

АРПА СОРТ-ҮЛГІЛЕРІНІҢ НЕГІЗГІ САҢЫРАУҚҰЛАҚ АУРУЛАРЫНА ТӨЗІМДІЛІГІ

А. Жунусова¹ *, А. Сарбаев² 

¹ Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, jmarikoza@mail.ru

² Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, kizamans2@mail.ru

Аннотация: Арпа дүние жүзіндегі ең кең тараған дәнді-дақылдардың бірі болып табылады, ал Қазақстан аумағында күрделі климаттық жағдайға талғамы аз болғандықтан бұл дақылдың ауылшаруашылық маңызы зор. Ауыл шаруашылығындағы болашағы зор бағыттардың бірі саңырауқұлақ ауруларына төзімді сорт-үлгілерін анықтау. Арпаның ауруға төзімді сорттарын пайдаланудағы негізгі аспект химиялық өңдеуден ішінара немесе толық бас тарту есебінен өнім сапасын жақсарту болып табылады. Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының тәжірибелік алқабында 2021-2022 жылдары отандық күздік және жаздық арпаның 46 сорт-үлгілерінің Қазақстанда жиі кездесетін саңырауқұлақ ауруларына (теңбіл дақ, кара-қоңыр дақ, ринхоспориоз және ақ ұнтақ) төзімділігіне танаптық баға берілді. Фитопатологиялық бағалау нәтижелері бойынша арпа сорт-үлгілері арасынан негізгі саңырауқұлақ ауруларына төзімділік көздері сұрыпталды. Бірнеше саңырауқұлақ ауруларына төзімді күздік және жаздық арпаның 7 сорты табылды. Бір және екі немесе одан да көп қоздырғыштарға төзімді болып табылған арпа сорттары мен үлгілері ауруларға төзімді арпа сорттарды шығару үшін селекциялық бағдарламаларда мақсатты түрде пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: арпа; сорт; үлгі; саңырауқұлақ аурулары; төзімділік.

Өзектілігі

Арпа (*Hordeum vulgare* L.) – таралуы және ауылшаруашылығы өндірісінде қолданылуы бойынша әмбебап дақыл. Біріккен Ұлттар Ұйымы жанындағы ауылшаруашылық және азық-түлік мекемесінің мәліметі бойынша әлемдік егіншілікте арпаның егіс көлемі 60 млн. гектарға жетеді, бұл бидай, күріш және жүгеріден кейінгі төртінші орынды құрайды [1]. Жергілікті атқарушы органдардың мәліметтері бойынша, 2022 жылы Қазақстанда арпа егіс көлемі 2,3 млн. гектарды құрады, бұл өткен жылмен салыстырғанда 9 пайызға артық [2]. Өндірілген арпаның жалпы көлемінің 78% ішкі тұтынуға, оның 65% мал азығына жұмсалады. Арпа дәнінің экспорттық үлесі 9,4% құрайды. Қазақстанда негізгі арпа өндіруші республиканың солтүстік өңірі болып табылады, оның құрамына Ақмола, Солтүстік Қазақстан және Қостанай облыстары кіреді. Арпа егіс көлемінің ұлғаюына қарамастан, республикада дақылдың өнімділігі төмен деңгейде және өсіру жағдайына байланысты 12-17 ц/га дейін ауытқиды [3].

Қазіргі уақытқа дейін Қазақстанда арпа дақылын зерттеу бойынша біршама жетістіктерге қол жеткізілді, тиісінше мал азықтық және сыра қайнату бағыттары бойынша арпа сорттары шығарылды және аудандастырылды, әртүрлі аймақтар үшін сорттардың теориялық моделі жасалынды [4]. Арпаның гаплоидты әдістерін жетілдіру бойынша зерттеулер жүргізілді және бірқатар дигаплоидты линиялар шығарылды [5]. Өсімдіктің генетикалық ресурсы жинақталды [6], арпа дәніндегі Fe және Zn, β-глюкандарды анықтау үшін

биохимиялық скрининг жүргізілді [7]. Арпа дәні қаттылығының генетикасы зерттелді, клейстогамии гендері жіктелінді және құрғақшылық пен сортаңдану төзімділігіне жауапты, жаңа гендер анықталды [8].

Арпа өсірудің тиімділігі кейбір жылдары оның саңырауқұлақ қоздыратын аурулардың қарқынды дамуына байланысты төмендейді, олар өсімдіктің өніп шығуынан бастап жинағанға дейін бүкіл вегетациялық кезеңде әсер етеді және өнімділікті айтарлықтай кемітеді [9]. Саңырауқұлақ қоздыратын аурулар арасынан арпа дақылы үшін ең қауіптісі және кең таралғаны жапырақ дақтары және ақ ұнтақ індеті [5, 6].

Арпаның теңбіл дақ ауруы (қоздырғышы *Pyrenophora teres* Drechsler (анаморф: *Drechslera teres* (Sacc.) Shoem.) әлемнің көптеген елдерінде экономикалық маңызы бар патоген. Қоздырғыштың екі формасы бар: *P. teres* f. *maculata* және *P. teres* f. *teres* [10-12]. Саңырауқұлақтың бұл екі формасы морфологиялық жағынан бірдей, бірақ генетикалық және симптоматикалық жағынан әртүрлі. Теңбіл дақ ауруы арпа жапырағының ауданы мен дәнінің көлемін және сапасын төмендетеді, бұл өнімділіктің айтарлықтай жоғалуына әкеледі [10-12].

Ринхоспориоз немесе жолақты жапырақ дағы ауруы (қоздырғышы *Rhynchosporium commune*) Азия, Еуропа, Африка, Солтүстік және Латын Америкасының 50 астам елінде тіркелген [13, 14]. Жалпы бұл ауру арпа өндіретін жерлерде байқалады, ал салқын және жартылай ылғалды аймақтарда жиі кездеседі, нәтижесінде өнімділік 35-40% көлемінде кемиді [13]. *Rhynchosporium commune* қоздырғышының популяциялары генетикалық және фенотиптік жағынан әртүрлі болып келеді [15-18].

Арпаның жапырақ дағы ауруларының келесі түрі қара-қоңыр дақ індеті, оның қоздырғышы *Cochliobolus sativus* (анаморф: *Bipolaris sorokiniana*) саңырауқұлағы болып табылады. Сонымен қатар бұл ауру қоздырғышы өсімдік тамырының шіріп кетуіне және өскіндердің күйіп қалуына себеп болады [19]. Саңырауқұлақтың тіршілік ету ортасы кең, яғни ол арпа, жұмсақ және қатты бидай, тритикале, қара бидай, жүгері, күріш және кейбір өсімдік түрлеріне патогенді болып табылады [20]. Бұл ауру ыстық және ылғалды жағдайларда дәнді дақылдар өсіретін аймақтарда көбірек таралған [21]. Өнімділікті жоғалту территориялық жағдайға және өсімдік түріне байланысты әртүрлі болғанымен, қысқа ауыспалы егістікте немесе негізінен дәнді дақылдардың ауыспалы егістігінде өнімділік жоғалуы 70-100% дейін болуы мүмкін [22].

Қоздырғышы *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* (син. *Erysiphe graminis* DC) аскомицеттік саңырауқұлағы болып табылатын ақ ұнтақ ауруы әлемнің көптеген аймақтарында арпа дақылының ең зиянды патогендерінің бірі болып есептеледі [23, 24]. Бұл ауру негізінен жапырақта дамиды, бірақ саңырауқұлақ өсімдіктің жер бетіндегі мүшелерінің барлығын зақымдайды. Қолайлы климаттық жағдайда бүкіл өсімдік вегетациясында ауру гаплоидты конидиялардың жыныссыз көбеюі арқылы 10 генерацияға дейін береді [25]. Сонымен қатар, ауру жапырақтың ассимиляторлық ауданын кемітеді, хлорофилді ыдыратады, өсімдік түптенуін төмендетеді және масақтануды кешіктіреді. Ақ ұнтақ ауруынан өнімділіктің төмендеуі негізінен 13-20% аралығында болады, ал егістік қатты зақымданғанда бұл көрсеткіш 40% дейін өседі [26, 27].

Арпа дақылының жоғарыда аталған ауруларының барлығы Қазақстанның астықты аймақтарында кездеседі және олардың даму қарқыны мен таралуы климаттық жағдайларға, патоген популяцияларының ішкі құрылымы мен расалық құрамына, өндірісте өсірілетін арпа сорттарының аурулардан қорғану мүмкіндігіне байланысты өзгеріп отырады. Қазақстанда өсірілетін жаздық және күздік арпаның көптеген коммерциялық сорттары саңырауқұлақ қоздыратын теңбіл дақ, ринхоспориоз, қара-қоңыр дақ және ақ ұнтақ ауруларынан қатты зардап шегеді. Сондықтан жаздық арпаның осы ауруларға төзімді сорттары мен линияларын анықтауға бағытталған зерттеу жұмыстарын күшейту қажет [28-31].

Зерттеу жұмысының негізгі мақсаты арпаның жаңа және коллекциялық сорт-үлгілерінің саңырауқұлақ қоздыратын негізгі ауруларға төзімділігін бағалау.

Материалдар және әдістер

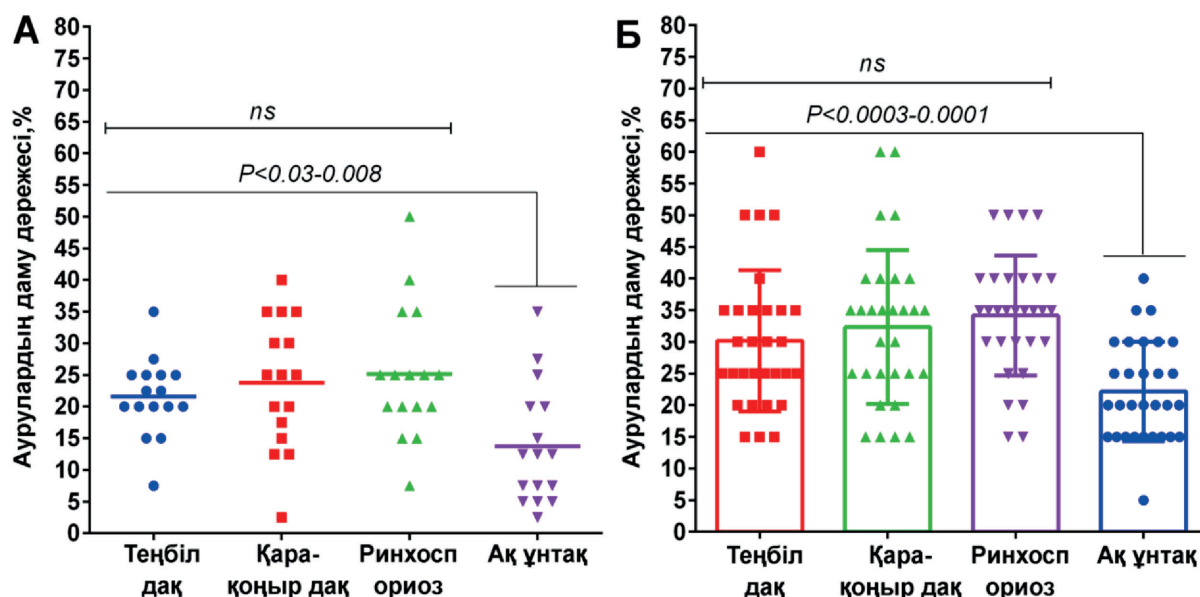
Зерттеу материалдары ретінде күздік және жаздық арпаның конкурстық сорт сынақ көшеттігіндегі сорт-үлгілері және коллекциялық сорттары пайдаланылды. Иммунологиялық бағалауға қолданылған арпа сорт-үлгілерінің жалпы саны 46, оның ішінде 30 жаздық арпа сорт-үлгілері және 16 – күздік арпа сорт-үлгілері болып табылады.

Тәжірибелер 2021-2022 жылдары Алматы облысы Қарасай ауданы Алмалыбақ ауылында орналасқан Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының суармалы танап алқабында жүргізілді. Арпа сорт-үлгілерінің дәндері қатар аралығы 15 см болатын әрбір мөлдекке 25 дәннен қолмен себу арқылы егілді. Тәжірибеде бақылау сорты ретінде Қазақстан территориясында өсіруге рұқсат етілген Береке 54 (күздік арпа) және Арна (жаздық арпа) сорттары пайдаланылды. Зерттеу жұмыстарын жүргізу барысында арпа мен сұлы дақылдарын танаптық жағдайда сынаудың әдістемелік нұсқаулығы пайдаланылды [32]. Далалық жағдайда зерттеуге пайдаланылған арпа сорт-үлгілерінің саңырауқұлақ қоздыратын ауруларға ересек өсімдік төзімділігі, яғни олардың даму дәрежесін есепке алу дақылдың сүттеніп және балаузданып пісу кезеңдерінде жүргізілді (Цадокс шкаласы бойынша GS75 және GS85 даму фазалары) [33]. Арпа сорт-үлгілерінің теңбіл дақ, ринхоспориоз, қара қоңыр дақ және ақ ұнтақ ауруларымен зақымдану деңгейі халықаралық талаптарға сай келетін әдістемелер мен шкалаларды қолдану арқылы анықталды. Аурулармен зақымдану деңгейі 0% көрсеткен өсімдіктер – иммунды, 1-20% – төзімді, 21-30% – орташа төзімді, 31-50% – орташа төзімсіз, 51-100% – төзімсіз болып табылды [34-36].

Арпаның ауруларға төзімділігі туралы деректердің статистикалық және корреляциялық талдауы GraphPadPrism 8 бағдарламалық пакеттерін (GraphPad Software, Inc., LaJolla, CA, АҚШ) қолдану арқылы жүргізілді. Бұл ретте айнымалылар арасындағы байланысты анықтау үшін Пирсонның сызықтық корреляция коэффициенті (r) пайдаланылды. $P < 0,05$ кезінде айырмашылықтар статистикалық маңызды деп саналды.

Нәтижелер

Далалық жағдайда арпа сорт-үлгілерінде аурулардың даму дәрежесі патоген түрі мен өсімдіктің даму формасына сай әрүрлі болды. Күздік арпа сорт-үлгілерінде теңбіл дақ, қара-қоңыр дақ және ринхоспориоз ауруларымен ақ ұнтақ індетінің даму дәрежесі арасында айтарлықтай айырмашылық бар ($p < 0.03-0.008$) (сурет 1А). Яғни, зерттеу жүргізген жылдары күздік арпа сорт-үлгілерінде ақ ұнтақтың даму дәрежесі негізінен 0-30% (орташа көрсеткіші 8,44-19,06%) аралығында болды, ал басқа саңырауқұлақ ауруларының бұл көрсеткіші 5-50% (орташа 13,44-26,69%) құрады.



Сурет 1 – Күздік (А) және жаздық (Б) арпа сорт-үлгілерінде саңырауқұлақ қоздыратын аурулардың даму дәрежесі

Салыстырмалы түрде теңбіл дақ, қара-қоңыр дақ және ринхоспориоз ауруларының ақ ұнтақ індетіне қарағанда жоғары дамуы жаздық арпа сорт-үлгілерінде де байқалды (сурет 1Б), тиісінше олардың арасындағы дәлдік деңгейі $p < 0.0003-0.0001$ шамасына тең. Тәжірибеде теңбіл дақ, қара-қоңыр дақ, ринхоспориоз және ақ ұнтақ аурулары күздік формадағы селекциялық материалдарға қарағанда жаздық арпа сорт-үлгілерінде мейілінше қарқынды дамыды, яғни олардың орташа даму дәрежесі 22,17-34,17% аралығында болды (сурет 1Б). Дегенмен, алынған мәліметтерді статистикалық өңдеу нәтижелері арпа жапырақ дақтары індеттерінің (теңбіл дақ, қара-қоңыр дақ, ринхоспориоз) даму дәрежесі арасында елеулі айырмашылық болмағанын (ns – not significant) көрсетті.

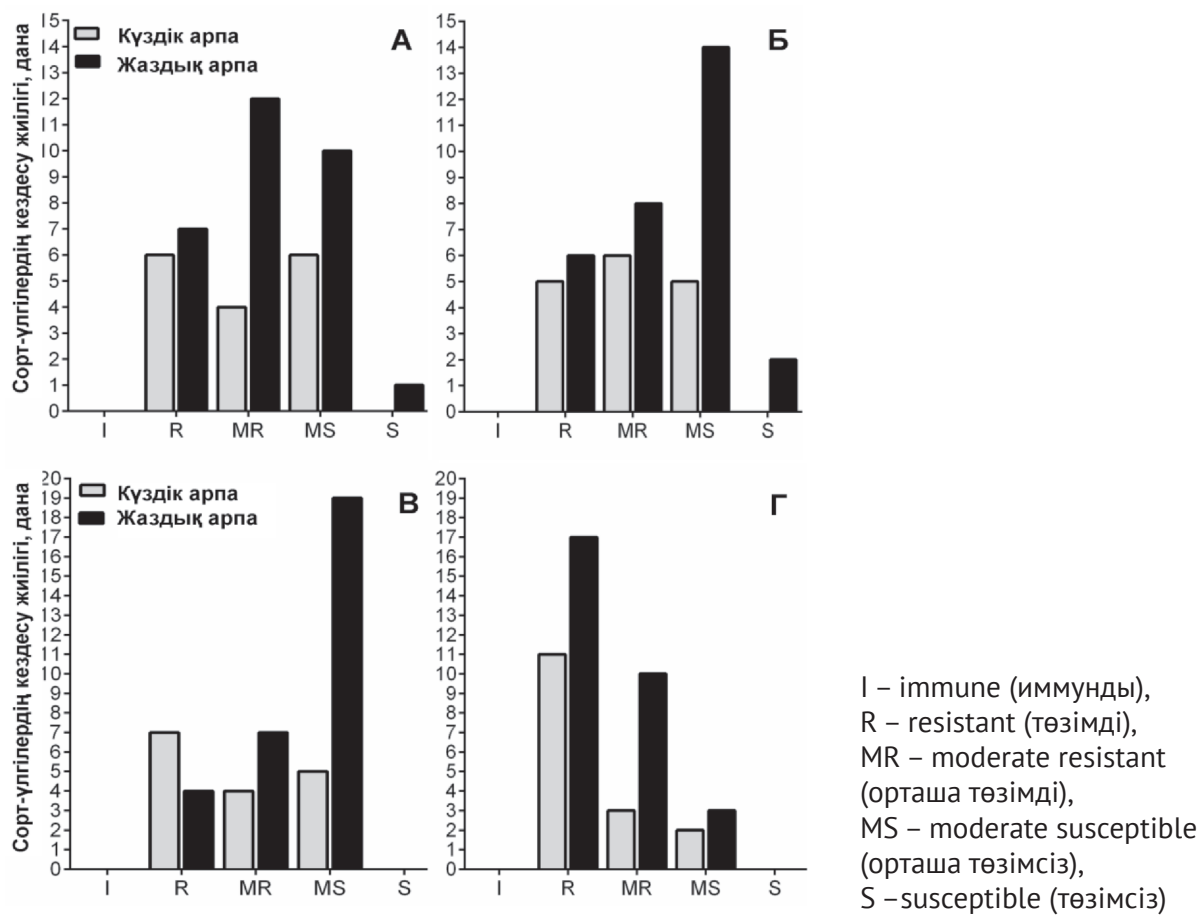
Корреляциялық талдау күздік арпада анықталған барлық аурулардың даму дәрежесі арасында орташа және жоғарғы оң корреляция бар екенін көрсетті ($r=0,326-0,818$, $p < 0,001-0.0001$). Сол сияқты жаздық арпада кездескен аурулардың басым бөлігінде де даму деңгейі бойынша өзара күшті корреляциялық байланыс болды ($r=0,512-0,753$, $p < 0.0001$), тек бұл дақылда *Rhynchosporium commune* және *Cochliobolus sativus* қоздырғыштары арасында ғана әлсіз оң корреляция анықталды ($r=0,205$, $p < 0.05$). Жаздық арпа сорт-үлгілерінде қара қоңыр дақ және ринхоспориоз ауруларының даму деңгейімен күздік арпа сорт-үлгілерінде бұл індеттердің даму дәрежесі арасында теріс корреляция болды ($r = -0,098-0,196$). Ақ ұнтақ және теңбіл дақ ауруларымен жаздық және күздік арпа сорт-үлгілерінің зақымдану деңгейі арасында да теріс корреляциялық байланыс байқалды ($r=0,042-0,106$) (кесте 1).

Кесте 1 – Күздік және жаздық арпа сорт-үлгілерінде аурулардың даму дәрежесі арасындағы корреляциялық байланыс

Дақыл-патоген қоздырғышы	WB-PT	WB-CS	WB-RC	WB-BG	SB-PT	SB-CS	SB-RC	SB-BG
WB-PT	1	0,511***	0,448**	0,818***	0,356**	0,196 ns	-0,189 ns	0,042 ns
WB-CS	0,511***	1	0,570***	0,326**	0,272*	0,363**	-0,137 ns	0,355**
WB-RC	0,448**	0,570***	1	0,590***	0,440**	0,164 ns	-0,321 ns	0,252*
WB-BG	0,818***	0,326**	0,590***	1	0,337**	0,058	-0,098 ns	0,106 ns
SB-PT	0,356**	0,272*	0,440**	0,337**	1	0,523***	0,514***	0,753***
SB-CS	0,196 ns	0,363**	0,164 ns	0,058 ns	0,523***	1	0,205*	0,641***
SB-RC	-0,189 ns	-0,137 ns	-0,321 ns	-0,098 ns	0,514***	0,205*	1	0,512***
SB-BG	0,042 ns	0,355**	0,252*	0,106 ns	0,753***	0,641***	0,512***	1

Ескертулер: WB – winter barley (күздік арпа),
SB – spring barley (жаздық арпа),
PT – Pyrenophora teres,
CS – Cochliobolus sativus,
RC – Rhynchosporium commune,
BG – Blumeria graminis,
* – $p < 0.05$, ** – $p < 0.001$, *** – $p < 0.0001$, ns – not significant (елеулі айырмашылық жоқ)

Далалық жағдайда зерттелген күздік және жаздық арпа сорт-үлгілерінің арасынан жапырақ дақтары және ақ ұнтақ ауруларына иммунды формалар кездеспеді (сурет 2). Арпа дақылы үшін қауіпті болып табылатын теңбіл даққа күздік арпаның 6 сорт-үлгісі төзімділік, 4 – орташа төзімділік, 6 – орташа қабылдағыштық танытты, ал жаздық арпа сорт-үлгілерінің бұл ауруға 7 – төзімді, 12 – орташа төзімді, 10 – орташа төзімсіз және 1 – төзімсіз болып табылды (сурет 2А). Қара-қоңыр дақ ауруына төзімділік белгісі бойынша күздік арпа сорт-үлгілерінің кездесу жиілігі біркелкі болды, яғни олардың 5 – төзімді, 6 – орташа төзімді және 5 орташа төзімсіз формалар категориясына жатады. Бұл ауруға аталған иммунологиялық белгілері бойынша жаздық арпа сорт-үлгілерінің үлесі жоғары болды, тиісінше 6 сорт-үлгі төзімді, 8 – орташа төзімді, 14 – орташа төзімсіз, 2 – төзімсіз (сурет 2Б). Ринхоспориоз ауруына төзімді күздік және жаздық арпа сорт-үлгілерінің кездесу жиілігінің жалпы қосындысы 11, ал ақ ұнтақ ауруына – 18 болды. Бұл ауруларға орташа төзімді және орташа төзімсіз сорт-үлгілер әр түрлі жиілікпен кездесті (сурет 2В, 2Г).



Сурет 2 – Күздік және жаздық арпа сорт-үлгілерінің теңбіл дақ (А), қара-қоңыр дақ (Б), ринхоспориоз (В) және ақ ұнтақ (Г) ауруларына төзімділік қасиеттері бойынша кездесу жиілігі

Қазақстанның астықты алқабында кеңінен қолданылып жүрген күздік арпаның Береке 54 және жаздық арпаның Арна бақылау сорттарына қарағанда ауруларға біршама төзімділік реакцияларын көрсеткен үлгілер сұрыпталып алынды (кесте 2).

Кесте 2 – Саңырауқұлақ ауруларына төзімділігі бойынша сұрыпталған арпа сорт-үлгілерінің фитопатологиялық сипаттамасы

Өсімдіктің даму формасы	Сорт-үлгілер атауы	Аурулардың даму дәрежесі, %			
		теңбіл дақ	қара-қоңыр дақ	ринхоспориоз	ақ ұнтақ
Күздік арпа	Береке 54, бақылау	40	40	40	35
	75/12-3	20	20	20	10
	414x34-1	10	5	10	5
	64/12-3	20	20	20	10
Жаздық арпа	Арна, бақылау	35	25	20	15
	1/12-9	30	15	35	15
	36/10-3	15	35	15	20
	51/80-4	20	25	25	15
	64/11-6	20	15	30	15

Жалпы зерттеуге пайдаланған күздік арпа сорт-үлгілерінің арасынан тек 3 үлгі ғана (75/12-3, 414x34-1, 64/12-3) теңбіл дақ, қара-қоңыр дақ, ринхоспороз және ақ ұнтақ ауруларымен әлсіз зақымданды, яғни оларда аурудың даму дәрежесі 5-20% аралығында болды. Ал, жаздық арпа сорт-үлгілерінің бірде-бірі саңырауқұлақ қоздыратын аурулардан кешенді қорғана алмады, бірақ олардың арасында зерттеу жылдары есепке алынған төрт аурудың екеуіне (1/12-9, 36/10-3, 51/80-4) және үшеуіне (64/11-6) төзімді болған үлгілер кездесті.

Талқылау

Қазіргі уақытқа дейін Қазақстан территориясында дәстүрлі фитопатологиялық әдістер және заманауи геномдық технологиялар негізінде арпа дақылының жекелеген сорттар жиынтығы сабақ татына, теңбіл даққа, қара-қоңыр даққа және ақ ұнтаққа төзімділігі бойынша бағаланды [28, 31, 37, 38]. Сондай-ақ, еліміздің әр түрлі аймақтарында *Pyrenophora teres* және *Blumeria graminis* қоздырғыштарының популяциялық құрылымы, расалық құрамы және аталған аурулардың төзімділік гендерінің тиімділігін анықтау мақсатында кешенді зерттеулер жүргізілді [29, 30]. Соңғы уақыттары Қазақстан Республикасының ауыл шаруашылығында жемге, тамақ және сыра қайнату өнеркәсібінің шикізатына сұраныс артып келе жатыр, сондықтан елімізде кең таралған ауруларға төзімді, жоғары және сапалы өнімді қалыптастыруға қабілетті арпа сорттарын анықтауға бағытталған зерттеулерді жалғастыру қажет. Осыны ескере отырып бұл зерттеу жұмысында күздік және жаздық арпаның 46 сорт-үлгісі саңырауқұлақ қоздыратын ауруларға төзімділігі бойынша сипатталды.

Жалпы зерттеуге пайдаланған күздік арпа сорт-үлгілерінің арасынан тек 3 үлгі ғана (тәжірибеге пайдаланған селекциялық материалдардың 18,7%) теңбіл дақ, қара-қоңыр дақ, ринхоспороз және ақ ұнтақ ауруларына төзімділік танытты, сол сияқты жаздық арпа сорт-үлгілерінің 4 ғана (13,3%) есепке алынған төрт аурудың екеуіне және үшеуіне төзімді болып табылды. Қарабалық ауылшаруашылық тәжірибе станциясы шығарған 48 арпа сорт-үлгісі 2015-2016 жылдары теңбіл дақ және ақ ұнтақ ауруларының жасанды індет аясында зерттеліп, олардың арасынан аталған ауруларға ересек өсімдік кезеңінде 6 үлгі ғана кешенді төзімділік байқатқан болатын [28]. Сонымен қатар сол жылдары Қазақстанға шет елдерден интродукцияланған 116 арпа сорт-үлгінің 45 немесе 38,8 % теңбіл даққа және 43 (37,1 %) ақ ұнтаққа төзімділік көрсетті [38]. Демек отандық арпа селекциясына қарағанда халықаралық селекциялық орталықтарда саңырауқұлақ қоздыратын аурулардан тиімді қорғанатын арпа үлгілерінің айтарлықтай мол екенін байқатады.

Бұл жұмыста жүргізілген корреляциялық талдау арпада анықталған барлық аурулардың даму дәрежесі арасында көп жағдайда оң корреляциялық байланыс бар екенін көрсетті. Бұл нәтижелер бидай дақылының саңырауқұлақ ауруларына көрсеткен төзімділік қасиеттерімен сәйкес келеді. Яғни, 2018-2019 жылдары Қазақстан жағдайында бидай сорттарының *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* және *P. tritici* қоздырғыштарына төзімділігі арасында да оң корреляция байқалды [39, 40].

Еліміздің Қостанай және Жамбыл облыстарында 2013-2014 жылдары жаздық арпа дақылының 700 жуық селекциялық материалы, оның ішінде Қазақстанның 96 линиясы қара-қоңыр даққа төзімділігі бойынша бағаланды. Нәтижесінде, ассоциациялық карталау тәсілі негізінде қара-қоңыр дақ төзімділігімен байланысқан арпаның 7 QTL анықталды, оның 4 өскіндік төзімділікке және 3 QTL ересек өсімдік кезеңіндегі төзімділікке жауапты [31]. Бұл қара-қоңыр дақтан генетикалық тұрғыда қорғана алатын қазақстандық арпа сорт-үлгілері бар екенін көрсетеді. Ал, осы мақалада фитопатологиялық әдістер бойынша сипатталған арпа сорт-үлгілерінің ауруларға генетикалық төзімділігін анықтау үшін қосымша зерттеулер жүргізу керек.

Сондай-ақ, далалық жағдайда саңырауқұлақ қоздыратын ауруларға төзімділік танытқан арпа сорт-үлгілерінің басым бөлігі өскіндік фазада қоздырғыштардың жекелеген расаларына немесе патотиптеріне төзімсіз болып табылады [28]. Себебі Қазақстанның астықты аймақтарында вируленттілігі өте жоғары *Pyrenophora teres* және *Blumeria graminis* патотиптері кездеседі [29, 30], олардың дамуына қажетті қолайлы жағдай туындағанда көптеген арпа сорттары мен үлгілері қатты зақымданады. Жалпы арпаның ауруларға төзімділігі полигендік (көлденең төзімділік) және олигендік (тік төзімділік) жүйелермен бақыланады. Сондықтан, далалық жағдайда ауруларға төзімділігі бойынша сұрыпталған арпа сорт-үлгілерін болашақта өскіндік фазада сынап, олардың саңырауқұлақ қоздырғыштарының аса вирулентті расалары мен патотиптерінен қорғану мүмкіндігін анықтау қажет.

Қорытынды

Ғылыми жұмыстың мақсатына сай арпаның жаңа және коллекциялық сорт-үлгілерінің саңырауқұлақ қоздыратын негізгі ауруларға төзімділігі бағаланды. Сұрыпталған үлгілер арпа селекциясы үшін аса құнды алғашқы материал болып табылады, бірақ оларды Қазақстанда кең таралған саңырауқұлақ қоздыратын ауруларға бағытталған селекциялық бағдарламаларда тиімді пайдалану үшін әлі де қосымша зерттеулер жүргізу керек. Оған арпа сорт-үлгілерінің аса қауіпті патоген расаларына төзімділігін зерттеу, молекулалық маркерлердің көмегімен генетикалық скрининг жүргізу және шаруашылықтық құнды белгілерін анықтау жатады.

Әдебиеттер

- 1 Репко Н.В., Подоляк К.В., Смирнова Е.В., Острожная Ю.В. Статистические исследования мирового производства зерна ячменя // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – 106(02). – С. 1-9.
- 2 Площади ячменя в Казахстане увеличили на 187 тыс. га [Электрон.ресурс]. - URL: <https://eldala.kz/novosti/zerno/9728-ploshchadi-yachmenya-v-kazahstane-velichili-na-187-tys-ga> (дата обращения 13 июня 2022 г).
- 3 Чудинов В.А. Приоритетные направления и результаты селекции ярового ячменя на Карабалыкской СХОС. Чудинов В.А. – URL: https://agrobilim.kz/articles_item/prioritetnie-napravlenija-i-rezultati-seleksii-jarovogo-jachmenja-na-karabalikskoy-shos? (дата обращения 13 ноября 2019 г).
- 4 Сариев Б.С., Перуанский Ю.В. Теоретические и прикладные аспекты селекции ячменя в Казахстане. – Алматы. – 2002. – 115 с.
- 5 Искаков А.Р., Орозалиева Ж., Мукашев А. Использование гаплоидии в селекции ячменя. Особенности получения гаплоидов ячменя с помощью гаплопродюссера *Hordeum bulbosum* L. // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1996. №7. – С. 28-31.
- 6 Уразалиев Р.А., Алимгазинова Б.Ш., Кененбаев С.Б., Есимбекова М.А., Мукин К.Б. Второй Национальный отчет о состоянии генетических ресурсов для продовольствия и сельского хозяйства в Казахстане. – Алматы: – «Асыл Кітап». – 2007. – 106 с.
- 7 Савин Т.В., Абугалиева А.И., Чакмак И., Савин Э.В. Характеристика сортовых ресурсов ячменя по содержанию Fe в зерне // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2013. –Т. 171. – С. 81-85.
- 8 Turuspekov Y., Mano Y., Honda I., Kawada N., Watanabe Y., Komatsuda T. Identification and mapping of cleistogamy genes in barley // Theoretical and Applied Genetics. 2004. – V. 109. – P. 480-487.
- 9 Койшибаев М. Болезни зерновых культур. – «Алматы: Бастау». – 2002. – 368 с.
- 10 McLean M., Howlett B., Hollaway G. Epidemiology and control of spot form of net blotch (*Pyrenophora teres* f. *maculata*) of barley: A review // Crop Pasture Sci. – 2009. – Vol. 60. – P. 303–315.
- 11 Liu Z., Ellwood S.R., Oliver R.P., Friesen T.L. *Pyrenophora teres*: Profile of an increasingly damaging barley pathogen // Mol. Plant Pathol. – 2011. – Vol. 12. – P. 1–19.

- 12 Akhavan A., Turkington T.K., Askarian H., Tekauz A., Xi K., Tucker J.R., Kutcher H.R., Strelkov S.E. Virulence of *Pyrenophora teres* populations in western Canada // Can. J. Plant Pathol. – 2016. – Vol. 38. – P. 183–196.
- 13 Avrova A., Knogge W. *Rhynchosporium commune*: A persistent threat to barley cultivation // Mol. Plant Pathol. – 2012. – Vol.13. – P. 986–997.
- 14 Shipton W., Boyd W., Ali S. Scald of barley. // Rev. Plant Pathol. – 1974. – Vol.53. – P. 839–861.
- 15 McDonald B.A., Zhan J., Burdon J.J. Genetic structure of *Rhynchosporium secalis* in Australia // Phytopathology. – 1999. – Vol. 89. – P. 639–645.
- 16 Bouajila A., Abang M.M., Haouas S., Udupa S., Rezgui S., Baum M., Yahyaoui A. Genetic diversity of *Rhynchosporium secalis* in Tunisia as revealed by pathotype, AFLP, and microsatellite analyses // Mycopathologia. – 2007. – Vol. 163. – P. 281–294.
- 17 Stefansson T.S., Willi Y., Croll D., McDonald B.A. An assay for quantitative virulence in *Rhynchosporium commune* reveals an association between effector genotype and virulence // Plant Pathol. – 2014. – Vol. 63. – P.405–414.
- 18 Azamparsa M.R., Karakaya A. Determination of the pathotypes of *Rhynchosporium commune* (Zaffarona, McDonald & Linde) in some regions of Turkey. // Bitki Koruma Bülteni (Plant Prot. Bull.). – 2020. – Vol. 60. – P. 5–14.
- 19 Kumar J., Schäfer P., Hückelhoven R., Langen G., Baltruschat H., Stein E., Nagarajan S., Kogel K.H. *Bipolaris sorokiniana*, a cereal pathogen of global concern: Cytological and molecular approaches towards better control // Mol. Plant Pathol. – 2002. – Vol.3. – P. 185–195.
- 20 Acharya K., Dutta A.K., Pradhan P. '*Bipolaris sorokiniana*' (Sacc.) Shoem.: The most destructive wheat fungal pathogen in the warmer areas // Aust. J. Crop Sci. – 2011. – Vol.5. – P. 1064.
- 21 Gupta P., Chand R., Vasistha N., Pandey S., Kumar U., Mishra V., Joshi A. Spot blotch disease of wheat: The current status of research on genetics and breeding // Plant Pathol. – 2018. – Vol.67. – P. 508–531.
- 22 Sharma R., Duveiller E. Advancement toward new spot blotch resistant wheats in South Asia // Crop Sci. – 2007. – Vol.47. – P. 961–968.
- 23 Jørgensen J.H., Wolfe M. Genetics of powdery mildew resistance in barley // Crit. Rev. Plant Sci. – 1994. – Vol.13. – P. 97–119. 16.
- 24 Dreiseitl A., Kosman E. Virulence phenotypes of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* in South Africa // Eur. J. Plant Pathol. – 2013. – Vol. 136. – P. 113–121.
- 25 Limpert E. Barley mildew in Europe: Evidence of wind-dispersal of the pathogen and its implications for improved use of host resistance and of fungicides for mildew control // Integrated Control of Cereal Mildews: Monitoring the Pathogen. – 1987. – P. 31–33.
- 26 Conry M., Dunne B. Influence of number and timing of fungicide applications on the yield and quality of early and later-sown spring malting barley grown in the south-east of Ireland. // J. Agric. Sci. – 2001. – Vol. 136. – P. 159–167.
- 27 Zhang Z., Henderson C., Perfect E., Carver T., Thomas B., Skamnioti P., Gurr S. Of genes and genomes, needles and haystacks: *Blumeria graminis* and functionality // Mol. Plant Pathol. – 2005. – Vol. 6. – P. 561–575.
- 28 Рсалиев А.С., Чудинов В.А., Амирханова Н.Т. Устойчивость селекционных материалов ячменя Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции к сетчатой пятнистости и мучнистой росе // Доклады НАН РК. – 2016. - №4. – С. 79-87.
- 29 Рсалиев А.С., Амирханова Н.Т., Пахратдинова Ж.У. Внутривидовая дифференциация популяций *Pyrenophora teres* в Казахстане и Омской области России // Микология и фитопатология. – 2018. – Т. 52. Вып. 1. – С. 55-65.
- 30 Rsaliyev A., Pahratdinova Zh., Rsaliyev Sh. Characterizing the pathotype structure of barley powdery mildew and effectiveness of resistance genes to this pathogen in Kazakhstan // BMC Plant biology. – 2017. – Vol. 17. – P. 39-49.
- 31 Turuspekov Y., Rsaliyev A., Chudinov V., Sarbayev A., Abugalieva S. Identification of QTLs associated with spot blotch resistance of barley // The 3d International Conference "Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics and Biotechnology" PlantGen 2015 Abstract book. Новосибирск, ИЦиГ СО РАН. – С. 59-60.

- 32 Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса // СПб.: ВИР. – 2012. – 63 с.
- 33 Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F. A decimal code for the growth stages of cereals // Weed Res. – 1974. – Vol.14. – P. 415–421.
- 34 Афанасенко О.С. Методическое указания по диагностике и методам полевой оценки устойчивости ячменя к возбудителям пятнистостей листьев. Л.: ВИЗР. – 1987. – 20 с.
- 35 Saari E.E., Prescott J.M. A scale for appraising the foliar intensity of wheat disease // Plant disease reporter. – 1975. – Vol. 59. – № 5. – P. 377–380.
- 36 James W.C. A manual of disease assessment keys for plant diseases. // Can. Dep. Agric. Publ. – 1971. – No. 1458. – 88 pp.
- 37 Turuspekov Y., Ormanbekova D., Rsaliev A., Abugaliev S. Genome-wide association study on stem rust resistance in Kazakh spring barley lines // BMC Plant Biology. – 2016. – Vol. 16. – P. 13–21.
- 38 Рсалиев А.С., Амирханова Н.Т. Теңбіл дақ және ақ ұнтақ ауруларына арпаның төзімділік көздерін табу // Ізденістер, нәтижелер. – 2016. - №3. – С. 199–205.
- 39 Genievskaya Y., Turuspekov Y., Rsaliev A., Abugaliev S. Genome-wide association mapping for resistance to leaf, stem, and yellow rusts of bread wheat in conditions of South Kazakhstan // Peer J. – 2020. – Vol. 8. DOI 10.7717/peerj.9820.
- 40 Genievskaya Y., Abugaliev S., Rsaliev A., Yskakova G., Turuspekov Y. QTL Mapping for Seedling and Adult Plant Resistance to Leaf and Stem Rusts in Pamyati Azieva × Paragon Mapping Population of Bread Wheat // Agronomy. – 2020. – Vol. 10. – P. 1–18.

References

- 1 Repko N.V., Podolyak K.V., Smirnova Ye.V., Ostrozhnaya YU.V. Statisticheskoye issledovaniya mirovogo proizvodstva zerna yachmenya. // Nauchnyy zhurnal KubGAU. – 2015. – 106(02). – С. 1–9.
- 2 Ploshchadi yachmenya v Kazakhstane uvelichili na 187 tys. ga [Elektron.resurs]. – URL: <https://eldala.kz/novosti/zerno/9728-ploshchadi-yachmenya-v-kazahstane-uvelichili-na-187-tys-ga> (дата обращения 13 июня 2022 г).
- 3 Chudinov V.A. Priority directions and results of spring barley breeding at the Karabalyk SHOS [Electronic resource]. – URL: https://agrobilim.kz/articles_item/prioritetnie-napravleniya-i-rezultati-selektcii-jarovogo-jachmenja-na-karabalikskoy-shos (дата обращения 13 ноября 2019 г).
- 4 Sariyev B.S., Peruanskiy YU.V. Teoreticheskiye i prikladnyye aspekty selektcii yachmenya v Kazakhstane. – Almaty. – 2002. – 115 с.
- 5 Iskakov A.R., Orozaliyeva ZH., Mukashev A. Ispol'zovaniye gaploidii v selektcii yachmenya. Osobennosti polucheniya gaploidov yachmenya s pomoshch'yu gaploprodyussera *Hordeum bulbosum* L. // Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki. – 1996. №7. – С. 28–31.
- 6 Urazaliyev R.A., Alimgazinova B.SH., Kenenbayev S.B., Yesimbekova M.A., Mukin K.B. Vtoroy Natsional'nyy otchet o sostoyanii geneticheskikh resursov dlya prodovol'stviya i sel'skogo khozyaystva v Kazakhstane. – Almaty: Asyl Kitap, 2007. – 106 с.
- 7 Savin T.V., Abugaliyeva A.I., Chakmak I., Savin E.V. Kharakteristika sortovykh resursov yachmenya po sodержaniyu Fe v zerne. // Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektcii. – 2013. – T.171. – С. 81–85.
- 8 Turuspekov Y, Mano Y, Honda I, Kawada N, Watanabe Y, Komatsuda T. Identification and mapping of cleistogamy genes in barley // Theoretical and Applied Genetics. 2004. – V.109. – P. 480–487.
- 9 Koyshibayev M. Bolezni zernovykh kul'tur. – Almaty: Bastau, 2002. – 368 с.
- 10 McLean M., Howlett B., Hollaway G. Epidemiology and control of spot form of net blotch (*Pyrenophora teres* f. *maculata*) of barley: A review. // Crop Pasture Sci. – 2009. – Vol. 60. – P. 303–315.
- 11 Liu Z., Ellwood S.R., Oliver R.P., Friesen T.L. *Pyrenophora teres*: Profile of an increasingly damaging barley pathogen. // Mol. Plant Pathol. – 2011. – Vol.12. – P. 1–19.
- 12 Akhavan A., Turkington T.K., Askarian H., Tekauz A., Xi K., Tucker J.R., Kutcher H.R., Strelkov S.E. Virulence of *Pyrenophora teres* populations in western Canada. // Can. J. Plant Pathol. – 2016. – Vol. 38. – P. 183–196.
- 13 Avrova A., Knogge W. *Rhynchosporium commune*: A persistent threat to barley cultivation. // Mol. Plant Pathol. – 2012. – Vol.13. – P. 986–997.

- 14 Shipton W., Boyd W., Ali S. Scald of barley. // Rev. Plant Pathol. – 1974. – Vol.53. – P. 839–861.
- 15 McDonald B.A., Zhan J., Burdon J.J. Genetic structure of *Rhynchosporium secalis* in Australia. // Phytopathology. – 1999. – Vol. 89. – P. 639–645.
- 16 Bouajila A., Abang M.M., Haouas S., Udupa S., Rezgui S., Baum M., Yahyaoui A. Genetic diversity of *Rhynchosporium secalis* in Tunisia as revealed by pathotype, AFLP, and microsatellite analyses. // Mycopathologia. – 2007. – Vol. 163. – P. 281–294.
- 17 Stefansson T.S., Willi Y., Croll D., McDonald B.A. An assay for quantitative virulence in *Rhynchosporium commune* reveals an association between effector genotype and virulence. // Plant Pathol. – 2014. – Vol. 63. – P.405–414.
- 18 Azamparsa M.R., Karakaya A. Determination of the pathotypes of *Rhynchosporium commune* (Zaffarona, McDonald & Linde) in some regions of Turkey. // Bitki Koruma Bülteni (Plant Prot. Bull.). – 2020. – Vol. 60. – P. 5–14.
- 19 Kumar J., Schäfer P., Hückelhoven R., Langen G., Baltrusch H., Stein E., Nagarajan S., Kogel K.H. *Bipolaris sorokiniana*, a cereal pathogen of global concern: Cytological and molecular approaches towards better control. // Mol. Plant Pathol. – 2002. – Vol.3. – P. 185–195.
- 20 Acharya K., Dutta A.K., Pradhan P. '*Bipolaris sorokiniana*' (Sacc.) Shoem.: The most destructive wheat fungal pathogen in the warmer areas. // Aust. J. Crop Sci. – 2011. – Vol.5. – P. 1064.
- 21 Gupta P., Chand R., Vasistha N., Pandey S., Kumar U., Mishra V., Joshi A. Spot blotch disease of wheat: The current status of research on genetics and breeding. // Plant Pathol. – 2018. – Vol.67. – P. 508–531.
- 22 Sharma R., Duveiller E. Advancement toward new spot blotch resistant wheats in South Asia. // Crop Sci. – 2007. – Vol.47. – P. 961–968.
- 23 Jørgensen J.H., Wolfe M. Genetics of powdery mildew resistance in barley. // Crit. Rev. Plant Sci. – 1994. – Vol.13. – P. 97–119. 16.
- 24 Dreiseitl A., Kosman E. Virulence phenotypes of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* in South Africa. // Eur. J. Plant Pathol. – 2013. – Vol. 136. – P. 113–121.
- 25 Limpert E. Barley mildew in Europe: Evidence of wind-dispersal of the pathogen and its implications for improved use of host resistance and of fungicides for mildew control. // Integrated Control of Cereal Mildews: Monitoring the Pathogen. – 1987. – P. 31–33.
- 26 Conry M., Dunne B. Influence of number and timing of fungicide applications on the yield and quality of early and later-sown spring malting barley grown in the south-east of Ireland. // J. Agric. Sci. – 2001. – Vol. 136. – P. 159–167.
- 27 Zhang Z., Henderson C., Perfect E., Carver T., Thomas B., Skamnioti P., Gurr S. Of genes and genomes, needles and haystacks: *Blumeria graminis* and functionality. // Mol. Plant Pathol. – 2005. – Vol. 6. – P. 561–575.
- 28 Rsaliyev A.S., Chudinov V.A., Amirkhanova N.T. Ustoychivost' selektsionnykh materialov yachmenya Karabalykskoy sel'skokhozyaystvennoy opytной stantsii k setchatoy pyatnistosti i muchnistoy rose // Doklady NAN RK. – 2016. - №4. – C.79-87.
- 29 Rsaliyev A.S., Amirkhanova N.T., Pakhratdinova ZH.U. Vnutrividovaya differentsiatsiya populyatsiy *Ryrenophora teres* v Kazakhstane i Omskoy oblasti Rossii. // Mikologiya i fitopatologiya. – 2018. – T. 52. Vyp. 1. – C.55-65.
- 30 Rsaliyev A., Pakhratdinova Zh., Rsaliyev Sh. Characterizing the pathotype structure of barley powdery mildew and effectiveness of resistance genes to this pathogen in Kazakhstan. // BMC Plant biology. – 2017. – Vol.17. – P.39-49.
- 31 Turuspekov Y., Rsaliyev A., Chudinov V., Sarbayev A., Abugalieva S. Identification of QTLs associated with spot blotch resistance of barley // The 3d International Conference "Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics and Biotechnology" PlantGen 2015 Abstract book. Новосибирск, ИЦиГ СО РАН. – C.59-60.
- 32 Loskutov I.G., Kovaleva O.N., Blinova Ye.V. Metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu mirovoy kolleksii yachmenya i ovsa // SPb.: VIR. – 2012. – 63 c.
- 33 Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. // Weed Res. – 1974. – Vol. 14. – P. 415–421.
- 34 Afanasenko O.S. Metodicheskoye ukazaniya po diagnostike i metodam polevoy otsenki ustoychivosti yachmenya k vzbudityam pyatnistostey list' yev. L.: VIZR. – 1987. – 20 c.

- 35 Saari E.E., Prescott J.M. A scale for appraising the foliar intensity of wheat disease //Plant disease reporter. – 1975. – Vol. 59. – № 5. – P. 377-380.
- 36 James W.C. A manual of disease assessment keys for plant diseases. // Can. Dep. Agric. Publ. – 1971. – No. 1458. – 88 pp.
- 37 Turuspekov Y., Ormanbekova D., Rsaliev A., Abugalieva S. Genome-wide association study on stem rust resistance in Kazakh spring barley lines // BMC Plant Biology. – 2016. – Vol. 16. – P. 13-21.
- 38 Rsaliev A.S., Ämirxanova N.T. Теңбил дақ және ақ ұнтақ аурларына арпаның төзімділік көздерін табу // Izdenister, nätijeler. – 2016. – №3. – С. 199-205.
- 39 Genievskaya Y., Turuspekov Y., Rsaliyev A., Abugalieva S. Genome-wide association mapping for resistance to leaf, stem, and yellow rusts of bread wheat in conditions of South Kazakhstan // Peer J. – 2020. – Vol. 8. DOI 10.7717/peerj.9820.
- 40 Genievskaya Y., Abugalieva S., Rsaliyev A., Yskakova G., Turuspekov Y. QTL Mapping for Seedling and Adult Plant Resistance to Leaf and Stem Rusts in Pamyati Azieva × Paragon Mapping Population of Bread Wheat // Agronomy. – 2020. – Vol. 10. – P. 1-18.

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТООБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ К ОСНОВНЫМ ГРИБНЫМ БОЛЕЗНЯМ

А. Жунусова¹ *, А. Сарбаев² 

¹ Казахский национальный аграрный исследовательский университет, jmarikoza@mail.ru

² Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства,
kizamans2@mail.ru

Аннотация: Ячмень является одной из наиболее часто встречающихся зерновых культур в мире, а на территории Казахстана культура приобрела огромное сельскохозяйственное значение в связи с неприхотливостью в производстве в условиях сложного климата. Одним из перспективных направлений в сельском хозяйстве является выявление устойчивых к грибным заболеваниям сортов образцов. Главным же аспектом при использовании устойчивых сортов ячменя является улучшение качества продукции за счет частичного или полного отказа от химической обработки. В 2021-2022 гг. на опытном поле Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства была проведена полевая оценка устойчивости 46 сортов образцов озимого и ярового ячменя отечественного происхождения к наиболее распространенным в Казахстане грибным болезням (сетчатая пятнистость, темно-бурая пятнистость, ринхоспориоз и мучнистая роса). По результатам фитопатологической оценки среди сортов образцов ячменя отобраны источники устойчивости к основным грибным болезням. Обнаружено 7 сортов образцов озимого и ярового ячменя, устойчивых к нескольким грибным болезням. Выявленные образцы и сорта ячменя, устойчивые как к одному, так и к двум и более патогенам, могут быть использованы в селекционных программах по созданию устойчивых сортов ячменя.

Ключевые слова: ячмень; сорт; образец; грибные болезни; устойчивость.

RESISTANCE OF BARLEY VARIETIES TO MAJOR FUNGAL DISEASES

Zhunusova¹ *, A. Sarbaev² 

¹ Kazakh national agrarian research university, jmarikoza@mail.ru

² Kazakh scientific research institute of agriculture and plant growing, kizamans2@mail.ru

Annotation: Barley is one of the most common grain crops in the world, but on the territory of Kazakhstan, the culture has acquired great agricultural importance due to its unpretentiousness in production in a difficult climate. One of the promising areas in agriculture is the identification of varieties resistant to fungal diseases. The main aspect when using resistant varieties of barley is to improve the quality of products due to the partial or complete rejection of chemical processing. In 2021-2022 On the experimental field of the Kazakh Research Institute of Agriculture and Crop Production, a field assessment was made of the resistance of 46 varieties of winter and spring barley of domestic origin to the most common fungal diseases in Kazakhstan (net spot, brown spot, rhynchosporia and powdery mildew). According to the results of phytopathological assessment, sources of resistance to major fungal diseases were selected among barley varieties. 7 varieties of winter and spring barley were found, resistant to several fungal diseases. The identified accessions and varieties of barley, resistant to both one and two or more pathogens, can be purposefully used in breeding programs to create resistant varieties of barley.

Keywords: barley; grade; sample; fungal diseases; resistance.