

**Régi magyar búzafajták kalászfuzárium
ellenállóságának
és minőségének vizsgálata**

OTKA K049080 pályázat

Zárójelentés

Témavezető: Dr. Szunics László
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet, Martonvásár

2010

Bevezetés

A mindennapi életben egyre fontosabb szerepet játszik az élelmiszerbiztonság, melynek alapvető összetevője a szántóföldön megtermelt feldolgozó ipari alapanyag toxinmentessége. A nemesítők és növénytermesztők feladata a megfelelő mennyiségű és –minőségű alapanyagok biztosítása a feldolgozóipar és a fogyasztók számára. A búza fuzáriumos kalászmegbetegedését okozó fajokkal szemben a kémiai védekezés – részben technológiai hiányosságok miatt - nem ad teljeskörű védelmet, ezért kulcsfontosságú a kórokozókkal szemben ellenálló fajták nemesítése. A jelenleg rendelkezésünkre álló rezisztenciaforrások agronómiai tulajdonságaikban jelentősen eltérnek a hazai viszonyokhoz alkalmazkodott, Magyarországon termesztett fajtáktól, jelentősen meghosszabbítva így az ellenálló, kereskedelmi fajta nemesítéséhez szükséges időt.

A *Fusarium* fajok a búzán csíranövény-pusztulást, gyökér- és szártó rothadást, valamint kalász- és szemfertőzést okozhat (Szunics et al. 1987). A búzatermesztésben a legnagyobb gazdasági kárt a kalászfuzárium okozza. Magyarországon a kórokozó legelterjedtebb fajtái a *F. graminearum* és *F. culmorum* (Mesterházy 1988), de a *F. poae*, *F. moniliforme* (Enisz és Hornok 1989), *F. sporotrichoides* és *F. semitectum* (Tóth 1991) nagyobb arányú előfordulása is kimutatható a betakarított búzaszemeken. A kalászkák és a kalászorsó elszíneződése, a kifehéredő kalászkák jelzik a patogén gombafajok jelenlétét. A fertőzött kalászkákban a szemek tipikusan fehérek vagy rózsaszínűek, tömegük az egészségeshez viszonyítva csökken, ami jelentős termésvesztéshez vezethet. A legfőbb problémát azonban a mikotoxin felhalmozódás jelenti, melynek következtében a termény állati és emberi felhasználásra alkalmatlanná válik (Hornok és mtsai. 2005).

A rezisztencianemesítésben forrásként használható búzafajták Ázsiából (Sumai 3 és származékai, Nobeokabozu komugi) és Dél-Amerikából (pl. Frontana) származnak (Bai és Shaner 2004). Agronómiai tulajdonságaik jelentősen eltérnek a hazai fajtákétól, hiszen valamennyi felsorolt forrás tavaszi életformájú, hosszú és gyenge szalmájú, termőképességük elenyészően kicsi a hazai modern fajtákéhoz viszonyítva. A korábban rezisztensnek tartott európai forrásokról (pl. Arina) bebizonyosodott, hogy mindössze a mérsékelten ellenálló kategóriába tartoznak (Ruckenbauer és mtsai. 2001).

A kalászfuzárium Magyarországon már az 1920-as évek óta ismert betegség (Husz 1941). Az első országos epidémia azonban csak 1970-ben következett be, ami az intenzívebbé váló termesztési eljárások és a fertőzéshez kedvező időjárási feltételek mellett a fajták fogékonyságával is magyarázható (Kükedi 1988). Magyarországon a Bezosztaja 1 1960-ban kapott állami elismerést, majd e fajta vetésterülete rohamosan nőtt és hamarosan elfoglalta az őszi búza vetésterületének közel 80%-át (Koltay és Balla 1982). A Bezosztaja 1 kalászfuzárium fertőzésre fogékony (Mesterházy 1986) és e fajtát tették felelőssé többben is az 1970-es epidémia fellépéséért (Szunics és Szunics 1992). A későbbiekben többek között éppen e kedvezőtlen tulajdonság váltotta ki a fajta gyors visszاسzorulását a köztermesztésben (Bedő és mtsai. 2001). Arra azonban sosem derült – nem is derülhetett – fény, hogy a fajtaváltásnak mekkora szerepe volt a kalászfuzárium elterjedésében. Mivel a régi magyar búzafajták a köztermesztésben nem fertőződtek, felmerül a kérdés: vajon a régi magyar fajták mindössze a különböző tényezők kedvező összhatása miatt nem betegedtek meg, vagy valóban genetikailag kódolt az ellenállóság? Mesterségesen fertőzött kísérleteinkben évtizedek óta vizsgáljuk a Bánkúti 1201 ellenállóságát és e fajta konzekvensen a fuzáriummal szemben leginkább ellenálló genotípusok csoportjába tartozott (Szunics és Szunics 1992). Intézetünkben azonban több régi magyar búzafajta populációjával, illetve az ezekből kialakított homogén törzsekkel is rendelkezünk. Véleményünk szerint e fajták értékes

fuzárium-rezisztencia faktorokat hordozhatnak, melyek azonosításával és célirányos felhasználásával szélesíthető lenne a fuzárium-ellenállóság rendkívül szűk genetikai bázisa.

A termesztett növények populációjának homogenitása történelmileg három fázisban változott jelentős mértékben. Az első fázist a tájfajták elterjedésének időszakára tehetjük, ezt követte a keresztezéses nemesítés eredményeként a század kezdetétől a hagyományos növényfajták megjelenése. Ezek a típusok átmenetet képeznek a régi tájfajták és az 1960-as évek végétől kezdve termesztett korszerű fajták között. Populáción belüli homogenitásukra jellemző, hogy morfológiailag többé-kevésbé megkülönböztethetőek más búzafajtáktól, de heterogénebbek mind a beltartalmi tulajdonságaik, mind biokémiai, vagy molekuláris markerek alapján a korszerű fajtáknál (Vida és mtsai. 1998, Rakszegi és mtsai. 2000, Juhász és mtsai. 2000).

Említésre méltó jó tulajdonsága e fajtacsoportnak még a kiváló sütőipari minőség. A főként távol-keleti eredetű ismert rezisztenciaforrások felhasználásakor – mivel rendszerint gyenge a minőségük - általában további keresztezések és többéves megfeszített szelekció szükséges a megfelelő technológiai minőség eléréséhez (Liu és Wang 1991). Pályázatunkban ezért a kalászfuzárium-ellenállóság és a technológiai minőség együttes vizsgálatát tűztük célul magunk elé, olyan genotípusok felderítésére, amelyek együtt öröklik a jó minőséget és a fuzárium rezisztenciát.

Anyag és módszer

Kísérleteinkben 9 régi magyar búzafajta (Bánkúti 1201, Bánkúti 1205, Bánkúti 5, Béta Bánkúti, Székács 1055, Székács 1242, Lovászpatonai 407, Diószegi 2 és Fertődi 273) kalászfuzárium (KF) rezisztenciáját vizsgáltuk. A fajtákat Lelley és Rajháthy (1955), Lelley és Mándy (1963), valamint Kapás (1997) munkái alapján ismertetjük. A Bánkúti 1201 a magyar búzanemesítés történetének egyik leghíresebb fajtája, 1931-ben kapott állami elismerést, majd 42 éven keresztül szerepelt a minősített fajták jegyzékén. Évtizedeken keresztül vezető fajta volt hazánkban, de külföldön is termesztették. Termése nem nagy szemű, de sikértartalma, siker- és farinográfus minősége igen jó. A Bánkúti 1205 a Bánkúti 1201 testvértörzse, jó és állandó lisztminőséggel jellemezhető. A Bánkúti 5-öst, amely a Bánkúti 1201 egyik szülője, a Tiszavidéki tájfajta populációjából pedig-tenyésztéssel szelektálták. A Bánkúti fajtakör tagja a Béta Bánkúti is, melynek eredete szintén a Bánkúti 1201 fajta populációjára vezethető vissza. Hazai tájfajtákból származik a Székács 1055 és a Székács 1242 fajta, melyek „mind termőképesség, mind télállóság, mind minőség tekintetében kiválóak voltak”. Az előzőekhez viszonyítva kisebb jelentőségű fajta a Lovászpatonai 407, melynek fő erénye, hogy a kőüsszöggel szemben közepesen ellenálló volt. Az Alföldről a Felvidékre került, majd ott tájfajtaként elterjedt búza szelektálásával állították elő a Diószegi 2-t. A Fertődi 293 fajta, a Bánkúti 1201 és a Kawvale keresztezési kombinációjából származik.

A fajtapopulációk mellett kalászutód-szelekcióval homogén törzseket alakítottunk ki. A legtöbb törzset a korábbi kísérletekben az egyik leginkább KF rezisztensnek bizonyult Bánkúti 1201 fajtából hoztuk létre (106 db) és szántóföldi, valamint üvegházi kísérleteinkben e törzsek KF ellenállóságát is részletesen vizsgáltuk.

A Bánkúti 1201 fajta KF ellenállósága genetikai hátterének vizsgálatára a B9086-95 rezisztens törzs és az Mv Magvas fajta keresztezési kombinációjából létrehozott populációval vizsgáltuk. A kombinációból 250 SSD törzset hoztunk létre (F_6 - F_8 generáció), melyeknek teszteltük a *Fusarium* kalászban terjedésével szembeni (II. típusú) rezisztenciáját. E populációt használva molekuláris szinten kerestünk a KF rezisztenciával kapcsolt kromoszómaszakaszokat.

Szántóföldi kísérletek

A felsorolt fajtákat és az e fajtákból származó kiegyenlített törzseket (összesen 130 fajta és törzs), valamint két kontroll fajtát (Sumai 3 rezisztens, GK Zugoly fogékony) 2003-2007. év őszen szántóföldi kísérletbe vetettünk, 2 soros parcellákba melyeknek hossza 2 m, a sortávolság 20 cm volt. A fertőzéshez *F. culmorum* izolátumot használtunk. A szántóföldi inokulációt megelőzően ezeket mungóbab folyékony táptalajban, illetve autoklávban sterilizált búza-zab magkeveréken szaporítottuk fel. A komplex rezisztencia teszteléséhez szántóföldön, virágzáskor a kalászkok teljes felületét konídium szuszpenzióval permeteztük, $5 \cdot 10^5$ makrokonídium/ml koncentrációjú szuszpenzióval. A kísérleti területen öntözőberendezéssel biztosítottuk a gomba növekedéséhez megfelelő páratartalmat. A fertőzést követően a szántóföldön felvételeztük a kaláson a fertőzött kalászkák mennyiségét. A kalászfertőzöttség értékelését több alkalommal elvégeztük, követve a betegség kialakulását a különböző genotípusokon. A további vizsgálatokhoz 10-10 azonos fejlettségű kalászt választottunk ki, melyeknél mértük a kalászkókból kicsépelte szemek tömegét és sűrűségét. Ezután vizsgáltuk a szemtömeget és a szemfertőzöttséget.

Üvegházi kísérletek

Üvegházunkban előbb meghatároztuk a régi magyar fajták populációinak, majd a B9086-95/Mv Magvas eredetű törzsek II. típusú rezisztenciáját. A mesterséges fertőzéshez az 'IFA-104'-es *F. culmorum* törzset használtuk. A konídiumokat fertőzött magvak felületéről mostuk le, majd a spórakoncentrációt 1 millió/ml-re állítottuk be. Minden törzsből 5-5 növényen a kalász felső 2/3-ánál elhelyezkedő kalászkát inokuláltuk $5 \cdot 5 \mu\text{l}$ konídium szuszpenzióval. A fertőzést követően a növényeket 72 órán keresztül párakamrában tartottuk, elősegítvén ezzel a kórokozó sikeres bejutását a növényi szövetekbe. A kalászkok *Fusarium* fertőzöttségét (borítottság %) az inokulációt követő 21. napon határoztuk meg. Az értékeléshez a Xu-Fan (1-5) skálát használtuk (cit. Bai & Shaner, 1994). E skála alapján az 1-1,9 értékű genotípusok rezisztensek, 2-2,9-ig mérsékelten rezisztensek, az e fölöttiek fogékonyak. A törzsek mellett a két szülő (B9086-95 és Mv Magvas), valamint két ismert KF rezisztenciájú kontroll (Sumai 3 és GK Zugoly) II. típusú rezisztenciáját is vizsgáltuk. A statisztikai számításokat a Microsoft Excel 2000 Adatelemzés moduljával végeztük.

Molekuláris vizsgálatok

A B9086-95/Mv Magvas kombináció üvegházban vizsgált növényegyedeiből DNS-t izoláltunk (Qiagen DNeasy Plant Mini kit), majd a szélsőséges értékű növények DNS oldatából csoportosított (bulk) mintákat alakítottunk ki. A fertőzött kalászkák aránya és a Xu-Fan skála alapján a 2005, 2006 szántóföldi és 2007 üvegházi adatokat használva 15-15 rezisztens illetve fogékony növényt választottunk a csoport szegregáns analízis (Bulk segregant analysis = BSA) elvégzésére. A csoportosított mintákat és a szülőket amplifikált fragment hossz polimorfizmus (AFLP) módszerrel vizsgáltuk. A reakciótermékeket 6% poliakrilamid gélen választottuk el Li-Cor 4300 DNS szekvenáló géldokumentációs rendszert használva.

Technológiai minőségvizsgálatok

Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet által fenntartott Bánkúti 1201 eredetű törzsek technológiai minőségvizsgálatát szántóföldi kísérletekben előállított mintákon végeztük. Három év eredménye alapján 106 törzs adatait dolgoztuk fel.

A törzseket a következő technológiai minőségi tulajdonságokkal jellemeztük:

- fehérjetartalom, Tecator Kjeltec 1035 Autoanalyzer-en. Az adatokat szárazanyagtartalomra átszámítva, $N \times 5,7$ faktoriala közöljük;
- nedves- és szárazsiker tartalom, lisztből, ICC 137/1 szabvány;

- glutén index, Perten módszerével, ICC 155 szabvány;
- sikerterület, MSZ 6369/5-87 szabvány szerint;
- nátrium-lauril-szulfátos ülepedési térfogat (továbbiakban SDS érték) Soltek SDS System automata készüléken, 3g teljes őrleményből vizsgálva. Az adatok a készülékhez mellékelt konverziós táblázatban szereplő kézi vizsgálat értékei.

A fehérjetartalom meghatározáshoz és az SDS teszthez a teljes őrlemény előállítása Perten Laboratory Mill 3100, a sikérvizsgálatokhoz szükséges liszt őrlése Brabender Junior malmon történt.

A statisztikai kiértékelést varianciaanalízissel végeztük, amellyel ellenőriztük az egyes törzsek sütőipari minőségi tulajdonságaiban meglévő különbségek megbízhatóságát. Az analízis során az ismétlést az egyes évek, a hibátényezőt a törzs \times év kölcsönhatás jelentette (Sváb, 1981). A kezelés hatásának statisztikai igazolása után a három év átlagadatait felhasználva újabb varianciaanalízissel elemeztük a HMW glutenin alegységösszetételű csoportok sütőipari minőségi tulajdonságai között fennálló különbség szignifikanciáját. Az F-próba alapján statisztikailag bizonyíthatóan különböző tulajdonságok esetében t-próbával ellenőriztük a középértékek eltéréseinek megbízhatóságát. A beltartalmi tulajdonságok és a HMW glutenin alegységek közötti összefüggéseket korreláció és diszkriminancia analízissel elemeztük.

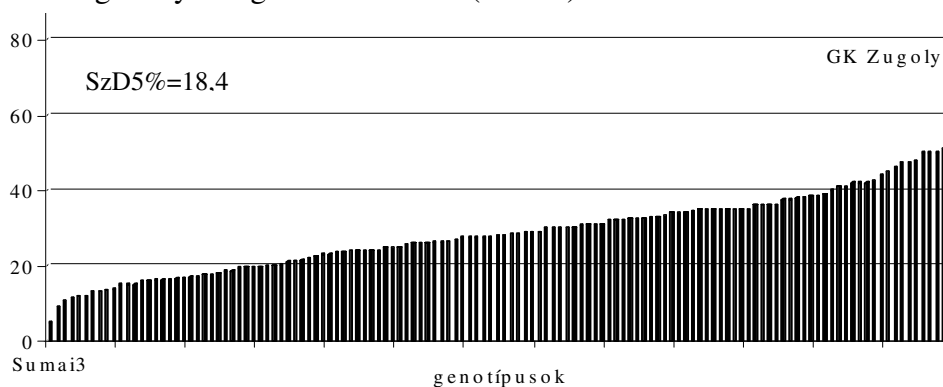
Eredmények

A régi magyar búzafajták kalászfuzárium ellenállóságának vizsgálata

A régi magyar fajták és az e fajtákból szelektált törzsek KF ellenállóságának vizsgálatát első lépésben szántóföldi vizsgálatokkal kezdtük, melyekkel bizonyíthattuk, hogy az általunk vizsgált genotípusokban valóban azonosíthatóak az átlagosnál statisztikailag igazolhatóan ellenállóbb fajták/törzsek.

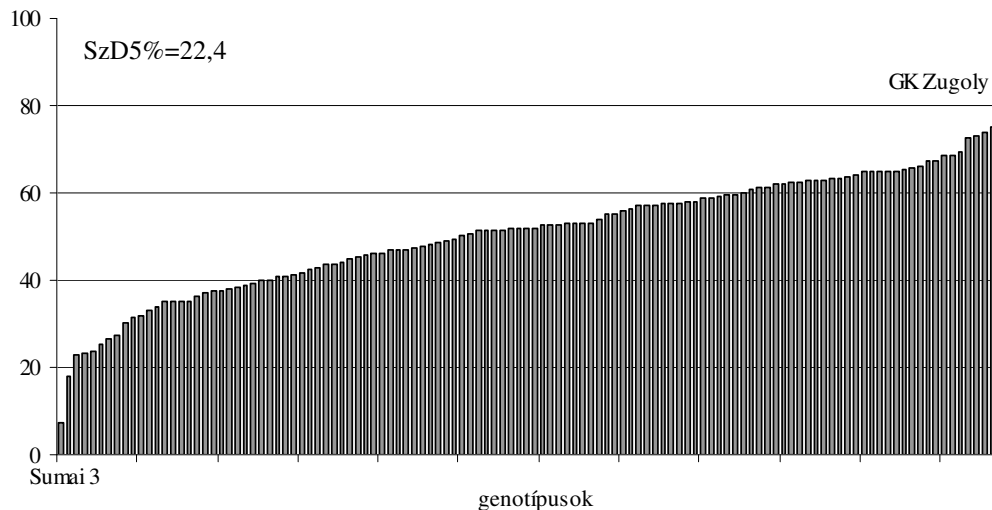
Az 5 éves átlagadatokat alapján átlagos szántóföldi KF fertőzöttsége a 26. napon regisztrált értékek alapján 28,7 % volt. Az évjáráthatás is szignifikánsnak bizonyult, a legnagyobb éves átlagos fertőződést 2004-ben tapasztaltuk (46,7 %), a legkisebbet pedig 2008-ban (11,3 %).

A kiegyenlített Bánkúti 1201 eredetű törzsek kalászfertőzöttsége 11,6-51,0 % között alakult, a 86 törzs átlaga 31,0 % volt. A rezisztens kontroll fajtán átlagosan 5,0 %, míg a fogékony kontrollon 89,9 % fertőződést figyeltünk meg. Az öt éves adatsort elemezve megállapítható, hogy a rezisztens kontrollal szignifikánsan 40 fajta és törzs fertőzöttségi adatai egyeztek meg, melyek közül 21 Bánkúti 1201-es eredetű törzs volt, de ebbe a csoportba tartozott még további 24 más régi magyar fajta eredetű törzs is. A vizsgált genotípusok közül nem találtunk a fogékony kontrollal szignifikánsan megegyezőt, továbbá fajtáink mindegyike a rezisztens, mérsékelt fogékony kategóriába tartozott (1. ábra).



1. ábra. Régi magyar búzafajták szántóföldi kalászfertőzöttsége Martonvásár, 2004-2008 átlaga

A fertőzött parcellákról 10-10 kalász begyűjtöttünk és laboratóriumunkban meghatároztuk a fuzárium által károsított szemek arányát (FDK, %), a 10 kalász termését, továbbá a termés térfogat- és 1000 szemtömegét. Az átlagos szemfertőzöttség kísérletünkben 50,9% volt, a törzsek adata 17,9 és 75,0% között változott. A fuzáriummal fertőzött mintákból származó 10 kalász termése átlagosan 73,5%-a, térfogattömege 85,5%-a, ezerszemtömege 72,3%-a volt a fertőzetlen kontroll mintáinak adataihoz viszonyítva. Eredményeink alapján (2. ábra), 6 törzs szemfertőzöttsége statisztikailag megegyezett a rezisztens kontrolléval. E törzsek különböző fajtákból származtak, 2 db Lovászpatonai 407 és 1-1 Székács 1055, Diószegi 2, Bánkúti1201 és Bánkúti 5 eredetű volt.



2. ábra. Régi magyar búzafajták szemfertőzöttsége Martonvásár, 2004-2008 átlaga

A szántóföldi adatokat elemezve megállapítottuk, hogy a régi magyar búzafajták és a törzsek adatai között szignifikáns különbségek mutathatók ki, valamint azonosítottunk az ismert rezisztenciaforrásokkal statisztikailag megegyező ellenálló-képességű genotípusokat is. A fenotípusos adatok igazolták azt az előzetes feltevésünket, miszerint a régi magyar fajták genetikailag kódolt kalászfuzárium ellenállósággal rendelkezhetnek.

A régi magyar fajtákat 2005-2006 telén üvegházi kísérletben teszteltük a II. típusú rezisztencia vizsgálatára. Fajtánként 4-7 növényegyedet sikerült a fertőzésre alkalmas állapotig felnevelnünk. Az inokulálást virágzáskor végeztük, a kalászköz felső harmadánál elhelyezkedő kalászközöt fertőztük, 1 millió makrokonídium/ml koncentrációjú spórasuszpenzióval. Az inokulálást követően a növényeket 72 órán keresztül párás körülmények között neveltük. A tüneteket a fertőzést követő 21. napon értékeltük. Az értékeléshez a Xu-Fan skálát használtuk.

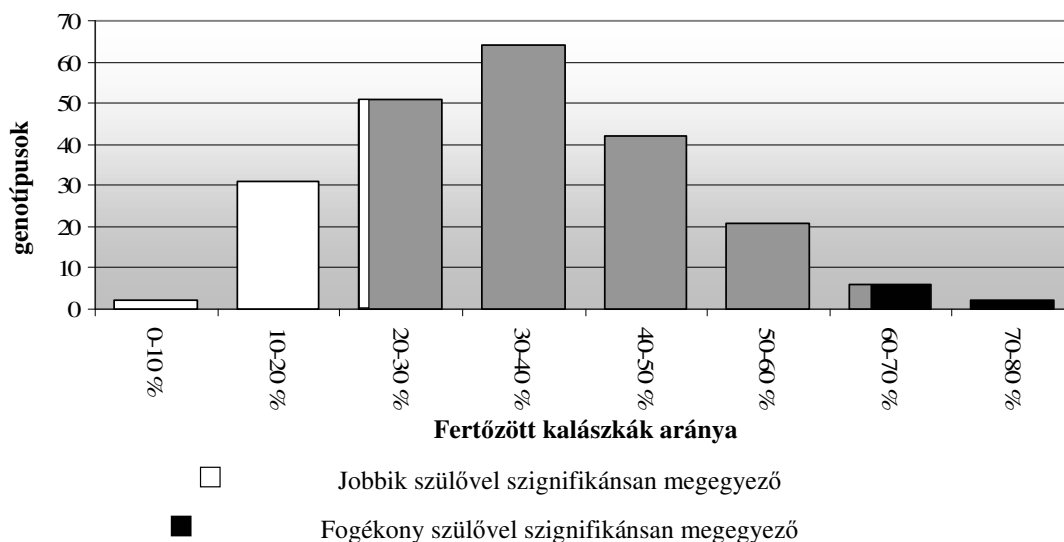
A fajtákat átlagos fertőződésük alapján a mérsékelt rezisztens és a fogékony csoportba soroltuk (2,7-5,0). Ugyanakkor a fajták többségében rezisztens növényegyedeket is azonosítottunk, azaz a régi magyar fajták többségének populációi nem kiegyenlítettek a II. típusú *Fusarium* rezisztencia tekintetében. Mindössze a Székács 1242 fajta bizonyult egyöntetűen fogékonyaknak.

A B9086/Mv Magvas populáció kalászfuzárium rezisztenciájának vizsgálata

A Bánkúti 1201 eredetű törzsek közül négy KF rezisztenciáját kisparcellán, három ismétlésben, egy *F. graminearum* és egy *F. culmorum* izolátummal fertőzve részletesen vizsgáltuk. A kísérletbe állított Bánkúti 1201 törzsek közül a B9086-95 számú bizonyult a legellenállóbbnak, fuzáriumos kalászfertőzöttsége mindössze 10-20% közötti volt.

Összehasonlításként a rezisztens Sumai 3 ugyanezen értéke 1%, a fogékony kontrollé 70-80% volt. E törzset több martonvásári fajtaival kereszteztük. A kombinációk közül a B9086-95/Mv Magvas szülőfajtáinak KF rezisztenciája különbözött a legjobban, így ezt a kombinációt választottuk ki a további vizsgálatokhoz. Az F₂ populációból kiindulva SSD módszerrel, 250 törzset hoztunk létre. Szántóföldi és üvegházi kísérletekben több éven keresztül vizsgálva a törzseket meghatároztuk a kaláson belüli terjedéssel szembeni (II típusú) rezisztencia mértékét.

A vizsgált búzatörzsek átlagos kalászfertőzöttsége 54,6% volt, de az értékek széles intervallumon belül (4,08-100,00%) változtak (3. ábra). Több törzs 10%-nál kisebb, vagy azt éppen meghaladó mértékben fertőződött, ami kiemelkedően jó szintű rezisztenciára utal. A törzsek kalászfertőzöttség szerinti eloszlása szignifikánsan nem különbözött a normál eloszlástól (Kolmogorov-Szmirnov teszt, $D=0,048^{ns}$). Mivel a legjobb és legrosszabb FHB ellenállóságú törzs között nagy az intervallum, továbbá a populáció KF rezisztenciája normál eloszlású, a törzsekből álló populáció alkalmasnak bizonyult a molekuláris szintű vizsgálatok elvégzésére, az FHB rezisztenciával kapcsolt DNS szekvenciák azonosítására.



3. ábra. A B9086-95/Mv Magvas törzsek gyakorisági eloszlása a fertőzött kalászkák aránya alapján Martonvásár, 2005-2007

A kalászfuzárium rezisztencia molekuláris hátterének vizsgálata

Az üvegházban vizsgált növényegyedekből DNS-t izoláltunk (Qiagen DNeasy Plant Mini kit), majd a szélsőséges értékű növények DNS oldatából egyesített mintákat alakítottunk ki. A fertőzött kalászkák aránya és a Xu-Fan skála alapján (2005, 2006 szántóföldi és 2007 üvegházi adatok) 15-15 rezisztens illetve fogékony növényt választottunk a bulk szegregáns analízis elvégzésére. A bulk mintákat és a szülőket amplifikált fragment hossz polimorfizmus (AFLP) módszerrel vizsgáltuk. A reakciótermékeket 6% poliakrilamid gélen választottuk el, a Li-Cor 4300 DNS szekvenáló géldokumentációs rendszerrel. A 4 bulkot és a szülőket összesen 81 primerkombinációval teszteltük. A szülők között reakcióként átlagosan 5,02 eltérő mintázatot figyeltünk meg, 16 esetben nem tudtuk a közöttük polimorfizmust azonosítani. A fogékony szülővel 20 esetben találtunk a rezisztens bulkokban azonos terméket, ezek azonban nagy valószínűséggel nem a vizsgált tulajdonsággal állnak kapcsolatban. A jobbik szülőben és a rezisztens egyedekből kialakított mintákban 16 esetben találtunk azonos mintázatot, ami a fuzárium rezisztenciával kapcsolatban álló genetikai háttér

jelenlétére utalhat. A kérdés tisztázása érdekében megkezdjük a szülőpár tesztelését mikroszatellit és a teljes populáció vizsgálatát AFLP markerekkel.

A pályázat időtartama és pénzügyi fedezete mindössze a molekuláris vizsgálatok megkezdését tette lehetővé. Eddig elért eredményeink biztatóak. Ezt a tevékenységet mindenképpen folytatjuk, hiszen a KF kutatás területén kiválóan hasznosítható térképezési populáció és a részletes fenotípusos adatok alapján jó eséllyel pályázhatunk munkánk folytatásának támogatására hazai, vagy EU-s projektek keretében. A régi magyar fajták KF rezisztenciájával kapcsolt molekuláris markerek azonosítása részét képezi László Emese PhD disszertációs témájának. A PhD hallgató jelenleg az AGRISAFE EU-FP7-REGPOT pályázat támogatásával az osztrák IFA-Tulln intézményben bővíti molekuláris markerezéssel kapcsolatos ismereteit és folytatja a polimorf markerek azonosítását. Egy beadott EU-FP7 pályázatnak is részfeladatát képezi a populáció további vizsgálata.

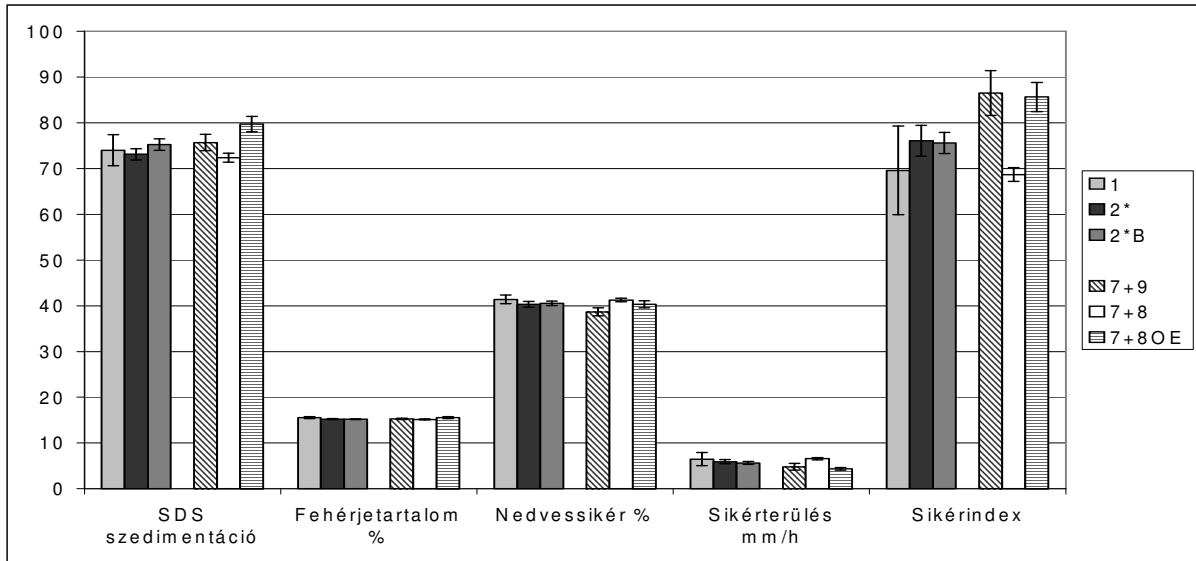
A technológiai minőség vizsgálata

Pályázatunk kidolgozása során a KF rezisztencia és a technológiai minőség összefüggését elemeztük a régi magyar fajta eredetű populációkban. Kísérleteinkben a Martonvásáron fenntartott Bánkúti 1201 populációból szelektált törzsek beltartalmi tulajdonságait vizsgáltuk. A technológiai minőséget befolyásoló HMW gluteninfrakció alegység összetételt 51 törzsből határoztuk meg. A Glu-1A lokuszon 3, a Glu-1B-n 4, a Glu-1D-n szintén 3 allél, vagy allélkombináció jelenlétét sikerült bizonyítanunk (1 táblázat).

1. táblázat. HMW glutenin tartalékfehérje alegységek a Bánkúti 1201 törzsekben

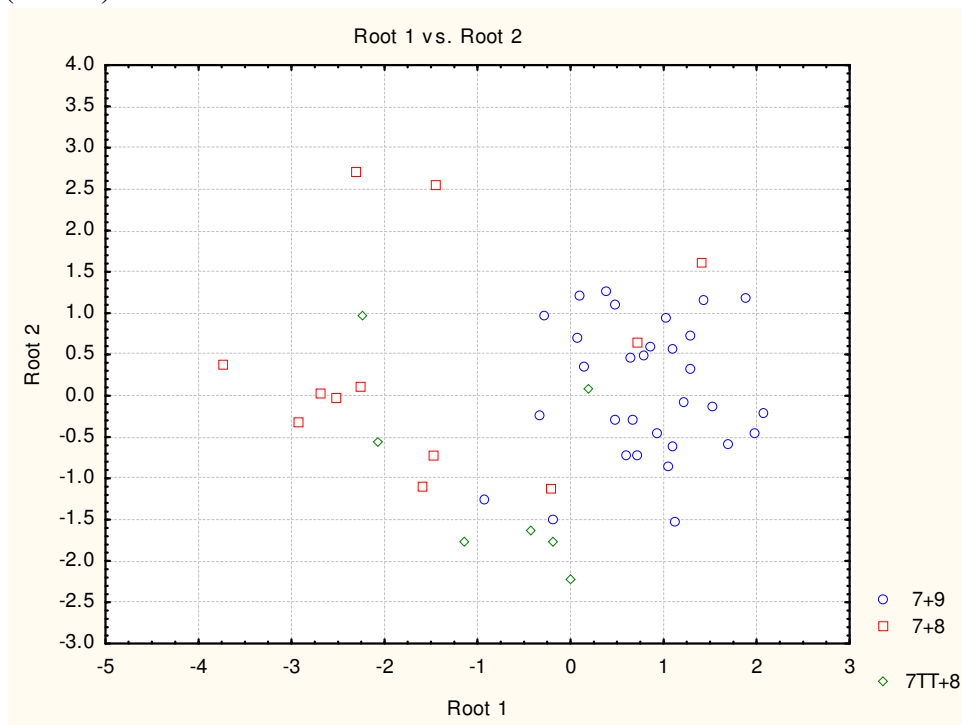
Lokusz	Glutenin alegység	Törzsek száma db
Glu-1A	2*B	24
	2*	23
	1	4
Glu-1B	7+9	31
	7+8	12
	7TT+8	7
	6+8	1
Glu-1D	2+12	47
	5+10	3
	3+12	1

Vizsgáltuk a különböző technológiai minőségi tulajdonságok összefüggését a HMW glutenin alegység összetétellel (4. ábra). A Glu-1D allélek hatását már a varianciaanalízissel sem sikerült bizonyítunk. A különböző Glu-1A alléleket hordozó törzsek kizárólag a fehérjetartalomban tértek el, ugyanakkor a Glu-1B allélek hatása a siker minőségével összefüggő tulajdonságok esetén (SDS szedimentáció, sikerterület és sikerindex) szignifikánsnak bizonyult. Eredményeink különlegessége, hogy a szakirodalomban a minőséget előnyösen befolyásoló 7+8 alegység kombinációt hordozó törzsek sikerminőségi tulajdonságai bizonyultak gyengébbnek. Az ugyancsak 7+8 kombinációt hordozó, de a 7-es alegységet túltermelő törzsek sikerjének erőssége statisztikailag igazolhatóan meghaladta a nem-túltermelő törzsekét.



4. ábra. HMW glutenin alegységek hatása a technológiai minőségi tulajdonságokra Martonvásár, 3 év átlaga

Valamennyi technológiai minőségi tulajdonságot figyelembe véve diszkriminancia analízissel vizsgáltuk a Glu-1B alegység-összetétel alapján elvégzett csoportosítás helyességét. A számítás eredménye szerint a feltételezettnek megfelelő csoportba sorolást kaptunk a 7+9 alegység kombinációt hordozó törzsek 96,8%-nál, a 7+8-asok 66,7%-nál és a 7túltermelő+8 alegység összetételű törzsek 57,1%-ánál. A különböző csoportok grafikusán is elkülöníthetők egymástól (5. ábra).



5. ábra. Glu-1B allélek hatása a komplex technológiai minőségre, Diszkriminancia analízis 5 tulajdonság 3 éves átlagadata alapján

A kalászfuzárium fertőzöttség és a technológiai minőségi tulajdonságok összefüggése

A jelenleg ismert rezisztenciaforrások gyakorlati felhasználásának egyik legjelentősebb akadályát jelentik e források hazai követelményeknek nem megfelelő malom- és sütőipari minőségi tulajdonságai. A legújabb vizsgálatok szerint a világszerte használt 'Sumai 3' 5AS rezisztencia QTL kimutathatóan csökkentette a termés fehérjetartalmát (McCartney és mtsai. 2007). A régi magyar fajták közismerten kiváló technológia minőségűek voltak, így rezisztenciaforrásként történő felhasználásukkal megőrizhető, vagy még tovább javítható a hazai búzafajták és nemesítési törzsek malom- és sütőipari minősége. A további, tisztázásra váró kérdés az volt, hogy a kalászfuzárium rezisztencia és a technológiai minőségi tulajdonságok között nem áll-e fenn olyan negatív összefüggés, amely megakadályozná, vagy megnehezítené a rezisztenciaforrások felhasználását a nemesítésben. Korrelációvizsgálatot végeztünk a törzsek fertőzöttségi és beltartalmi adatai között. A számítás eredményét a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. A kalászfuzárium fertőzöttség és a technológiai minőségi tulajdonságok összefüggése, Martonvásár 2004-2009

Tulajdonság	Kalászfertőzöttség	Szemfertőzöttség
SDS szedimentáció	-0,10	-0,20
Fehérjetartalom	0,08	-0,03
Nedvessikér %	0,20	0,13
Sikerterület	0,13	0,15
Sikerindex	-0,16	-0,26*

Eredményeink alapján mindössze a szemfertőzöttség és a sikerindex között mutatható laza negatív összefüggés. Eszerint a KF rezisztencia és a kiváló technológia minőség közötti összefüggés nem gátolja kimagaslóan jó szintű KF-ellenállóságú és egyben kiváló minőségű rezisztenciaforrások azonosítását és felhasználását a nemesítésben.

Összefoglalás

Pályázatunk kidolgozása során régi magyar fajták populációit és azokból szelektált törzseket vizsgáltuk a kalászfuzárium rezisztencia és a technológiai minőség oldaláról. Eredményeink szerint a régi magyar fajták populációban széles genetikai variabilitás figyelhető meg a kalászfuzárium rezisztencia tekintetében. Több törzset is azonosítottunk, melyek KF rezisztenciája megközelítette a világszerte használt rezisztenciaforrásét. Az egyik legkiválóbb törzset az Mv Magvas fajtaival keresztezve 250 törzsből álló SSD populációt hoztunk létre és e populáció felhasználva fenotipizáltuk a KF rezisztenciát. Megfigyeléseink alapján a II. típusú rezisztencia beépíthető modern búzafajtákba. Térképezési populációt hoztunk létre a genetikai háttér vizsgálatára. A molekuláris szintű vizsgálatok nem fejeződtek be a pályázat időtartama alatt, azonban már eddig is több, a KF rezisztenciával kapcsolt markert azonosítottunk, melyek részletesebb, populáció szintű vizsgálatát is megkezdjük. A technológia minőség vizsgálat eredményei bizonyították, hogy a Bánkúti 1201 törzsek technológiai minősége kiváló, a vizsgált tartalékfehérje alegységek közül az Glu-1B lokusz hatása a legerősebb. A KF rezisztencia és a beltartalmi tulajdonságok között igen gyenge, vagy egyáltalán nincs összefüggés, így jó eséllyel azonosíthatók Kf rezisztens anyagok, melyek technológia minősége is kiváló. Eredményeinkkel bizonyítottuk, hogy a régi magyar fajták értékes kalászfuzárium rezisztenciaforrások lehetnek. A pályázatunk anyagi támogatása – melyért ezúton is köszönetünket fejezzük ki az OTKA Bizottságnak – lehetőséget biztosított számunkra olyan kutatások végzésére, melyek eredményeként létrehozott genetikai alapanyag

és információ lehetőséget biztosított számunkra további pályázathoz (EU-FP7) történő csatlakozásra, valamint kutatási témáját jelentette egy PhD disszertációnak.

Irodalom

- Bai, G.-H., Shaner, G., (1994): Scab of wheat: Prospects for control. *Plant Dis.* 78: 760-766.
- Bedő Z., Láng L., Sutka J., Molnár-Láng M. (2001): Hungarian Wheat Pool. In: *The World Wheat Book. A history of wheat breeding* (Eds: A. P. Bonjean, W. J. Angus). Lavoisier Publishing, France, 193-218.
- Enisz J., Hornok L. (1989): Magyarországi búzaminták belső fertőzöttségét okozó *Fusarium* spp. spektruma. *Növényvédelem*, 25 (7): 307-308.
- Hornok L., Békési G., Giczey G., Jeney A., Nicholson D., Parry A., Ritieni A., Xu X. (2005): Occurrence of *Fusarium* ear blight pathogens and mycotoxin accumulation in winter wheat in Hungary between 2001 and 2004. *Növénytermelés* 54 (4): 217-235
- Husz B. (1941): *A beteg növény és gyógyítása*. Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest.
- Juhász A., Kárpáti M., Vida Gy., Rakszegi M., Láng L., F. J. Zeller, S. L. K. Hsam, Bedő Z. (2000): Régi magyar búzafajták populációinak elemzése új genetikai források előállítására. *Az agrobiodiverzitás megőrzése és hasznosítása – szimpózium Jánossy Andor emlékére*. 2000. május 4-5. Budapest, 67-71.
- Juhász A., Larroque O.R., Tamás L., **Vida Gy.**, Zeller F.J., Békés F., Bedő Z (2001): Biochemical and molecular genetic background of the traditional Bankut breadmaking quality. *Proceedings of the CHL 2000, 11th International Cereal and Bread Congress, Gold Coast, Australia* 699-702.
- Kapás S. (1997): *Növényfajták és növénynemesítők*. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet, Budapest.
- Koltay Á, Balla L. (1982): *Búzatermesztés és -nemesítés*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Kükedi E. (1988): Az őszi búza fuzariózisairól, különös tekintettel az időjárásra és a termesztéstechnikára. *Növénytermelés*, 37 (1): 83-89.
- Lelley J., Mándy Gy. (1963): *A búza Triticum aestivum L.* Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Lelley J., Rajháthy T. (1955): *A búza nemesítése*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Liu, Z., Wang Z., Y. (1991): Improved scab resistance in China: sources of resistance and problems. In: *Wheat from Nontraditional Warm Areas*, (ed. Saunders, D., A.), Proc. Int.Conf CIMMYT, Mexico, D. F., Mexico: 178-188
- McCartney C.A., Somers D.J., Fedak G., DePauw R.M., Thomas J., Humphreys D.G., Lukow O., Savard M.E., McCallum B.D., Gilbert J., Cao W. (2007): The evaluation of FHB resistance QTLs introgressed into elite Canadian spring wheat germplasm. *Molecular Breeding* 20:209-221.
- Mesterházy Á. (1986): Kalászfuzáriózissal szembeni ellenállóság őszi búzában. *Növénytermelés*, 35 (5): 407-417.
- Mesterházy Á. (1988): Gabonafélék rezisztenciára nemesítésének kórtani és módszertani alapjai fuzáriózissal szemben. *Akadémiai doktori értekezés*, Szeged.
- Rakszegi M., Scholz É., Kárpáti M., Ganzler K., Lásztity R., Bedő Z., (2000): Study of the LMW glutenin composition of some old Hungarian wheat cultivars using capillary electrophoresis. *Cereal Res Comm*, 28: 417-424.
- Ruckenbauer P., Buerstmayr H., Lemmes M. (2001): Present strategies in resistance breeding against scab (*Fusarium* spp.). *Euphytica* 119: 121-127.
- Sváb J. (1981): *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Szunics Lu., Szunics L. (1992): Búza kalászfuzárium fertőzési módszerek és a fajták fogékonysága. *Növénytermelés*, 41 (3): 201-210.

- Szunics Lu., Szunics L., Stéhli L. (1987): A búzáról izolált mikroorganizmusok és kártételük ismertetése. IV. Adatok a *Fusarium* okozta kártétel alakulásához. Növénytermelés, 36 (6): 421-429.
- Tóth A. (1991): *Fusarium* fajok előfordulása Pest megyei búzamintákban. Növényvédelem, 27 (2): 66-71.
- Vida Gy., Bedő Z., Láng L., Juhász A. (1998): Analysis of the quality traits of a Bánkúti 1201 population. Cereal Res Comm, 26: 313-320.