

**IDENTIFICATION OF GENETIC CARRIERS
OF WINTER WHEAT CULTIVARS OF *Bt10* gene RESISTANT
TO COMMON BUNT (*Tilletia caries*) USING MOLECULAR MARKERS**

Z. B. Sapakhova¹, A. M. Kokhmetova¹, E. B. Dutbayev², M. N. Atishova¹

¹Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan,

²Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: zagipa_z@mail.ru

Key words: wheat, common bunt, resistance genes, molecular markers.

Abstract. Common bunt, caused by *Tilletia caries*, is one of the most devastating seed borne disease of wheat. This disease is transmitted through infected seeds or soil contaminated with spores. Common bunt is now fought by seed treatment with fungicides. At present in Kazakhstan there are absent the reliable donors of resistance to common bunt. Common bunt resistance is based on major resistance genes that have been identified, currently having a number of 15 known resistance genes. One of the most effective resistance genes is *Bt10*. In this study carriers of resistance gene *Bt10* of winter wheat were identified. The objective of this study was to screen the set of Kazakhstani and foreign entries of winter wheat. On the base of molecular screening using molecular markers FSD/RSA 7 entries of Kazakh winter wheat Dastan, Yubeileinaya 60, Ramin, Nureke, Mereke 70, Mayra and Karasay were selected. Identified sources of resistance to common bunt recommended as a donors in wheat improvement breeding programs for disease resistance.

КҮЗДІК БИДАЙ СОРТТАРЫНАН ҚАТТЫ ҚАРА КҮЙЕГЕ (*Tilletia carries*) ТӨЗІМДІ *Bt10* ГЕНІНІҢ ТАСЫМАЛДАУШЫЛАРЫН МОЛЕКУЛАЛЫҚ МАРКЕРЛЕР АРҚЫЛЫ ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАУ

З. Б. Сапахова¹, А. М. Кохметова¹, Е. Б. Дутбаев², М. Н. Атишова¹

¹Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, Алматы, Қазақстан,

²Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: бидай, қатты қара күйе, төзімділік гендер, молекулалық маркерлер.

Аннотация. Бидайдың қатты қара күйе ауруы (*Tilletia carries*) дән сапасы мен өнімнің түсімін төмендетте отырып, аса үлкен экономикалық ысырап әкелетін аурулардың бірі. Бидайдың қатты қара күйе ауруымен күресудің ең эффективті және экономикалық тиімді жолдың бірі себер алдында тұқымды өңдеу. Дегенмен экологиялық қауіпсіз тәсіл аталған ауруға төзімді бидай сорттарын өсіру болып табылады. Қазіргі уақытта Қазақстанда қатты қара күйе ауруына сенімді донорлар жоқ деп айтуға болады. Әдебиеттерде қатты қара күйе ауруына қарсы 15 төзімді ген бар. Ең эффективті төзімділік гендердің бірі *Bt10*. Мақалада қазақ селекциясының күздік бидайларының ішінен қатты қара күйеге қарсы төзімділіктің *Bt10* генінің тасымалдаушылары молекулалық маркерлер арқылы идентификацияланған. Зерттеу объектісі ретінде Қазақстан және шетел селекциясының күздік бидай сорттарының жинағы алынған. Зерттеу барысында FSD/RSA молекулалық маркерді қолдану арқылы талдау негізінде қатты қара күйеге қарсы эффективті *Bt10* төзімділік генінің тасымалдаушысы ретінде 7 қазақстандық бидай сорттарын айтуға болады; олар Дастан, Юбилейная 60, Рамин, Нұреке, Мереке 70, Майра және Қарасай. Бұл аталған бидай сорттары қатты қара күйеге төзімділік донорлары ретінде будандастыру бағдарламаларында қолдануға ұсынылады.

Дәнді дақылдардың өнімділігінің төмендеуіне әкелетін себептердің бірі егістің фитосанитарлық жағдайы мен өндірісте ауруға төзімді сорттардың болмауы болып табылады. Ең қауіпті және кең тараған бидай ауруларының бірі қатты қара күйе (*Tilletia carries*) болып табылады. Бидайдың қатты қара күйе ауруын *Tilletia* тұқымдасының екі туысы (*Tilletia foetida* and *Tilletia carries*) қоздырады. Ауру зақымдалған дән немесе топырақпен спора арқылы таралады. Бидайдың қатты қара күйесі барлық бидай өсірілетін аймақтарда кездеседі және зақымдалған өсімдіктерде дән түсіміне айтарлықтай ысырап әкеліп, дән сапасын төмендетеді. Ол жұмсақ және қатты бидай сорттарында кездеседі [1]. Бұл ауру спора арқылы таралып, тұқымда немесе топырақта сақталып, дәннің өсу барысында дамиды. Аурудың белгілерін ауру ересек кезеңіне жеткенде ғана байқауға болады, зақымдалған өсімдіктің дәні триметиламинға тән иіс шығып тұратын токсинді саңырауқұлақ спорасымен алмасады [1]. Егер аурудың дамуына қолайлы жағдай туындаса немесе тұқымды залалсыздандырылмаса өнімнің ысырап болуы 40 %-дан асуы мүмкін [2]. Сондай-ақ, дән сапасына айтарлықтай әсер етеді, өйткені зақымдалған масақтағы дәндердің орнына саңырауқұлақ споралары толып, нан пісіру мен малға жем ретінде қолдануға қолайсыз етеді. 1950 жылдардан бері ауруды тұқымды химиялық заттармен өңдеу арқылы бақылап келеді, бұл бақылаудың ең эффективті тәсілдерінің бірі [2]. Органикалық егін шаруашылығында төзімді сорттарды өсіру ауруды бақылау үшін жалғыз тәсіл болып табылады, өйткені дәнді өңдеуге болмайды [3]. Дегенмен, қатты қара күйеге төзімділіктің жаңа көздерін іздеу төзімділік селекциясы үшін маңызды болып табылады. Қазіргі уақытта қатты қара күйенің алдын алу үшін фунгицидтермен өңдейді, бірақ фунгицидтер тек нысанды саңырауқұлақтарға ғана әсер етіп қоймай топырақ құрамындағы басқа да микроскопиялық саңырауқұлақтарға, бактерияларға, ризосфера актиномицеттеріне айтарлықтай әсер етіп топырақтағы экологиялық тепе-теңдіктің бұзылуына әкеледі.

Фитопатологтардың деректері бойынша (4, 5) қатты қара күйе ауруынан бидай өнімділігінің төмендеуі 15-30 % дейін жетеді. Бүгінгі таңда ауруға кешенді төзімділік көрсететін бидай сорттары жоқтың қасы. Сондықтан, қоршаған орта жағдайларының өзгеруіне, экономикалық және экологиялық мәселелер тұрғысынан ауруға төзімді сорттардың селекциясына көп көңіл бөлінеді. Ауруға төзімді бидай сорттарын өсіру дән өндірісінің тұрақтылығын, әсіресе эпифитотия жылдары, сондай-ақ, оның сапасын, өз құнын және егіс алқабында санитарлық эпидемиологиялық қауіпсіздікті

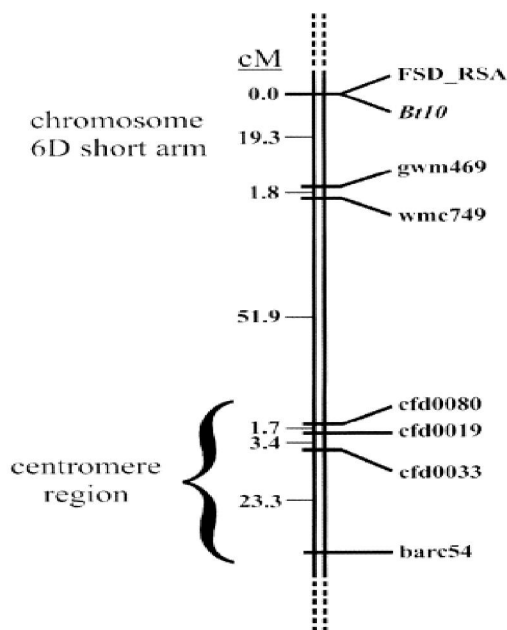
қамтамасыз етеді. Осы уақытқа дейін селекционерлердің жасаған жұмыстары өте бағалы болып табылады. Қатты қара күйенің донорлары ретінде жаздық бидайдан Baart (*Bt1*), Canus (*Bt2*, *Bt5*), Redman (*Bt3*) және күздік бидайдан Альбидум 114, Заря сорттары болып табылады [6, 7]. F94976G-M2-11, F94978G-M1-51 және F94975G-M1-11 линиялары *Bt11*, *Bt13* пен *Bt10* гендерінің көзі, ал F95602GM1-21, F94895G-M1-21 мен F94889G-M1-31 *Bt8*, *Bt12*, *Bt5* және Dropia сорты арқылы құрылған болатын, қазіргі уақытта Румынияда кеңінен өсірілуде. Ал түрік бидай линиясы P11783838 *Bt8*, *Bt9* және *Bt10* гендерінің көзі болып табылады [8].

Бидайдың қатты қара күйесінің жергілікті популяциясына жоғары төзімділік көркеткен үлгілерге: АҚШ-тан Burt, Celorow, Franklin, Ark, Nyslop; Франциядан Marines; Англиядан – Regent, Болгариядан – Русалка, ТМД мемлекеттерінен – Заря, Прикубанская, Красноводопадская 23, Красноводопадская 28 және т.б. жатады [8, 9]. Жергілікті және Қазақстан селекциясының күздік бидайының төзімділігін зерттеу кезінде Мелянопус 223 сорты ерекшеленді [10]. Сонымен қатар, қатты қара күйе патогеніне төзімділік гендері идентификацияланған сорттар жинағын зерттеу кезінде 10 *Bt* гені бар ген тасымалдаушылары жоғары төзімділік көрсетті. Шу алқабында *Bt2* (Hussar), *Bt9* (Selm-65), *Bt10* (Selm 66) гендерінің тасымалдаушылары жоғары эффективтілік көрсетті. Селекция үшін қызығушылық танытқан, құрамында *BtZ* гені бар бидай сорты – Заря [9].

Көп таралған коммерциялық бидай сорттары қатты қара күйеге төзімсіз, кейбіреулері ғана орташа төзімді немесе төзімді болып табылады. Дегенмен төзімділік көздері тек басқа бидай туыстарынан (*Triticum boeoticum*, *T. dicoccoides*, and *Aegilops*, *Triticum monococum*, *Triticale*) интрогрессияланған немесе туыстық қатынасы болған жағдайда ғана кездеседі [8]. Қатты қара күйеге төзімділік негізінен осы уақытқа дейін идентификацияланған 15 төзімділік гендерімен бақыланады. [1, 11]. Бүгінгі таңға дейін қатты қара күйеге төзімділік гендерімен тіркескен генетикалық маркерлерді іздестіру барысында төзімділік гендерімен тіркескен бірнеше арнайы маркерлер идентификацияланған болатын, олардың кейбіреулері селекция процесінде қолданысқа ие [12].

Қатты қара күйеге қарсы төзімділік гендерінің ішінде көп көңіл бөлінгені *Bt10*, өйткені [13] деректері бойынша бұл ген қатты қара күйенің әлемдегі таралған барлық расасына қарсы эффективті болып табылады.

Bt10 гені 6D хромосомасының қысқа иығында шоғырланған (1-ші сурет). Қатты қара күйеге төзімділіктің *Bt10* генінің көзі P1178383 линиясы болып табылады [12]. Бұл линияның құрамында *Bt10* гендерімен қатар *Bt8*, *Bt9* төзімділік гендері анықталған [1]. *Bt10* генді алғаш рет Glenlea/Taber комбинациясының 42 линиясын бағалау кезінде карталаған болатын [13].



1-сурет – Қатты қара күйеге төзімділіктің *Bt10* генімен тіркескен микросателитті маркерлердің орналасуы және *Bt10* генімен арақашықтығы, cM [13]

Бидайдың қатты қара күйеге төзімділігін арттыру бойынша селекцияда *Bt10* генімен тіркескен микросателитті молекулалық маркерлерді қолдануға болады. Молекулалық маркерлер бойынша деректерді талдау барысында қатты қара күйеге төзімділік гендерін идентификациялауға арналған бірнеше маркердің бар екені анықталды. Сонымен қатар, молекулалық скрининг жұмыстарында gwm469, wmc749, cfd0080, cfd0019, cfd0033 және bacc54 микросателитті маркерлері қолданылады. Дегенмен төзімділік гені мен gwm469 маркерінің арасы 19,3 сМ, сондықтан оны маркерлік селекцияда (Marker-Assisted Selection) қолданбаған жөн. *Bt10* төзімділік гені мен gwm469 маркерінің арақашықтығы жоғары деңгейдегі рекомбинацияның болып, алынған нәтижелер қате болуы мүмкін [14]. Ең тиімді және сенімді маркер ретінде FSD_RSA маркерін атауға болады, өйткені аталған маркер *Bt10* генімен тығыз тіркескен (0,0 сМ). [12, 15] Сондықтан FSD_RSA маркері gwm469 маркеріне қарағанда маркер арқылы селекция процесіне қолдануға қолайлы деп танылады.

Зерттеу жұмысының мақсаты күздік бидай үлгілерінен молекулалық маркердің көмегімен *Bt10* генінің тасымалдаушыларын идентификациялау.

Зерттеу әдістері мен материалдар. Зерттеу объектісі ретінде 19 күздік бидай үлгілері алынды, олардың ішінде 14 қазақстандық бидай сорттары және 5 шетелдік бидай үлгілері. Позитивті бақылау ретінде *Bt10* генінің тасымалдаушысы болып табылатын М-84-625, SEL M83-162 үлгісі, ал негативті бақылау ретінде қатты қара күйеге сезімтал Yakar-99 сорты алынды. Өсімдік материалынан ДНҚ-ны бөліп алу СТАВ әдісін қолдану арқылы жүзеге асырылды [16]. ДНҚ-ның концентрациясы мен сапасын анықтау спектрофотометр құралы арқылы жүргізілді (Nanodrop 2000, Thermo Scientific). *Bt10* генінің тасымалдаушыларын идентификациялау үшін FSD/RSA [12]. Праймерлерін қолдану арқылы полимеразалық тізбектік реакция (ПТР) жүргізілді. FSD/RSA праймерлерінің жүйелілігі төмендегідей:

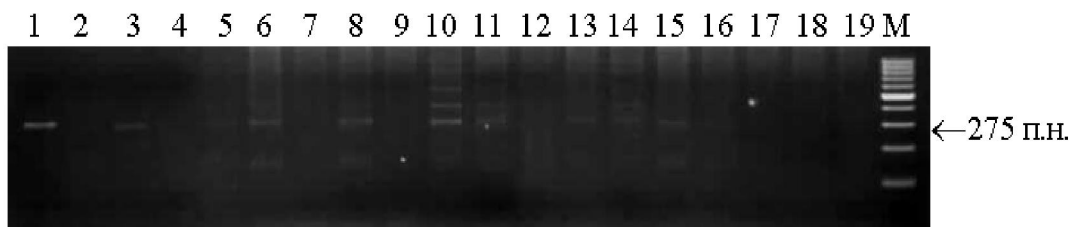
FSD 5'- GTT TTA TCT TTT TAT TTC -3'

RSA 5'- CTC CTC CCC CCA -3'

ПТР реакциялық қоспаның жалпы көлемі 10 мкл; оның ішінде құрамы 1,0 мкл 10 × буфер, 1,0 мкл 2,5 mM dNTP, концентрациясы 10 pmol әрбір праймерден 0,2 мкл, 0,25 мкл 5 U Тақ-полимераза, 5,85 мкл MQ-H₂O және 1,5 мкл 20 ng/ul ДНҚ. Амплификация BioRAD T100 (Сингапур) амплификаторында, мынадай көрсеткіштер бойынша жүргізілді: алғашқы денатурация – 94°C-та 3 мин; барлығы 35 айналым – денатурация 94°C-та 30 сек; 44°C-та – 30 сек; 72°C-та –1 мин; соңғы кезең 72°C-та 10 мин жүргізілді. Оң бақылау ретінде *Bt10* генінің тасымалдаушылары болып табылатын М-84-625, SEL M83-162 линиясы қолданылды. Зерттелген бидай генотиптерінде *Bt10* генінің бар немесе жоқ екенін айқындау үшін ПТР өнімдеріне электрофорез 2% агарозалық гелде жүргізілді [17].

Нәтижелер мен талқылаулар. FSD/RSA праймерлерді қолдану арқылы ПТР жүргізу барысында зерттелген 19 бидай үлгісінің онында 275 жұп нуклеотид болатын амплификация өнімі түзілді, оларға мына бидай үлгілері жатады: М-84-625 SEL M83-162, P.I. 178383, М-82-2102, Дастан, Юбилейная 60, Рамин, Нұреке, Мереке 70, Майра және Қарасай (2-сурет).

Сонымен, FSD/RSA молекулалық маркерді қолдану арқылы қатты қара күйеге қарсы эффективті *Bt10* төзімділік генінің тасымалдаушысы ретінде 7 қазақстандық бидай сорттарын айтуға болады: Дастан, Юбилейная 60, Рамин, Нұреке, Мереке 70, Майра және Қарасай.



2-сурет – *Bt10* генімен тіркескен FSD/RSA локусына арналған праймерлерді қолдану арқылы түзілген бидай үлгілерінің ДНҚ амплификациясы өнімдерінің электрофореграммасы:

1 – М-84-625, SEL M83-162; 2 – Yakar-99 (негативті бақылау); 3 – P.I. 178383 (позитивті бақылау); 4 – Ykizec 96; 5 – М-82-2102; 6 – Дастан; 7 – Ақ дән; 8 – Юбилейная 60; 9 – Сапалы; 10 – Рамин; 11 – Нұреке; 12 – Наз; 13 – Мереке 70; 14 – Майра; 15 – Қарасай; 16 – Безостая 1; 17 – Алмалы; 18 – Егемен; 19 – Стекловидная 24; М – молекулалық салмақтың маркері (Gene-Ruler 100bp DNA Ladder)

Bt10 генімен тіркескен FSD/RSA локусына арналған праймерлерді қолдану арқылы күздік бидай үлгілерінің идентификациялау

№	Бидай үлгірінің атауы	<i>Bt10</i> , FSD/RSA
1	M-84-625, SEL M83-162	275 ж.н.
2	Yakar-99	–
3	P.I. 178383	275 ж.н.
4	Үкізсе 96	–
5	M-82-2102	275 ж.н.
6	Дастан	275 ж.н.
7	Ақ дән	–
8	Юбилейная 60	275 ж.н.
9	Сапалы	–
10	Рамин	275 ж.н.
11	Нүреке	275 ж.н.
12	Наз	–
13	Мереке 70	275 ж.н.
14	Майра	275 ж.н.
15	Қарасай	275 ж.н.
16	Безостая 1	–
17	Алмалы	–
18	Егемен	–
19	Стекловидная 24	–
M	Молекулалық салмақтың маркері (Gene-Ruler 100bp DNA Ladder)	

* Генотипте 275 ж.н. амплификацияланған өнім болған жағдайда *Bt10* генінің тасымалдаушы екені дәлелденеді, ал «–» күтілген өнім түзілмеген, яғни құрамында *Bt10* генінің жоқ екенін көрсетеді.

Бұл аталған бидай сорттары қатты қара күйеге төзімділік донорлары ретінде будандастыру бағдарламаларында қолдануға ұсынылады және күздік бидайдың қатты қара күйеге төзімді коммерциялық сорттары деп табылады.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Goates B.J. Common bunt and dwarf bunt // In book: Wilcoxson R.D., Saari E.E. (eds.), Bunt and Smut Diseases of wheat: Concepts and methods of disease management. – Mexico, D.F.: CIMMYT, 1996. – P. 15-25.
- [2] Nagy E., Moldovan V. The effect on fungicides treatments on the wheat common bunt (*Tilletia* spp.) in Transylvania – Romania // Czech J. Genet. Plant Breeding. – 2006. – Vol. 42. – P. 56-61.
- [3] Nielsen B.J., Borgen A., Kristensen L. Control of seed-borne diseases in production of organic cereals // Proc. of Inter. conf. of The Brighton Conference “Pest and Diseases”: British Crop Protection. – 2000. – Vol. 1. – P. 171-176.
- [4] Назарова Л.Н., Соколова Е.А. Прогрессирующие болезни зерновых культур // Агро XXI. – 2000. – № 4. – С. 2-3.
- [5] Назарова Л.Н. Прогрессирующие болезни озимой и яровой пшеницы // Защита и карантин растений. – 2006. – № 7. – С. 12-14.
- [6] Падерина Е.В., Чмут Л.Я. Проблемы селекции зерновых культур на иммунитет // Селекция и семеноводство. – 1995. – № 1. – С. 15-18.
- [7] Коновалов Ю.Б. Селекция растений на устойчивость к болезням и вредителям. – М.: Колос, 1999. – 135 с.
- [8] Oncica F., Saulesku N.N. Sources of resistance to bunt (*Tilletia* spp.) in modern semidwarf winter wheat (*Triticum aestivum* L.) // Romanian Agricultural Research. – 2007. – Vol. 24. – P. 29-32.
- [9] Позднякова Н.Н., Аубекерова Н.Г., Сулейманова Ш.С. Современное состояние селекции устойчивых к болезням сортов зерновых колосовых культур // Мат. междунар. конф. «Современные методы защиты и сохранения биоразнообразия Кыргызстана». – Бишкек, 2010. – С. 151-155.
- [10] Койшыбаев М. Протравливание семян зерновых культур в Казахстане // Защита и карантин растений. – 2000. – № 1. – С. 14-16.
- [11] Hoffmann J.A., Metzger R.J. Current status of virulence genes and pathogenic races of the wheat bunt fungi in the northwestern USA // Phytopathology. – 1976. – Vol. 66. – P. 657-660.
- [12] Laroche A., Demeke T., Gaudet, D.A., Puchalski B., Frick M., McKenzie R. Development of a PCR marker for rapid identification of the *Bt10* gene for common bunt resistance in wheat // Genome. – 2000. – Vol. 43. – P. 217-223.
- [13] Menzies J. G., Knox R. E., Popovic Z., Procnier J. D. Common bunt resistance gene *Bt10* located on wheat chromosome 6D // Canadian Journal Of Plant Science. – 2006. – Issue 86. – P. 1409-1412.
- [14] Gluca M., Saulesku N.N. Screening Romanian winter wheat germplasm for presence of *Bt10* bunt resistance gene, using molecular markers // Romanian Agricultural Research. – 2008. – Vol. 25. – P. 1-5.
- [15] Demeke T., Laroche A., Gaudet D.A. A DNA marker for the common bunt resistance gene in wheat // Genome. – 1996. – Vol. 39. – P. 51-55.

[16] Riede C.R., Anderson J.A. Linkage of RFLP markers to an aluminum tolerance gene in wheat // *Crop Science*. – 1996. – Vol. 36 (4). – P. 905-909.

[17] Chen X.M., Line R.F., Leung H. Genome scanning for resistance gene analogs in rice, barley, and wheat by high resolution electrophoresis // *Theoretical and Applied Genetics*. – 1998. – Vol. 97. – P. 345-355.

REFERENCES

[1] Goates B.J. Common bunt and dwarf bunt. In book: Wilcoxson R.D., and Saari E.E. (eds.), *Bunt and Smut Diseases of wheat: Concepts and methods of disease management. Mexico, D.F.: CIMMYT 1996*. P. 15-25 (in Eng.).

[2] Nagy E., Moldovan V. The effect on fungicides treatments on the wheat common bunt (*Tilletia* spp.) in Transylvania – Romania. *Czech J. Genet. Plant Breeding*, **2006**, 42, 56-61 (in Eng.).

[3] Nielsen B.J., Borgen A., Kristensen L. Control of seed-borne diseases in production of organic cereals. Proc. of Inter. conf. of The Brighton Conference “Pest and Diseases”. *British Crop Protection*, **2000**, 1, 171-176 (in Eng.).

[4] Nazarova L.N., Sokolova Y.A. Progressive diseases of cereals. *Agro XXI*, **2000**, 4, 2-3. (in Russ.).

[5] Nazarova L.N. Progressive diseases of winter and spring wheat. *Plant Protection and Quarantine*, **2006**, 7, 12-14 (in Russ.).

[6] Paderina Y.V., Chmut L.Ya. Problems of breeding of cereals to immunity. *Breeding and Seed Production*, **1995**, 1, 15-18 (in Russ.).

[7] Konovalov Y. B. Plant breeding for resistance to diseases and pests. M.: Kolos, 1999. 135 p. (in Russ.).

[8] Oncica F., Saulesku N.N. Sources of resistance to bunt (*Tilletia* spp.) in modern semidwarf winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Romanian Agricultural Research*, **2007**, 24, 29-32 (in Eng.).

[9] Pozdnyakova N.N., Aubekerova N.G., Suleimanova Sh.S. The current state of breeding to disease resistance varieties of cereals. Proc. of Inter. Conf. Modern methods of plant protection and conservation of Kyrgyzstan. *Bishkek, 2010*. P. 151-155. (in Russ.).

[10] Koishibaev M. Seed treatment of cereals in Kazakhstan. *Plant Protection and Quarantine*, **2000**, 1, 14-16 (in Eng.).

[11] Hoffmann J.A., Metzger R.J. Current status of virulence genes and pathogenic races of the wheat bunt fungi in the northwestern USA. *Phytopathology*. **1976**, 66, 657-660 (in Eng.).

[12] Laroche A., Demeke T., Gaudet, D.A., Puchalski B., Frick M., McKenzie R. Development of a PCR marker for rapid identification of the *Bt10* gene for common bunt resistance in wheat. *Genome*, **2000**, 43, 217-223 (in Eng.).

[13] Menzies J. G., Knox R. E., Popovic Z., Procnunier J. D. Common bunt resistance gene *Bt10* located on wheat chromosome 6D. *Canadian Journal Of Plant Science*, **2006**, 86, 1409-1412 (in Eng.).

[14] Gluca M., Saulesku N.N. Screening Romanian winter wheat germplasm for presence of *Bt10* bunt resistance gene, using molecular markers. *Romanian Agricultural Research*, **2008**, 25, 1-5 (in Eng.).

[15] Demeke T., Laroche A., Gaudet D.A. A DNA marker for the common bunt resistance gene in wheat. *Genome*, **1996**, 39, 51-55 (in Eng.).

[16] Riede C.R., Anderson J.A. Linkage of RFLP markers to an aluminum tolerance gene in wheat. *Crop Science*, **1996**, 36 (4), 905-909 (in Eng.).

[17] Chen X.M., Line R.F., Leung H. Genome scanning for resistance gene analogs in rice, barley, and wheat by high resolution electrophoresis. *Theoretical and Applied Genetics*, **1998**, 97, 345-355 (in Eng.).

ИДЕНТИФИКАЦИЯ *Bt10* ГЕНА УСТОЙЧИВОСТИ К ТВЕРДОЙ ГОЛОВНЕ (*Tilletia caries*) У ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С ПОМОЩЬЮ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАРКЕРОВ

З. Б. Сапахова¹, А. М. Кохметова¹, Е. Б. Дутбаев², М. Н. Атишова¹

¹Институт биологии и биотехнологии растений, Алматы, Казахстан,

²Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: пшеница, твердая головня, гены устойчивости, молекулярные маркеры.

Аннотация. Твердая головня (*Tilletia caries*) пшеницы является самым опасным болезням пшеницы, который наносят серьезный экономический ущерб, снижая уровень урожая и качества зерна. Наиболее эффективными и экономически выгодными приемами борьбы с твердой головней пшеницы являются предпосевное протравливание семян, а также возделывание сортов, устойчивых к данному заболеванию. В настоящее время в Казахстане отсутствуют надежные доноры устойчивости к твердой головне. В литературных источниках имеются 15 генов устойчивости к твердой головне. Одним из эффективных генов устойчивости является ген *Bt10*. В данной статье идентифицированы носители гена устойчивости к твердой головне *Bt10* у образцов озимой пшеницы. В качестве объектов был использован набор образцов озимой пшеницы, состоящих из казахстанской и зарубежной селекции. В результате молекулярного скрининга носителей гена *Bt10* с использованием молекулярного маркера FSD/RSA установлено, что 7 казахстанских сортов озимой пшеницы (Дастан, Юбилейная 60, Рамин, Нурке, Мереке 70, Майра и Карасай) являются носителями данного гена. Выявленные источники устойчивости к твердой головне рекомендуются в качестве доноров в селекционных программах по повышению устойчивости к болезни.

Поступила 20.05.2015 г.