

А. Серикбайкызы<sup>1</sup> ✉Ш.С. Рсалиев<sup>2</sup>С.К. Темирбекова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, с. Алмалыбак, Алматинская обл., Казахстан

<sup>3</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, пос. Большие Вязёмы, Московская обл., Россия

✉ akerke.serikbaikyzy@bk.ru

Поступила в редакцию: 20.05.2024

Одобрена после рецензирования: 13.09.2024

Принята к публикации: 27.09.2024

© Серикбайкызы А., Рсалиев Ш.С., Темирбекова С.К.

Research article


 creative commons  
Open access
Akerke Serikbaykyzy<sup>1</sup> ✉Shainbolat S. Rsaliev<sup>2</sup>Sulukhan K. Temirbekova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing, village Almalybak, Almaty region, Kazakhstan

<sup>3</sup>All-Russian Scientific Research Institute of Phytopathology, village Bolshye Vyazemy, Moscow Region, Russia

✉ akerke.serikbaikyzy@bk.ru

Received by the editorial office: 20.05.2024

Accepted in revised: 13.09.2024

Accepted for publication: 27.09.2024

© Serikbaykyzy A., Rsaliev Sh.S., Temirbekova S.K.

# Устойчивость сортов яровой твердой пшеницы к стеблевой ржавчине на фоне естественной инфекции

## РЕЗЮМЕ

В научном исследовании представлены результаты возделывания яровой твердой пшеницы в мире, основные сорта этой культуры на юго-востоке Казахстана, развитие стеблевой ржавчины на сортах твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.), данные по устойчивости сортов в зерносеющих регионах республики. Полевые опыты были заложены в условиях предгорной зоны Алматинской области в 2022 году. Объектом исследований служили 15 сортов яровой твердой пшеницы различного происхождения: Гордейформе 254, Наурыз 2, Наурыз 6, Сеймур 17, Милана, Салауат, Жакут 20 (Казахский НИИ земледелия и растениеводства), Алтын дала, Асангали 20, Шарифа (Карабалыкская СХОС), Дамсинская юбилейная (НПЦЗХ им. А.И. Бараева), Безенчукская 182, Каныш (Россия), Berillo (Италия), Kamillaroi (Австралия).

В естественных условиях проявление стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) на сортах яровой твердой пшеницы было поздним, в фазе цветения и налива зерна растений. В опыте многие сорта казахстанской и зарубежной селекции показали умеренную устойчивость и восприимчивость к болезни. У сортов Салауат и Жакут 20 первоначальное и последующее развитие болезни не превышало 20%, что является признаком медленного развития ржавчины (Slow rusting). При сильном поражении сорта Наурыз 2 (60%) средневосприимчивыми были Гордейформе 254, Милана, Наурыз 6, Дамсинская юбилейная, Алтын дала, Асангали 20, Berillo и Kamillaroi. Сорта Сеймур 17, Шарифа и Каныш показали умеренную устойчивость к стеблевой ржавчине.

**Ключевые слова:** твердая пшеница, сорт, стеблевая ржавчина, устойчивость к болезням, восприимчивость, патоген, погодные условия

**Для цитирования:** Серикбайкызы А., Рсалиев Ш.С., Темирбекова С.К. Устойчивость сортов яровой твердой пшеницы к стеблевой ржавчине на фоне естественной инфекции. *Аграрная наука*. 2024; 387(10): 128–133.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-387-10-128-133>

# Resistance of spring durum wheat varieties to stem rust on the background of natural infection

## ABSTRACT

The scientific study presents the results and indicators of the cultivation of spring durum wheat in the world, the main varieties of spring durum wheat in the south-east of Kazakhstan, the development of stem rust on durum wheat varieties (*Triticum durum* Desf.), data on the stability of varieties in grain-bearing regions of the republic. Field experiments were conducted in the conditions of the foothill zone of the Almaty region in 2022. The object of research was 15 varieties of spring durum wheat of various origins: Gordeiforme 254, Nauryz 2, Nauryz 6, Seymour 17, Milana, Salauat, Zhakut 20 (Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing), Altyn dala, Asangali 20, Sharifa (Karabalyk Agricultural Station), Damsinskaya jubileinaya (A.I. Barayev Research and Production Centre for Grain Farming), Bezenchukskaya 182, Kanysh (Russia), Berillo (Italy), Kamillaroi (Australia).

Under natural conditions, the manifestation of stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) on spring durum wheat varieties was late, in the phase of flowering and filling of plant grains. In the experience, many varieties of Kazakh and foreign breeding have shown moderate resistance and susceptibility to the disease. In the varieties Salauat and Zhakut 20, the initial and subsequent development of the disease did not exceed 20%, which is a sign of Slow rust development. With a strong lesion of the Nauryz 2 variety (60%), Gordeyforme 254, Milana, Nauryz 6, Damsinskaya jubileinaya, Altyn Dala, Asangali 20, Berillo and Kamillaroi were moderately susceptible. The Seymour 17, Sharifa and Kanysh varieties showed moderate resistance to stem rust.

**Key words:** durum wheat, variety, stem rust, disease resistance, susceptibility, pathogen, weather conditions

**For citation:** Serikbaykyzy A., Rsaliev Sh.S., Temirbekova S.K. Resistance of spring durum wheat varieties to stem rust on the background of natural infection. *Agrarian science*. 2024; 387(10): 128–133 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-387-10-128-133>

## Введение/Introduction

Пшеница твердая (*Triticum durum* Desf.) — продовольственная культура, второй по распространению вид пшеницы в мире. Зерно твердой пшеницы используется для производства лучших сортов макаронных изделий, манной крупы [1–4].

По данным Международного совета по зерну (International Grains Council, IGC), в данный момент посевные площади, занимаемые твердой пшеницей в мире, варьируют в пределах 12–17 млн га при средней урожайности 3,8 т/га и мировом производстве 37–40 млн т зерна в год, то есть 5% от общего производства пшеницы<sup>1</sup>, проводятся научные исследования на расширение ареала возделывания твердых сортов пшеницы [5, 6].

Основными мировыми производителями твердой пшеницы являются страны Северной Америки (Канада — 5,0–7,8 млн т, США — 1,5–2,8 млн т, Мексика — 2,0 млн т), Европейского союза (8,5–9,8 млн т, в том числе Италия — 4 млн т), Турция (4,0 млн т), страны Северной Африки (Марокко — 2,0 млн т, Алжир — 2,0 млн т, Тунис — 1,0 млн т), Казахстан (2,2 млн т) [7].

В Казахстане твердая пшеница является одной из основных зерновых культур, посевные площади которой составляют 350–600 тыс. га (5–6% от общей площади посева яровой пшеницы). В 2020 году данная культура посеяна на площади 378 тыс. га, а производство оценивалось на уровне 472 тыс. т<sup>2</sup>. Основные зоны возделывания твердой пшеницы (80%) в соответствии с подходящими природно-климатическими условиями размещены в Северном Казахстане — Костанайской, Акмолинской и Северо-Казахстанской областях [8]. Она возделывается и в Алматинской, Актыбинской, Жамбылской и Карагандинской областях.

Несмотря на наличие условий возделывания твердой пшеницы в республике производство зерна твердых сортов пока не растет. Причиной этому является невысокая урожайность возделываемых сортов. В настоящее время из-за нехватки высококачественного зерна твердой пшеницы в Казахстане около 80% макаронных изделий получают из сортов мягкой пшеницы.

Зерносеющие регионы Казахстана нуждаются в экологически приспособленных сортах яровой твердой пшеницы — стабильно продуктивных по годам, имеющих хорошие и отличные технологические качества зерна, муки и макарон, устойчивых к основным патогенам пшеницы<sup>3</sup>.

На посевах твердой пшеницы ежегодно появляются различные грибные заболевания, включая виды ржавчины. И хотя твердая пшеница в целом считается более устойчивой к ржавчине, чем другие виды, в природе образуются новые вирулентные расы патогена, снижающие урожайность этой культуры. Например, в Мексике средние потери урожая восприимчивых генотипов составили 51–71%, тогда как у устойчивых сортов снижение урожая было в пределах 5–11% в зависимости от срока посева [9–11].

По данным Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан в Алматинской области допущены сорта яровой твердой пшеницы Гордеиформе 254, Наурыз 6, Сеймур 17, в Жамбылской

области — Наурыз 2, Сеймур 17, в Кызылординской и Туркестанской областях — Наурыз 2, Сеймур 17.

В 2015–2017 гг. в питомниках 16-18 КАСИБ (Казахстанско-Сибирская сеть по улучшению яровой пшеницы) проведено изучение сортов и линии твердой пшеницы в различных экологических пунктах Казахстана и России. В опытах от КазНИИЗиР были изучены линии Гордеиформе 18567-6, Гордеиформе 18585-2, Линия 19003, Линия 19029. По результатам изучения питомников 16-17 и 18 КАСИБ выявлены генотипы как для широкого ареала возделывания (третий кластер), так и имеющие локальное значение (первый кластер). Линия КазНИИЗиР Гордеиформе 18585-2 отнесена к сортам широкого ареала и рекомендована к использованию в селекции в качестве исходного материала [12].

В последние годы в Казахстане и России наряду с традиционными болезнями твердой пшеницы (листовая ржавчина, септориоз, твердая головня и др.) наблюдается развитие стеблевой ржавчины<sup>4</sup>. В регионе существует опасность проникновения вредоносной расы стеблевой ржавчины Ug99 из стран Центральной Азии [13–15].

По данным Евдокимова и др. [16] казахстанские сорта и линии твердой пшеницы Сеймур 17 (КазНИИЗиР), Лавина, Гордеиформе 69-08-2, Гордеиформе 178-05-2 (НПЦЗХ им. А.И. Бараева), Каргала 1514, Р-1409 (Актыбинская СХОС, Казахстан), Гордеиформе 2383, Гордеиформе 1790 (Карабалыкская СХОС, Казахстан) обладают устойчивостью к расе Ug99 стеблевой ржавчины.

Таким образом, в настоящее время в связи с распространением стеблевой ржавчины в мире изучение и отбор болезнестойчивых сортов являются основными задачами при селекции яровой твердой пшеницы.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Материалом исследований были 15 сортов яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) различного географического происхождения, в том числе 11 сортов казахстанской селекции<sup>5</sup> и 4 сорта зарубежной селекции (табл. 1).

Полевые опыты по изучению сортов и селекционных линий яровой твердой пшеницы проведены на экспериментальном опытном участке КазНИИЗиР в условиях предгорной зоны Алматинской области в 2022 году.

Почвы стационара — светло-каштановые суглинки. Содержание гумуса в пахотном слое достигает 1,9–2,0%. Семена пшеницы высеяны сеялкой Wintersteiger (Австрия) по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур<sup>6</sup> в 3-кратной повторности с площадью делянки 20 кв. м.

В полевых условиях с целью создания благоприятных условий для развития и распространения стеблевой ржавчины (возбудитель *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) посевы яровой твердой пшеницы были расположены рядом с восприимчивым сортом озимой мягкой пшеницы Богарная 56. Благоприятные погодные условия способствовали развитию болезни.

Проводились оценка поражения растений стеблевой ржавчиной, степень распространения болезни и устойчивости сортов к патогену. Оценка уровня поражения

<sup>1</sup> International Grains Council (IGC). Available from: <http://www.igc.int/ru/about/aboutus.aspx>

<sup>2</sup> Зерновые и масличные. Казахстан. Нацстат: Производство дурума в Казахстане откатилось к 2016 году. <https://margin.kz/>

<sup>3</sup> Твердая пшеница: югу, востоку и западу. <https://agroinfo.kz/> АгроИнфо. Информационное агентство.

<sup>4</sup> Чудинов В.А., Рсалиев А.С., Абуғалиева А.И. Инновационный подход в селекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к болезням. Исследования, результаты. 2019; (4): 240–247.

<sup>5</sup> Государственный реестр селекционных достижений, рекомендуемых к использованию в Республике Казахстан. Нур-Султан. 2022; 128.

<sup>6</sup> Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Москва. 1989; 2: 250.

Таблица 1. Характеристика использованных сортов яровой твердой пшеницы  
Table 1. Characteristics of the used varieties of spring durum wheat

Название сорта	Происхождение	Родословная	Год допуска в РК	Области допуска в РК
Гордейформе 254	Казахстан, КазНИИЗиР	Геркулес, Канада / 43106, Чили	2003	Алматинская
Милана	Казахстан, КазНИИЗиР	Оренбургская 10 / Одесская 116	2016	Восточно-Казахстанская
Наурыз 2	Казахстан, КазНИИЗиР	(44421, США / Харьковская 51) // 45406, Канада	1998	Жамбылская, Кызылординская, Туркестанская
Наурыз 6	Казахстан, КазНИИЗиР	Оренбургская 10 / Харьковская 46	2006	Алматинская
Сеймур 17	Казахстан, КазНИИЗиР	Алтайская Нива / Гордейформе 254	2020	Алматинская, Жамбылская, Туркестанская
Салауат	Казахстан, КазНИИЗиР	Леукурум 692 / Оренбургская 10	–	Государственное сортоиспытание
Жакут 20	Казахстан, КазНИИЗиР	Каргала / Наурыз 2-8	–	Государственное сортоиспытание
Шарифа	Казахстан, Карабалык. СХОС	Гордейформе 218 / Кустанайская 1	2018	Акмолинская, Костанайская, Северо-Казахстанская
Дамсинская юбилейная	Казахстан, НПЦ ЗХ	Socorit 71с / Саратовская 29	2017	Акмолинская, Северо-Казахстанская
Алтын-дала	Казахстан, Карабалык. СХОС	Харьковская 21 x Саратовская золотистая	2010	Костанайская, Северо-Казахстанская
Асангали 20	Казахстан, Карабалык. СХОС	Молодежная x Мироновская 808	2015	Восточно-Казахстанская, Костанайская
Безенчукская 182	Россия, Самарский НИИСХ	[F8 (Хар. 46 / Без. 105) / F8 (Хар. 46 / Без. 105)]	2004	Костанайская
Verillo	Италия	–	–	–
Камилларио	Австралия	Durati/Leeds	–	–
Каныш	Россия, тургидная пшеница	Отбор из коллекционного образца Farra (ФРГ)	–	–

растений проводилась по модифицированной шкале Кобба [17] с градацией 5%, 10%, 20%, 40%, 60% ... 100%. Устойчивость сортов пшеницы оценена согласно шкале СИММИТ<sup>7</sup>, при этом 0 — заболевание отсутствует, R — устойчивость (вместе пестулы образуются четко выраженные хлорозные пятна, пораженность листьев до 5–10%), MR — средняя устойчивость (пустулы очень мелкие, окружены хлоротичной зоной, пораженность листьев не более 10–30%), MS — средняя восприимчивость (пустулы мелкие, пораженность листьев до 40–50%), S — восприимчивость (пустулы крупные, пораженность листьев до 75–100%).

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

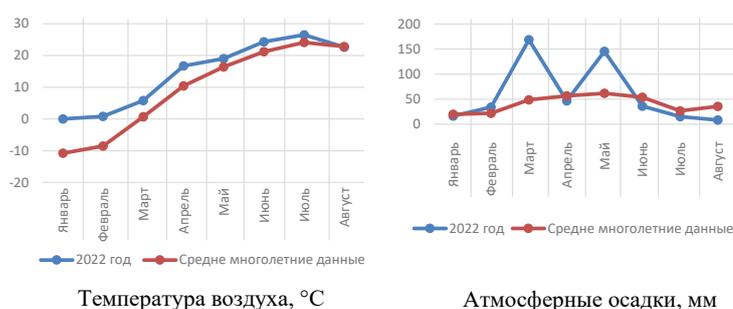
В 2021 году аномальная засуха привела к депрессии болезней на посевах зерновых культур и на злаковых растениях. В результате источники инфекции не сохранились ни на культурных посевах, ни на растениях-резерваторах — диких злаках.

Однако в 2022 году благодаря влажной весне болезни зерновых культур развивались в естественных условиях, несмотря на отсутствие источников инфекции. Можно заключить, что позднему появлению в регионе стеблевой ржавчины и других болезней на сортах озимой и яровой пшеницы способствовала заносная инфекция из южных регионов Центральной Азии.

По данным метеостанции КазНИИЗиР (Алматы-бак, Казахстан), в 2022 году на юго-востоке Казахстана погодные условия отличались от многолетних данных: за май, июнь и июль выпали 196,6 мм осадков при среднемноголетней норме 142,1 мм. Наибольшее количество дождя было в мае (145,4 мм) при норме 61,6 мм. Средняя летняя температура воздуха была выше среднемноголетней (23,27 °C) при норме 20,57 °C (рис. 1).

Метеорологические условия способствовали развитию болезней, вредителей и сорных растений. Так, в посевах яровой пшеницы отмечено сильное развитие стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis f. sp. tritici*). Это самая опасная болезнь пшеницы, снижающая

Рис. 1. Метеоданные в Алматинской области в 2022 году  
Fig. 1. Meteorological data in the Almaty region in 2022



урожайность зерна до 50% и более. Первоначальные признаки болезни были отмечены на восприимчивом сорте твердой пшеницы Наурыз 2 в начале июня. Однако в это время отсутствие высоких температур (выше 25 °C) не позволило развитию инфекции, несмотря на достаточный уровень влажности на посевах. В конце июня в связи с наступлением жарких дней инфекция перешла на другие сорта яровой твердой пшеницы.

У сортов Салауат и Жакут 20 первоначальное и последующее развитие болезни было 20%, что является признаком медленного развития ржавчины (*Slow rusting*). Данное свойство в настоящее время является более предпочтительным, так как современные сорта и линии с медленным развитием ржавчины обладают низкими потерями урожая, несмотря на умеренное развитие инфекции (табл. 2).

По данным таблицы 2, на сортах Гордейформе 254 и Наурыз 6 в фазе цветения и налива зерна растений отмечено умеренное развитие стеблевой ржавчины в пределах 30–40%, у сорта Наурыз 2 было сильное развитие инфекции до 60%.

Полученные результаты согласуются с данными Юсова и др. [18] о том, что казахстанский сорт твердой пшеницы Сеймур 17 отличается устойчивостью к стеблевой ржавчине (рис. 2).

Созданные в Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции сорта яровой твердой пшеницы

<sup>7</sup> Roelfs A.P., Singh R.P., Saari E.E. Rust Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management. Mexico, D.F.: CIMMYT. 1992; 81.

Таблица 2. Степень и тип поражения стеблевой ржавчины на сортах яровой твердой пшеницы

Table 2. Degree and type of stem rust damage on spring durum wheat varieties

Название сорта	Степень развития (%) и тип поражения болезнью					
	1-учет			2-учет		
	Устойчивые (0–10)	Средневосприимчивые (25–40)	Восприимчивые (60–100)	Устойчивые (0–10)	Средневосприимчивые (25–40)	Восприимчивые (60–100)
Гордеиформе 254	–	20 MS-S	–	–	30–40 S	–
Милана	–	25 MS	–	–	30 MS	–
Наурыз 2	–	40 S	–	–	–	60 S
Наурыз 6	–	30 MS-S	–	–	40 S	–
Сеймур 17	–	15 MR	–	–	20 MR	–
Салауат	–	20 MR	–	–	20 MR	–
Жакут 20	–	20 MR	–	–	20 MR	–
Шарифа	10 MR	–	–	–	20 MR	–
Дамсинская юбилейная	–	20 MS	–	–	30 MS	–
Алтын дала	–	20 MS	–	–	30 MS	–
Асангали 20	–	20 MS	–	–	30 MS	–
Безенчукская 182	–	20 MS	–	–	25 MS	–
Verillo	–	20 MS	–	–	30 MS	–
Kamillaroi	–	20 MS	–	–	30 MS	–
Каныш	10 MR	–	–	–	20 MR	–

Рис. 2. Развитие стеблевой ржавчины на сортах яровой твердой пшеницы в 2022 году. Фото автора

Fig. 2. Development of stem rust on spring durum wheat varieties in 2022. Photo by the author



Наурыз 2



Сеймур 17

Алтын дала и Асангали 20 характеризуются поражением стеблевой ржавчиной на 20–30% и средней урожайностью в пределах 28,1 ц/га и 21,3 ц/га соответственно<sup>8</sup>.

Для селекции повышенный интерес представляет сорт яровой тургидной пшеницы Каныш [19, 20], названный в честь Каныша Сатпаева и Каныша Кудайбердиулы. Данный сорт защищен патентом Российской Федерации на селекционное достижение. Авторами сорта являются С.К. Темирбекова, И.М. Куликов, Ю.В. Афанасьева, Н.В. Давыдова, М.Ш. Бегеулов, И.И. Сардарова.

В данных исследованиях сорт Каныш проявил умеренную устойчивость (MR) — от 10 до 20% к стеблевой ржавчине.

<sup>8</sup> Койшыбаев М., Муминджанов Х. Методические указания по мониторингу болезней, вредителей и сорных растений на посевах зерновых культур. ФАО-Анкара. 2016; 16–19.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

Новый сорт твердой пшеницы Шарифа обладает умеренной устойчивостью к стеблевой ржавчине. Данный сорт создан в Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции методом индивидуального отбора из F5 гибридной комбинации «Гордеиформе 218 — Костанайская 1». Разновидность — гордеиформе. Сорт среднеспелый, вегетационный период — 84 дня. Устойчив к засухе и полеганию. Сорт устойчив к грибным болезням яровой пшеницы в регионе. Максимальная урожайность зерна по пару — 33,8 ц/га. Имеет высокие технологические качества зерна и макарон, стекловидность зерна — 81,7%, содержание сырой клейковины — 29,4%. Сорт допущен в производство с 2018 года по Акмолинской, Костанайской и Северо-Казахстанской областям.

Определена урожайность сортов яровой твердой пшеницы, созданных в КазНИИЗиР. Средняя урожайность зерна изучаемых сортов составила 25,52 ц/га. Высокий урожай зерна отмечен у среднеустойчивых сортов Салауат (40,00 ц/га), Наурыз 6 (36,67 ц/га) и Гордеиформе 254 (30,56 ц/га). Сильное развитие стеблевой ржавчины на сорте Наурыз 2 привело к снижению урожая до 12,41 ц/га.

### Выводы/Conclusions

Таким образом, в условиях естественного развития стеблевой ржавчины многие сорта яровой твердой пшеницы казахстанской и зарубежной селекции показали различные реакции на проявление болезни.

Умеренное развитие инфекции (в пределах 30–40%) отмечено на сортах Гордеиформе 254 и Наурыз 6, сильное развитие (60%) было у сорта Наурыз 2. У сортов Салауат и Жакут 20 первоначальное и последующее развитие болезни было 20%, что является признаком медленного развития ржавчины (Slow rusting).

Казахстанские сорта твердой пшеницы Сеймур 17, Шарифа и российский сорт Каныш показали умеренную устойчивость к стеблевой ржавчине. Указанные сорта, обладающие другими хозяйственно ценными признаками, могут сдерживать развитие болезни в регионе.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP19677043).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Zaim M. *et al.* Wide crosses of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) reveal good disease resistance, yield stability, and industrial quality across Mediterranean sites. *Field Crops Research*. 2017; 214: 219–227. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.09.007>
- Zhiganova E., Sadigova M., Smirnova K. New promising varieties of spring hard wheat as the best raw material for pasta production. *BIO web of conferences. Dedicated to the 101<sup>st</sup> anniversary of the discovery of the law of homological series and the 134<sup>th</sup> anniversary of the birth of N.I. Vavilov*. Saratov. 2022; 43: 31. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224301031>
- Aprakhimov D. *et al.* Composite flour pasta processing technology and its nutritive value. *Journal of Natural Remedies*. 2021; 21(9–1): 67–71. <https://www.elibrary.ru/xevivhu>
- Aprakhimov D. *et al.* Study of nutritional value of macaroni pasta from composite flour. *Alkhas*. 2023; <https://doi.org/10.47176/alkhass.5.2.1>
- Ложкин А.Г., Васильев О.А., Дмитриев В.Л., Каюкова О.В., Яковлева М.И. Особенности формирования урожайности и качества пшеницы твердой яровой в условиях Чувашской Республики. *Аграрная наука*. 2024; (2): 87–91. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-87-91>
- Фризен Ю.В., Некрасова Е.В., Гайвас А.А. Влияние отдельных элементов агротехнологии на продуктивность твердой пшеницы в южной лесостепи Омской области. *Аграрная наука*. 2024; (2): 81–86. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-81-86>
- Гончаров С.В., Курашов М.Ю. Перспективы развития российского рынка твердой пшеницы. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2018; (2): 66–75. <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2018.2.66>
- Жилкайдоров А.Н. Совершенствование технологии макаронных изделий из перспективных отечественных сортов пшеницы *Triticum durum* и *Triticum aestivum*. Автореферат диссертации на присуждение степени доктора философии (PhD) по направлению науки «Технология пищевой промышленности». Алматы. 2017; 14.
- Herrera-Foessel S.A., Singh R.P., Huerta-Espino J., Crossa J., Yuen J., Djurle A. Effect of Leaf Rust on Grain Yield and Yield Traits of Durum Wheats with Race-Specific and Slow-Rusting Resistance to Leaf Rust. *Plant Disease*. 2006; 90(8): 1065–1072. <https://doi.org/10.1094/PD-90-1065>
- Иванисова А.С., Марченко Д.М. Использование селекционных индексов при оценке продуктивности озимой твердой пшеницы. *Аграрная наука*. 2024; 1(8): 150–154. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-385-8-150-154>
- Тамразов Т.Г. Влияние засухи на изменение площади ассимиляционной поверхности генотипов твердой и мягкой пшеницы, различающихся от периода созревания. *Аграрная наука*. 2021; (6): 37–41. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-350-6-37-41>
- Мальчиков П.Н., Розова М.А., Моргунов А.И., Мясникова М.Г., Зеленский Ю.И. Величина и стабильность урожайности современного селекционного материала яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) из России и Казахстана. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018; 22(8): 939–950. <https://doi.org/10.18699/VJ18.436>
- Gulyaeva E. *et al.* Evaluation of resistance of spring durum wheat germplasm from Russia and Kazakhstan to fungal foliar pathogens. *Cereal Research Communications*. 2020; 48(1): 71–79. <https://doi.org/10.1007/s42976-019-00009-9>
- Rsaliyev A.S., Rsaliyev Sh.S. Principal approaches and achievements in studying race composition of wheat stem rust. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018; 22(8): 967–977. <https://doi.org/10.18699/VJ18.439>
- Есимбекова М.А., Мукин К.Б., Абуғалиева А.И., Абдрахманов К., Дубекова С. Генетические ресурсы в селекции пшеницы на устойчивость к твердой головне. *Аграрная наука*. 2019; (1): 22–26. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-22-26>
- Evdokimov M.G., Yusov V.S., Kiryakova M.N., Meshkova L.V., Pakhotina I.V., Glushakov D.A. Promising genetic sources for the creation of varieties of durum spring wheat in Western Siberia. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2022; 26(7): 609–621. <https://doi.org/10.18699/VJGB-22-75>
- Peterson R.F., Campbell A.B., Hannah A.E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal of Research*. 1948; 26(5): 496–500. <https://doi.org/10.1139/cjr48c-033>
- Юсов В.С., Евдокимов М.Г., Мешкова Л.В., Глушаков Д.А. Создание сортов яровой твердой пшеницы, устойчивых к стеблевой ржавчине в Западной Сибири. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021; 182(2): 131–138. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-2-131-138>
- Темирбекова С.К., Афанасьева Ю.В. О пшенице тургидной (теоретическое и практическое значение). *Биосфера*. 2022; 14(4): 409–411. <https://www.elibrary.ru/bxnllq>
- Меркурьев Н.В. Оценка показателей качества зерна полбы и тургидной пшеницы методом математической статистики. *Молодой ученый: Сборник статей II Международной научно-практической конференции*. Пенза: Наука и просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.). 2023; 76–80. <https://www.elibrary.ru/xqvlwv>

## FUNDING

The research was funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (grant No. AP19677043).

## REFERENCES

- Zaim M. *et al.* Wide crosses of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) reveal good disease resistance, yield stability, and industrial quality across Mediterranean sites. *Field Crops Research*. 2017; 214: 219–227. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.09.007>
- Zhiganova E., Sadigova M., Smirnova K. New promising varieties of spring hard wheat as the best raw material for pasta production. *BIO web of conferences. Dedicated to the 101<sup>st</sup> anniversary of the discovery of the law of homological series and the 134<sup>th</sup> anniversary of the birth of N.I. Vavilov*. Saratov. 2022; 43: 31. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224301031>
- Aprakhimov D. *et al.* Composite flour pasta processing technology and its nutritive value. *Journal of Natural Remedies*. 2021; 21(9–1): 67–71. <https://www.elibrary.ru/xevivhu>
- Aprakhimov D. *et al.* Study of nutritional value of macaroni pasta from composite flour. *Alkhas*. 2023; <https://doi.org/10.47176/alkhass.5.2.1>
- Lozhkin A.G., Vasiliev O.A., Dimitriev V.L., Kayukova O.V., Yakovleva M.I. Features of the formation of yield and quality of durum spring wheat in the conditions of the Chuvash Republic. *Agrarian science*. 2024; (2): 87–91 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-87-91>
- Frizen Yu.V., Nekrasova E.V., Gaivas A.A. The influence of individual elements of agricultural technology on the productivity of durum wheat in the southern forest-steppe of the Omsk region. *Agrarian science*. 2024; (2): 81–86 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-81-86>
- Goncharov S.V., Kurashov M.Yu. Prospects for the development of the Russian durum wheat market. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2018; (2): 66–75 (in Russian). <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2018.2.66>
- Zhilkaidarov A.N. Improving the technology of pasta from promising domestic wheat varieties *Triticum durum* and *Triticum aestivum*. *Abstract of PhD Thesis in the field of science "Food Industry Technology"*. Almaty. 2017; 14 (in Russian).
- Herrera-Foessel S.A., Singh R.P., Huerta-Espino J., Crossa J., Yuen J., Djurle A. Effect of Leaf Rust on Grain Yield and Yield Traits of Durum Wheats with Race-Specific and Slow-Rusting Resistance to Leaf Rust. *Plant Disease*. 2006; 90(8): 1065–1072. <https://doi.org/10.1094/PD-90-1065>
- Ivanisova A.S., Marchenko D.M. The use of breeding indices when estimating winter durum wheat productivity. *Agrarian science*. 2024; 1(8): 150–154 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-385-8-150-154>
- Tamrazov T.G. The influence of drought on the change in the area of the assimilation surface of the genotypes of durum and bread wheat, which differ from the ripening period. *Agrarian science*. 2021; (6): 37–41 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-350-6-37-41>
- Malchikov P.N., Rozova M.A., Morgunov A.I., Myasnikova M.G., Zelensky Yu.I. Yield performance and stability of modern breeding stock of spring durum wheat (*Triticum durum* Desf.) from Russia and Kazakhstan. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018; 22(8): 939–950 (in Russian). <https://doi.org/10.18699/VJ18.436>
- Gulyaeva E. *et al.* Evaluation of resistance of spring durum wheat germplasm from Russia and Kazakhstan to fungal foliar pathogens. *Cereal Research Communications*. 2020; 48(1): 71–79. <https://doi.org/10.1007/s42976-019-00009-9>
- Rsaliyev A.S., Rsaliyev Sh.S. Principal approaches and achievements in studying race composition of wheat stem rust. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018; 22(8): 967–977. <https://doi.org/10.18699/VJ18.439>
- Yessimbekova M.A., Mukin K.B., Abugaliyeva A.I., Abdрахманов К., Дубекова С. Genetic resources in wheat breeding for resistance to common bunt. *Agrarian science*. 2019; (1): 22–26 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-22-26>
- Evdokimov M.G., Yusov V.S., Kiryakova M.N., Meshkova L.V., Pakhotina I.V., Glushakov D.A. Promising genetic sources for the creation of varieties of durum spring wheat in Western Siberia. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2022; 26(7): 609–621. <https://doi.org/10.18699/VJGB-22-75>
- Peterson R.F., Campbell A.B., Hannah A.E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal of Research*. 1948; 26(5): 496–500. <https://doi.org/10.1139/cjr48c-033>
- Yusov V.S., Evdokimov M.G., Meshkova L.V., Glushakov D.A. Development of spring durum wheat cultivars resistant to stem rust in Western Siberia. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2021; 182(2): 131–138 (in Russian). <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-2-131-138>
- Teмирбекова С.К., Афанасьева Ю.В. About turgid wheat (theoretical and practical significance). *Biosphere*. 2022; 14(4): 409–411. <https://www.elibrary.ru/bxnllq>
- Merkuriyev N.V. Evaluation of quality indicators of spelt and turgid wheat grain by the method of mathematical statistics. *Young scientist: Collection of articles of the II International scientific and practical conference*. Penza: Science and Education (individual entrepreneur Gulyaev G.Yu.). 2023; 76–80. <https://www.elibrary.ru/xqvlwv>

## ОБ АВТОРАХ

**Акерке Серикбайкызы<sup>1</sup>**

докторант  
akerke.serikbaikyzy@bk.ru  
<https://orcid.org/0009-0007-3886-6685>

**Шынболат Сырашович Рсалиев<sup>2</sup>**

доктор биологических наук, главный научный сотрудник  
shynbolat63@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6324-9565>

**Сулухан Кудайбердиевна Темирбекова<sup>3</sup>**

доктор биологических наук, профессор  
sul20@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-9824-6364>

<sup>1</sup> Казахский национальный аграрный исследовательский университет,  
пр-т им. Абая, 8, Алматы, 050010, Казахстан

<sup>2</sup> Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства,  
ул. им. Ерлепесова, 1, с. Алмалыбак, Алматинская обл., 040909, Казахстан

<sup>3</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии,  
ул. Институт, 5, пос. Большие Вязёмы, Московская обл., 140000, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Akerke Serikbaykyzy<sup>1</sup>**

Doctoral Student  
akerke.serikbaikyzy@bk.ru  
<https://orcid.org/0009-0007-3886-6685>

**Shynbolat Syrashovich Rsaliev<sup>2</sup>**

Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher  
shynbolat63@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6324-9565>

**Sulukhan Kudaiberdievna Temirbekova<sup>3</sup>**

Doctor of Biological Sciences, Professor  
sul20@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-9824-6364>

<sup>1</sup> Kazakh National Agrarian Research University,  
8 Abai Ave., Almaty, 050010, Kazakhstan

<sup>2</sup> Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing,  
1 Erlepesov Str., village Almalybak, Almaty region, 040909, Kazakhstan

<sup>3</sup> All-Russian Scientific Research Institute of Phytopathology,  
5 Institut Str., village Bolshye Vyazemy, Moscow region, 140000, Russia

РЕКЛАМА



Международная выставка  
сельскохозяйственной техники,  
материалов и оборудования  
для животноводства и растениеводства

**30 октября – 01 ноября 2024**

г. Екатеринбург,  
МВЦ «Екатеринбург-Экспо»

**Получите билет**  
по промокоду Agro-science  
**[www.agroprom-ural.ru](http://www.agroprom-ural.ru)**



Организаторы

