

эффективными, если коэффициент биоэнергетической эффективности больше единицы.

Анализ данных накопления и затрат энергии показал, что по большинству сортов коэффициент энергетической эффективности превышает этот уровень и составляет от 1,03 до 1,65. Меньше единицы коэффициент энергетической эффективности получен по раннеспелому сорту Утенок, среднеспелому сорту Рекорд и среднепозднему сорту Лорх.

Самый высокий коэффициент энергетической эффективности получен по сорту Удача (1,65), а самый низкий по сорту Лорх (0,72).

ӨОЖ 633.11; 632.4 (9); 577.21

DOI 10.52578/2305-9397-2021-2-1-12-19

Альмаханова С.Н., магистрант, негізгі автор ORCID ID 0000-0001-7013-8724

«Қазақ Ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, 050010, Абай даңғылы, 8, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, almahans@mail.ru

Сапахова З.Б., Ph.D, қауымдастырылған профессор, ORCID ID 0000-0002-8007-5066

«Қазақ Ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, 050010, Абай даңғылы, 8, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, zagira.sapakhova@kaznau.kz

Сулейманова Г.А., Ph.D, қауымдастырылған профессор, ORCID ID 0000-0002-2322-6155

«Қазақ Ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, 050010, Абай даңғылы, 8, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, gulnur.suleimanova@kaznau.kz

Іркітбай А., Ph.D докторант, ORCID ID 0000-0002-8329-052X

«Қазақ Ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, 050010, Абай даңғылы, 8, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, ahzhan247@mail.ru

Almakhanova S.N., Postgraduate, the main author

«Kazakh National Agrarian Research University» NPJSC, 050010, Abay Avenue, 8, Almaty, Republic of Kazakhstan

Sapakhova Z.B., Ph.D, Associate Professor

«Kazakh National Agrarian Research University» NPJSC, 050010, Abay Avenue, 8, Almaty, Republic of Kazakhstan

Suleimanova G.A., Ph.D, Associate Professor

«Kazakh National Agrarian Research University» NPJSC, 050010, Abay Avenue, 8, Almaty, Republic of Kazakhstan

Irkitbay A., Ph.D student

«Kazakh National Agrarian Research University» NPJSC, 050010, Abay Avenue, 8, Almaty, Republic of Kazakhstan

БИДАЙДЫҢ САБАҚТЫҚ ТАТҚА ТӨЗІМДІЛІК ГЕНДЕРІН МОЛЕКУЛАЛЫҚ ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАУ

MOLECULAR IDENTIFICATION OF WHEAT RESISTANCE GENES TO STEM RUST

Аннотация

Бидайдың сабақтық тат ауруы (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. tritici Erik. et Henn) әлемнің көптеген аумағында кең таралған. Аурудың эпифитотиясы кезінде өнімнің ысырап болуы 50-70% құрайды. Бұл жұмыста *Sr*-гендерді арнайы молекулалық маркерлердің көмегімен ПТР арқылы талдау нәтижесінде зерттелген *Sr26*, *Sr31*, *Sr32*, мен *Sr38* гендерінің қазақстандық ген тасымалдаушылары анықталды. Зерттеу нысаны ретінде Қазақстанда көп егілетін жаздық және күздік бидай сорттары Жетісу, Алмалы, Егемен, Байтерек және Казахстанская 10 алынды. Сабақтық татқа төзімділіктің *Sr26* генінің тасымалдаушыларын *Sr26#43*, *Sr31* генінің SCSS30.2₅₇₆, *Sr32* генінің cs*Sr32#1* және *Sr38/Lr37/Yr17* ген кешенінің тасымалдаушыларын Xcmwg682 молекулалық маркерлер арқылы анықталды. Жетісу сортында 3 эффективті *Sr*-гендер (*Sr31*, *Sr32* мен *Sr38*) анықталды. Егемен сортында *Sr31* гені бар болып шықты. Сабақтық татқа төзімділік гені *Sr26* ешқандай зерттелген сорттарда табылған жоқ. Ал *Sr32* генінің көзі *Aegilops speltoides*, ол Жетісу сортында табылды. *Sr38* генінің көзі *Triticum ventricosum* болып табылады, аталған ген Жетісу мен Байтерек сорттарында анықталды.

Зерттеу барысында сабақтық татқа төзімділік гендердің тасымалдаушылары анықталды. Аталған гендерді сабақтық татқа төзімді сорттарды құру бағытындағы селекциялық бағдарламаларда қолдануға болады.

ANNOTATION

Stem rust of wheat (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. tritici Erik. et Henn) is widely spread in many areas of the world. Stem rust causes yield up to 50-70%. In this work, Kazakhstan carriers of the *Sr25*, *Sr31*, *Sr32*, and *Sr38* genes were identified, which were studied as a result of *Sr*-gene analysis using PCR using special molecular markers. As an object of research were the varieties of spring and winter wheat Zhetysu, Almaly, Yegemen, Baiterek and Kazakhstanskaya 10, which are recommended in Kazakhstan were studied. Carriers of the rust resistance gene *Sr26* were identified using molecular markers *Sr26#43*, *Sr31* gene SCSS30.2576, *Sr32* gene CSSR32#1, and the *Sr38/Lr37/Yr17* gene complex using Xcmwg682. Three effective *Sr* genes (*Sr31*, *Sr32*, and *Sr38*) were found in the Zhetysu variety. According to the results *Sr31* was identified in Yegemen variety. The stem rust resistance gene *Sr26* was not found in any of the studied varieties. And the source of the *Sr32* gene from *Aegilops speltoides*, which was found in Zhetysu. The source of the *Sr38* gene is *Triticum ventricosum*, that specified gene was identified in the varieties Zhetysu and Baiterek. As a results of research was identified carriers of rust resistance genes to stem rust. These genes can be used in breeding programs to create rust resistant varieties of wheat.

Түйін сөздер: іздеуші бұқалар, қан, жалпы белок, табиғи резистенттілік, гематология.

Key words: wheat, wheat varieties, stem rust, resistance genes, *Sr*-genes, molecular markers

Кіріспе. Сабақтық тат (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. tritici Erik. et Henn) әлемнің көптеген аумағында кең таралған. Аурудың эпифитотиясы кезінде өнімнің ысырап болуы 50-70% құрайды. Өткен ғасырдың орта шенінен соңына дейін оның зияндылығы төзімділік гендердің арқасында төмендеген болатын. 1999 жылы Угандада Ug99 (ТТКСК) деп аталатын сабақтық таттың агрессивті расасы табылды. Ол бұрын төзімді болған *Sr31* гені бар бидай сорттарын да зақымдады, кейінірек *Sr24* (ТТКСТ) мен *Sr36* (ТТТСК) гендері бар сорттарды зақымдайтын биорттипері де табылды [1]. Сабақтық таттың Ug99 расасының эпифитотиясы кезінде сезімтал сорттарда өнімнің ысырап болуы 80% және одан да көп болады. Бүгінгі таңда Ug99 расасы Қиыр Шығыс елдерінде таралған және Орта Азия мемлекеттеріне қарай жылжып келе жатыр. Сабақтық татқа төзімділіктің 50-ден аса гендері бар, олар: *Sr1*, *Sr2*, *Sr3*, *Sr4*, *Sr5*, *Sr6*, *Sr7*, *Sr7a*, *Sr7b*, *Sr8*, *Sr8a*, *Sr8b*, *Sr9*, *Sr9a*, *Sr9b*, *Sr9c*, *Sr9d*, *Sr9e*, *Sr9f*, *Sr9g*, *Sr10*, *Sr11*, *Sr12*, *Sr13*, *Sr14*, *Sr15*, *Sr16*, *Sr17*, *Sr18*, *Sr19*, *Sr20*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr23*, *Sr24*, *Sr25*, *Sr26*, *Sr27*, *Sr28*, *Sr29*, *Sr30*, *Sr31*, *Sr32*, *Sr33*, *Sr34*, *Sr35*, *Sr36*, *Sr37*, *Sr38*, *Sr39*, *Sr40*, *Sr41* және *Sr55*. CIMMYT деректері бойынша Ug99 расасына эффективтілігін *Sr28*, *Sr29*, *SrTmp*, *Sr2*, *Sr13*, *Sr14*, *Sr22*, *Sr35*, *Sr36*, *Sr37*, *Sr32*, *Sr39*, *Sr47*, *Sr33*, *Sr45*, *Sr40*, *Sr24*, *Sr25*, *Sr26*, *Sr43*, *Sr44*, *Sr27* және 1A.1R гендері сақтаған [2]. Аталған гендердің көпшілігіне молекулалық маркерлер табылған, олардың кейбіреулері маркерлік селекцияда қолданылады. Селекция үшін бастапқы материал құрудың бірі жолы мәдени бидай сорттарын жабайы бидай түрлерімен *Thinopyrum intermedium*, *Th. bessarabicum*, *Th. junceum*, *Agropyron elongatum*, *Secale cereale*, *Leymus ramosus*, *L. mollis* алыстатылған будандастыру [3].

Sr26 гені. *Agropyron elongatum* (syn. *Thinopyrum ponticum*) гексаклоидты бидайдың 6А хромосомасының ұзын иығына көшірілген. Ол Ug99 *Sr31*-вирулентті расасына (ТТКСК) және *Sr24*-вирулентті (ТТКСТ) қарсы эффективті болып табылады. Қазіргі уақытқа дейін *Sr26* төзімділік көзі ретінде тек Австралияда белгілі болды. Ол жерде Knott 1971 жылы шығарылған Eagle жасау үшін түпнұсқа транслокациялық линияны ұсынған болатын [4]. ТТКС раса тұқымдасы үшін оның эффективтілігі, заманауи сорттардың ішінде оның кездесу жиілігінің төмендігі және бөгде сегменттердің аз болуы оны селекциялық мақсатта қолдану үшін маңызын арттыра түседі.

Sr32 гені. Бұл ген Ug99-ға және *Puccinia graminis* sp. tritici-дің расаларына эффективті төзімді. Ол инфекциялық типі 1+ тен 2С дейін жауапты. *Sr32* гені *Aegilops speltoides*-тан гексаплоидты бидайға тасымалданды. Дегенмен ол селекциялық бағдарламаларда

қолданылмады, өйткені *Sr32* тасымалдайтын ірі транслокацияда зиян эффекті бар ген болды немесе көбею үшін қолайсыз генетикалық жағдайда көрінетін болды [5].

Mago et al. C82.2 (+*Sr32*) транслокациялық линияны ‘Angas ph1bph1b’ бидай линиясымен будандастырды. Ірітеу мен беккростаудан соң ‘Angas’, ‘Aroona’ не ‘Westonia’ бидай сорттары бар рекомбинантты линиялар жиынтығынан 2D хромосоманың қысқа иығында орналасқан *Sr32* генін тасымалдайтын үлкен емес транслокациясы бар бірнеше линиялар алды [6].

Sr32 үшін маркерлер. Mago et al *Sr32* үшін екі доминантты ПТР маркер жасады, олар селекциялық бағдарламалар үшін ұсынылады. Ол маркерлер *csSr32#1* және *csSr32#2*.

Sr38 гені. *Triticum ventricosum* 2NS мен жұмсақ бидайдың 2AS хромосомасының қысқа иығында орналасқан таттың үш түріне төзімділік гені бар транслокацияның ұзын (25-38 сМ) хромосомалық фрагмент. Бұл сегментте таттың үш түріне де төзімділік танытатын гендер бар, олар: *Lr37*, *Yr17* және *Sr38*, сәйкесінше қоңыр татқа (*Puccinia triticensis* Erik), сары татқа (*Puccinia striiformis* West. f. sp. tritici) және сабақтық татқа (*Puccinia graminis* Pers. f.sp. tritici Erik. & E. Henn.) төзімділік гендері [7]. Қазақстан аулшаруашылық мемлекеті болғандықтан, тат ауруларына төзімді бидай сорттарының болуы, бидай өндірісінің бүгінгі күндегіден де жоғары болуы еліміз үшін өте маңызды. Сондықтан осы бағыттағы ғылыми зерттеу жұмыстарын жүргізу қажет.

Бұл мақалада сабақтық таттың эффективті гендеріне *Sr26*, *Sr31*, *Sr32* және *Sr38* зерттеу жасалған. Заманауи молекулалық әдістердің көмегімен, дәлірек айтқанда полимеразалық тізбектік реакция (ПТР) арқылы молекулалық маркерлердің көмегімен ауруға төзімділік гендері анықталды.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Зерттеу нысаны ретінде Қазақстанда көп егілетін жаздық және күздік бидай сорттары алынды. Олар: Жетісу, Алмалы, Егемен, Байтерек және Казахстанская 10. Геномдық ДНҚ-ны бөліп алу. Геномдық ДНҚ біршама өзгерістер енгізілген Плашке әдісі бойынша бөліп алынды. ДНҚ бөліп алу үшін 5-7 күндік бидай өскіндері қолданылды. Бір үлгіде бір сорттың 3-4 өскіні бар. ПТР анализ. Тат ауруына төзімділік гендерін анықтау үшін әдебиеттерге сүйене отырып, сәйкес генге праймерлерді қолданып жасалды. Праймерлер жайлы ақпараттар төмендегі кестеде көрсетілген (1 кесте). Реакциялық қоспаның көлемі 25 мкл, оның құрамында 1x PCR buffer (50мМ К Cl, 20 мМ трис-Н Cl, рН 8,4 , 2-5 мМ Mg Cl₂, 0,01% твин-20), 2 мМ MgCl₂, 0,2 мМ әрбір нуклеотид dNTP, 12.5 pmol әр праймердің концентрациясы, 50 нг ДНҚ және 1 ед. Тақ-полимераза [8]. Амплификацияны авторлардың нұсқауы бойынша, шамалы өзгеріс ендіре отырып жасалды. Амплификациялау үшін Эппендорф фирмасының ПЦР-машинасы қолданылды. Гель жасау үшін қолданылатын агароза Сигма фирмасының өнімі.

1-кесте - *Sr*-гендерді анықтауға арналған ПТР амплификация ортасы

Праймер	Бастапқы денатурация (°C, мин)	Циклдер саны	Денатурация (°C, сек)	Күйдіру (°C, сек)	Элонгация (°C, сек)	Соңғы элонгация (°C, мин)
Sr26#43	94 (2)	30	92 (60)	58 (30)	72 (60)	72 (5)
SCSS30. 2 ₅₇₆	94 (3)	35	94 (30)	60 (30)	72 (30)	72 (5)
csSr32#1	93 (2)	30	93 (30)	60 (60)	72 (30)	72 (5)
Xwmc22 1	94 (3)	35	95 (10)	58 (20)	72 (60)	72 (5)

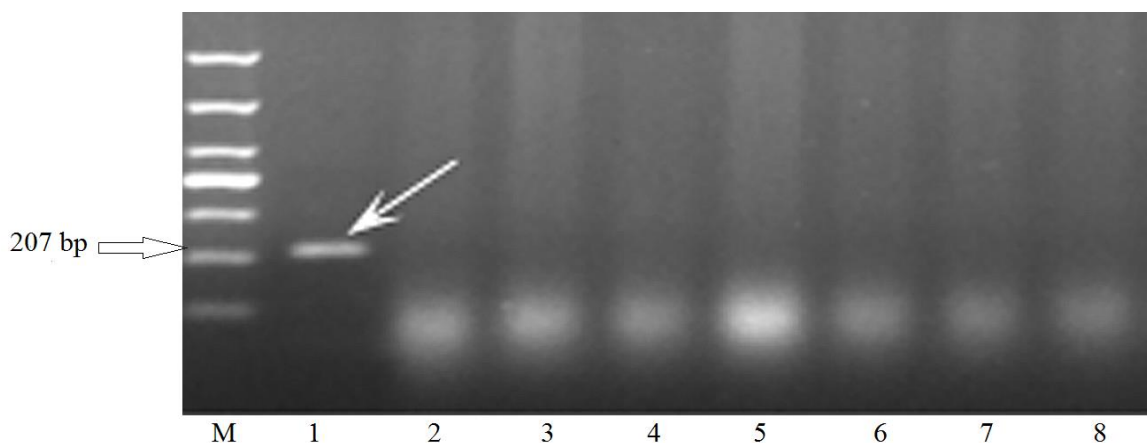
Sr-гендерінің тасымалдаушыларын идентификациялау үшін полимеразалық тізбектік реакцияны пайдаланып, молекулалық маркерлердің көмегімен молекулалық скрининг жүргізілді. Молекулалық маркерлерді әдеби мәліметтер негізінде алынды (2-кесте).

2-кесте - *Sr*-гендерді анықтауға арналған праймерлердің сипаттамасы

Sr-гендер	Праймердің аталуы	Праймердің жүйелілігі	Өнімнің молекулалық салмағы, ж.н.
Sr26	Sr26#43	5' – AATCGTCCACATTGGCTTCT – 3' 5' – CGCAACAAAATCATGCACTA – 3'	207
Sr31	SCSS30.2 ₅₇₆	5' – GTCCGACAATACGAACGATT – 3' 5' – CCGACAATACGAACGCCTTG – 3'	576
Sr32	csSr32#1	5' – GGTGGTGGTGGCAACTCAGGT – 3' 5' – CATAAGCCAAAGAGGCACCA – 3'	184
Sr38	Xcmwg682	5' – AGGGGCTACTGACCAAGGCT – 3' 5'TGGAGCTACAGCAGTATGTACACAAAA – 3'	259

Амплификация өнімдерін 0,5 x TBE-буферде, 2% агарозалық геле бөлініп алынды. Гельді этидиум бромидпен бояп, ультрафиолетті жарықта қаралып, суретке түсіріліп алынды. Молекулалық салмақты өлшеу үшін Ферментас өндіретін 100 ж.н., 1000 ж.н. маркерлер қолданылды. Оң бақылау ретінде изогенді линиялар қолданылды. Ал теріс контроль ретінде бидистилденген су алынды.

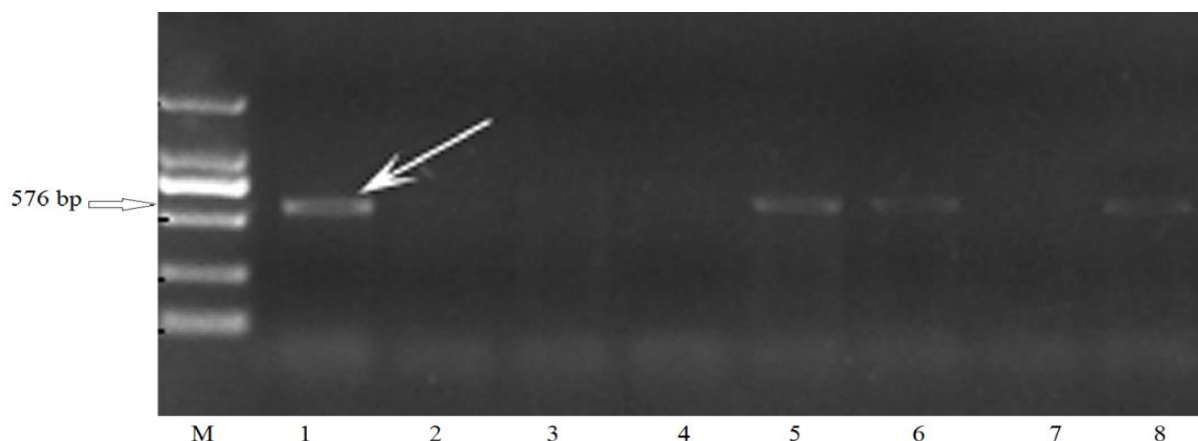
Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Dundas et al. и Mago et al. бидайдың сабақтық татқа төзімділіктің *Sr26* генін анықтау үшін екі RFLP маркер жасады және Sr26#43 арнайы маркерінің эффективтілігі бағаланды [9, 10]. Бұл ген сабақтық таттың агрессивті расасы Ug99 –ға қарсы тұра алады. Зерттеу нәтижелері *Sr26#43* праймерін қолданғанда амплификация өнімі 207 ж.н. болады (1-сурет). *Sr26#43* маркерімен ПТР нәтижесінде ДНҚ фрагментінің нәтижесі 207 ж.н. изогенді линияда ғана түзілді. Басқа зерттелген бидай сорттарында бұл ген табылмады.



М – Маркер (100bp), 1– Изогенді линия *Sr26*, 2 – Казахстанская 10, 3 – Алмалы, 4-5 – Жетысу, 6-7 – Байтерек, 8 – Егемен.

1-сурет – *Sr26* генінің тасымалдаушысын анықтауда *Sr26#43* праймерлерін қолдану нәтижесіндегі электрофорез нәтижесі

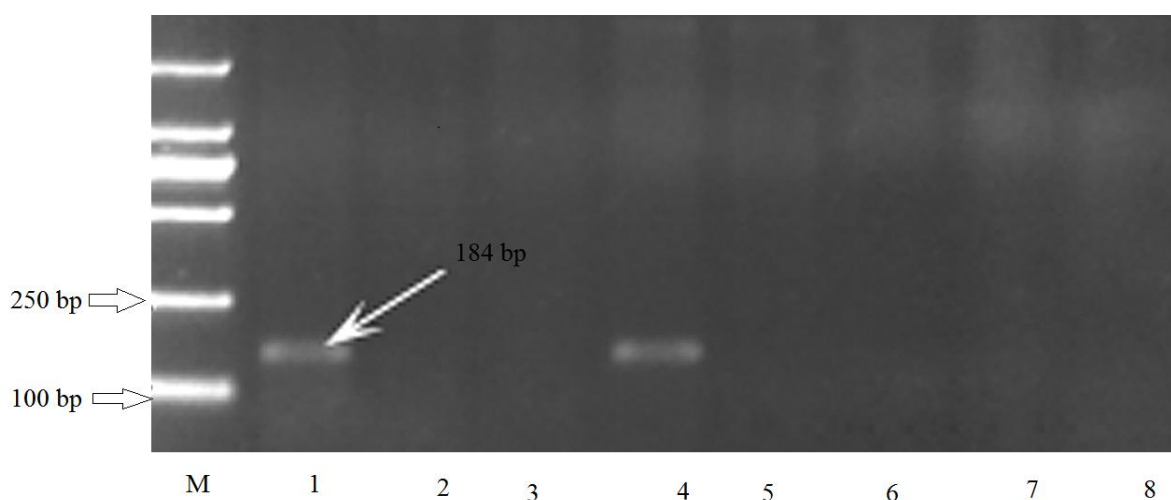
Sr31 гені 1 хромосомасының қысқа иығында орналасқан, 1BL.1RS. қарабидай-бидай хромосомалық транслокациясы бидайда кең қолданыс тапты. *Sr31* генінің тасымалдаушыларын идентификациялау үшін SCSS30.2₅₇₆ праймерлерін қолданып ПТР амплификация жүргізілді [11]. *Sr*-генінің тасымалдаушыларын идентификациялау үшін оң бақылау ретінде изогенді линия қолданылды, ол генотипте *Sr31* генінің төзімділік гені идентификацияланды. Теріс бақылау ретінде су қолданылды. ПТР талдау кезінде *Sr31* генінің тасымалдаушыларына тән 576 ж.н. Жетысу мен Егемен сорттарында түзілді (2-сурет).



М – Маркер (100bp), 1– Изогенді линия Sr31, 2 – Казахстанская 10, 3-4 – Алмалы, 5-6 – Жетысу, 6-7 – Байтерек, 8 – Егемен.

2-сурет – *Sr31* генінің тасымалдаушысын анықтауда SCSS30.2₅₇₆праймерлерін қолдану нәтижесіндегі электрофорез нәтижесі

Sr32 гені *Ug99*-ға және *Puccinia graminis sp. tritici*-дің расаларына эффективті төзімді. Ол инфекциялық типі 1+ тен 2С дейін жауапты. *Aegilops speltoides*-тан гексаплоидты бидайға тасымалданды. *Sr32* гені 2D хромосоманың қысқа иығында орналасқан. *Sr32* үшін маркерлер. Mago et al [6] *Sr32* үшін екі доминантты ПТР маркер жасады, олар селекциялық бағдарламалар үшін ұсынылады. Ол маркерлер csSr32#1 and csSr32#2. *Ug99* расасына эффективті *Sr32* генінің (*Ae. speltoides*-тан) болуын csSr32#1 маркерін қолданып зерттейді. csSr32#1 локусы үшін амплификация фрагментінің күтілетін өнімі – 184 ж.н. *Sr32* генінің тасымалдаушыларына тән 184 ж.н. өнім Жетісу сортында түзілді (3-сурет). Яғни Жетісу сортын сабақтық таттын агрессивті расасы *Ug99* қарсы селекциялық мақсатта қолдануға болады.

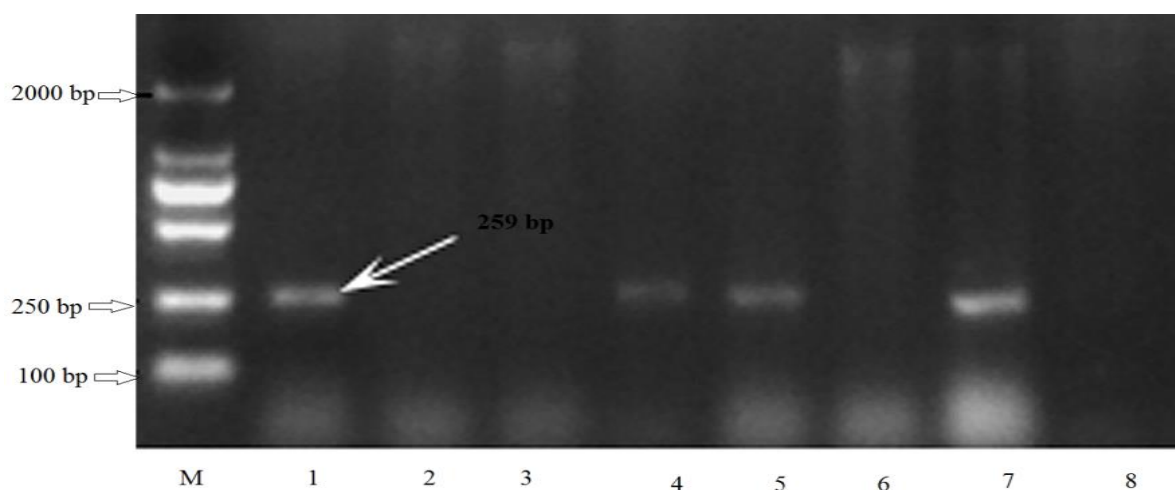


М – маркер (100 ж.н.), 1– изогенді линия Sr32, 2 – Казахстанская 10, 3 – Алмалы, 4 – Жетысу, 5-6 – Байтерек, 7-8 – Егемен.

3-сурет – *Sr32* генінің тасымалдаушысын анықтауда csSr32#1 праймерлерін қолдану нәтижесіндегі электрофорез нәтижесі

Sr38/Lr37/Yr17 төзімділік ген кешенінің тасымалдаушыларын анықтау үшін RFLP маркер cMWG682 қолданылды. *Sr38* гені 2 AS хромосомада шоғырланған, геннің көзі ретінде *T.ventricosum* (Tausch) Cess. [12]. 19 суретте *Sr38* генінің зерттелген бидай сорттарында бар не жоқ екенін көрсететін ПТР нәтижесінің электрофорезі көрсетілген. ПТР-анализ *Sr38/Lr37/Yr17* ген кешенінің тасымалдаушыларын арналған ДНҚ фрагменті 259 ж.н. Жетісу мен Байтерек

сорттарында түзілді (4 сурет). Басқа зерттелеген бидай сорттарда бұл ген кешені табылмады. Бұл генді селекциялық бағдарламаларда генді пирамидалау үшін қолдануға болады [12].



М – маркер (100bp), 1– изогенді линия Sr38, 2 – Казахстанская 10, 3 – Алмалы, 4-5 – Жетысу, 6- Егемен, 7 – Байтерек, 8 – Егемен.

4 сурет – *Sr38/Lr37/Yr17* ген кешенінің тасымалдаушысын анықтауда Xcmwgb82 праймерлерін қолдану нәтижесіндегі электрофорез нәтижесі

Sr26, *Sr31*, *Sr32* және *Sr38* төзімділік гендерімен тіркескен молекулалық маркерлерді қолдану арқылы жүргізілген ПТР жалпылама нәтижесі төмендегі кестеде көрсетілген (3-кесте).

3-кесте - Сабақтық татқа төзімділіктің *Sr*-гендердің бидай сорттарында болуына молекулалық талдау нәтижелері

Сорт	<i>Sr26</i>	<i>Sr31</i>	<i>Sr32</i>	<i>Sr38</i>
Казахстанская 10	–	–	–	–
Жетысу	–	+	+	+
Алмалы	–	–	–	–
Байтерек	–	–	–	+
Егемен	–	+	–	–

Сонымен, *Sr*-гендерді арнайы молекулалық маркерлердің көмегімен ПТР арқылы талдау нәтижесінде зерттелген *Sr25*, *Sr31*, *Sr32* мен *Sr38* гендерінің қазақстандық ген тасымалдаушылары анықталды. Жетысу сортында 3 эффективті *Sr*-гендер (*Sr31*, *Sr32* мен *Sr38*) анықталды. Егемен сортында *Sr31* гені бар болып шықты. Сол секілді *Sr38* гені Байтерек сортында анықталды.

Қорытынды. *Sr*-гендерді арнайы молекулалық маркерлердің көмегімен ПТР арқылы талдау нәтижесінде зерттелген *Sr25* генінің қазақстандық ген тасымалдаушылары анықталды. *Sr*-гендерді арнайы молекулалық маркерлердің көмегімен ПТР арқылы талдау нәтижесінде зерттелген *Sr26*, *Sr31*, *Sr32* мен *Sr38* гендерінің қазақстандық ген тасымалдаушылары анықталды. Жетысу сортында 3 эффективті *Sr*-гендер (*Sr31*, *Sr32* мен *Sr38*) анықталды. Егемен сортында *Sr31* гені бар болып шықты. Сабақтық татқа төзімділік гені *Sr26* көзі *Agropyron elongatum*. Бұл гендер сабақтық таттың агрессивті расасы *Ug99*-ға және *Puccinia graminis* sp. *tritici*-дің расаларына эффективті төзімді. Ал *Sr32* генінің көзі *Aegilops speltoides*, *Sr38* генінің көзі *Triticum ventricosum* болып табылады, аталған ген Байтерек сортында анықталды. Зерттеу барысында сабақтық татқа төзімділік гендердің тасымалдаушылары анықталды. Аталған гендерді сабақтық татқа төзімді сорттарды құру бағытындағы селекциялық бағдарламаларда қолдануға болады.

ÄDEBIËTTER TIZIMI

1. Koişybaev M. Bolezni pşenisy. Prodovolstvennaya i selskohozyaystvennaya organizasiya OON (FAO). – 2018. – 394 s.
2. MAS. - [Elektron dy resurs] – qatynasu rejimi: Wheat https://maswheat.ucdavis.edu/protocols/stem_rust_protocols
3. Hanzalova A., Bartos P., Sumikova T. Physiological specialization of wheat leaf rust (*Puccinia triticina* Eriks.) in the Czech Republic in 2009-2011 // Czech Journal of Genetics and Plant Breeding. – 2013. – Vol. 49 (3). – P. 103-108.
4. Liu S., Yu L., Singh R.P., Jin Y., Sorrells M.E., Anderson J.A. Diagnostic and co-dominant PCR markers for wheat stem rust resistance genes Sr25 and Sr26 // Theoretical and Applied Genetics. – 2009. – Vol. 120. – P. 691-697. - DOI: 10.1007/s00122-009-1186-z.
5. McIntosh R.A., Park R.F., Wellings C.R. Wheat rusts: an atlas of resistance genes. CSIRO Publications, Victoria, 1995. – 213 p.
6. Mago R., Verlin D., Zhang P., Bansal U., Bariana H., Jin Y., Ellis J., Hoxha S., Dundas I. Development of wheat *Aegilops speltoides* recombinants and simple PCR-based markers for Sr32 and a new stem rust resistance gene on the 2S#1 chromosome // Theoretical and Applied Genetics. – 2013. – Vol. 126. – P. 2943-2955. - DOI: 10.1007/s00122-013-2184-8.
7. Robert O., Abelard C., Dedryver F. Identification of molecular markers for the detection of the yellow rust resistance gene Yr17 in wheat // Molecular Breeding. – 1999. – Vol. 5. – P. 167-175.
8. Rsymbetov A., Morgunov A.I., Abugalieva A.I. Forming an indicative collection of spring wheat KASIB 1-16 by the resistance diseases// Ecology Environmental and Couservation. – Vol.23. – Issue 3. – 2017. – P.1763-1769.
9. Dundas I.S., Anugrahwati D.R., Verlin D.C., Park R.F., Bariana H.S., Mago R., Islam A. New sources of rust resistance from alien species: meliorating linked defects and discovery // Australian Journal of Agricultural Research. – 2007. – Vol. – 58. – P. 545-549. - DOI: 10.1071/AR07056.
10. Mago R., Bariana H.S., Dundas I.S., Spielmeier W., Lawrence G.J., Pryor A.J., Ellis J.G. Development of PCR markers for the selection of wheat stem rust resistance genes Sr24 and Sr26 in diverse wheat germplasm // Theoretical and Applied Genetics. – 2005. – Vol. 111. – P. 496-504. - DOI: 10.1007/s00122-005-2039-z
11. Li T.Y., Cao Y.Y., Wu X.X., Xu X.F., Wang W.L. Seedling Resistance to Stem Rust and Molecular Marker Analysis of Resistance Genes in Wheat Cultivars of Yunnan, China // PLOS One. – 2016. - DOI: 10.1371/journal.pone.0165640.
12. Helguera M., Khan I.A., 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. – Vol. 43. – P. 1839-1847.

РЕЗЮМЕ

Стеблевая ржавчина пшеницы (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. tritici Erik. et Henn) широко распространен во многих регионах мира. При эпифитотии заболевания потери урожая составляют 50-70%. В данной работе выявлены носители генов устойчивости, как *Sr25*, *Sr31*, *Sr32*, и *Sr38*, исследованные в результате анализа *Sr*-генов с помощью ПЦР с помощью специальных молекулярных маркеров. В качестве объекта исследования были изучены сорта яровой и озимой пшеницы Жетысу, Алмалы, Егемен, Байтерек и Казахстанская 10, которые рекомендованы в Казахстане. Носители гена устойчивости к ржавчине *Sr26* определены молекулярными маркерами *Sr26#43*, *Sr31* гена SCSS30.2576, *Sr32* гена CSSR32#1 и генного комплекса *Sr38/Lr37/Yr17* с помощью Xcmwg682. У сорта Жетысу были обнаружены 3 эффективных *Sr*-гена (*Sr31*, *Sr32* и *Sr38*). Оказалось, что у сорт Егемен содержит ген *Sr31*. Ген устойчивости к стеблевой ржавчине *Sr26* не был обнаружен ни у одного исследованного сорта. А источником гена *Sr32* является *Aegilops speltoides*, который был обнаружен в Жетысу. Источником гена *Sr38* является *Triticum ventricosum*, указанный ген был идентифицирован у сортов Жетысу и Байтерек. В результате исследований были выявлены носители генов

устойчивости к стеблевой ржавчине, которые гены могут быть использованы в селекционных программах по созданию устойчивых сортов пшеницы к ржавчине.

ӘОЖ 580.744 43

DOI 10.52578/2305-9397-2021-2-1-19-27

Байбеков Е., ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, **негізгі автор**, ORCID ID 0000-0001-8049-2196

Қ.А.Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Б. Саттарханов даңғ., 29, Түркістан қ., Қазақстан Республикасы, erubay54@mail.ru

Тойжигитова Б.Б., Ph.D, ORCID ID 0000-0002-6925-6085

Қ.А.Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Б. Саттарханов даңғ., 29, Түркістан қ., Қазақстан Республикасы, bayan.toyzhigitova.69@mail.ru

Аймбетова И.О., техника ғылымдарының кандидаты, ORCID ID 0000-0001-8049-2196

Қ.А.Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Б. Саттарханов даңғ., 29, Түркістан қ., Қазақстан Республикасы, indi_aimbetova@mail.ru

Baibekov Ye., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the main author

International Kazakh-Turkish University named after K.A. Yasavi, B. Sattarkhanov Ave., 29 Turkestan, Kazakhstan Republic

Toizhigitova B.B., PhD, Senior lecturer

International Kazakh-Turkish University named after K.A. Yasavi, B. Sattarkhanov Ave., 29 Turkestan, Kazakhstan Republic

Aymbetova I.O., Candidate of technical sciences, Associate Professor

International Kazakh-Turkish University named after K.A. Yasavi, B. Sattarkhanov Ave., 29 Turkestan, Kazakhstan Republic

**ШӨЛ АЙМАҚТА ҚАУЫННЫҢ ӨСУ – ДАМУ КЕЗЕҢІНДЕ СЫРТҚЫ ОРТА
ФАКТОРЛАРЫНЫҢ ЫҚПАЛЫ
INFLUENCE OF EXTERNAL ECOLOGICAL FACTORS AT THE STAGE OF MELON
DEVELOPMENT IN THE DESERT ZONE**

Аннотация

Мақалада шөл аймақта қауын сұрыптарын өсірудің қолайлы кезеңін анықтау және сыртқы орта факторларының олардың өсуіне ықпалын зерттеу. Зерттеу нысаны ретінде алынған қауын сұрыптары: Ананас, Торпедо, Мирзачул, Шакар палак. Қауын сұрыптарының зерттелген онтогенездік даму кезеңдері - тұқымның егілу мерзімі, алғашқы өскіннің шығуы, алғашқы өркеннің шығуы, гүлдердің ашылуы, түйнек салуы, өнімі.

Қауын сұрыптарында алғашқы өркеннің шығу, аталық және аналық гүлдердің пайда болуы, түйнек салу кезеңдерінің мерзімдері бірдей болмады. Мұнда бір жыл ішіндегі өсімдіктердің өсу және даму кезеңдеріндегі өзгерістер қауын сұрыптарының генотипіне байланысты болды. Ананас пен Торпеда қауын сұрыптарын салыстырғанымызда олардың морфологиялық белгілерінің даму кезеңдерінің бірдей өтпейтіні анықталды. Мұнда морфологиялық белгілердің даму кезеңдерінің Торпеда қауын тұқымында біршама ерте жүретіні, ал Ананас қауынында кеш жүретіні байқалды.

Сыртқы фактордың қауынның сұрыптарының өсу-даму кезеңдеріндегі сабақтар жүйесінің саны және бір желідегі түйнектер санына ықпалы зерттелінді. Көктем құрғақ жылдары Ананас, Торпедо, Шакар палак қауын тұқымдарында сабақтар жүйесінің саны және бір желідегі түйнектер саны азайатыны байқалды. Ал көктем жауынды жылдары осы қауын тұқымдарының сабақтар жүйесінің саны және бір желідегі түйнектер саны артатыны анықталды. Мұнда Мирзачул қауын сұрыпы жыл мезгілерінде ылғалдылықтың өзгеруіне қарамай сабақтар жүйесінің саны және бір желідегі түйнектер саны бірдей болды.

Ал көктем жауынды жылдары Ананас, Торпедо, Шакар палак қауын тұқымдарының бір желідегі түйнектер саны мен өнімнің орташа көрсеткіші артатыны анықталды. Аталған қауын сұрыптарының өсу-даму кезеңінде морфологиялық және өнімдік көрсеткіштерінің өзгеруі,