

А.М. КОХМЕТОВА<sup>1</sup>, М.Н. АТИШОВА<sup>1</sup>, Р.А. ОРАЗАЛИЕВ<sup>2</sup>, Л.Б.СЕЙІЛОВА<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, Алматы;

<sup>2</sup>Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алмалыбақ,;

<sup>3</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы)

## БИДАЙДЫҢ САБАҚТЫ ТАТ АУРУЫНА *PUSCINIA GRAMINIS PERS.F.SP.TRITICI* ТӨЗІМДІ ГЕН ТАСЫМАЛДАУШЫЛАРЫН сәйкестендіру

### Аннотация

Сабақты татқа *Puccinia graminis Pers.f.sp.tritici* төзімді бидайдың линияларына генетика-селекциялық зерттеу жүргізілді. Өнімділік белгісі бойынша 9 бидай үлгілерінде жоғары көрсеткіштер байқалды. SSR, STS және CAPS типті молекулалық маркерлерді қолданып, сабақты таттың қауіпті Ug99 расасына қарсы тұратын тиімді Sr22, Sr25 және Sr38 гендерінің тасымалдаушылары сәйкестендірілді. ПТР талдауының нәтижесінде зерттелген бидай линияларының ішінен алтауы Sr38 генінің тасымалдаушысы екені анықталды. Sr25/Lr19 ген кешені 10 линияда, ал Sr22 гені 45 линияда бар екендігі дәлелденді. Сонымен бидай линияларына фитопатологиялық және генетикалық зерттеу жүргізіліп, таттың Ug99 расасына төзімділік танытатын Sr-ген тасымалдаушылары сәйкестендірілген. Бұл генотиптер сабақты татқа төзімділікті арттыру мақсатында Marker Assisted Selection (MAS) бағдарламаларында қолдануға донор ретінде ұсынылады.

Кілтті сөздер: бидай, төзімділік гендер, сабақты тат, молекулалық маркерлер.

Keywords: wheat, steady genes, stem rust, molecular markers.

Ключевые слова: пшеница, устойчивые гены, стеблевая ржавчина, молекулярные маркеры.

Бидай – дүние жүзі бойынша қолданылуы жағынан алдыңғы қатардағы дәнді дақылдардың бірі. Халықаралық өнеркәсіптік ұйымының сұрапшыларының бағалау мәліметтері бойынша, кез келген елдің ұлттық қауіпсіздігінің жалпы көрсеткіші – бидай өндірісі болып табылады. Бидайдың жылдық өнімділігі 600 млн т құрайды, ал 2020 жылы өнімге сұраныс 840 млн тоннадан 1 млн тоннаға дейін жетіп отыр [1]. Қазақстан дүние жүзі бойынша бидай өнімін өндіру жағынан алдыңғы қатардағы елдердің бірі болып есептеледі. Бидай республикамыздың ауылшаруашылық өнімдерінің 70% құрайды. Дәнді дақылдар Қазақстан үшін экономикалық және стратегиялық маңызды объект болып саналады. Еліміздің 12 млн га жерін бидай өнімдері алып жатыр [2].

Бидай өніміне жыл өткен сайын қауіп төндіретін және әр жылда эпифитотия деңгейінің дамуына себепші түрлі аурулар болып табылады Халықаралық азық-түлік ұйымының ФАО (Food and Agriculture Organization) мәліметі бойынша, дүниежүзілік дән өндірісінде жыл сайын осы аурудан өнімнің 10%-ы шығынға ұшырайды. Дәнді дақылдар өнімділігі төмендеуінің басты себепшісі – тат ауруы және оны тудырушы саңырауқұлақтар болып табылады. Сабақты тат (қоздырғышы *Puccinia graminis pers.f.sp. tritici* саңырауқұлағы ) бидайға ең қауіпті аурулардың бірі [3]. Сабақты тат өсімдіктің су балансын бұзып, фотосинтезді әлсіретіп, түзілу құбылыстарын төмендетіп, өсімдіктің өсуі мен дамуын тежейді. Эпифитотия жағдайында сабақты тат ауруынан өнім шығыны 40-100% құрауы мүмкін. Сабақты тат ауруының басқа аурулардан айырмашылығы бұл ауру бүкіл өнімді зақымдауы мүмкін. 1999 жылы Шығыс Африкада сабақты тат ауруының ең қауіпті ТТКС патотипті жаңа Ug99 расасы табылды. Сабақты таттың бұл расасы ең бірінші рет Угандада тіркеліп, Sr31 геніне вирулентті екені анықталды [4]. Бұл ген соңғы 30–35 жыл бойы бидайдың аурудан қорғануын қамтамасыз еткен болатын. Келесі жылдары бұл ауру Кенияда, Эфиопияда, Йеменде, Иранда және Пәкістанда табылды [5-8]. Бүгінгі таңда әлемнің ауылшаруашылық егістігінің 65 миллион гектарына тат ауруының эпифитотиясы қауіп туындап отыр [5].

Сабақты тат *Puccinia graminis Pers.f.sp.tritici* ауруының Ug99 расасы бидайдың көптеген төзімді Sr-гендеріне агрессивтілігімен ерекшеленеді. Әдебиеттегі мәліметтер бойынша, сабақты таттың Ug99 расасына мынандай Sr-гендер вируленттілік көрсетеді: Sr5, Sr6, Sr7a, Sr7b, Sr8a, Sr9a, Sr9b, Sr9f, Sr9d, Sr9e, Sr9g, Sr10, Sr11, Sr12, Sr15, Sr16 Sr17, Sr18, Sr19, Sr20, Sr21, Sr23, Sr30, Sr31, Sr34, Sr41, Sr42.Wld-1[9]. Ал келесі гендер эффективті деп саналады: Sr2, Sr13, Sr14, Sr22, Sr25, Sr26, Sr27, Sr28, Sr29, Sr32, Sr33, Sr35, Sr36, Sr37, Sr39, Sr40, Sr43, Sr44, Sr45, Sr47, SrTmp, Sr1A.1R, Sr52 [9, 10].

Тат саңырауқұлағының споралары ауа арқылы өте алыс қашықтыққа жылдам таралып жатыр [11]. Мамандар ауру Ираннан Орта Азияның көптеген мемлекеттеріне, оның ішінде Қазақстанның бидай өніміне үлкен қауіп туғызу мүмкін екенін ескертеді [9, 12]. Ауруға төзімділікті бақылау үшін Sr гендерінің тасымалдаушыларын сәйкестендіру қажет. Бұл мақалада бидай линияларына фитопатологиялық және генетикалық зерттеу жүргізіліп, сабақты таттың Ug99 расасына төзімділік танытатын ген тасымалдаушылары сәйкестендірілген.

Зерттеу әдістері мен материалдар. Зерттеу жұмысы Алматы облысы, Алмалыбақ ауылы, Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми - зерттеу институтының тәжірибелік танап алқабында және Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институтының Генетика және селекция зертханасында жүргізілді. Зерттеу нысаны ретінде сабақты тат ауруына төзімді 23 гибридті линиясы алынды. Бақылау ретінде Безостая 1 күздік бидай сорты қолданылды. Бидай пісіп жетілгеннен соң жиналып алынып, оған өнімділіктің құрылымдық талдауы жүргізілді [13]. Өнімнің құрылымын сараптау үшін мынадай белгілері қарастырылды: өсімдіктің ұзындығы, өнімі бар сабақ саны, масақтың ұзындығы, масақтың дән саны және салмағы және 1000 дәннің салмағы. Геномдық ДНҚ бидайдың 5 күндік өскінінен СТАВ әдісін қолдану арқылы бөлініп алынды [14]. ПТР (полимеразалық тізбектік реакция) әдісі төзімді гендердің тасымалдаушыларын сәйкестендіру үшін қолданылды. Бақылау ретінде Sr22, Sr25/Lr19 және Sr38 гендері бар бидайдың изогенді линиялары мен сорттары алынды. Жұмыста SSR (Simple Sequence Repeats), STS (Sequence

Tagged Sites) және CAPS (Cleaved Amplified Polymorphic Sequence) типті маркерлер қолданылды. Sr22 генінің тасымалдаушыларын SSR маркері cfa2123 [15], Sr25/Lr19 гендері STS маркері GbF1/2 [16], ал Sr38/Lr37/Yr17 тіркескен гендері CAPS маркері Ventriup-LN2 [17] көмегімен сәйкестендірілді.

ПТРдің реакциялық қоспасының көлемі 25 мкл құрайды, оның ішінде 10x Тақ буфер 2,5 мкл (рН 8.6, 25mM Mg<sup>2+</sup>), dNTP 1,0 мкл (әр нуклеотидтің концентрациясы – 2,5 мМ), әр праймерден 1,75 мкл (концентрациясы – 10 pmol/мкл, Sigma), Тақ-ДНҚ полимераза 0,5 мкл (5000 бірлік/мкл, Силекс, Ресей) және ДНҚ – 1,5 мкл 20ng/мкл. Амплификация Mastercycler (Eppendorf, Германия) амплификаторында келесі параметрлер бойынша жүзеге асты: біріншілік денатурация – 950С-та 10-мин, 30 айналым – 940С 45 сек; 650С 30 сек; 720С 1 мин; соңғы элонгация сатысы 720С 7 мин аралығында жүргізілді [18]. ПТР өнімі формамид бояумен боялып, амплификацияланған ДНҚ фрагменттерінің бөлінуі 2%-дық агарозалық геледе (ТВЕбуферде, 45мм трис-борат, 1мМ EDTA, рН 8) электрофорез арқылы жүзеге асырылды.

Нәтижелер мен талқылаулар. Өсімдіктің иммунологиялық және генетикалық көрсеткіштерін зерттеу дақылдан мол өнім және сапалы түсім алу қажеттілігінен туындайды. 170 бидай линиясының сабақты татқа төзімділігі зерттелінді. Солардың ішінен 27 бидай линиясы инфекциялық жағдайда 5 сабақты таттың вирулентті расаларына (TDT/H, PCR/Q, TKN/R, TTH/K, TFK/R) төзімді болып табылған [19]. Бұл перспективті линияларға ерекше көңіл бөле отырып, олардың құрылымдық компоненттеріне талдау жасалынды. Бірінші кестеде бидай линияларының өлшемдері мен өнім түсімінің құрылымдық талдауы көрсетілген (1-кесте).

Нәтижесінде өсімдіктің биіктігі бойынша ең жоғарғы көрсеткіш (109 см) 1229 линиясында, ал ең төмен көрсеткіш (59 см) 1248 линиясында байқалған. Түптің өнімділігі бойынша ең жоғарғы көрсеткіш (6,6 дана) 1219 линиясында екені анықталды. Масақ ұзындығы бойынша ең жоғарғы көрсеткішке 1231 линиясы ие болды (13 см). Масақтағы дән саны бойынша 1212, 1217, 1225 және 1239 линияларында 45–47 данадан аспаса, бұл көрсеткіш 1211 линиясында 78 данаға жетті. Бір өсімдіктегі дән салмағы бойынша 1211, 1218 және 1219 линиялары ерекшеленді, олардың көрсеткіші 12-14 г шамасында болды. 1000 дәннің салмағы бойынша ең жоғары көрсеткіш (43–47 г) 1213, 1217, 1225, 1229, 1230 және 1231 линияларында байқалды.

Сонымен шаруашылық құнды белгілерін сұрыптаудың нәтижесінде келесі бидай линияларын ерекше атауға болады: 338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT (1210); AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT/4/PYN/BAU (1213); MV10-2000/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT (1214); AGRY/BJL//VEE/6/SN64//SKE/2\*ANE/3/ SX/4/

1 к е с т е. Сабақты тат ауруына төзімді бидай линияларының өнімділік көрсеткіштері

Ката-лог №	Бидай үлгілерінің аталуы	Өсімдіктің ұзындығы	Түптің өнімді	Масақ ұзындығы	Масақтағы дән саны,	Өсімдіктің дән салмағы	1000 дән салмағы
------------	--------------------------	---------------------	---------------	----------------	---------------------	------------------------	------------------

		Ы, см	лігі, дана	ҒЫ, см	дана	Ы, г	, г
1210	338-K1- 1//ANB/BUC/3/GS50A/4/AGRI/NA C//KAUZ/3/1D13.1/MLT	75,8±7,52	4,5±1, 37	11,0±1, 57	59,5±11,2 2	7,8±2,3 4	43,1±2,9 4
1211	KINACI97/4/ AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT	75,7±8,72	5,3±1, 63	12,8±1, 16	78,3±10,5 4	12,1±3, 45	39,3±6,2 1
1212	AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT/4 /GRISSET-4	62,0±5,81	3,7±1, 16	9,3±1,4 4	46,9±16,4 6	4,7±2,4 6	34,4±3,5 3
1213	AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT/4 /PYN/BAU	75,6±7,46	4,9±1, 20	11,1±1, 06	54,3±11,2 8	9,1±3,7 8	44,3±4,2 2
1214	MV10-2000/4/AGRI/NAC// KAUZ/3/1D13.1/MLT	74,8±1,81	4,0±1, 33	11,4±1, 40	60,6±11,3 8	7,7±3,2 1	43,7±11, 2
1216	TAM200/3/F60314.76/MRL//CNO79 /4/84.40022/5/ AGRI/NAC// KAUZ/3/1D13.1/MLT	76,1±8,20	5,4±1, 35	10,6±1, 20	57,7±10,0 3	10,9±3, 68	41,1±3,9 7
1217	AGRY/BJL//VEE/6/SN64//SKE/2*A NE/3/SX/4/BEZ/5/SERI/7/F10S-1/8/ AGRI/NAC...	85,5±11,04	4,7±2, 06	10,4±1, 21	44,3±14,9 6	7,5±4,7 6	44,4±4,8 4
1218	VORONA//MILAN/SHA7/3/MV17/4 /MERGAN-1	79,2±5,12	6,2±1, 89	11,3±0, 95	63,2±13,0 0	12,9±3, 41	43,0±3,0 1
1219	WRM/4/FN/3*TH//K58/2*N/3/MY54 /N10B//A//PEL72380/ATR71/6/KVZ /CGN//GLE...	79,2±6,05	6,6±1, 90	12,9±0, 90	65,5±15,2 0	14,0±5, 43	42,4±3,8 9
1220	CH75479/SARDARI-HD74/4/ AGRI/NAC// KAUZ/3/1D13.1/MLT	69,5±11,86	6,3±1, 89	10,2±1, 67	53,9±8,67	9,7±3,0 3	34,1±6,3 4
1221	TAM 105/3/NE70654/BBY//BOW"S"/4/CE NTURE*3/TA2450/5/GUN91/MNC H	82,0±16,07	5,7±2, 31	11,4±2, 06	49,8±13,1 8	7,9±3,1 7	40,0±7,0 9
1225	F10S-1/STOZHER/KARL/4/ AGRI/NAC// KAUZ/3/1D13.1/MLT	71,3±12,28	4,2±1, 87	10,2±1, 67	45,9±18,6 1	6,4±2,8 6	46,6±4,5 0
1226	F10S- 1/3/TAST/SPRW//ZAR/5/CA8055/4/ ROMTAST/BON/3/DIBO//SU92/C1 13645...	72,7±7,10	4,7±1, 30	10,8±1, 59	63,2±13,1 6	8,3±3,6 2	36,4±4,4 7
1227	T-2003//TREGO/JGR8W/4/	86,3±9,75	4,0±1, 37	10,1±1, 57	55,0±5,48	7,7±2,8	42,1±7,3

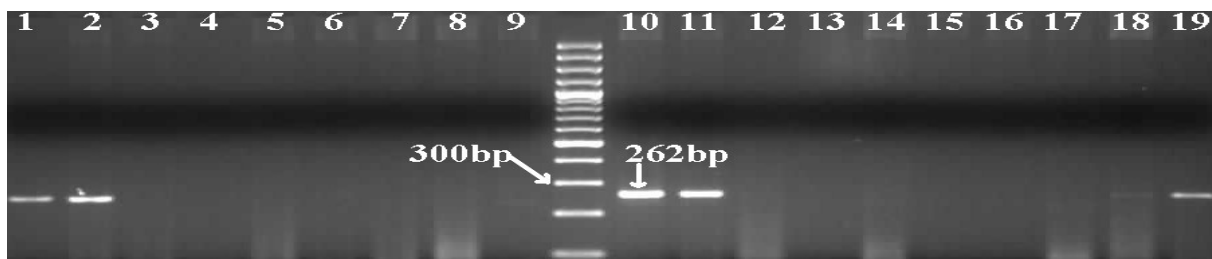
	AGRI/NAC// KAUZ/3/1D13.1/MLT		45	10		0	6
1229	338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA-4	109,6±6,41	4,2±1,29	11,7±1,32	57,9±8,24	9,0±1,85	44,8±4,27
1230	338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA-4	81,9±6,30	5,2±1,81	11,2±1,14	55,5±10,33	10,4±3,66	44,0±5,49
1231	KALYOZ-18//8229/OK81306/4/AGRI/NAC// KAUZ/3/1D13.1/MLT	86,5±9,99	4,6±1,69	12,9±1,33	68,6±10,14	10,1±3,30	45,7±5,23
1236	TAM105/3/NE70654/BBY//BOW"S"/4/CENTURE*3/TA2450/5/TX71A1039.V1...	95,0±9,39	4,7±1,56	10,6±1,02	52,3±10,30	9,3±3,70	41,2±4,52
1239	TX87V1613/KS91WGRC11//MV18-2000/3/TX71A1039.V1*3/AMI//BUC/CHRC	59,3±6,67	4,0±0,94	8,4±1,39	47,1±9,62	4,9±1,64	40,1±3,12
1240	TX87V1613/KS91WGRC11//SAULESKU#44/TR810200/5/TX69A50912412//BBY2...	79,0±4,97	4,7±1,30	9,6±1,62	58,6±8,62	7,6±1,91	41,3±7,79
1241	TX87V1613/KS91WGRC11//BETTY/3/AGRI/NAC//ATTILA	69,1±6,45	4,6±1,21	9,2±1,27	51,6±9,55	7,5±2,58	36,9±5,32
1245	059E//JAGGER/PECOS/3/WELS-2/4/DORADE-5	81,4±11,49	4,1±1,47	10,3±1,91	59,9±16,68	8,3±4,67	42,4±5,10
1248	ALIBER/STARSHINA	58,6±6,95	5,6±2,01	8,6±0,84	53,8±10,32	9,1±3,37	36,6±3,48
1307	Безостая 1 St	94,5±8,81	3,5±0,98	9,6±0,48	42,1±4,74	6,3±2,00	45,2±1,84

BEZ/5/SERI/7/F10S-1/8/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT (1217); VORONA//MILAN/SHA7/3/MV17/4/MERGAN-1 (1218); F10S-1/STOZHER/KARL/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT (1225); 338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A /4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA-4 (1229); 338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA-4 (1230); KALYOZ-18//8229/OK81306/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT(1231). Аталған бидай линиялары стандарт ретінде алынған Безостая-1 сортымен салыстырғанда жоғары өнімділік көрсеткіштеріне ие болды.

Молекулалық маркерлерді қолдану гибридтер мен сорттардағы төзімділіктің тиімді гендердің сорттар мен гибридтерден сәйкестендіруге мүмкіндік береді. Бұл әдіс құнды генотиптерді іріктеуді жеделдетіп, селекция үдерісінің тамділігін арттырады. Дәстүрлі селекция әдістерімен салыстырғанда молекулалық маркерлерді қолданудың (marker assisted selection – MAS) айтарлықтай артықшылықтары бар: маркерлердің көмегімен іріктеуді дамудың кез-келген кезеңінде және ортаның жағдайына тәуелсіз жүргізуге болады. Бұл зерттеуде молекулалық маркерлер бидайдың перспективті материалынан сабақты татқа төзімді гендердің донорларын іздеу үшін қолданылады.

ПТР жұмыстары Sr38, Sr25/Lr19 және Sr22 гендерінің тасымалдаушыларын анықтау үшін жүргізілді. Сабақты татқа төзімді Sr38 гені *T. ventricosum* жабайы бидайдан жұмсақ бидайдың 2A хромосомасының қысқа иығында енгізілген. Бұл ген қоңыр таттың (*Puccinia triticina* Eriks) Lr37 және сары таттың (*Puccinia striiformis* West. f. sp. tritici) Yr17 гендерімен тығыз тіркескен екені белгілі [20].

Ventriup-LN2 CAPS маркерлерін қолдана отырып 19 бидай линияларына Sr38 генін сәйкестендіру үшін ПТР жүргізілді [17]. Күтілетін ПТР амплификация өнімінің фрагменті 262 ж.н. сәйкес келеді (сурет). Оң бақылау ретінде Madsen сорты алынды. ПТР нәтижесінде 19 зерттелген бидай линиясының алтауы Sr38 генінің маркеріндей амплификация өнімін түзді.



Сурет – Sr38 гендері үшін CAPS праймерлерді пайдаланып бидай үлгілерінің ДНҚ амплификация өнімдерінің электрофореграммасы

1 – 1938, 2 – 1941, 3 – 1943, 4 – 1949, 5 – 1953, 6 – 1955, 7 – 1956, 8 – 1966, 9 – Anza (теріс бақылау), Молекулалық салмағының маркері (Gene-Ruler, 100 bp DNA Ladder), 10 – Madsen (оң бақылау), 11 – 1988, 12 – 1992, 13 – 1994, 14 – 1997, 15 – 2003, 16 – 2007, 17 – 2008, 18 – 2016, 19 – 2017. Қолданылған гель – 2%-дық агарозалық гель.

Суретте көрсетілгендей, 1938, 1941, 1988, 2016, 2017 линиялары мен Madsen сорты Sr38 генінің тасымалдаушысы екені анықталды.

Sr25/Lr19 генді сәйкестендіру үшін GbF 1/2 маркері қолданылып 71 бидай линияларына ПТР жүргізілді. GbF 1/2 локусы үшін күтілетін ПТР амплификация өнімінің фрагменті 130

ж.н. сәйкес келеді. 2-кестеде бидайдың 71 линиясының молекулалық скринингінің нәтижелері көрсетілген.

2 кесте – Бидай линияларының сабақты татқа төзімді гендерінің молекулалық скринингі

Каталог №	Бидай үлгілерінің аталуы	Гендердің маркерлеріне амплификацияланған фрагмент	
		Sr25/Lr19	Sr22
1	2	3	4
1210	338-K1//ANB/BUC/3/GS50A/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/M	-	245ж.н
1211	KINACI97/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT.	-	245 ж.н
1212	AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT/4/GRISET-4	-	-
1213	AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT/4/PYN/BAU	-	245 ж.н
1214	MV10-2000/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT	-	-
1216	TAM200/3/F60314.76/MRL//CNO79/4/84.40022/5/AGRI/NAC//...	130 ж.н	245 ж.н
1219	WRM/4/FN/3*TH//K58/2*N/3/MY54/N10B//AN/5/PEL ....	-	245 ж.н
1225	F10S-1//STOZHER/KARL/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT	-	245 ж.н
1226	F10S-1/3/TAST/SPRW//ZAR/5/CA8055/4/ROM .	130 ж.н	245 ж.н
1227	T-2003//TREGO/JGR 8W/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT	130 ж.н	245 ж.н
1229	338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS	130 ж.н	245 ж.н
1230	338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZA	-	245 ж.н
1236	TAM 105/3/NE70654/BBY//BOW"S"/4/CENTURY*3/TA2450/5/ZA	-	-

1239	TX87V1613/KS91WGRC11//MV182000/3/TX71A1039.V1 *3/AMI//B	-	245 ж.н
------	--	---	---------



1	2	3	4
1240	TX87V1613/KS91WGRC11//SAULESKU #44/TR810200/5/TX69A50	-	245 ж.н
1241	TX87V1613/KS91WGRC11//BETTY/3/AGRI/NAC//ATTI LA	-	245 ж.н
1245	059E//JAGGER/PECOS/3/WELS-2/4/DORADE-5	-	-
1249	ALIBEY/DAGDAS94	-	-
1251	PRINIA/STARSHINA	-	-
1255	338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TX71A1039.V1*3/AMI//BUC	-	-
1258	BILINMIYEN96.7/5/TX69A5092//BBY2/FOX/3/PKL70/LIRA/4/YMH	-	-
1271	YUBILIEINAYA 100/BONITO-37	-	-
1272	IZGI//TAM200/KAUZ	-	-
1273	YAKAR/5/TX69A5092//BBY2/FOX/3/PKL70/LIRA/4/YMH/TOB//MC	-	-
1274	BEZOSTAYA1/3/HBA142A/HBZ621A//ABILENE	-	-
1275	NALIM-3//TAM200/KAUZ	-	-
1276	UT1556.68/VEE9//AK702/3/UNKN/4/F10S-1//STOZHER/KARL	-	-
1277	KVZ/HB2009/5/CNN/KHARKOV//KC66/3/SKP35/4/VEE/6/DAGDAS	-	245 ж.н
1279	KS82W422/SWM754308//KS831182/KS82W422/3/F900K/4/SONMEZ	-	245 ж.н
1280	BEZOSTAYA1//SAULESKU #44/TR810200	-	245 ж.н
1281	TX69A509-2//BBY2/FOX/3/PKL70/LIRA/4/YMH/TOB//MCD/3/LIRA	-	245 ж.н
1283	KAPKA-I.P./3/F10S-1//STOZHER/KARL	-	-
1284	LAJ3302/RECITAL//CO72.3839/TI-R/3/F10S-1//STOZHER/KARL	-	-
1286	ARDEAL/BOEMA//F135U2-1/5/TX69A5092//BBY2/FOX/3/PKL70/	-	245 ж.н
1288	TREGO/BTY SIB//SAULESKU #44/TR810200	-	245 ж.н
1289	SULTAN95/ATILLA//ZARGANA-6	-	245 ж.н
1290	KS82W409/STEPHENS//F4549-W2-1/3/STARSHINA	-	245 ж.н
1291	UNUMLI BUGDAY/3/AGRI/BJY//VEE/4/AGRI/BJY//VEE/5/K	-	245 ж.н
1292	PASTOR/MILAN/3/F10S-1//STOZHER/KARL	-	245 ж.н

Оң бақылау ретінде Паллада сорты алынды (2-кесте). ПТР нәтижесінде зерттелген бидай линиясының оны (1216, 1226, 1227, 1229, 1303, 1307, 1317, 1318, 1348 және Паллада сорты) Sr25/Lr19 гендер кешенінің 130 ж.н. амплификация өнімін құрып, ауруға төзімділік танытты. Sr22 генінің тасымалдаушыларын анықтау мақсатында Cfa2123 маркерін қолданып, 71 бидай линияларына ПТР жүргізілді. 2-ші кестеде көрсетілгендей, зерттелген бидай линияларының көпшілігі Cfa2123 локусына сәйкес 245 ж.н. амплификация өнімін түзді. Бұл 45 линияның сабақты татқа ішкі қорғаныс жүйесінің беріктігі Sr22 генінің әсерімен қамтамасыз етіледі.

Қорыта келгенде, сабақты тат ауруының вирулентті бес расасына төзімді бидай линияларына генетикалық және селекциялық зерттеу жүргізілді. Нәтижесінде 1210, 1313, 1214, 1217, 1218, 1225, 1229, 1230, 1231, линиялары шаруашылық құнды белгілері бойынша ең жоғары нәтиже көрсетті. Ventriup-LN2 CAPS молекулалық маркерін қолдану нәтижесінде зерттелген бидай линияларының ішінен алтауы (1938, 1941, 1988, 2016, 2017 линиялары мен Madsen сорты) Sr38 генінің тасымалдаушысы екені анықталды. GbF 1/2 STS маркерінің көмегімен бидайдың он линиясы (1216, 1226, 1227, 1229, 1303, 1307, 1317, 1318, 1348 және Паллада сорты) Sr25/Lr19 ген кешенінің тасымалдаушысы екені дәлелденді. Sr22 генінің тасымалдаушыларын анықтау мақсатында Cfa2123 SSR маркерін қолдана отырып, бидайдың 45 линиясы сәйкестендірілді. Бұл генотиптерді сабақты татқа төзімділікті арттыру мақсатында Marker Assisted Selection бағдарламаларында қолдануға болады. Сабақты таттың Ug99 расасына төзімділікті арттыру үшін селекция және молекулалық биология деңгейінде жұмыстар жалғаса береді.

Зерттеу жұмысы ҚР БҒМ қолдауымен гранттық қаржыландыру бағдарламасының негізінде № 0086/ГФ 2: «Сабақты таттың Ug99 расасына төзімділік гендерінің көздері мен жаңа донорларын анықтау және Қазақстан жағдайында бейімделген бидайдың селекциялық материалын жасау» жобасы бойынша жүзеге асырылды.

## ӘДЕБИЕТ

- 1 Раджарам С., Браун Х.Е. Потенциал урожайности пшеницы // Агромеридиан. 2006. № 2(3). С. 5-12.
- 2 Уразалиев Р.А., Есимбекова М.А., Сарбаев А.Т., Оспанбаев Ж. Международное сотрудничество - СИММИТ, ИКАРДА, первые результаты // Вестник СИММИТ-ИКАРДА региональной сети по улучшению озимой пшеницы Центральной Азии и Закавказья. 2000. №1. С. 7-13.
- 3 Койшыбаев М., Болтыбаева Л.А., Копирова Г.И. Гермоплазма пшеницы с групповой устойчивостью к болезням с воздушно-капельной инфекцией // Агромеридиан. 2008. № 3(9). С. 34-42.

- 4 Pretorius Z.A., Singh R.P., Wagoire W.W., Payne T.S., Detection of virulence to wheat stem rust resistance genes Sr31 I *Puccinia graminis* f. sp. tritici in Uganda // *Plant Disease*. 2000. V. 84. P. 203.
- 5 Jin Y., Szabo Z.A., Pretorius Z.A., et al. Detection of virulence to Sr24 within race TTKS of *Puccinia graminis* f. sp. tritici // *Plant Disease*. 2008. V. 92. P. 923-926.
- 6 Jeffrey G.E., Mago R., Kota R. et al. Wheat rust resistance research at CSIRO // *Austr. J. Agric. Res.* 2007. V. 58. Issue 6. P. 507-511.
- 7 Pretorius Z.A., Pienaar L., Prins R. Greenhouse and field assessment of adult plant resistance in wheat to Greenhouse and field assessment of adult plant resistance in wheat to *Puccinia graminis* f. sp. tritici // *Australian Plant Pathol.* 2007. V. 36. No 6. P. 905-909.
- 8 Nazari K., Mafi M., Yahyaoui A., Singh R.P., Park RF. Detection of wheat stem rust race (*Puccinia graminis* f.sp. tritici) TTKSK (Ug99) in Iran. *Plant Disease*. 2009. 93: 317.
- 9 Singh RP, Hodson DP, Jin Y, Huerta-Espino J, Kinyua MG, Wanyera R, Njau P, Ward RW. Current status, likely migration and strategies to mitigate the threat to wheat production from race Ug99 (TTKS) of stem rust pathogen //In: *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*. 2006. 1. No. 054 DOI: 10.1079/PAVSNNR20061054.
- 10 Jin Y, Singh RP, Ward R.W., Wanyera R, Kinyua M.G., Njau P, Fetch Jr, T, Pretorius Z.A., Yahyaoui A. Characterization of seedling infection types and adult plant infection responses of monogenic Sr gene lines to race TTKS of *Puccinia graminis* f. sp. tritici // *Plant Disease*. 2007. V. 91. P.1096-1099. DOI: 10.1094/PDIS-91-9-1096.
- 11 Wanyera, R., Kinyua, M. G., Jin, Y., and Singh, R. P. The spread of stem rust caused by *Puccinia graminis* f. sp. tritici, with virulence on Sr31 in wheat in Eastern Africa // *Plant Disease*. 2006. V. 90. P. 113.
- 12 Kolmer JA. Tracking wheat rust on a continental scale // *Current Opinion in Plant Biology*. 2005. V. 8:441-449. DOI: 10.1016/j.pbi.2005.05.001.
- 13 Доспехов Б.А. Основы биометрии. М.: Наука, 1985. 325с.
- 14 Riede C.R., Anderson, J.A. Linkage of RFLP markers to an aluminum tolerance gene in wheat// *Crop Sci.* 1996. No 36. P 905-909.
- 15 Khan R., Bariana H., Naik S., Lagy M., Rathjen A., Bhavani S., Gupta V. Molecular mapping of stem and leaf rust resistance in wheat // *Theor. Appl. Genet.* 2005. N.111. P.846-850.
- 16 Prins R, Groenewald JZ, Marais GF, Snape JW, Koebner RMD(2001) AFLP and STS tagging of Lr19, a gene conferring resistance to leaf rust in wheat // *Theor Appl Genet* V. 103. P.618–624.
- 17 Helguera M, Khan IA, Kolmer J, Lijavetzky D, Zhong-qi L, Dubcovsky J. PCR assays for the Lr37-Yr17-Sr38 cluster of rust resistance genes and their use to develop isogenic hard red spring wheat lines // *Crop Science*. 2003. V. 43 P.1839-1847.

- 18 Chen X.M., Line R.F., Leung H. Genome scanning for resistance gene analogs in rice, barley, and wheat by high resolution electrophoresis // *Theor Appl Genet* 1998. No 97. P. 345–355.
- 19 Kokhmetova A., Morgounov A., Rsaliyev Sh., Rsaliyev A., Yessenbekova G., Tyupina L. Wheat germplasm screening for stem rust resistance using conventional and molecular techniques // *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding (CJGPB)*, 47. 2011. P. 146-154.
- 20 Bariana HS, McIntosh RA. Cytogenetic studies in wheat XIV. Location of rust resistance genes in VPM1 and their genetic linkage with other disease resistance genes in chromosome 2A // *Genome*, 1993. V. 36. P. 476-482.

## References

- 1 Radjaram S., Braun H.E. Potencial urozhajnosti pshenicy // *Agromeridian*. 2006. № 2(3). S. 5-12.
- 2 Urazaliev R.A., Esimbekova M.A., Sarbaev A.T., Ospanbaev Zh. Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo - SIMMYT, ICARDA, pervye rezul'taty // *Vestnik SIMMYT-ICARDA regional'noj seti po uludsheniju ozimoy pshenicy Central'noj Azii i Zakavkaz'ja*. 2000. №1. P. 7-13.
- 3 Kojshybaev M., Boltybaeva L.A., Kopirova G.I. Germoplazma pshenicy s gruppovoj ustojchivost'ju k boleznyam s vozdushno-kapel'noj infekciej // *Agromeridian*. 2008. № 3(9). P. 34-42.
- 4 Pretorius Z.A., Singh R.P., Wagoire W.W., Payne T.S., Detection of virulence to wheat stem rust resistance genes Sr31 I *Puccinia graminis* f. sp *tritici* in Uganda // *Plant Disease*. 2000. V. 84. P. 203.
- 5 Jin Y., Szabo Z.A., Pretorius Z.A., et al. Detection of virulence to Sr24 within race TTKS of *Puccinia graminis* f. sp *tritici* // *Plant Disease*. 2008. V. 92. P. 923-926.
- 6 Jeffrey G.E., Mago R., Kota R. et al. Wheat rust resistance research at CSIRO // *Austr. J. Agric. Res.* 2007. V. 58. Issue 6. P. 507-511.
- 7 Pretorius Z.A., Pienaar L., Prins R. Greenhouse and field assessment of adult plant resistance in wheat to *Puccinia graminis* f. sp *tritici* // *Australian Plant Pathol.* 2007. V. 36. No 6. P. 905-909.
- 8 Nazari K., Mafi M., Yahyaoui A., Singh R.P., Park RF. Detection of wheat stem rust race (*Puccinia graminis* f.sp. *tritici*) TTKSK (Ug99) in Iran. *Plant Disease*. 2009. 93: 317.
- 9 Singh RP, Hodson DP, Jin Y, Huerta-Espino J, Kinyua MG, Wanyera R, Njau P, Ward RW. Current status, likely migration and strategies to mitigate the threat to wheat production

from race Ug99 (TTKS) of stem rust pathogen //In: CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources. 2006. 1. No. 054 DOI: 10.1079/PAVSNNR20061054.

10 Jin Y, Singh RP, Ward R.W., Wanyera R, Kinyua M.G., Njau P, Fetch Jr, T, Pretorius Z.A., Yahyaoui A. Characterization of seedling infection types and adult plant infection responses of monogenic Sr gene lines to race TTKS of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* // Plant Disease. 2007. V. 91. P.1096-1099. DOI: 10.1094/PDIS-91-9-1096.

11 Wanyera, R., Kinyua, M. G., Jin, Y., and Singh, R. P. The spread of stem rust caused by *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, with virulence on Sr31 in wheat in Eastern Africa // Plant Disease. 2006. V. 90. P. 113.

12 Kolmer JA. Tracking wheat rust on a continental scale // Current Opinion in Plant Biology. 2005. V. 8:441-449. DOI: 10.1016/j.pbi.2005.05.001.

13 Dosphehov B.A. Osnovy biometrii. M.: Nauka, 1985. 325s.

14 Riede C.R., Anderson, J.A. Linkage of RFLP markers to an aluminum tolerance gene in wheat // Crop Sci. 1996. No 36. P 905-909.

15 Khan R., Bariana H., Naik S., Lagy M., Rathjen A., Bhavani S., Gupta V. Molecular mapping of stem and leaf rust resistance in wheat // Theor. Appl. Genet. 2005. N.111. P.846-850.

16 Prins R, Groenewald JZ, Marais GF, Snape JW, Koebner RMD(2001) AFLP and STS tagging of Lr19, a gene conferring resistance to leaf rust in wheat //Theor Appl Genet V. 103. P.618–624.

17 Helguera M, Khan IA, Kolmer J, Lijavetzky D, Zhong-qi L, Dubcovsky J. PCR assays for the Lr37-Yr17-Sr38 cluster of rust resistance genes and their use to develop isogenic hard red spring wheat lines //Crop Science. 2003. V. 43 P.1839-1847.

18 Chen X.M., Line R.F., Leung H. Genome scanning for resistance gene analogs in rice, barley, and wheat by high resolution electrophoresis // Theor Appl Genet 1998. No 97. P. 345–355.

19 Kokhmetova A., Morgounov A., Rsaliyev Sh., Rsaliyev A., Yessenbekova G., Tyupina L. Wheat germplasm screening for stem rust resistance using conventional and molecular techniques //Czech Journal of Genetics and Plant Breeding (CJGPB), 47. 2011. P. 146-154.

20 Bariana HS, McIntosh RA. Cytogenetic studies in wheat XIV. Location of rust resistance genes in VPM1 and their genetic linkage with other disease resistance genes in chromosome 2A //Genome, 1993. V. 36. P. 476-482.

## Резюме

А.М. Кохметова<sup>1</sup>, М.Н. Атишова<sup>1</sup>, Р.А. Уразалиев<sup>2</sup>, Л.Б. Сеилова<sup>3</sup>

(1 Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, Алматы;

2 Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алмалыбақ ;

3 Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық Университеті, Алматы)

Бидайдың сабақты тат ауруына *Puccinia graminis* Pers. f.sp. *tritici* төзімді ген тасымалдаушыларын идентификациялау

Проведено генетико-селекционное изучение устойчивых линий пшеницы к стеблевой ржавчине *Puccinia graminis* Pers. f.sp. *tritici*. Выделено 9 линий пшеницы, характеризовавшихся высоким уровнем комплекса признаков продуктивности. С использованием различных типов молекулярных маркеров (SSR, STS и CAPS) идентифицированы носители генов Sr22, Sr25 и Sr38, устойчивых к опасной расе Ug99 стеблевой ржавчины пшеницы. В результате ПЦР-анализа среди изученных образцов выявлено 6 носителей гена Sr38. Комплекс генов Sr25/Lr19 идентифицирован в 10, а ген Sr22 – в 45 линиях. Таким образом, на основе фитопатологического и генетического исследования идентифицированы носители Sr-генов, проявивших устойчивость к расе Ug99 стеблевой ржавчины пшеницы. Эти генотипы предлагаются в качестве доноров в программах по маркер-сопутствующей селекции Marker Assisted Selection (MAS) для повышения устойчивости к стеблевой ржавчине.

Ключевые слова: пшеница, устойчивые гены, стеблевая ржавчина, молекулярные маркеры.

## Summary

## Резюме

А.М. Кохметова<sup>1</sup>, М.Н. Атишова<sup>1</sup>, Р.А. Уразалиев<sup>2</sup>, Л.Б. Сеилова<sup>3</sup>

(1 Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, Алматы;

2 Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алмалыбақ ;

3 Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық Университеті, Алматы)

Identification of genetic carriers of wheat,

steady against stem rust *Puccinia graminis pers.f.sp.tritici*

Genetic and breeding study of wheat lines resistant to stem rust *Puccinia graminis Pers.f.sp.tritici* was done. Out of them 9 wheat lines which exceeded the check cultivar by the complex of productivity traits were selected. Using molecular markers (SSR, STS и CAPS) the carriers of Sr22, Sr25 and Sr38 genes resistant to dangerous stem rust race Ug99 were identified. As a result of the PCR analysis of the samples studied six carriers of Sr38 gene were revealed. Sr25/Lr19 complex genes identified at 10, and Sr22 gene – at 45 lines. Thus, on the basis of phytopathological and genetic studies carriers of Sr-genes resistant to stem rust race Ug99 were identified. These genotypes are offered as donors for Marker Assisted Selection (MAS) programs to improve the resistance of wheat to stem rust.

Keywords: wheat, steady genes, stem rust, molecular markers.

Поступила 26.04.2013 г.