

ŐSZI BÚZA GENOTÍPUSOK BETEGSÉG-ELLENÁLLÓSÁGÁNAK JAVÍTÁSA HAGYOMÁNYOS ÉS MOLEKULÁRIS MÓDSZEREKKEL

VIDA GYULA¹, GÁL MARIANN¹, KÁROLYINÉ CSÉPLŐ MÓNIKA¹, LÁSZLÓ EMESE¹,
PUSKÁS KATALIN¹, PRIBÉK DALMA¹, KARSAI ILDIKÓ¹, SZUNICS LÁSZLÓ¹,
UHRIN ANDREA², BEDŐ ZOLTÁN², LÁNG LÁSZLÓ² ÉS VEISZ OTTÓ¹

¹ Kalászos Gabona Rezisztencia Nemesítési Osztály

² Kalászos Gabona Nemesítési Osztály

Bevezetés

A kalászos gabonák biztonságos termesztésének alapfeltétele a különböző betegségekkel szembeni ellenállóság. A búzát világszerte 200-250 kórokozó és kártevő veszélyezteti, melyek közül Magyarországon mintegy 5-10-re tehető azon betegségek száma, melyek gyakrabban és akár jelentős gazdasági károkat okozva felléphetnek a köztermesztésben. Az e kórokozókkal szemben rezisztens fajtákat természetesen csökkenthető a kijuttatott növényvédő szerek mennyisége, így a környezetet kevésbé szennyezve, kisebb költséggel állítható elő kevesebb vegyszermaradványt tartalmazó élelmiszeripari alapanyag.

Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetében már a megalakulásától folynak a betegség-ellenállóság javítását célzó kutatások. Az intézet fennállása óta a vizsgált kórokozók köre és a tesztelt genotípusok mennyisége folyamatosan nőtt. A hagyományos szántóföldi, mesterségesen fertőzött körülmények között végzett szelekció mellett az utóbbi évtizedben molekuláris módszerek használatával bővült az ellenállóság javítását célzó nemesítési tevékenység kelléktára. Több gazdanövény-kórokozó kapcsolat területén is részletes, a búza örökítő anyagának szintjén folyó kutatás kezdődött a rezisztencia genetikai hátterítésének felderítésére.

Búzalisztharmat kutatások

Magyarországon az 1960-as évek óta a gabonalisztharmat gyakori levélbetegség. Intézetünkben 1971-től tanulmányozzuk a búzalisztharmat rassz összetételét, a kórokozó populációjában végbemenő változásokat. Az elmúlt 10 esztendőben 48 rassz jelenlétét mutattuk ki a kórokozó populációban (Vida és mtsai, 2007). Emellett a vizsgált izolátumok virulencia komplexitása is számottevően növekedett. Míg a vizsgálatok kezdetén, 1973-ban az izolátumok átlagának értéke 2,03 volt, 2007-re már 6,18-ra nőtt. Éppen a kórokozó populáció összetettsége és a patotípusok komplex virulenciája az egyik fő oka annak, hogy az ismert rezisztenciagének többsége hatástalan a betegséggel szemben. A Martonvásár körzetében begyűjtött izolátumok virulenciáját 2001 óta a COST Action 817 által javasolt differenciáló sorral is meghatározzuk (Vida és mtsai, 2002). Az utóbbi 3 évben megfigyelt adatokat az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. A martonvásári lisztharmat populáció virulenciája ismert rezisztenciagéneket hordozó búzafajtákon és törzseken. Martonvásár, 2006-2008

Fajta	Pm gén	Virulencia%			Fajta	Pm gén	Virulencia%		
		2006	2007	2008			2006	2007	2008
Carsten V.	0	100,0	100,0	100,0	Ronos	4b	76,0	85,9	87,6
Axminster/8*CC	1	55,6	59,1	53,2	Rektor	5	100,0	99,0	100,0
Ulka/8*CC	2	91,8	91,8	90,3	NK-747	6	90,8	97,6	98,4
Asos./8*CC	3a	70,4	79,3	79,0	Transfed	7	74,5	95,6	97,8
Chul/8*CC	3b	21,9	26,0	28,0	Disponent	8	100,0	99,5	100,0
Sonora/8*CC	3c	94,4	97,6	100,0	Amigo	17	62,2	88,5	93,0
Ralle	3d	43,9	36,1	38,2	M. Huntsman	2,6	77,0	86,0	88,7
M. Amber/CC*8	3f	42,4	35,1	36,0	Apollo	2,4b,8	66,3	81,7	79,6
Khapli/8*CC	4a	100,0	99,5	100,0	Normandie	1,2,9	65,8	89,9	52,2

SzD_{5%}=11,7

Adataink alapján megállapítható, hogy a vizsgált gének egyike sem alkalmas arra, hogy teljes rezisztenciát biztosítson a lisztharmattal szemben. Mindhárom évben igen elterjedt virulenciát figyeltünk meg (virulencia>90%) a Pm2, Pm3c, Pm4a, Pm5, Pm6 és a Pm8 rezisztenciagént hordozó differenciáló fajtákon. Céltudatos nemesítői munkával mindazonáltal az intézetünkben nemesített fajták jelentős hányadának lisztharmat-ellenállósága olyan szintű, hogy átlagos évjáratban nem, vagy csak kis mértékben fertőzi a kórokozó. Államilag elismert fajtáink közül lisztharmattal szemben rezisztens-mérsékelt rezisztens az 'Mv Verbunkos', 'Mv Ködmön', 'Mv Béres', 'Mv Regiment', 'Mv Hombár' és 'Mv Táltos' és mindössze egy évben fertőződött mérsékelt az 'Mv Magdaléna' és az 'Mv Csárdás'.

Gabonarozsda kutatások

A rozsdagombák még napjainkban is komoly veszélyt jelentenek a búzatermesztők számára. A három rozsdagombafaj – levél- szár- és sárgarozsda – közül jelenleg a levélrozsda a leggyakoribb hazánkban. A szárrozsda egészen az 1970-es évekig rendszeresen károsított, azóta a hatékony rezisztencianemesítésnek is köszönhetően szinte teljesen kiszorult az ország területéről. A harmadik rozsdafaj, a Nyugat-Európában közönséges sárgarozsda hazánkban ritka vendég.

A levél- és szárrozsda ellenállóság tesztelése szántóföldön, erős kórokozó nyomást biztosító provokációs kertekben történik. Itt a fogékony fajták keverékéből összeállított szegély növényeit mesterségesen fertőzzük, majd az elsődleges gócból a kórokozó természetes úton terjed át a vizsgált parcellákra.

Több kiváló hatékonyságú Lr gén alkalmas a levélrozsda-ellenállóság javítására. Az intézetünkben végzett vizsgálatok eredménye szerint a mindössze egy-egy Lr gént hordozó, a kanadai 'Thatcher' fajtán alapuló közel-izogén törzsek közül még 8 törzs egyáltalán nem, vagy mindössze nyomokban fertőződik a kórokozóval (Vida és mtsai, 2008). Az Lr9, Lr19, Lr24, Lr25, Lr28, Lr29, Lr35 és Lr37 gént hordozó búzatorzsek levélrozsda ellenállósága kiváló

volt az elmúlt négy év átlagában Martonvásáron, de további négy gén (Lr23, Lr32, Lr3ka és Lr22) fertőzöttsége sem tért el szignifikánsan a 0-s értéktől. Sajnos a 'Thatcher' alapú közel-izogén törzsek agronómiai tulajdonságai nem megfelelőek hazai körülmények között, így néhány évvel ezelőtt megkezdtük a gének beépítését martonvásári eredetű fajtákba. Az Lr gének beépítésének hatékonysága jelentősen javítható a molekuláris markerszelekció felhasználásával (Blaszczyk és mtsai, 2008). A markerszelekció során egy-egy adott rezisztenciagénnel szorosan kapcsolt (azaz vele nagy valószínűséggel együtt öröklődő) kromoszómaszakasz (marker) jelenlétét teszteljük az utódnövényekben. Mivel a marker kimutatásához nincs szükség a betegséggel szembeni ellenállóság fenotípusos tesztelésére, már az egyedfejlődés korai szakaszában, környezettől függetlenül eldönthető, hogy a vizsgált növényegyed hordozza-e a kívánt rezisztenciagént. A rezisztenciagének beépítését visszakeresztezéssel végezzük. Elsőként az Lr9, Lr24, Lr25 és az Lr29 gének beépítését kezdtük meg négy martonvásári fajtába (Gál és mtsai, 2007), majd a programot kibővítettük az Lr35 és Lr37 rezisztenciagénekkel. Az Lr37 gén kivételével a többi Lr gén hatékonyságának kiaknázására sem Magyarországon, sem más európai országban nem került sor. A markerszelekciós programunkban szereplő négy martonvásári nemesítésű fajta jó agronómiai és beltartalmi tulajdonságú, levélrozda rezisztenciájuk azonban javítható. Az 'Mv Pálma', 'Mv Emma' és 'Mv Madrigál' fogékony, az 'Mv Magvas' mérsékelten rezisztens e kórokozóval szemben. Mivel egy-egy Lr gén önmagában történő felhasználása magában hordozza a genetikai sebezhetőség veszélyét, megkezdtük a különböző géneket hordozó törzsek kombinálását (piramidálás).

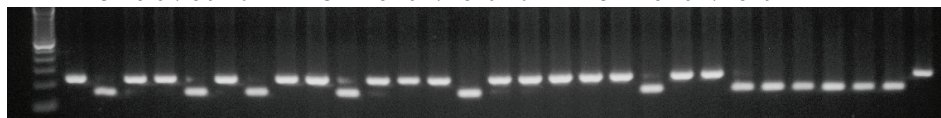
Minden évben mesterségesen fertőzött körülmények között teszteljük korábban elismert búzafajtáink levélrozda ellenállóságát felnőttkorban, szántóföldön és fiatal korban, üvegházi körülmények között. A martonvásári búzafajták közül a 'Martonvásári 22', 'Mv Magvas', 'Mv Mariska', 'Mv Marsall', 'Mv Amanda', 'Mv Piroska', 'Mv Toborzó', 'Mv Béres', 'Mv Matyó' és az 'Mv Vekni' rezisztenciája olyan szintű (0-20MR), ami a köztermesztésben már szükségtelenné teszi a levélrozsdával szembeni vegyszeres védekezést.

A biotikus rezisztenciára nemesítésben a molekuláris markerek másik felhasználási területe az ismert rezisztenciagének azonosítása ismeretlen genetikai hátterű búza genotípusokban. Kutatásaink során összesen 8 Lr gén (Lr9, Lr24, Lr25, Lr26, Lr29, Lr34, Lr35, Lr37) jelenlétét vizsgáltuk a martonvásári nemesítési anyagban, azonban ezidáig csak három gén jelenlétét tudtuk kimutatni. Az 1B/1R transzlokáción lokalizált Lr26 gén korábbi eredményeink alapján gyakori a martonvásári fajtakörben. E megfigyelésünket újabb eredményeink is alátámasztották, a vizsgált 59 martonvásári fajta közül 36-ban van jelen az 1BL/1RS transzlokáció (61.0%). Ugyanakkor az Lr26 gén előfordulásának gyakorisága eltérő a 2000. év előtt és az azóta elismert fajtákban. A régebbi fajták (35db) között az 1BL/1RS transzlokáció gyakorisága 77.1% volt, az újabb fajtákban (24db) ez az arány 37.5%-ra csökkent.

A martonvásári búzafajták pedigréje alapján szinte minden fajta ősei között szerepel a 'Bezostaja 1', vagy ennek őse, a 'Bezostaja 4' fajta. Mivel

irodalmi adatok szerint a 'Bezosztaja 1' hordozza az Lr34 gént, így valószínűsíthető volt, hogy több martonvásári fajtában is jelen van. Az Lr34 rezisztenciagén azonosítását a csLV34F és csLV34R primerpárral végeztük. Az elismert búzafajtáink mellett több saját nemesítési törzset és idegen eredetű keresztezési partnert is teszteltünk. A 226 vizsgált búzafajta és nemesítési törzs közül 64-ben található meg az Lr34 rezisztenciagén (28.3%). A 128 martonvásári eredetű búzafajta és nemesítési törzs közül 34-ben (26.6%) mutattuk ki az Lr34 jelenlétét, ugyanakkor a 73 elismert fajtából mindössze 12-ben ('Martonvásári 3', 'Martonvásári 13', 'Martonvásári 17', 'Mv Emese', 'Mv Garmada', 'Mv Gorsium', 'Mv Laura', 'Mv Mambó', 'Mv Pálma', 'Mv Palotás', 'Mv Táltos' és 'Mv Vilma') azonosítottuk a gént molekuláris markerrel (1. ábra).

M 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29



M. 100 bp DNS létra; 1. Mv Magdaléna; 2. Mv Laura; 3. Mv Zelma; 4. Tommi; 5. Ukrajka; 6. Ellis; 7. Mv12-04; 8. Mv233-05; 9. Mv Vekni; 10. Mv Táltos; 11. Mv Amanda; 12. Tiger; 13. Mv08-08; 14. Mv222-07; 15. Maximus; 16. Mv320-07; 17. Ravenna; 18. CF99007; 19. Mv21-07; 20. LUT53656; 21. BR02-028; 22. Atrium; 23. Jiana; 24. Mv Gorsium; 25. Mv09-04; 26. GK Kapos; 27. Litera; 28. pozitív kontroll - Frontana; 29. negatív kontroll - Thatcher.

1. ábra. Az Lr34 gén kimutatása búza genotípusokban. Martonvásár, 2008.

Keresztezési programunkban nyugat-európai eredetű fajtákat is felhasználunk szülőként. A nyugat-európai nemesítési programokban a korábbi évtizedekben sok fajta született, melyek hordozták az Lr37 rezisztenciagént, így várható volt, hogy a külföldi eredetű keresztezési partnerek, de néhány martonvásári búzafajta és törzs genomjában is előfordul ez a rezisztenciagén. Vizsgálataink alapján az Lr37 gén a martonvásári nemesítési anyagban is megjelent. Elismert fajtáink közül az Mv Vekni hordozza e levélrozsda rezisztenciagént, emellett több nemesítési törzsben is kimutattuk a jelenlétét (Uhrin és mtsai, 2006).

A szárrozsda rezisztencia kutatása – a kórokozó kisebb jelentősége miatt – jelenleg a levélrozsdaénál sokkal szűkebb területen folyik. Mindenesetre a hazai klimatikus viszonyok e kórokozó számára is kedvezőek, sőt a globális felmelegedés hatására egyre inkább előnyössé válhatnak, hiszen a szárrozsda szaporodásához optimális hőmérséklet magasabb a másik két rozsdfajénál. Tovább növeli az újbóli megjelenés veszélyét egy új rassz létrejötte, mely az 1990-es évek végén alakult ki Közép-Afrikában. Az Ug99-es, avagy az észak-amerikai nomenklátúra szerint TTKS rassz fogékony típusú reakciót képes kiváltani, azaz virulens az Sr31 rezisztenciagént hordozó búza genotípusokon. Ez Magyarországon is komoly fenyegetést jelent, hiszen sok hazai fajta hordozza az Sr31 gént. Vizsgálataink alapján jelenleg még kiemelkedően jó (0-20R) szárrozsda-ellenállóságú a 'Martonvásári 13', 'Martonvásári 22', 'Mv Palotás', 'Mv Walzer', 'Mv Béres', 'Mv Matyó', 'Mv Vekni', 'Mv Kémence és

az 'Mv Kolo' fajta. E fajták többsége az Sr31 rezisztenciagént hordozza, feltételezhetően egyéb rezisztenciagénekkel kombinálva. A 'Martonvásári 13'-ban az Sr36 gén van jelen, ugyanakkor az 'Mv Palotás' és az 'Mv Kolo' származása rezisztenciájának genetikai háttere ismeretlen.

Kalászfuzárium rezisztencia kutatások

A kórokozó számára kedvező időjárási körülmények következtében a kalászfuzárium több esztendőben is jelentős gazdasági károkat okozott. A betegséget a *Fusarium* nemzetségbe sorolt több faj is előidézheti. Erős kalászfertőződéskor a kalászkák egy része elhal, vagy csak csökkent értékű szemet terem, ami jelentős termésvesztést okozhat. Ennél is veszélyesebb azonban a közvetett kártétel, hiszen e gombafajok az emberi és állati szervezetre káros mikotoxinokat termelnek, s ha a toxintartalom határértéket meghaladó mennyiségű, a termény fogyasztásra és élelmiszeripari feldolgozásra alkalmatlanná válik. Mesterségesen fertőzött, öntözött tenyészkertben folyik a búza genítípusok tesztelése, valamint az ellenálló búzatörzsek szelekciója. Kísérleteinkben részletesen tanulmányozzuk a régi magyar fajtákban megfigyelhető kalászfuzárium ellenállóságot (Vida és mtsai, 2008), molekuláris szintű vizsgálatokat végzünk a rezisztencia genetikai hátterének azonosítására (László és mtsai, 2008). Az eddig elért eredményeink biztatóak, több genítípus kalászfuzárium ellenállósága is nagyon jó szintű, néhány esetben még a leghatékonyabbnak tartott távol-keleti rezisztenciaforrásokét is megközelíti.

Egyéb kórokozókval szembeni ellenállóság tanulmányozása

Évjárattól függően a különböző nekrotróf gombafajok is gazdaságilag jelentős kárt okozhatnak, ezért e területen is megkezdtük a genetikailag kódolt rezisztencia felhasználását. Az elmúlt néhány évben a sárga levélfoltosság (*Drechslera tritici-repentis*), a szeptóriás levélfoltosság (*Septoria tritici*) és a pelyvavél foltosság (*Stagonospora nodorum*) gombabetegségekkel szembeni ellenállóság meghatározására alkalmas üvegházi csíranövénykori tesztet dolgoztunk ki és rendszeresen vizsgáljuk fajtáink és fajtabejelentés előtt álló törzseink ellenállóságát (Cséplő és mtsai, 2009). Szántóföldön, mesterségesen fertőzött tenyészkertet alakítottunk ki a levélfoltosságot okozókórokozókval szembeni rezisztencia megállapításához. A molekuláris szintű munkák e területen is megkezdődtek. Térképező populációt hoztunk létre a sárga levélfoltosság ellenállóságot meghatározó genetikai faktorok azonosítására, illetve a hazai ökológiai viszonyokhoz alkalmazkodott martonvásári fajtába szeptóriás levélfoltosság rezisztenciagén beépítését kezdtük meg markerszelekcióval támogatott visszakeresztezési program keretében.

A korai vetés és a hosszú, meleg őszi időjárás kedvező feltételt teremt különböző vírusfajok fertőzéséhez. Martonvásár körzetében a csíkos gabonabóca által terjesztett búza törpeség (WDV) vírus dominanciáját figyeltük meg, de levéltetvek útján terjedő gabona- (CYDV) és az árpa törpeség (BYDV) vírusok jelenlétét is kimutattuk (Pribék és mtsai, 2006). Új potenciális rezisztenciaforrások tesztelését és felhasználását megkezdtük a nemesítési programunkban.

A kórokozókkal szembeni ellenállóság javítása folyamatos és rendszeresen megújuló kihívást jelent a növénynevelők számára. A termesztett búzafajtáknak újonnan fellépő betegségekkel, vagy egy ismert betegség új, eddig ismeretlen virulenciát hordozó patotípusával kell felvenniük a harcot. Az új rezisztenciaforrások azonosítása és beépítése, ellenálló növényegyetek szelekciója hozzájárulhat a gabonatermesztés kockázatának, továbbá a termesztés költségeinek és a kijuttatott kemikáliák mennyiségének csökkentéséhez.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a BioExploit EU-FP6, a NAP-BIO-06 „Plant resource”, a GAK-TRIPATOL, a DTR_2007 Jedlik, az OTKA T49080, a REZVETMV Baross, az OM-00355/2002 NKFP, a 43084 FVM és az AGRISAFE 203288 sz. EU-FP7-REGPOT 2007-1 pályázatok támogatták.

Megjelent publikációk

- Blaszczyk, L., Kramer, I., Ordon, F., Chelkowski, J., Tyrka, M., Vida, Gy., Karsai I. (2008): Validity of Selected DNA Markers for Breeding Leaf Rust Resistant Wheat. *Cereal Research Communications* **36**, 201–213.
- Cséplő M., Pribék D., Veisz O., Vida Gy. (2009): Búza genotípusok ellenállósága a *Pyrenophora tritici-repentis* 1-es rasszával szemben. In: Veisz O (ed.) *Hagyomány és haladás a növénynevelésben*, XV. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest, 2009 március 17. 71–75.
- Gál, M., Vida, G., Uhrin, A., Bedő, Z., Veisz, O. (2007): Incorporation of leaf rust resistance genes into winter wheat genotypes using marker-assisted selection. *Acta Agronomica Hungarica*, **55**, 149–156.
- László, E., Karsai, I., Vida, Gy., Bedő, Z., Veisz, O. (2008): Analysis of Fusarium Head Blight Resistance in a Bánkúti 1201/Mv Magvas population using molecular tools. *Cereal Research Communications*, **36/B**, 289–290.
- Pribék D., Pocsai E., Vida Gy., Veisz O (2006): Presence of wheat dwarf virus, cereal yellow dwarf virus-rpv and barley yellow dwarf viruses in cereal species in Martonvásár. *Cereal Research Communications*, **34**, 625–628.
- Uhrin, A., Vida, Gy., Gál, M., Láng, L., Bedő, Z. (2006): Marker-assisted selection for leaf rust resistance gene Lr37 in the Martonvásár breeding programme. *Cereal Research Communications*, **34**, 89–91.
- Vida Gy., Gál M., Szunics L., Láng L., Bedő Z., Veisz O. (2008): A búza rozsdagombákkal szembeni ellenállóságának javítása neveléssel. *Növényvédelem*, **44**, 322–327.
- Vida Gy., Szunics L., Gál M., Veisz O., Bedő Z. (2002): Comparison of two wheat powdery mildew differential sets in seedling test. *Plant Protection Science*, **38** (Special Issue 2), 417–420.
- Vida Gy., Szunics L., Szunics Lu., Komáromi J., Veisz O. (2007): Búzalisztharmat-kutatások Martonvásáron. *Növényvédelem*, **43**, 231–235.
- Vida, Gy., László, E., Puskás, K., Szunics, L., Bedő, Z., Veisz, O. 2008.: *Fusarium* head blight resistance of old Hungarian wheat varieties. *Cereal Research Communications*, **36/B**, 183–184.