

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ В СЕЛЕКЦИИ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ТВЕРДОЙ ГОЛОВНЕ

GENETIC RESOURCES IN WHEAT BREEDING FOR RESISTANCE TO COMMON BUNT

Есимбекова М.А.¹, Мукин К.Б.¹, Аbugалиева А.И.¹,
Абдрахманов К.¹, Дубекова С.¹, Моргунов А.И.²

¹ ТОО «КазНИИЗиР», МСХ РК

040909, Республика Казахстан, Алматинская обл., Карасайский р-н, пос. Алмалыбак, ул. Ерлепесова, д. 1

E-mail: minura.esimbekova@mail.ru

² СИММИТ-Турция

Твердая головня (*Tilletia caries* (D.C.) Tul. & C. Tul. (syn. *Tilletia tritici* (Bjerk.) G. Winter) and *T. laevis* J.G. Kühn (syn. *T. foetida* (Wallr.) Liro) одно из самых разрушительных заболеваний пшеницы во многих странах, производящих пшеницу. Заражение пшеницы спорами твердой головни приводит к существенным потерям урожая (до 40%). Большинство выращиваемых в настоящее время сортов восприимчивы к одной или нескольким распространенным расам твердой головни. Необходим поиск новых источников устойчивости. Большинство источников устойчивости к головне имеют плохие агрономические показатели. Задача состоит в том, чтобы внедрить гены устойчивости, к головне одновременно устраняя плохие агрономические признаки. В этой связи целью исследований был скрининг генетических ресурсов мягкой пшеницы казахстанской и мировой селекции на устойчивость к твердой головне и продуктивность в условиях предгорной зоны Зайлийского Алатау. (48° N, 77° E, 740 м над уровнем моря). В качестве материала исследований были использованы сортовой генофонд мягкой пшеницы казахстанской селекции и сортообразцы международного сортоиспытания программы IWWP, СИММУТ/Турция. В результате исследований дана оценка устойчивости к местной популяции твердой головни 79 сортам мягкой пшеницы казахстанской селекции и 70 устойчивым к твердой головне образцам Регионального питомника СИММИТ — CBUNT-RN 2015–2016. В условиях предгорной зоны Зайлийского Алатау установлен неоднозначный уровень устойчивости к твердой головне в зависимости от: 1) климатических условий года исследований; 2) вирулентного состава патогена.

Ключевые слова: пшеница, генетические ресурсы, устойчивость, твердая головня.

Для цитирования: Есимбекова М.А., Мукин К.Б., Аbugалиева А.И., Абдрахманов К., Дубекова С., Моргунов А.И. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ В СЕЛЕКЦИИ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ТВЕРДОЙ ГОЛОВНЕ. Аграрная наука. 2019; (1): 22–26.

Введение

Пшеница является основным продуктом питания, который обеспечивает около 20% белка и калорий, потребляемых во всем мире. Прогнозирование роста спроса на пшеницу до 2050 года сильно варьирует и составляет в среднем примерно 50% относительно 2010 года [1]. В странах Центральной Азии уровень потребления пшеницы является самым высоким в мире — более 200 кг/год на душу населения, а урожайность остается очень низкой [2].

Твердая головня (ТГ) — одно из самых разрушительных заболеваний пшеницы во многих странах, производящих пшеницу. Заражение пшеницы спорами твердой головни приводит к существенным (до 40%) потерям урожая (типично всегда равным степени заболеваемости) [3]. Опасность возбудителя заключается не только в снижении урожайности, но также в токсических свой-

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-22-26>

Yessimbekova M.A.¹, Mukin K.B.¹, Abugalieva A.I.¹,
Abdrakhmanov K.¹, Dubekova S.¹, Morgounov A.I.²

¹ "KazRIAPG" LLP, Ministry of Agriculture of Kazakhstan

040909, Republic of Kazakhstan, Almaty region, Karasay district, Almalybak, village, Erlepesov street, 1

E-mail: minura.esimbekova@mail.ru

² CIMMIT-Turkey

Common bunt (*Tilletia caries* (D.C.) Tul. & C. Tul. (syn. *Tilletia tritici* (Bjerk.) G. Winter) and *T. laevis* J.G. Kühn (syn. *T. foetida* (Wallr.) Liro) is one of the most devastating diseases of wheat in many wheat-producing countries. Contamination of wheat with common bunt spores leads to significant (up to 40%) yield losses. Most varieties currently cultivated are susceptible to one or more common bunt races. The search for new sources of sustainability is needed. Most sources of bunt resistance have poor agronomic indicators. The challenge is to introduce resistance genes, while simultaneously eliminating bad agronomic traits. The purpose of research was the screening of bread wheat genetic resources of Kazakhstan and world breeding for resistance to common bunt and productivity in conditions of the foothill zone of Zailiysky Alatau (48° N, 77° E and 740 m above sea level). The assessment of resistance to common bunt of a wide range of bread wheat materials of local (79 varieties) and 70 accessions world breeding (СИММИТ — CBUNT-RN 2015–2016) in the foothill zone of the Zailiysky Alatau shows an ambiguous level of resistance depending on the climatic conditions of the year of research. To adapt to the needs of organic farming, CB-resistant breeding lines and registered varieties must be assessed by using spores with a certain virulence.

Key words: wheat, genetic resources, resistance, common bunt.

For citation: Yessimbekova M.A., Mukin K.B., Abugalieva A.I., Abdrakhmanov K., Dubekova S., Morgounov A.I. GENETIC RESOURCES IN WHEAT BREEDING FOR RESISTANCE TO COMMON BUNT. Agrarian science. 2019; (1): 22–26. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-22-26>

ствах спор головни, содержащих алкалоид триметилмин, что отрицательно влияет на здоровье человека и животных [4].

Селекционеры и патологи растений провели годы, развивая устойчивые к головне сорта [5]. Для управления твердой головней интенсивно проводился мониторинг заболеваемости и скрининг сортов по устойчивости к головне. В дополнение к скринингу зародышевой плазмы пшеницы, изучалась генетика устойчивости — характер наследования, количественная резистентность к головням [6], установлено существование и интенсивное изучение физиологических рас и генетики патогенов [7], влияние выживаемости и прорастания спор в почве на управление болезнью [8]. Выявлен четкий географический центр концентрации (36–40%) устойчивости к головне [9], в группе устойчивых сортов установлен высокий вклад PI 178383- турец-

кого ландраса, собранного Джеком Р. Харланом в 1948 году. Генетическая специфичность взаимодействия пшеницы и возбудителя головни (ген-ген) затруднила контроль заболевания только устойчивостью хозяина. Резистентные гены в сортах пшеницы оказывали влияние на динамику популяций головни [10]. Устойчивые сорта впоследствии поражаются новыми вирулентными расами головни [11]. Понадобились десятилетия усилий, пока не была обнаружена эффективная химическая обработка семян, чтобы одержать верх в контроле над головней, селекция на устойчивость к головне получила низкий приоритет [5].

Однако современное движение сельского хозяйства в сторону органики с сокращением химии в производстве [12] потребовало фундаментальные изменения в системе производства сельскохозяйственной продукции. Недостаток химической обработки семян (химические методы обработки семян запрещены в соответствии с органическими стандартами сертификации) вызвал возрождение многих семенных болезней, включая твердую головню, которая прежде контролировалась химически. Сегодняшние фермеры и ученые, как и в прошлом, сталкиваются с проблемой управления твердой головней [13]. Большинство выращиваемых в настоящее время сортов восприимчивы к одной или нескольким распространенным расам твердой головни [14]. Необходим поиск новых источников устойчивости. Большинство источников устойчивости к головне имеют плохие агрономические показатели. Задача состоит в том, чтобы внедрить гены устойчивости, к головне одновременно устраняя плохие агрономические признаки [15]. Таким образом, использование резистентности растений — самая эффективная, долговечная и экологически безопасная стратегия против твердой головни в пшенице. Устойчивые сорта не вызывают дополнительных затрат для фермера и могут быть доступны во всех соответствующих областях производства пшеницы в мире. Успех отбора на устойчивость к заболеваниям полностью зависит от зародышевой плазмы пшеницы. Исходный материал должен иметь генетическую изменчивость созданных сортов, длительную защиту от болезней, ограничение воспроизводства патогена и устойчивость группы к патогенным организмам [16]. Селекция на устойчивость к твердой головне пшеницы имеет первостепенное значение для органического земледелия [5].

Методика

Исследования проведены в предгорной зоне Заилийского Алатау (48° N, 77° E, 740 м над уровнем моря). Оценка проведена методами общепринятыми в патологии растений. Иммунологическая оценка испытуемого материала проводилась путем искусственного заражения семян спорами местной популяции твердой головни до посева по методу А.И. Борггардта-Анпилогова. Частота проявления болезни отмечалась как процент инфицированных колосьев в период восковой и полной спелости зерна [17]. Тип устойчивости оценивался по между-

народной шкале: R (устойчивый); MR (умеренно устойчивый); MS (умеренно восприимчивый); S (восприимчивый); HS (высоко восприимчивый).

В Казахстане данные о различной степени поражаемости сортов пшеницы твердой головней впервые приводятся в работе Джембаева Ж.Т. [18]. Из 4-х испытанных сортов наибольшую устойчивость при искусственном заражении показали сорта — Акмолинка 5 и Мелянопус 69. Букуновой Р.Г. [19] в 1967–1968 годах на искусственном инфекционном фоне среди 51 районированных и перспективных в Казахстане сортов мягкой и твердой пшеницы выделены сорта устойчивые к твердой головне — Безенчукская 98 и Эритроспермум 212. Степень поражения твердой головней сортов — Альбидиум 43, Казахстанская 126, Саратовская 29, Цезиум 111 достигала 50–80%. С конца 80-х годов начали проводиться иммунологические исследования с привлечением генетического материала, содержащего известные гены устойчивости. Анализом семи местных популяций твердой головни Алматинской области было выявлено 3 гена устойчивости — Bt 3, Bt 9, Bt 10, сделано заключение, что для практической селекции на устойчивость к твердой головне, имеет значение наличие в селекционном материале гена Bt10 [20].

В 1991–2000 годах был проведен скрининг более 600 образцов (сортов и биотипов, перспективного материала национального селекции озимой пшеницы) на устойчивость к твердой головне. Оценка показала градацию типов реакций. Доминирующим (60,3%) был смешанный тип реакции — I (потери 10–41%), 11,9% были устойчивыми — R (потери до 10%), 27,8% материала было поражено более чем на 41,0% (S тип).

В 2010–2012 годах формула вирулентности местного патотипа в условиях предгорной зоны Заилийского Алатау включала 3 наиболее эффективных гена — Bt 8, Bt 9, Bt 10, наличие которых в селекционном материале способствовало расширению генетического разнообразия национальных селекционных программ по устойчивости к твердой головне [21].

Таблица 1.

Распределение сортов мягкой пшеницы казахстанской селекции по устойчивости к твердой головне, 2016–2018 годы

Устойчивость к ТГ, тип реакции. %	Сорта казахстанской селекции	Кол-во обр., шт
R (0–10%)	Алия; Акдан; Дербес; Кзылбидай; Кондитерская; Мереке 70; Раминал; Фараби; Тунгыш; Егемен; Опакс-70; Мереке 75; Жадыра; Рассад; Коксу; Акбидай; Анара; Караспан; Наз; Сапалы; Опакс 3; Эритроспермум 350; Кок бидай; Нуреке; Баянды; Алихан; Красноводопадская 210; Батыр; Карлыгаш; Алатау, Опакс 26, Юбилейная 75, Казахстанская 16, Казахстанская 126, Прогресс, Стекловидная 24, Комсомольская 103, Карабалыкская остистая, Комсомольская 75, Опакс 26	40
MR (11–30%)	Наз; Красноводопадская 25; Басар; Пиротрикс 50; Реке; Арап, Карасай, Лютесценс 9, Алатау, Ания, Ботагоз, Батжан, Стекловидная 24, Актерекская; Алмалы; Жетысу; Прогресс; Карабалыкская озимая, Карабалыкская 101, Карабалыкская остистая, Комсомольская 75	21
MS (31–50%)	Жетысу; Стекловидная 24; Карлыгаш, Южная 12; Маншук; Алия; Жалын; Раусин, Комсомольская 1, Комсомольская 56, Богарная 56	11
S (51–70%)	Рамин; Майра; Эритроспермум 249, Прогресс	4
HS (71% ≥)	Алмалы; Октябрина 70; Арап	3
Итого		79

Результаты

В 2016–2018 годах в рамках Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» (2013 год) была дана оценка устойчивости к местной популяции твердой головки 79 сортам мягкой пшеницы казахстанской селекции, прошедших ГСИ и допущенных к использованию, таблица 1.

Климатические изменения из года в год приводили к неравномерной инфекции анализируемого материала (образцы с неоднозначной реакцией к твердой головке отмечены в таблице 1 курсивом). Так, семь сортов, отмеченных в первый год оценки к типу устойчивых — R (0–10%), в последующие годы показали реакцию либо средней устойчивости — Наз (R, MR); Алатау (R, MR), Карабалыкская остистая (R, MR), либо восприимчивости в средней и высокой степени — Прогресс (R, MR, S), Стекловидная 24 (R, MR, MS), Алия (R, MS); Карлыгаш (R, MS). Три среднеустойчивых сорта изменили тип реакции на средне/высоко восприимчивый — Арап (MR, HS), Алмалы (MR, HS); Жетысу (MR, MS).

Используемые споры часто содержали смесь вирулентных и авирулентных, в этой связи наблюдалась неоднозначность в оценке устойчивости к твердой головке в повторностях инфекционного питомника одного года (рис. 1).

Международное сортоиспытание

Региональный питомник (CBUNT-RN 2015–2016), включающий 70 устойчивых к твердой головке образцов из 7 стран (Иран, Казахстан, Мексика, Румыния, Россия, Турция и США) был распространен международной программой CIMMYT/ICARDA в 2015 году по всему миру более чем на 300 кооператоров. Устойчивость к головке была идентифицирована, двумя циклами проведенной оценки при искусственной инокуляции в Научно-исследовательском Институте Транзитной зоны (Эскишехир, Турция).

Распределение образцов питомника CBUNT–RN по реакции на твердую головку в течение 3 лет (2016–2018) на инфекционном фоне представлено в таблице 2. Хотя генетический контроль устойчивости в этом наборе не определен (20) существует достаточная генетическая вариация, основанная на родословной.

На фоне средне восприимчивого (MS) международного стандарта — сорта GEREK-79 было выделено 35

Рис. 1. Размах изменчивости по устойчивости к ТГ, 2018 год

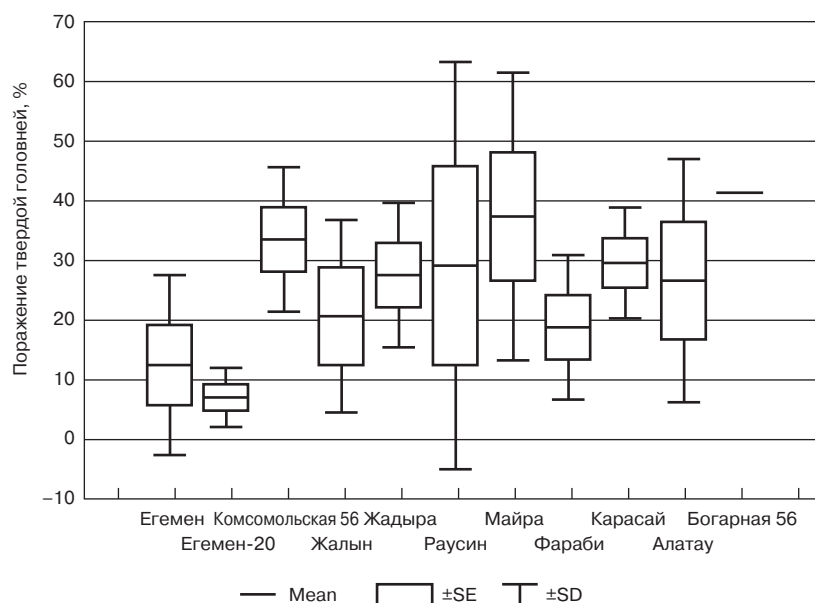


Таблица 2.

Распределение образцов питомника CBUNT–RN по реакции на твердую головку, 2016–2018 годы

Страна	Уровень устойчивости/восприимчивости/количество образцов					
	R (0–10%)	MR (11–30%)	MS (31–50%)	S (51–70%)	HS (over 70%)	Всего
Иран	3	4	2	-	-	9
Казахстан	3	-	-	-	-	3
Мексика — TCI	-	2	1	-	-	3
Румыния	3	1	1	-	1	6
Россия	2	1	-	-	-	3
Турция — TCI	22	14	6	3	-	45
США — TCI	2	1	2	1	-	6
Всего	35	23	12	4	1	75

Таблица 3.

Продуктивность устойчивых образцов питомника CBUNT–RN, 2017 год

Происхождение	Страна	Урожайность, т/га	% / тип поражения		
			YR	LR	CB
Krasnodar/Frtl/6/Ngda146/4/Ymn/Tob//Mcd/3/Lira/5/F130I.12	TCI	6,2	30S	15MS	8,6
Bezostaya/Tr.Militinae//Tr.Militinae-4	KAZ	5,7	0R	15MR	0
Ks902709-B-5-1/Burbot-4	TCI	5,6	0R	10MS	0
Rina-/Bez/Nad//Kzm(Es85.24)/3/F900k	TCI	5,4	0R	10MS	0
Batera//Kear/Tow/3/Tam200/4/494j6.11/Trap#1/Bow/5/Tx96v2427	TCI	5,3	5MS	10MS	5,9
362k2.111//Tx71a1039.Vi*3/Ami/3/Es14/130I.12//Mnch	TCI	5,2	0R	10MS	10
Rana96/Gansu-3	TCI	5,1	20MS	15MR	0
Nasibey Check-R	TCI	2,2	10MR	15MS	2
Mufitbey Check-R	TCI	6,1	10MR	20MR	10,1
Gerek 79 Check-S	TR-ESK	2,6	5MS	15MS	39,7

устойчивых образцов (до 10% поражение ТГ). 7 образцов из 35 устойчивых показали урожайность на уровне местных стандартов, большинство образцов имели устойчивость желтой ржавчине, таблица 3.

Среди 30,7% среднеустойчивых (MR) отобрано 6 продуктивных образцов, достоверно (до 30%) превысивших местный стандарт — сорт Жетысу (5,9 т/га).

Выводы

Оценка устойчивости к твердой головне широкого спектра материалов мягкой пшеницы местной и миро-

вой селекции в условиях предгорной зоны Заилийского Алатау показывает неоднозначный уровень устойчивости в зависимости от климатических условий года исследований. Для адаптации к потребностям органического земледелия устойчивые к твердой головне селекционные линии и зарегистрированные сорта должны быть охарактеризованы в отношении их родословной и биотипного состава. Установлена необходимость скрининга сортов с использованием спор с определенной вирулентностью, требуется идентификация рас на молекулярном уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Braun H. Wheat improvement results, challenges and perspectives // XIX International Workshop on Smuts and Bunts. Izmir. 2016. P. 3–4.
2. Muminjanov H., Sogut E. FAO activities on plant production and protection in Central Asia // XIX International Workshop on Smuts and Bunts. Izmir. 2016. P. 12–13.
3. Coța L.C., Botez C., Grigoraș M. and Curticiu D. 2009. Screening for resistance to artificial infection by common bunt (*Tilletia caries* and *Tilletia foetida*) in F2 populations of wheat (*Triticum aestivum* L.) // Bull. Univ. Agric. Sci. Vet. Med. (USAMV). 2009. Vol. 66. P. 24–31.
4. Volkova G., Shumilov Yu., Gladkova E., Matveeva I. Efficacy of protectants against head smut in the south of Russia // XIX International Workshop on Smuts and Bunts. Izmir. 2016. P. 83–84.
5. Matanguihan J.B., Murphy K.M. and Jones S.S. Control of common bunt in organic wheat // Plant Disease. 2011. Vol. 95 (2). P. 92–103.
6. Forsberg, G. Heat sanitation of cereal seeds with a new, efficient, cheap and environmentally friendly method // In: BCPC Symposium Proc. No. 76, Seed Treatment, Challenges and Opportunities. — 2001. P. 69–72.
7. Fofana B., Humphreys D.G., Cloutier S., McCartney C.A. and Somers D.J. Mapping quantitative trait loci controlling common bunt resistance in a doubled haploid population derived from the spring wheat cross RL4452 × AC Domain // Mol. Breed. 2008. Vol. 21. P. 317–325.
8. Bruehl, G. Integrated control of soil-borne pathogens: An overview // Can. J. Plant Pathol. — 1989. Vol. 11. P. 153–157.
9. Kellerer T., Sedlmeier M., Rabenstein F. and Killerman B. Development of immunochemical and PCR methods for qualitative detection of *Tilletia* species in organic seeds // Czech J. Genet. Plant Breed. — 2006.-Vol. 42 (Special Issue). P. 72–74.
10. Hoffman J.A. and Metzger R.J. Current status of virulence genes and pathogenic races of the wheat bunt fungi in the

REFERENCES

1. Braun H. Wheat improvement results, challenges and perspectives // XIX International Workshop on Smuts and Bunts. Izmir. 2016. P. 3–4.
2. Muminjanov H., Sogut E. FAO activities on plant production and protection in Central Asia // XIX International Workshop on Smuts and Bunts. Izmir. 2016. P. 12–13.
3. Coța L.C., Botez C., Grigoraș M. and Curticiu D. 2009. Screening for resistance to artificial infection by common bunt (*Tilletia caries* and *Tilletia foetida*) in F2 populations of wheat (*Triticum aestivum* L.) // Bull. Univ. Agric. Sci. Vet. Med. (USAMV). 2009. Vol. 66. P. 24–31.
4. Volkova G., Shumilov Yu., Gladkova E., Matveeva I. Efficacy of protectants against head smut in the south of Russia // XIX International Workshop on Smuts and Bunts. Izmir. 2016. P. 83–84.
5. Matanguihan J.B., Murphy K.M. and Jones S.S. Control of common bunt in organic wheat // Plant Disease. 2011. Vol. 95 (2). P. 92–103.
6. Forsberg, G. Heat sanitation of cereal seeds with a new, efficient, cheap and environmentally friendly method // In: BCPC Symposium Proc. No. 76, Seed Treatment, Challenges and Opportunities. 2001. P. 69–72.
7. Fofana B., Humphreys D.G., Cloutier S., McCartney C.A. and Somers D.J. Mapping quantitative trait loci controlling common bunt resistance in a doubled haploid population derived from the spring wheat cross RL4452 × AC Domain // Mol. Breed. 2008.

northwestern USA // Phytopathology. 1976. Vol. 66. P. 657–660.

11. Shepherd J.F. The development of new wheat varieties in the Pacific Northwest // Agric. Hist. 1980. Vol. 54. P. 52–63.
12. Lammerts van Bueren E.T., Struik P.C. and Jacobsen E. Ecological concepts in organic farming and their consequences for an organic crop ideotype // Neth. J. Agric. Sci. 2002. Vol. 50. P. 1–26.
13. Chen J., Hole D., Souza E., Guttieri M., Goates B., Zhang J. QTL mapping of dwarf bunt resistance in winter wheat // XIX International Workshop on Smuts and Bunts. Izmir. 2016. P. 33–34.
14. Mathre D.E., Johnston R.H. and Grey W.E. Small Grain Cereal Seed Treatment // Plant Health Instructor. — 2001. — DOI: 10.1094/PHI-I-2001-1008-01. Updated, 2006.
15. He C. and Hughes G. R. Inheritance of resistance to common bunt in spelt and common wheat // Can. J. Plant Sci. 2003. Vol. 83. P. 47–56.
16. Morgounov A., Ozdemir F., Keser M. International Winter Wheat Improvement Program: reduction of disease losses through breeding // XIX International Workshop on Smuts and Bunts. Izmir. 2016. P. 31–32.
17. Кривченко В.И. Обоснование методов учета головни на зерновых культурах // Микология и фитопатология. 1972. Т. 6. Вып. 4. С. 351–354.
18. Джиамбаев Ж.Т., Ишпайкина Е. Головня хлебных злаков и борьба с ней. — Алма-Ата: Казгосиздат, 1955. 55 с.
19. Букенова Р.Г. Поражаемость районированных и проходящих сортоиспытание в Казахстане сортов пшеницы твердой головней. Защита зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков. Алматы: Кайнар, 1974. С. 106–110.
20. Кривченко В.И. Устойчивость зерновых колосовых к возбудителям головневых болезней. — М.: Колос, 1984. 304 с.
21. Yessimbekova M., Morgounov A., Kenenbaev S., Kokhmetova A., Dutbaev E., Abugalieva A. Screening of Kazakhstan winter bread wheat germplasm for resistance to common bunt // XIX International Workshop on Smuts and Bunts. Izmir. 2016. P. 79–80.

Vol. 21. P. 317–325.

8. Bruehl, G. Integrated control of soil-borne pathogens: An overview // Can. J. Plant Pathol. 1989. Vol. 11. P. 153–157.
9. Kellerer T., Sedlmeier M., Rabenstein F. and Killerman B. Development of immunochemical and PCR methods for qualitative detection of *Tilletia* species in organic seeds // Czech J. Genet. Plant Breed. 2006.-Vol. 42 (Special Issue). P. 72–74.
10. Hoffman J.A. and Metzger R.J. Current status of virulence genes and pathogenic races of the wheat bunt fungi in the northwestern USA // Phytopathology. 1976. Vol. 66. P. 657–660.
11. Shepherd J.F. The development of new wheat varieties in the Pacific Northwest // Agric. Hist. 1980. Vol. 54. P. 52–63.
12. Lammerts van Bueren E.T., Struik P.C. and Jacobsen E. Ecological concepts in organic farming and their consequences for an organic crop ideotype // Neth. J. Agric. Sci. 2002. Vol. 50. P. 1–26.
13. Chen J., Hole D., Souza E., Guttieri M., Goates B., Zhang J. QTL mapping of dwarf bunt resistance in winter wheat // XIX International Workshop on Smuts and Bunts. Izmir. 2016. P. 33–34.
14. Mathre D.E., Johnston R.H. and Grey W.E. Small Grain Cereal Seed Treatment // Plant Health Instructor. 2001. DOI: 10.1094/PHI-I-2001-1008-01. Updated, 2006.
15. He C. and Hughes G. R. Inheritance of resistance to common bunt in spelt and common wheat // Can. J. Plant Sci. 2003. Vol. 83. P. 47–56.
16. Morgounov A., Ozdemir F., Keser M. International Winter Wheat Improvement Program: reduction of disease losses through

breeding // XIX International Workshop on Smuts and Bunts. Izmir. 2016. P.31–32.

17. Krivchenko V.I. Justification of methods for accounting smut on cereals // Mycology and Phytopathology. 1972. Vol. 6. Issue 4. P.351–354.

18. Dzhiembaev Zh.T., Ishpaykina E. Smut on cereals and the fight against it. Alma-Ata: Kazgosizdat, 1955. 55p.

19. Bukenova R.G. Affection of wheat varieties zoned and passing variety testing in Kazakhstan by common bunt. Protection

of crops from pests, diseases and weeds. Almaty: Kaynar, 1974. P.106–110.

20. Krivchenko V.I. Resistance of cereals to smut pathogens. M.: Kolos, 1984. 304p.

Yessimbekova M., Morgounov A., Kenenbaev S., Kokhmetova A., Dutbaev E., Abugalieva A. Screening of Kazakhstan winter bread wheat germplasm for resistance to common bunt // XIX International Workshop on Smuts and Bunts. Izmir. 2016. P. 79–80.

ОБ АВТОРАХ:

Есимбекова М.А., доктор биологических наук, доцент

Мукин К.Б., кандидат сельскохозяйственных наук

Абугалиева А.И., доктор биологических наук, профессор

Абдрахманов К., Дубекова С., магистры

Моргунов А.И.

ABOUT THE AUTHORS:

Yessimbekova M.A., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor

Mukin K.B., Candidate of Agricultural Sciences

Abugalieva A.I., Doctor of Biological Sciences, Professor

Abdrakhmanov K., Dubekova S., masters

Morgounov A.I.