

Біздің зерттеу жұмысымыздың мақсаты – күздік бидайдың жаңа гибрид популяциясын қалыптастыру, олардың сары татқа (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) төзімділігін зерттеу, бидайдың құнды генетикалық әртүрлілігін кеңейту. Жасанды індет аясы жағдайында Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының тәжірибелік базасында (N43,238193° E76,696753°) селекциялық-иммунологиялық зерттеулер жүргізілді. Мақалада күздік бидайдың түр ішілік будандастыру арқылы алынған будан популяцияларындағы төзімді формаларды фенотиптік іріктеу нәтижелері, олардың *P. striiformis* қоздырғышына иммунологиялық сипаттамалары берілген. Күздік бидайдың гибридті популяциясын зерттеу нәтижесінде сары таттың жасанды індет аясы жағдайында зақымдану белгілері жоқ, яғни иммунды 15 үлгі бөлініп алынды, 13 үлгі төзімділік (R), орташа төзімділік (MR) - 10 үлгі, төзімсіздік (MS) – 16 үлгі және гендердің ажырау үрдісінде – 30 үлгі анықталды. Зерттелген жаңа гибридті популяциялардың 33,4%-ы *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* қоздырғышына төзімді болды. Күздік бидайдың зерттелген гибридті материалы жаңа бастапқы формалар және қоздырғышқа төзімділіктің донорлары ретінде селекциялық және иммунологиялық құндылыққа ие. Өнімділіктің төзімділік белгісімен үйлесуі астық егетін аймақтар үшін жаңа

селекциялық линияларды сәтті құрудың және сорттардың жедел дамуының анықтаушы факторы болып табылады.

**Түйінді сөздер:** күздік бидай, линия, будандастыру, сары тат, төзімділік, селекция, иммунитет.

**S.B. Dubekova\***

*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan.  
Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Plant Growing,  
Almalybak, Kazakhstan.  
[funny.kind@mail.ru](mailto:funny.kind@mail.ru)\**

## **STARTING MATERIAL OF BREEDING WINTER WHEAT FOR RESISTANCE TO YELLOW RUST (*PUCCINIA STRIIFORMIS* F. SP. *TRITICI*)**

### **Abstract**

Ensuring food security is focused on high yields, resistance to pathogens and abiotic stresses in wheat. Breeding for disease resistance is an important focus of plant breeding programs because any successful variety must be capable of high yield, disease resistance, and other economically valuable end-use characteristics. In the southeast of Kazakhstan, among the diseases of winter wheat, one of the most harmful pathogens is yellow rust. Most cultivated wheat varieties are susceptible to the pathogen, so constant monitoring, study and creation of new initial forms of breeding for resistance to this dangerous disease are an urgent need. Cultivation of resistant varieties is the most effective and environmentally friendly way to reduce crop losses.

The purpose of our present research is the formation of new hybrid populations of winter wheat, the study of their resistance to yellow rust, to expand the genetic diversity of wheat. Under the conditions of an artificially infectious background, we carried out selection and immunological studies at the experimental base of the Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing (N43.238193° E76.696753°). The article presents the results of phenotypic selection of resistant forms in hybrid populations, their immunological characteristics to *P. striiformis*. As a result of studying a hybrid population of winter wheat, under conditions of an artificially infectious background of yellow rust, 15 samples were isolated with the absence of symptoms of damage, 13 samples showed resistance (R), average resistance (MR) - 10, susceptibility (MS) – 16 and fissionable – 30 samples. Of the new hybrid populations studied, 33.4% were resistant to the pathogen. The studied hybrid material of winter wheat has breeding and immunological value as new initial forms and donors of resistance to the pathogen. The combination of productivity with the trait of resistance is the determining factor for the successful creation of new breeding lines.

**Key words:** winter wheat, lines, hybridization, yellow rust, resistance, selection, immunity.