

**DOKTORI (Ph.D.) ÉRTEKEZÉS**

**KÁROLYINÉ CSÉPLŐ MÓNIKA**

**KESZTHELY  
2011**

PANNON EGYETEM  
GEORGIKON KAR  
KESZTHELY

NÖVÉNYTERMESZTÉSI ÉS KERTÉSZETI TUDOMÁNYOK  
DOKTORI ISKOLA

Iskolavezető:  
**Dr. Gáborjányi Richard**  
egyetemi tanár  
mezőgazdasági tudományok doktora

**DOKTORI (Ph.D.) ÉRTEKEZÉS**

**BÚZA GENOTÍPUSOK *PYRENOPHORA TRITICI-REPENTISSZEL* ÉS  
*PHAEOSPHERIA NODORUMMAL* SZEMBENI ELLENÁLLÓSÁGA ÉS A  
REZISZTENCIA GENETIKAI HÁTTERÉNEK VIZSGÁLATA**

Készítette:

**KÁROLYINÉ CSÉPLŐ MÓNIKA**

Témavezető:  
**Dr. habil. FISCHL GÉZA**  
ny. egyetemi tanár  
mezőgazdasági tudományok kandidátusa

Munkahelyi témavezető:  
**Dr. VIDA GYULA**  
tudományos főmunkatárs  
Ph.D.

Keszthely  
2011

**BÚZA GENOTÍPUSOK *PYRENOPHORA TRITICI-REPENTISSZEL* ÉS  
*PHAEOSPHAERIA NODORUMMAL* SZEMBENI ELLENÁLLÓSÁGA ÉS A  
REZISZTENCIA GENETIKAI HÁTTERÉNEK VIZSGÁLATA**

Értekezés doktori (Ph.D.) fokozat elnyerése érdekében  
a Pannon Egyetem Georgikon Kar  
Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskolájához tartozóan

Írta:  
**KÁROLYINÉ CSÉPLŐ MÓNIKA**

Készült a Pannon Egyetem Georgikon Kar Növénytermesztési és Kertészeti  
Tudományok Doktori Iskolája keretében

Témavezető: Dr. habil Fischl Géza  
mezőgazdasági tudományok kandidátusa

Elfogadásra javaslom (igen / nem) .....  
(aláírás)

Munkahelyi témavezető: Dr. Vida Gyula  
Ph.D.

Elfogadásra javaslom (igen / nem) .....  
(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton .....%-ot ért el,

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom:

Bíráló neve: .....(igen /nem)  
.....  
(aláírás)

Bíráló neve: .....(igen /nem)  
.....  
(aláírás)

Bíráló neve: .....(igen /nem)  
.....  
(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján .....%-ot ért el.

Veszprém/Keszthely, .....  
a Bíráló Bizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....  
.....  
Az EDHT elnöke

## TARTALOMJEGYZÉK

KIVONAT.....	6
ABSTRACT .....	7
AUSZUG .....	8
1. BEVEZETÉS.....	9
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS .....	11
2. 1. A levélfoltosság szindróma .....	11
2.2. A kórokozók nevezéktana .....	11
2.2.1. <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> .....	11
2.2.2. <i>Phaeosphaeria nodorum</i> .....	13
2.3. A kórokozók biológiája .....	13
2.3.1. <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> .....	13
2.3.2. <i>Phaeosphaeria nodorum</i> .....	15
2.4. A betegségek tünetei.....	15
2.4.1. <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> .....	15
2.4.2. <i>Phaeosphaeria nodorum</i> .....	16
2.5. A betegségek jelentősége .....	17
2.6. A kórokozók rasszai .....	19
2.6.1. <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> .....	19
2.6.2. <i>Phaeosphaeria nodorum</i> .....	20
2.7. A kórokozók által termelt fitotoxinok .....	20
2.7.1. <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> .....	20
2.7.2. <i>Phaeosphaeria nodorum</i> .....	21
2.8. Gazdanövény ellenállóság vizsgálatok.....	21
2.9. <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> és a búza gazda-parazita kapcsolata.....	24
2.9.1. Nekrózissal szembeni rezisztencia.....	24
2.9.2. Klórózissal szembeni rezisztencia .....	26
2.10. <i>Phaeosphaeria nodorum</i> és a búza gazda-parazita kapcsolata.....	27
2.11. DArT markerek alkalmazása a <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> szel és a <i>Phaeosphaeria nodorum</i> mal szembeni rezisztencia genetikai hátterének meghatározására .....	29
3. ANYAG ÉS MÓDSZER .....	31
3.1. Anyagok.....	31
3.1. 1. Növény anyag.....	31
3.1.2. Kórokozó izolátumok .....	32
3.2. Módszerek.....	33
3.2.1. Búza genotípusok fiatalkori <i>P. tritici-repentis</i> és <i>P. nodorum</i> ellenállóságának vizsgálata üvegházi körülmények között.....	33
3.2.2. Búza genotípusok felnőttkori <i>P. tritici-repentis</i> és <i>P. nodorum</i> ellenállóságának vizsgálata szántóföldi körülmények között .....	38
3.2.3. Búza genotípusok természetes levélfoltosság fertőzöttségének értékelése szántóföldön.....	39
3.2.4. Búza genotípusok malom- és sütőipari minőségének változása a <i>P. tritici-</i> <i>repentis</i> és <i>P. nodorum</i> fertőzés hatására .....	40
3.2.5. A <i>P. tritici-repentis</i> 1-es rasszával szembeni ellenállóság genetikai hátterének vizsgálata.....	40
3.2.6. Eredmények statisztikai értékelése .....	42
4. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK.....	43
4.1. Búza genotípusok levélfoltosságot okozó gombabetegségekkel szembeni fiatalkori ellenállóságának vizsgálata üvegházi körülmények között .....	43

4.1.1. A <i>P. tritici-repentis</i> két eltérő rasszába tartozó izolátumai fertőzőképességének összehasonlítása, valamint a búza genotípusok ellenállóságának változékonysága fiatal korban, üvegházi körülmények között .....	43
4.1.2. Búza genotípusok fiatal kori ellenállósága a <i>P. tritici-repentis</i> Pti2-es izolátumával szemben üvegházi körülmények között .....	45
4.1.3. Martonvásári nemesítésű és ismert rezisztenciájú búza genotípusok fiatal kori ellenállósága a <i>P. nodorum</i> mal szemben, üvegházi körülmények között .....	51
4.2. Martonvásári nemesítésű és ismert rezisztenciájú búza genotípusok felnőtt kori <i>P. tritici-repentis</i> és <i>P. nodorum</i> rezisztencia vizsgálata mesterségesen fertőzött, valamint fungiciddal védett háromismétléses kísérletekben szántóföldi körülmények között .....	55
4.2.1. Búza genotípusok <i>P. tritici-repentis</i> szel szembeni felnőtt kori ellenállósága.....	59
4.2.2. Búza genotípusok <i>P. nodorum</i> mal szembeni felnőtt kori ellenállósága ..	60
4.3. Martonvásári és szegedi nemesítésű búzafajták szántóföldi vizsgálata mesterséges fertőzési körülmények között. ....	63
4.4. Fiatal kori és felnőtt kori <i>P. tritici-repentis</i> és <i>P. nodorum</i> ellenállóság kapcsolata .....	68
4.5. Martonvásári nemesítésű fajták és törzsek természetes eredetű levélfoltosság fertőzőtségének vizsgálata .....	70
4.6. Természetes levélfoltosság fertőződés és a mesterségesen inokulált kísérletből származó adatok összefüggése.....	75
4.7. Búza genotípusok malom- és sütőipari minőségének változása a <i>P. tritici-repentis</i> és <i>P. nodorum</i> fertőzés hatására.....	76
4.7.1. Búza genotípusok malomipari minőségének változása a <i>P. tritici-repentis</i> és <i>P. nodorum</i> fertőzés hatására.....	78
4.7.2. Búza genotípusok sütőipari minőségének változása a <i>P. tritici-repentis</i> és <i>P. nodorum</i> fertőzés hatására.....	80
4.8. A <i>P. tritici-repentis</i> szel és <i>P. nodorum</i> mal történt fertőzés és a búza genotípusok technológiai minőségi tulajdonságai közötti összefüggés.....	84
4.9. <i>P. tritici-repentis</i> fiatal kori ellenállóság genetikai hátterének vizsgálata.....	87
4.9.1. Fenotípusos vizsgálatok búza törzsek <i>P. tritici-repentis</i> Pti2-es izolátumával (1-es rassz) szembeni ellenállóságának meghatározására.....	87
4.9.2. Molekuláris marker analízis .....	89
5. ÖSSZEFOGLALÁS .....	93
6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	97
7. NEW SCIENTIFIC RESULTS .....	99
8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS .....	101
9. PUBLIKÁCIÓK, ELŐADÁSOK JEGYZÉKE .....	103
10. IRODALOMJEGYZÉK .....	107
MELLÉKLETEK .....	119

## KIVONAT

A PhD munka keretében a búza és a *Pyrenophora tritici-repentis* és *Phaeosphaeria nodorum* gombák által kiváltott levélfoltosságok kapcsolatának részletes kutatását kezdtük meg az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetben. Új módszereket dolgoztunk ki, vagy más kutatócsoportok által korábban már sikeresen alkalmazott módszereket adaptáltunk a fertőzőanyag előállítás, a mesterséges fertőzés és a tünetek értékelése területén. Martonvásári eredetű búzafajták és nemesítési törzsek, valamint ismert rezisztenciájú búzafajták *Pyrenophora tritici-repentis*szel és *Phaeosphaeria nodorum*mal szembeni ellenállóságát határoztuk meg fiatal- és felnőtt növény korban. Vizsgáltuk a fiatal- és a felnőttkori levélfoltosság-ellenállóság közötti kapcsolatot. Mesterségesen fertőzött kísérletekből származó mintákon tanulmányoztuk a kórokozónak a búza genotípusok malom- és sütőipari minőségére gyakorolt hatását. Egy, a kórokozóval szemben ellenálló rezisztenciaforrás és egy fogékony szülő keresztezéséből származó utódpopuláció növényeinek molekuláris genetikai elemzésével a sárga levélfoltossággal szembeni rezisztenciát meghatározó kromoszóma régiókat azonosítottunk, illetve már ismert, a rezisztenciával kapcsolt kromoszóma régió hatását bizonyítottuk (validáltuk).

Kísérleteink az üvegházi- és szántóföldi rezisztenciavizsgálattól kezdve a technológiai minőségvizsgálatokon át egészen a molekuláris genetikai elemzésig széles tudományterületet fogtak át. Munkánkkal az elméleti jelentőségű információk mellett a rezisztencianemesítésben és a molekuláris markerszelekcióban közvetlenül hasznosítható eredményeket hoztunk létre.

## ABSTRACT

### **RESISTANCE OF WHEAT GENOTYPES TO *PYRENOPHORA TRITICI-REPENTIS* AND *PHAEOSPHERIA NODORUM*, AND THE ANALYSIS OF THE GENETIC BACKGROUND OF RESISTANCE**

In this PhD work, a detailed study of the relationship between wheat and leaf spot diseases caused by the fungal pathogens *Pyrenophora tritici-repentis* and *Phaeosphaeria nodorum* was begun in the Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences. New methods were elaborated for the production of inoculating material, for artificial inoculation and for the evaluation of the symptoms, or methods already successfully applied by other research teams were adapted. Wheat varieties and lines bred in Martonvásár and wheat varieties with known resistance were tested for their resistance to *Pyrenophora tritici-repentis* and *Phaeosphaeria nodorum* in the seedling and adult stages. The correlation between leaf spot resistance in seedlings and adult plants was also examined. The effect of these pathogens on the milling and bread-making quality of the wheat genotypes was investigated using samples taken from artificially inoculated experiments. Molecular genetic analysis was carried out on plants from the progeny generation of a cross between a source of resistance to tan spot disease and a susceptible parent, and chromosome regions responsible for resistance to this pathogen were identified. The effect of a chromosome region already known to be linked to resistance was also validated. The experiments covered a wide range of scientific fields, including resistance studies in the greenhouse and field, the analysis of technological quality and molecular genetic analysis. In addition to information of theoretical importance, results that can be directly applied in resistance breeding and molecular marker-assisted selection were also achieved.

## AUSZUG

### **DIE WIDERSTANDSFÄHIGKEIT DER WEIZEN GENOTYPEN GEGEN *PYRENOPHORA TRITICI-REPENTIS* UND GEGEN *PHAEOSPHAERIA NODORUM* UND DIE PRÜFUNG DER GENETISCHEN HINTERGRUND DER RESISTENZ**

In der PhD Arbeit haben wir in der MTA Landwirtschaftlichen Forschungs Institut die detaillierten Forschung der Zusammenhang der Weizen und die Blattfleckenkrankheit verursachenden Pilzen (*Pyrenophora tritici-repentis* und *Phaeosphaeria nodorum*) angefangen. Wir haben neue Methoden ausgearbeitet, oder früher durch anderen Forschungsgruppen erfolgreich verwendeten Methoden im Gebiet der Herstellung von Inokulations Material, künstlichen Inokulation und die Untersuchung der Symptomen adaptiert. Wir haben bei Weizensorten und bei Züchtungsstämmen aus Martonvásár und ausserdem bei Weizensorten mit bekannten Resistenz, die Widerstandsfähigkeit gegen *Pyrenophora tritici-repentis* und *Phaeosphaeria nodorum* im Jungen und im Erwachsenen Pflanzenzeit festgestellt. Wir haben die Verbindung zwischen die jugendlichen und erwachsenenzeitigen Widerstandsfähigkeit gegen Blattfleckenkrankheit geprüft. Wir haben die aus durch künstlich inokulierten Versuchen stammenden Mustern die Wirkung diesen Krankheitserregern auf den Mühlen und Bäckerei Qualität der Weizen Genotypen studiert. Durch molekulargenetischen Analyse der gegen den Krankheitserreger Widerstandsfähigen Resistenzquelle und empfindlichen Eltern Kreuzung stammenden Pflanzen Nachwuchspopulation, haben wir die Resistenz gegen den gelben Blattflächenkrankheit bestimmenden Kromosome Regionen identifiziert, beziehungsweise die schon bekannten, die Wirkung mit dem Resistenz gekoppelten Kromosome Region bewiesen (validiert). Unseren Versuchen haben von dem Glashaus bis zum Ackerfäldern erfolgten Resistenz Prüfungen, durch den technologischen Qualitätsprüfungen bis zum molekulargenetischen Analysen ein breites Wissenschaftsgebiet umfasst.

Mit unseren Arbeit haben wir, neben den theoretisch bedeutenden Informationen, auch im Resistenz Züchtung und im Molekular Markerselektion direkt verwendbaren Ergebnissen hergestellt.



## 1. BEVEZETÉS

Mottó: „A nemesítéshez nemcsak pénz kell, hanem hosszú idő, türelem, kitartó, célratörő munka, szakmai tudás és szerencse.”  
(Szunics László 1992)

A búza az emberiség legértékesebb és napjainkban is a legnagyobb területen termesztett gabonaféléje (FAO 2011). Népszerűségének oka az, hogy jó egyensúlyban van a szénhidrát- és fehérjetartalma, teljes gépesítéssel gazdaságosan termesztendő, hosszú időn keresztül jól tárolható és a legkülönbözőbb éghajlaton megterem szerte a világon, sokoldalúságát és alkalmazkodóképességét tovább fokozza, hogy vannak tavaszi és őszi típusai (Barabás 1987).

A hazai búzatermesztés eredményessége lényegesen befolyásolhatja a növénytermesztők és a nemzetgazdaság helyzetét (Barabás 1987, Láng és Bedő 2006). A korszerű, jelenleg köztermesztésben lévő búzafajták genetikai termőképességét számos tényező módosítja, melyek közül kiemelkedő fontosságú a kedvezőtlen időjárás, a talajhibák, a technológiai hiányosságok, valamint a fajták kórokozók és kártevőkkel szembeni fogékonysága (Barabás 1987, Veisz és mtsai 2009). Történelmi tények tanúskodnak arról, hogy a növénytermesztés kezdete óta időről időre növényi betegségek által okozott járványok lépnek fel, melyek súlyos gazdasági katasztrófákat okoztak és okoznak még napjainkban is (Husz 1941, Lelley 1965, Kükedi 1972, Benedek 1993, Manninger 1993). Egy, az 1960-as években közzétett FAO felmérés szerint a kártevők, a kórokozók és a gyomok évente 35% veszteséget okoznak a világ mezőgazdaságának, melyből a betegségek 11,6%-kal részesednek (Szunics 2002).

Az eredményes búzatermesztést hazánkban is számos kórokozó veszélyeztetheti, melyek közül a lisztharmat, a kalászfuzárium és a rozsdagombák már hosszú évtizedek óta előfordulnak a hazai gabonátlákon (Bakonyi és mtsai 1993). Az utóbbi néhány évtizedben a sikeres rezisztencianemesítés és a hatékony kémiai védelem hatására a régóta ismert gombafajok (Szunics és mtsai 2000) (lisztharmat, rozsdagombák) visszaszorulása, amelyek elleni rezisztencianemesítés mindig prioritásként szerepelt a nemesítési programokban, kedvező helyzetet teremtett más, addig kevésbé jelentős kórokozók terjedése számára. Az 1990-es évek elején jelentkező technológia fegyelem romlása is elősegíthette e kórokozók felszaporodását (Vendrei 2000).

Magyarországon e folyamat eredményeként az 1980-as évek végén figyeltek fel búzán és hibrid rozson szokatlan tünetekre. A vizsgálatok eredményeként a levélfoltosság tünetek kiváltásáért egyértelműen az akkor még *Helminthosporium tritici-repentis* Died. néven ismert, ma a fűfélék sárga vagy fahéjbarna levélfoltosságát okozó *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs. (anamorf: *Drechslera tritici-repentis*) gombát tartották felelősnek (Aponyiné és mtsai 1988). E kórokozó megjelenése felhívta a figyelmet más, levélfoltosság tünetet okozó gombafajokra (*Phaeosphaeria nodorum* (E. Müll.) Hedj., anamorf: *Stagonospora nodorum* (Berk.); *Mycosphaerella graminicola* (Fuckler), anamorf: *Septoria tritici* Rob. ex Desm.), melyek már korábban is jelen voltak a hazai gabonaállományokban (Mezey 1899, Mesterházy 1974, Kepes és Tóthné 1975).

Irodalmi adatok szerint a levélfoltosságot okozó kórokozók számukra kedvező körülmények között súlyos mennyiségi és minőségi károkat okoznak (Shabeer és Bockus 1988, Schilder és Bergstorm 1994, Murray és mtsai 1998, Bathal és mtsai 2003). Az ellenük való védekezést megnehezíti, hogy a hasonló tüneteket előidéző kórokozók szabad szemmel nehezen különíthetők el (Csősz 2007). A *Pyrenophora tritici-repentis* fertőzésének korai szakaszában kialakuló léziók könnyen összetéveszthetők a búza szeptóriás levélfoltosságának (*Mycosphaerella graminicola*), valamint a búza levél- és pelyvalevél foltosságának (*Phaeosphaeria nodorum*) tüneteivel, melynek előfordulása az utóbbi években szintén megnőtt (Csősz 2006). Pontos diagnózis és a kórokozók elkülönítése minden esetben csak mikroszkópos, vagy más speciális, ellenanyagokra, illetve DNS-alapú molekuláris technikákra épülő vizsgálatokkal lehetséges. A betegség elleni védekezést tovább nehezíti a rendkívül széles gazdanövénykör, hiszen a kórokozók az árokpартokon és ruderalis területeken tenyésző fűfajokról is átterjedhetnek a gabonatermő táblákra. A monokultúrás termesztés, valamint a forgatás nélküli és a sekély talajművelés is megnehezíti a növényvédelmet, a szármaradványokon áttelelő ivaros szaporító képletekről már kora tavasszal elindulhat a járvány.

A levélfoltosságot okozó gombafajokkal szemben ellenálló búzafajták termesztése a hatékony védekezés genetikai alapját jelenthetik. Ezért igen nagy jelentőséggel bír a termesztett fajták ellenállóságának ismerete. Korábbi hazai megfigyelések szerint a búzafajták között létezik fogékonyságbeli különbség. A búza genotípusok ellenállóságának megbízható tesztelésére mesterséges fertőzésre, illetve provokációs tenyészkert kialakítására van szükség, ahol a kórokozó fejlődéséhez megfelelő körülmények biztosíthatók. E speciális tenyészkertben a genotípusok ellenállósága akkor is értékelhető, amikor a kórokozók természetes körülmények között nem, vagy csak nagyon kis mértékben jelennek meg.

Kísérleteinkben mesterségesen fertőzött körülmények között a búza genotípusok fiatal- és felnőtt-növénykori *Pyrenophora tritici-repentis* és *Phaeosphaeria nodorum* ellenállóságát, illetve fogékonyságát határoztuk meg, vizsgáltuk a fertőzés technológiai minőségi tulajdonságokra gyakorolt hatását és a rezisztenciával összefüggő genetikai faktorokat azonosítottunk.

Kutatási célkitűzéseinket a következő pontokban foglaltuk össze:

1. A hazai búzanevelésben alkalmazható, a búza genotípusok *Pyrenophora (Drechslera) tritici-repentis* és *Phaeosphaeria (Stagonospora) nodorum*mal szembeni fiatal- és felnőttkori ellenállóságának tesztelésére alkalmas módszerek kidolgozása, adaptálása.
2. Martonvásári eredetű búzafajták és nevelési törzsek, valamint ismert rezisztenciájú búzafajták *Pyrenophora (Drechslera) tritici-repentis* és *Phaeosphaeria (Stagonospora) nodorum* ellenállóságának megállapítása fiatal- és felnőtt növény korban.
3. A fiatal- és felnőttkori ellenállóság közötti kapcsolat megállapítása.
4. A *Pyrenophora (Drechslera) tritici-repentis* és *Phaeosphaeria (Stagonospora) nodorum* fertőzés hatásának vizsgálata a búza genotípusok malom- és sütőipari minőségére.
5. *Pyrenophora tritici-repentis*mal szemben ellenálló és fogékony szülők keresztezéséből származó utódgeneráció növényeinek molekuláris genetikai elemzésével, a sárga levélfoltossággal szembeni rezisztenciát meghatározó kromoszóma régiók azonosítása.

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2. 1. A levélfoltosság szindróma

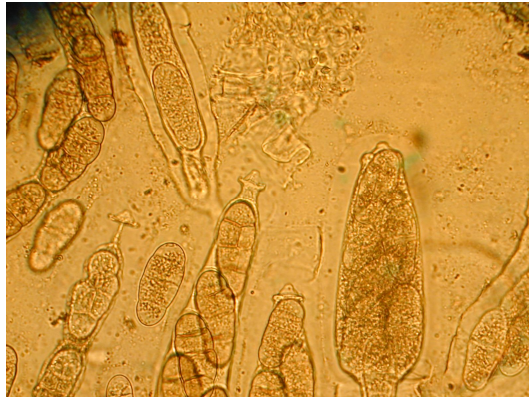
A levélfoltosságot okozó kórokozók régóta ismertek (Mezey 1899, Eyal és mtsai 1987), azonban csak az utóbbi néhány évtizedben kerültek a figyelem középpontjába. Az általuk okozott mennyiségi és minőségi károkon kívül problémát jelent a kórokozók szabad szemmel történő azonosítása, ami megnehezíti az ellenük való védekezést. A kórokozók által okozott tünetek rendkívül változatosak, elkülönítésük a levélen nem olyan egyértelmű, mint a biotróf kórokozók esetében. A leggyakrabban előforduló levélfoltosságot okozó gombafajok [*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs. (anamorf: *Drechslera tritici-repentis*), *Phaeosphaeria nodorum* (E. Müll.) Hedj. (anamorf: *Stagonospora nodorum* (Berk.), *Mycosphaerella graminicola* (Fuckler) (anamorf: *Septoria tritici* Rob. ex Desm.), *Cochliobolus sativus* (S. Ito & Kurib.) (anamorf: *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.))] mellett (Csósz 2007) más kórokozók, gombák, vírusok, baktériumok, illetve genetikai, fiziológiai okok és abiotikus stressztényezők is okozhatnak hasonló tüneteket. A levélfoltosság szindróma a betegség komplex eredetére utal (Szeőke és mtsai 2005). Az irodalmi áttekintésben, a dolgozatban szereplő két fontos nekrotróf kórokozóval, a magyarul sárga levélfoltosságként ismert *Pyrenophora tritici-repentisszel* (Died.) Drechs. (anamorf: *Drechslera tritici-repentis*) és a búza levél- és pelyvalevél foltosságának tüneteire felelős *Phaeosphaeria nodorummal* (E. Müll.) Hedj. (anamorf: *Stagonospora nodorum* (Berk.) kapcsolatos hazai és nemzetközi eredményeket foglaltuk össze.

### 2.2. A kórokozók nevezéktana

#### 2.2.1. *Pyrenophora tritici-repentis*

A korábban helmintospóriumos levélfoltosságként ismert sárga levélfoltosság, vagy más néven a fűfélék fahéjbarna levélfoltosságának kórokozója (Kövics 2000) a tömlősgombák (*Ascomycota*) egyik képviselője, ivaros alakja a *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs. (1. ábra), ivartalan alakja a *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoemaker (2. ábra).

A gombát első ízben *Pleospora trichostoma* néven Diedicke írta le tarackbúza gazdanövényről 1902-ben, később a fajt *Pleospora tritici-repentis*nek nevezte és megkülönböztette a gomba szexuális és aszexuális formáit. Drechsler használta a *Pyrenophora* nevet az ivaros alakra 1923-tól. Több szerző mind az ivaros (*Pleospora tritici-repentis* Died., *Pleospora trichostoma* f. sp. *tritici-repentis* (Died.) Noack, *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs., *Pyrenophora tritici-vulgaris* Dickson) mind az ivartalan alakot (*Helminthosporium graminearum* f. sp. *tritici-repentis* (Rab. Ex Schlecht) Died., *H. tritici-vulgaris* (Nisikado) Ito, *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoemaker) több néven írta le. Végül Wehmeyer és Shoemaker megegyezett a nomenklaturában, így ma az ivaros alakot *Pyrenophora tritici-repentis*ként az ivartalan alakot pedig *Drechslera tritici-repentis* néven fogadták el (cit. De Wolf és mtsai 1998).



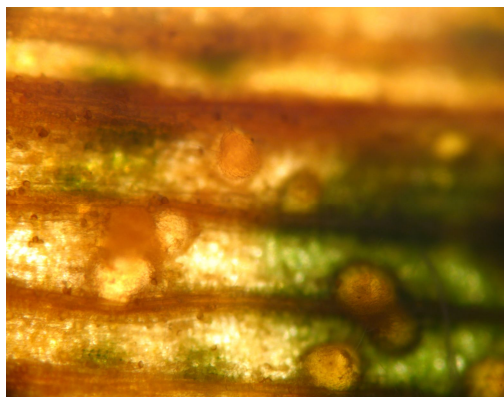
**1. ábra. A *Pyrenophora tritici-repentis* aszkuszai és aszkospórái**  
(Megjegyzés: Az Irodalmi áttekintésben, valamint az Anyag és módszer fejezetekben szereplő fotók saját felvételek)



**2. ábra. A *Drechslera tritici-repentis* konídiuma a levélen képződött konídiumtartókon (A) és mikroszkópi preparátumban (B)**

Hazánkban Aponyiné és munkatársai 1988-ban a gombát *Helminthosporium tritici-repentis*ként (Died.) azonosították és helmintospóriumos levélfoltosság vagy -levélszáradás megnevezés terjedt el a magyar nyelvű szakirodalomban. Bakonyi és munkatársai (1992) – a taxonómiai átdolgozást követően – a *Drechslera* nemzetségbe tartozóként vizsgálta a kórokozó patogenitását. Később Bakonyi és munkatársai (1994) molekuláris módszerekkel elemeztek néhány, korábban *Helminthosporium* nemzetségbe tartozó, ma három különböző csoportba sorolt *Bipolaris*, *Drechslera* és *Exserohilum*-faj rokonsági viszonyait. Eredményeik szerint a *Bipolaris*-fajok egységes csoportot alkottak, ezzel szemben a *Drechslerak* több csoportba sorolódtak, az *Exserohilum*-fajok pedig beékelődtek az előbbi nemzetség fajai közé. A fenogram elemzése alapján a szerzők megállapították, hogy a vizsgált nemzetségek nem egymástól, hanem inkább egy közös őstől származhattak (Bakonyi és mtsai 1994).

### 2.2.2. *Phaeosphaeria nodorum*



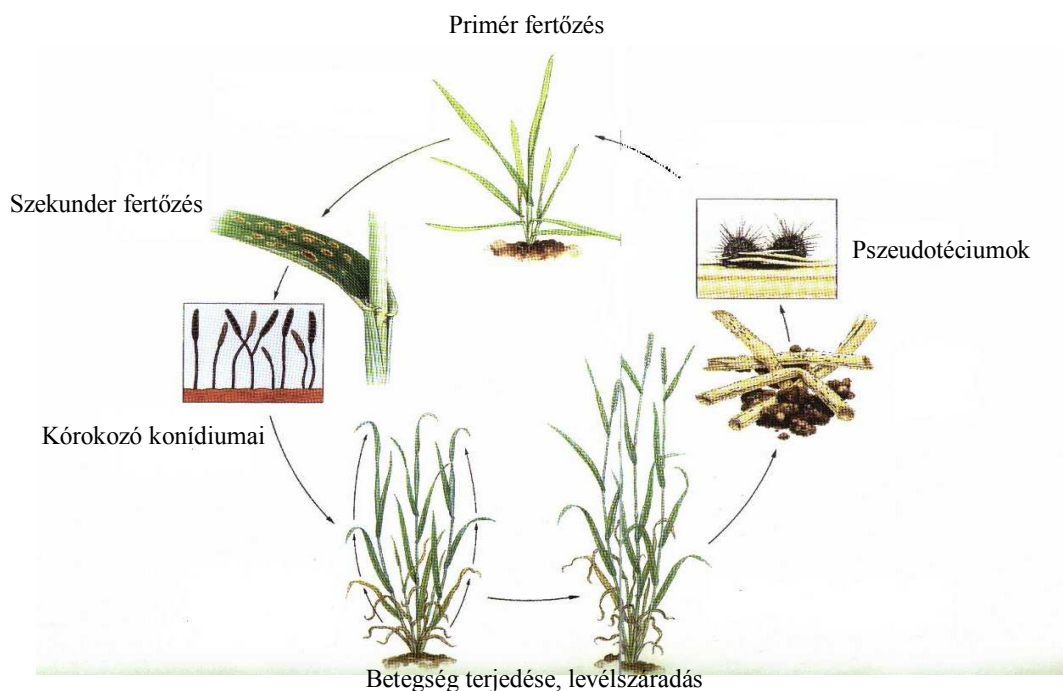
**3. ábra. A *Stagonospora nodorum* piknokonídiumai**

*Stagonospora nodorum* Berkeley írta le először 1845-ben (cit. Eyal és mtsai 1987), majd ugyanazt a fajt Passerini *Septoria glumarum*ként azonosította (cit. Kepes és Tóthné 1975). A kórokozó ivatlan alakjának a nemzetközi szakirodalomban is számos szinonímája van többek között *Depazea nodorum* Berk., *Hendersonia nodorum* (Berk.) Petr., *Macrophoma hennebergii* (Kühn) Berl. and Volg., *Phoma hennebergii* (Kühn) Lpor., *Septoria nodorum* (Berk.) (Waters 2008). A kórokozó pszeudotéciumait már 1904-ben meghatározták, azonban 1952-ig nem írták le az ivaros alakot, amit ekkor Müller azonosított *Leptosphaeria nodorum*ként (Eyal és mtsai 1987). Hazánkban a kórokozót először Mezey még *Sphaerella exitialis*-nak nevezte 1899-ben és „ártatlan természetűnek” tartotta, később ugyanezt a kórokozót Linhart *Septoria glumarum*ként írta le (cit. Kepes és Tóthné 1975). A gomba mikroszkópos leírását és a betegséget részletesen Mesterházy (1974) ismertette, ekkor már a búza levél- és pelyvalevél foltosságát veszélyes kórokozók közé sorolta.

## 2.3. A kórokozók biológiája

### 2.3.1. *Pyrenophora tritici-repentis*

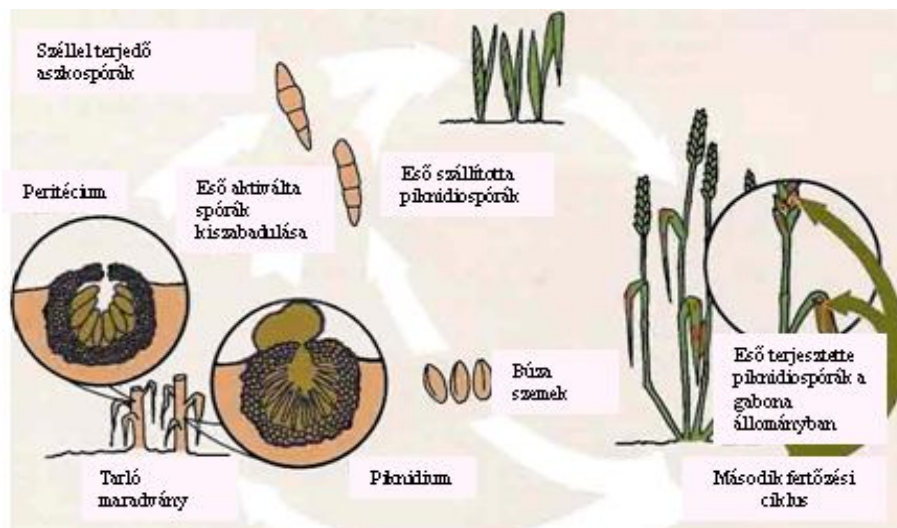
A fűfélék sárga levélfoltosságának legfontosabb fertőzési forrása (4. ábra) az előző évi tarlómaradványok (Füzi 1998). Itt képződnek szeptember-októbertől kezdve a gomba ivaros termőtestei a pszeudotéciumok, melyek fala részben a gombaszövetekből, részben a gazdanövény szövetéből épül fel (Virányi 1998). A többürengű pszeudotéciumokban (*Dothideales* rend) a megnyúlt, bunkószerű aszkuszok többsével keletkeznek (Vörös 1987), amelyekben már márciusban beérnek a primér fertőzésért felelős ivaros aszkospórák. A spóráképzés egészen május végéig tart, de április közepén éri el csúcspontját. A spórák kiszóródásához már kis mennyiségű nedvesség (Hosford és mtsai 1987) – például harmat –, valamint 10°C körüli hőmérséklet is elegendő.



**4. ábra. A *Pyrenophora tritici-repentis* életciklusa  
(Obst és Paul 1993 nyomán)**

Az alsó leveleken képződött apró, kerek barna foltok később (72 órával a fertőzés után) megnyúlnak (Larez és mtsai 1986), valamint a gomba toxinjának hatására körülöttük sárga udvar alakul ki. Ezeket két-három hét múlva (április közepétől) jelennek meg a gomba konídiumai, melyek meleg, párás éjszakákon képződnek. A spórák terjedéséhez viszont a száraz, szeles időjárás kedvező (Farkas 2000). A fertőzés különösen a virágzás és a szemképződés idején várható. A konídiumok többsége már 3 óra folyamatos vízborítottság és 20°C körül hőmérséklet esetén kicsírázik (Larez és mtsai 1986). Megfelelő körülmények között a fertőzés az idősebb levelekről gyorsan átjut a fiatalabbakra, egészen a zászlós levélre. A betegség végső stádiumában a levelek csücsből kiindulva leszáradnak. Több szerző megfigyelései szerint a fertőzésben fontos szerepet játszik a fajta ellenállósága mellett a hőmérséklet és csapadékos időszakok hossza. (Hosfrod és mtsai 1987, Ronis és Samaskiené 2006). A kaláson ritkán, csak erős infekciós nyomás esetén észlelhetők tünetek. Míg az aszkospórák csak néhány centiméter, illetve deciméter távolságra képesek terjedni, addig a konídiumok a szél segítségével eljutva, akár a primér fertőzéstől több kilométeres távolságban is okozhatnak epidémiát (Francel 1997, Princzinger 2000).

### 2.3.2. *Phaeosphaeria nodorum*



5. ábra. A *Phaeosphaeria nodorum* életciklusa (Eyal és mtsai 1987 nyomán)

A *Phaeosphaeria nodorum*-nál a vetőmagon kívül az árvakelés és a fertőzött növényi maradványok a kórokozó primer fertőzési forrásai. A gomba a fertőzött vetőmagban micélium, annak felületén konídium és piknídium formájában hét évig is életben maradhat. A vegetációs időszakban a konídiumok fertőznek, de a micélium és az askospórák is fertőzőképesek.

Míg a sárga levélfoltosság esetében képződött askospórák csak pár cm-es távolságokra képesek eljutni addig a *Phaeosphaeria nodorum* askospórái a szél segítségével több km-es távolságokat tehetnek meg (Eyal és mtsai 1987, Keller és mtsai 1997). A piknokonídiumok intenzív terjedése a szárbaszökkenés időszakában következhet be. A fertőzéshez 6 órán át tartó vízborítottság szükséges (Sharen és Krupinsky 1970). A spórák csírázásához az optimális hőmérséklet 18-22°C (Eyal és mtsai 1987). Solomon és munkatársai (2006) megfigyelései szerint a teljes fertőzési ciklus 7 nap alatt játszódik le, ezután a kórokozó újabb fertőzésre képes.

Hazai megfigyelések szerint a tenyészidőszak elején a *Septoria tritici* míg a tenyészidőszak végén a *Drechslera*-fajok és *Stagonospora nodorum* vannak nagyobb mértékben jelen a gabona állományokban (Csősz 2007). A levélfoltosságot okozó gombafajok előfordulásának gyakoriságát jelentős mértékben befolyásolja az évjárat- és a helyhatás (Bathal és mtsai 2003, Engle és mtsai 2006a, Cowger és Murphy 2007).

## 2.4. A betegségek tünetei

### 2.4.1. *Pyrenophora tritici-repentis*

A tünetek nem minden gazdanövényen és nem minden körülmények között tipikusak. A sárga levélfoltosság fertőzés tünetei könnyen összetéveszthetők a septóriás levél- és kalászfoltosság tüneteivel, melynek előfordulása az utóbbi években szintén megnőtt, ezért a nekrotróf kórokozók által okozott tünetegyüttest levélfoltosság szindrómaként vizsgálják (Csősz 2007).

A primér fertőzés tünetei április és májusban észlelhetők a talaj felszínéhez közeli leveleken. Ezek apró, kerek egyneműen barna színű foltok, melyek szinte alig észrevehetőek. Sokkal jellegzetesebbek a konídiumok által kiváltott szekundér tünetek. Először sötétbarna infekciós pontok jelennek meg a leveleken, de bizonyos

fajtákon 3 mm átmérőjű sötétbarna gyűrűszerű tünetek is kialakulhatnak. A gomba toxinjának hatására a foltok körül sárga udvar képződik (Tomás és Bockus 1987). A foltok később megnagyobbodhatnak, világosbarnára színeződnek (De Wolf és mtsai 1998), de fertőzési pontok, a nekrotizálódott foltok még sokáig láthatóak (Princzinger 2000). A megnövekedett foltok orsó vagy ovális alakúvá változnak, vagy összefolyva alakatlanok lesznek, nagyságuk eléri az 1,5-3 cm-t is (De Wolf és mtsai 1998).



**6. ábra. A *Pyrenophora (Drechslera) tritici-repentis* tünetei levélen**

A betegség végső stádiumában a levelek csúctól kiindulóan leszáradnak. A levélhóralj, – a *Stagonospora nodorum* által okozott fertőzéstől eltérően – sokáig fertőzésmentes marad (Princzinger 2000). Ritkán, de erős infekciós nyomás esetén megfigyelhetők tünetek a kalászon is. A szemképződés korai fázisában a pelyvaleveleken apró barna, legfeljebb 2 mm hosszú és 1 mm széles foltok jelenhetnek meg, nagyságuk az érést nem változtatja. A búzaszemeken nincs szemmel látható nyoma a fertőzésnek. A kórokozó tünetei alapján Lamari és Bernier (1989a) léziótípusokon alapuló értékelési skálát alakított ki, amelynek egyes értékei a betegség fejlődésének egyes fázisainak felel meg (lásd: Anyag és módszer fejezet 12. ábra).

#### **2.4.2. *Phaeosphaeria nodorum***

A *Phaeosphaeria nodorum* tünetei nagyon hasonlóak a *Pyrenophora tritici-repentis* által okozott tünetekhez. Először levélen jelennek meg a lencse alakú léziók, melyeknél sárgás-zöld határ veszi körül az elhalt szöveteket (Eyal és mtsai 1987).





**7. ábra. A *Phaeosphaeria (Stagonospora) nodorum* tünetei  
levélen kalászon**

Később a levélhüvelyen, a száron és a száracsomókon, sőt a kalászon is megjelennek a tünetek (Kepes és Tóthné 1975). A száron és a náduszon fellépő fertőzés következtében a szár eltörhet, ami jelentős termésvesztést okoz (Eyal és mtsai 1987). Fertőzött vetőmagból kelő csíranövények első levélen barna foltok jelzik a kórokozó jelenlétét (Brönnimann 1968).

## 2.5. A betegségek jelentősége

A *Pyrenophora tritici-repentis* elsősorban búzán (*Triticum aestivum* L.) és durum búzán (*Triticum durum* Desf.) fordul elő, ezen kívül a rozs (*Secale cereale* L.) és a tritikále (X *Triticosecale* Wittmack) is fogékony a kórokozóra, valamint a fűfélék mintegy 26 faján figyelték meg tüneteit. Először az 1850-es években izolálták tarackbúzáról és egyéb fűfajokról. Búzán az 1930-as években mutatták ki jelenlétét, de egészen az 1970-es évekig nem okozott értékelhető termésvesztést (De Wolf és mtsai 1998, Strelkov és Lamari 2003). Gyakorlatilag minden földrészen, Európában, Ázsiában, Amerikában és Afrikában is kimutatták a jelenlétét, világviszonylatban a gazdaságilag jelentős kórokozók közé sorolják (Murray és mtsai 1998, Farkas 2000). Raymond és munkatársai (1985) *in vitro* körülmények között állítottak elő *Drechslera tritici-repentis* konídiumokat, valamint mesterséges fertőzési- és értékelési módszert dolgoztak ki üvegházi és szántóföldi körülmények között. Üvegházi kísérletekben a rezisztens fajták esetén 7,2%-os termésvesztést, míg a fogékony genotípusoknál 27,7%-os termés kiesést figyeltek meg. Az üvegházi és a szántóföldi vizsgálatok eredményei között szoros korrelációt ( $r=0,91$ ) állapítottak meg. A kórokozó átlagos évenként 5-10% termésvesztést okoz, azonban kedvező időjárási körülmények között, illetve a zászlós levél megjelenésekor, vagy virágzáskor végzett inokuláció hatására elérte a 30-50%-ot, ami a szemtömeg és a kalásonkénti szemszám csökkenésében mutatkozott meg, ugyanakkor a növényenkénti kalászok száma nem csökkent.

Murray és munkatársai (1998) megfigyelései szerint, a tenyészidőszak korai szakaszában fellépő epidémia nyomán akár 40%-os termésvesztés is kialakulhat, ami elsősorban az ezerszemtömeg csökkenésének következménye (Shabeer és Bockus 1988, Schilder és Bergstrom 1994).

Kremer és Hoffmann (1993) különböző fejlődési stádiumokban vizsgálta a fertőzés hatását a termés alakulására, üvegházi kísérletben. Megfigyeléseik szerint, ha a növényeket négy egymást követő alkalommal GS32 (kétnóduszos) állapotban fertőzték, a termésvesztés 39% volt. Schilder és Bergstrom (1994) a búzaszem fertőzöttségét befolyásoló tényezőket vizsgálták. Megállapították, hogy a szemfertőzöttség fokozódik az idő múlásával és az inokulum koncentráció

növelésével. A legerősebb fertőzöttséget tejes érskor végzett fertőzéssel váltották ki. Üvegházi kísérleteikben a vizsgált négy búzafajta közül 3 esetén a levélfertőzöttség nem volt jó előrejelzője a szemfertőzöttségnek, ugyanakkor szántóföldi körülmények között a zászlós levél fertőzöttsége pozitív korrelációt mutatott a szemfertőzöttséggel. Később a szerzők (Schilder és Bergstrom 1995) a fertőzés maggal történő átvitelét vizsgálták puha fehérszemű őszi búza fajtán. *In vitro* a vetőmaggal történő átvitel hatékonysága 92%-os, a szántóföldön 60%-os volt. Kontrollált körülmények között az átvitel hatékonysága és a pszeudotéciumok előfordulása negatív, ugyanakkor a gomba visszaizolálása a tünetes koleoptilról és a levekről pozitív korrelációt mutatott a csírázási hőmérséklettel. Az eredmények alapján feltételezhető, hogy a fertőzött vetőmag az epidémia kialakulásának forrása lehet. Bathal és munkatársai (2003) 18-31%-os termésvesztést figyeltek meg a sárga levélfoltosság, valamint a búza levél- és pelyvalevél foltosság fertőzésnél. Kísérleteikben a zászlós levél fertőzöttségének AUDPC értéke és az ez alatti levélemelet fertőzöttsége jó előrejelzője volt a termésvesztésnek.

A *Phaeosphaeria nodorum* mindenütt előfordul, ahol búzát termesztnek. Ez a kórokozó is igen széles gazdanövény körrel rendelkezik, a búzán kívül megtámadja az árpat, a rozst és a tritikálét (Eyal és mtsai 1987, Murray és mtsai 1998), ezen kívül 70 növényfajon, illetve alfajon is megfigyelték a tüneteit (Krupinsky 1997). A kórokozó által okozott termésvesztés elérheti a 35%-ot is. A nitrogénnel aránytalanul, bőven ellátott táblákon, sűrű növényállományban, mély fekvésű, zárt területeken nagyobb gazdasági kárral számolhatunk (Petróczi 1982). Az eddig ismert legnagyobb, 70%-os termésvesztést Nyugat-Ausztráliából jelentették (Brown és Rosielle 1980). A termésnövekedés oka, hogy a kórokozó a fotoszintézis szempontjából kiemelkedő fontosságú felső levélszinteket leszárítva csökkenti az asszimilációs felületet és ezen keresztül a nitrogén szemekbe történő beépülését (Jenkins és Morgan 1969, Gilbert és Tekauz 1993). A kórokozó a mennyiségi csökkenésen kívül, a búzaszem aszottsága miatt a búza technológiai minőségének romlását is okozza. Gilbert és Tekauz (1993) száraz évjáratban közepes erősségű fertőzöttségénél 6,8-15,6%-os ezerszemtömeg csökkentést figyelt meg, azonban kísérletükben a kalászonkénti szemszám nem csökkent. Megfigyeléseik szerint néhány genotípusnál erősebb fertőzöttség esetén sem csökkent az ezerszemtömeg. Gál és Oettler (2003) kísérletében a mesterségesen fertőzött őszi tritikálé állományokból származó minták ezerszemtömege 8,2-13,1%-kal volt kevesebb a kontroll parcellákéhoz képest.

A levélfoltosságot okozó gombafajok régóta ismertek hazánkban (Mezey 1899, Mesterházy 1974, Csősz 2007) A *Septoria (Stagonospora) nodorum* a 70-es években igen tetemes károkat okozott Magyarországon, a termésvesztés 6-40% közötti volt (Mesterházy 1974, Sótonyi és Kiss 1975). Mesterházy (1974) véleménye szerint a *Septoria tritici* mellett a legveszélyesebb *Szeptoriás* betegség. A kórokozóról azonban a 80-as évek végéig viszonylag kevés információ található a hazai szakirodalomban. A levélfoltosságot okozó gombabetegségek felé a figyelem 1988-tól kezdve fordult. Ebben az évben tudósítottak Aponyiné és munkatársai (1988) először szokatlan tünetekről, amit búzán és hibridrozson észleltek. A vizsgálatok eredményeként a tünetek kiváltásáért egyértelműen az akkor még *Helminthosporium tritici-repentis* Died. néven ismert gombát tartották felelősnek. E kórokozó története a hazai szakirodalomban 1965-ig nyúlik vissza, amikor még, mint a tarackbúzát károsító fajt említették (Vörös és Husz 1965). Az 1990-es évektől kezdve rendszeresen jelentek meg beszámolók a levélfoltosságot okozó gombabetegségek megjelenéséről (Békési 2005, Füzi 2005, Csősz 2006, Ficsor és Rátainé 2008), kártételeiket és a növényvédő szerek kísérletek eredményeit ismertették a szerzők (Képes és Tóthné 1975, Sótonyi

és Kiss 1975, Balogh és mtsai 1991, Rátainé és Pecze 1997, Füzi 1998, Rátainé 1999, Farkas 2000). .A rendkívül széles gazdanövénykör, a monokultúrás termesztés, a gabonafélék nagy területi aránya, a forgatás nélküli és a sekély talajművelés, a termesztett fajták fogékonysága (De Wolf és mtsai 1998, Farkas 2000), valamint kedvező időjárási feltételek elősegítik terjedését és a járványok kialakulását (Rátainé és Pecze 1997). Hazai megfigyelések szerint búzafajtáink között létezik fogékonyságbeli különbség (Rátainé 1999), de a jelenleg termesztett hazai fajták ellenállóságáról hiányosak az ismeretek.

## 2.6. A kórokozók rasszai

### 2.6.1. *Pyrenophora tritici-repentis*

Luz és Hosford (1980) 40 *Pleospora trichostoma* izolátumot vizsgálva 12 rasszt különített el 6 búza és egy árpa genotípusból álló differenciáló sor használatával. Krupinsky (1987, 1992), Schilder és Bergstorm (1990) vizsgálatai szerint azonban kizárólag agresszivitásbeli különbségek vannak az izolátumok között. Lamari és Bernier (1989a) a kórokozó által okozott tüneteket tanulmányozva megállapította, hogy a gomba egymástól eltérő tüneteket okoz. A tünetek alapján (barna nektrózis és kiterjedt klorózis) 4 patotípust különböztetett meg. Csak a nektrózis és a klorózis értékelése alapján maximum a fent említett négy kategória, illetve rassz különíthető el. Lamari és munkatársai (1995) differenciáló fajtasor alkalmazásával oldotta meg ezt a problémát, és azonosította a kórokozó 5. rasszát. Későbbi kutatások alapján (Strelkov és mtsai 2002) napjainkban a gombának 8 rassza ismeretes (Lamari mtsai. 2003), melyek elkülönítésére egy 6 (Ali és Francl 2001), illetve 8 (Strelkov és mtsai 2002) búza genotípusból álló tesztszortimentet alakítottak ki. A gomba által termelt különböző fitotoxinok alapján is elkülöníthetők a különböző rasszok. Manning és munkatársai (2002) feltételezték egy újabb rassz megjelenését, ami a ToxA és ToxB toxin mellett egy új, ToxD toxint is termel. A tesztszortimentből az új rassz mindössze két búzafajtán, a Glenlean és a Katepván okozott tüneteket. Ugyanebben az évben Ali és munkatársai (2002) azonosították a kórokozó újabb toxinját, és szintén egy újabb rassz jelenlétét feltételezték.

Lamari és munkatársai (2003) elméletileg teljesnek vélték a rasszok számát a gén-génnel szemben elmélet alapján három lokuszt ( $2^3=8$ ) feltételezve. Vizsgálataikban két újabb rasszt (7, 8) azonosítottak, amelyek a már ismert három toxinon kívül egy, illetve két ismeretlen toxint is termelnek. Shing és munkatársai (2010a) szerint a 6, 7 és 8. rassz a 2, 3 és az 5-ös rassz különböző kombinációi.

Európában Obst és Paul (1993) a gomba korlátozott mértékű fiziológiai specializációját állapította meg, de a kórokozón belül nem tudott rasszokat elkülöníteni. Későbbi kutatások megállapították a *Pyrenophora tritici-repentis* csehországi populációjának rasszösszetételét (Sárova és mtsai 2005). Csehországban a vizsgált izolátumok 50%-a az 1-es rasszba tartozott, hasonlóan az amerikai vizsgálatokhoz (Lamari és Bernier 1989b, Ali és Francl 2003), azonban a vizsgált izolátumok többsége nem tartozott egyik rasszba sem. Feltételezve, hogy hazánkban is hasonló a rasszösszetétel (Farkas 2000), kiemelkedő fontosságú az uralkodó, leggyakoribb rassz(ok) ellen hatásos rezisztencia gének azonosítása. Csösz és munkatársai (2010) előzetes eredményei megegyeztek Sárova és munkatársai (2003) eredményeivel, hazánkban vizsgált 87 monospórás izolátum több mint 50%-a nem tartozott egyik rasszba sem.

## 2.6.2. *Phaeosphaeria nodorum*

A *Phaeosphaeria nodorum* populációjában eddig még nem különítettek el rasszokat, azonban agresszivitásbeli különbségeket már korábban megfigyeltek (Scharen és mtsai 1985, Ueng és mtsai 1995, Krupinsky 1997, Mebrate és Cooke 2001, Ali és Adhikari 2008). Arseniuk és Czembor (1999) kísérleteiben az egyes izolátumok vizsgálatakor fiziológiai specializációt állapított meg. A szerzők szerint ennek ellenére elegendő lehet egyetlen patogén izolátum használata ahhoz, hogy megbízható információt kapjunk a nemesítési anyagok ellenállóságáról a betegséggel szemben.

## 2.7. A kórokozók által termelt fitotoxinok

### 2.7.1. *Pyrenophora tritici-repentis*

Az előző fejezetben már szó esett arról, hogy a *Pyrenophora tritici-repentis* a növények fertőzésekor fitotoxinokat termel. Lamari és Bernier (1989b, 1991) megállapították, hogy a kórokozó két egymástól jól megkülönböztethető tünetet okoz nagy kiterjedésű klorózist és barna nektrózist, amelyekkel szembeni rezisztencia eltérő módon öröklődik. A nektrózist az 1-es és a 2-es rassz okozza az által, hogy kórokozó a Ptr ToxA elnevezésű toxint termel (Ballance és mtsai. 1989, Tomás és mtsai. 1990, Tuori és mtsai. 1995, Zhang és mtsai. 1997). A Ptr ToxA toxin egy kis molekulatömegű (13,2 kDa) fehérje (Ballance és mtsai 1989). A Ptr ToxA-val szembeni rezisztencia szoros kapcsolatát mutatták ki a nektrózissal szembeni ellenállósággal (Anderson és mtsai 1999). Lamari és Bernier (1989c) vizsgálatai szerint az az izolátum, ami csak klorózist okoz, de nektrózist nem, nem termel toxint *in vitro* körülmények között. Néhány évvel később Orolaza és munkatársai (1995) azonosították a klorózis kialakulásáért felelős toxint (PTR chlorosis toxin= Ptr ToxB), amelyet az 5-ös rassz termel. Későbbi vizsgálatok (Strelkov és mtsai 1999) megállapították, hogy ez a toxin szintén kis molekulatömegű fehérje (6,61 kDa). A szerzők további összehasonlító virulencia vizsgálatot végeztek a klorózist indukáló rasszok között és egy új, hatodik rasszt azonosítottak, amely bizonyítottan termel a Ptr ToxB-t. Effertz és munkatársai (1998) egy újabb, klorózist indukáló toxint azonosítottak, amit későbbiekben Ptr ToxC-nek neveztek (Effertz és mtsai 2002) és megállapították, hogy ez egy poláris, nem ionos és kis molekulatömegű vegyület. Ballance és munkatársai (1996) nektrózist indukáló és nem indukáló izolátumokat vizsgálva feltételezték, hogy a nektrózis indukálásáért felelős gén létrejöttét nem az avirulens izolátum genetikai anyagának mutációja okozta, hanem más *Pyrenophora*, vagy egészen más nemzetségbe tartozó (*Phaeosphaeria*; Friesen és mtsai 2006) fajtól transzlokációval épülhetett be a *Pyrenophora tritici-repentis* faj genomjába, illetve a nektrózist nem okozó izolátumok létrejöhetnek a nektrózist kódoló génben bekövetkezett delécióval. Ciuffetti és munkatársai (1997) izolálták Ptr ToxA toxint kódoló gént, igazolták funkcióját a búza-kórokozó kapcsolatban, továbbá bizonyították, hogy ez az egyetlen gén biztosítja a gazdasepcikfikus toxin termelődését és a toxint nem termelő izolátumok átalakulását toxin termelőkké. Ciuffetti és munkatársai (1999) egységesítették a toxin nomenklaturáját a következő módon: PtrToxA = Ptr nektrózis toxin, Ptr toxin, melyet az 1, 2, 7 és a 8 rassz termel. A Ptr ToxB = az 5-ös rasszból származó klorózist előidéző toxin. A Ptr ToxC szintén klorózist okozó toxin, melyet az 1-es és potenciálisan a 3-as rassz is termel. Manning és munkatársai (2002), valamint Ali és munkatársai (2002) egymástól függetlenül észak- és dél-amerikai izolátumok vizsgálatkor azonosítottak újabb *Pyrenophora*

*tritici-repentis* által termelt toxinokat és egyaránt ToxD-nek nevezték el őket. A szerzők különböző tesztaszortimentet használtak, így amíg molekuláris vizsgálatokkal meg nem határozzák a vegyületek térszerkezetét nem lehet tudni, hogy ugyanarról, vagy két eltérő toxinról van-e szó.

### **2.7.2. *Phaeosphaeria nodorum***

A *Phaeosphaeria nodorum* által termelt fehérjeszerű toxinok közül napjainkig ötöt azonosítottak. Az első, részben meghatározott fehérjeszerű toxint az Sn2000 izolátumból Liu és munkatársai (2004b) mutatták ki, melynek mérete 10 és 30 kDa közötti (SnTox1). A második toxint SnToxA néven írták le (Friesen és mtsai 2006). Ezt a toxint egy másik kórokozó a *Pyrenophora tritici-repentis* fitotoxinjaként azonosították. A toxin termelésért felelős gén 99,7%-ban megegyezik a *Stagonospora nodorum* genomjában található SnToxA toxin termeléséért felelős génnel, ami arra enged következtetni, hogy a gén e kórokozóból került át a *Pyrenophora tritici-repentis*-be. A szerzők szerint a kompatibilis gén és toxin kapcsolat igen fontos szerepet játszik a *Stagonospora nodorum* által okozott betegség kialakulásában. Friesen és munkatársai (2007) további két, a *Phaeosphaeria nodorum* által termelt toxint is azonosítottak. Az SnTox2 egy kis molekulatömegű fehérje (7-10kDa), ami nektrózist okoz a fogékony genotípusokon. A másik toxin az SnTox3 szintén nektrózist okozó fehérjeszerű 10-30 kDa molekulatömegű toxin (Friesen és mtsai 2008).

Abeysekara és munkatársai (2009) kísérletében Svájcban származó izolátumok tesztelésekor az Arina fajtán a fertőzést követő 3. napon foltokban nektrózis jelent meg. A nektrózist kiváltó fehérjét izolálták és tisztították, majd a toxinnal végzett kezelést követően fogékony reakciót figyeltek meg az Arina búzafajtán. A toxin a Forno fajtán semmilyen reakciót sem váltott ki. A különböző toxinok azonosítására kifejlesztett differenciáló fajtásor tesztelésének eredménye egy új toxin, az SnTox4 azonosítása lett, ami szintén egy 10-30kDa molekulatömegű fehérje.

Több szerző szerint a kórokozó által termelt toxinok fontos szerepet játszanak a *Phaeosphaeria nodorum* - búza gazdanövény - parazita kapcsolat kialakulásában, és a betegség kifejlődésében (Friesen és mtsai 2006, 2007, 2008, Chu és mtsai 2010).

### **2.8. Gazdanövény ellenállóság vizsgálatok**

Több szerző (van Ginkel és Rajaram 1999, Liu és mtsai 2004a, Feng és mtsai 2004) egyetért abban, hogy az optimális termesztési feltételek mellett a kórokozóval szembeni védekezés hatásos módját jelentheti akár több kórokozóval szemben ellenálló (Singh és mtsai 2006, 2007, Ali és Adhikari 2008, Ali és mtsai 2008) rezisztenciaforrások felhasználása a búzanemesítésben.

A genotípusok ellenállóságának megbízható tesztelésére mesterséges fertőzési módszerre, illetve provokációs tenyészkert kialakítására van szükség, ahol a kórokozók fejlődéséhez megfelelő körülmények biztosíthatók és a genotípusok ellenállósága akkor is értékelhető, amikor e kórokozók természetes körülmények között nem, vagy csak nagyon kis mértékben jelennek meg. Cowger és Murphy (2007) különböző, *Phaeosphaeria nodorum*mal végzett mesterséges inokulációs módszereket hasonlított össze a természetes eredetű fertőzéssel szántóföldi körülmények között. Vizsgálataikban a spóraszuszpenzió késői kijuttatásával, illetve szármaradvány használatával a természetes eredetűnél erősebb fertőzöttséget értek el. Cox és Hosford (1987) kísérleteiben felnőtt növénykorban a genotípusok felső három levélszintjét értékelték *Pyrenophora tritici-repentis* által okozott léziók nagysága szerint. Kísérleteikben szoros korrelációt figyeltek meg az üvegházi és szántóföldi

adatok között. Megállapították, hogy a zászlós levél értékelése a legegyszerűbb módszer a genotípusok ellenállóságának megállapítására.

A tünetek pontosabb elkülönítése érdekében Lamari és Bernier (1989a) léziótípusok alapján történő értékelési módszert dolgozott ki. A kísérletek eredményei alapján megállapították, hogy a vizsgált genotípusok reakciója megegyezett akár a két, akár a négy-hat leveles állapotot vagy a felnőtt növényt vizsgálták, továbbá a léziótípusok nem változtak, ha az inokulációt követően növelték a párasítás időtartamát.

Elias és munkatársai (1989) a PI 184526-os rezisztens durum genotípus és a közepesen fogékony Calvin fajta keresztezéséből SSD (single seed descent= egymagutód módszer) módszerrel előállított F<sub>5</sub> generációk fertőzöttségét értékelték a *Pyrenophora tritici-repentisszel* szemben. Eredményeik szerint az üvegházi és a szántóföldi kísérletek fertőzöttségi adatai között  $r = 0,29 - 0,5$ , közepes korrelációt számítottak. A fertőzöttség és növénymagasság között nem volt összefüggés a kísérletekben. Az örökölhetőségi értékszám nagysága alapján ( $H=0,73$ ) a szerzők elképzelhetőnek tartották a rezisztencia javítására irányuló szelekciót a vizsgált populációban.

Evans és munkatársai (1999) üvegházi körülmények között az egy-három leveles korban fertőzött fiatal növények lézió nagyságát hasonlították a szántóföldi felső négy levélszint bonitálása alapján számított AUDPC értékekhez. Kísérleteikben szintén szoros korrelációt mutattak ki az üvegházi fiatalkori és a szántóföldi felnőttkori ellenállóság között.

Rees és Platz (1990) a részleges rezisztencia létezését bizonyította több mint 1400 búza genotípus vizsgálatával. Különösen a brazil tavaszi fajtákban azonosított nagy gyakorisággal *Pyrenophora tritici-repentisszel* szemben rezisztens genotípusokat, melyek közül néhány ellenállónak bizonyult egy vagy több szeptóriás betegséggel szemben és alumínium toleranciával is rendelkezett. Riede és munkatársai (1996) szintén több rezisztenciaforrást azonosított. A rezisztens genotípusok közé tartozott az Erik a Frontana és az a W7976 szintetikus hexaploid búza genotípus is, ami később M-3 genotípus néven szerepelt Ali és Francl (2001) által kialakított tesztszortimentben.

Palicová-Sárová és Hanzalová (2006) 50 őszi búzafajta vizsgálatával figyeltek meg kiváló szintű rezisztenciát több fajta esetén a *Pyrenophora tritici-repentis* három rasszával szemben. Vizsgálataikban a Clarus, Rheia, Cubus, SHMK WW 14-92, Sárka, Vlasta és a Dromos (SWS 799.14953) búzafajták kimagasló ellenállóságúak voltak a három rasszal fertőzött parcellák átlagát tekintve. A rezisztens fajták közül kiemelkedett a Clarus, amely mind három rasszal szemben fiatal korban, és az állami szántóföldi vizsgálatokban felnőtt növénykorban is kitűnő ellenállóságú volt.

Chu és munkatársai (2008) 172 vad tönke búza (*Triticum dicoccoides*) genotípus *Pyrenophora tritici-repentisszel*, *Phaeosphaeria nodorum*mal és azok toxinjaival (ToxA, Sntox1) történt fertőzés során 31 genotípus határozta meg, melyek mindkét kórokozóval szemben kiváló rezisztenciát mutattak. Megállapították, hogy a betegséggel és toxinnal szembeni ellenállóképesség között szignifikáns összefüggés van. Kísérleteikben a rezisztens kontroll a W7976 (M-3) volt. Eredményeik szerint a vad tönke búza a rezisztencia kiváló genetikai forrása lehet mindkét betegséggel szemben.

Oliver és munkatársai (2008) idegen fajok keresztezésével előállított törzsek ellenállóságát vizsgálta a fent említett két kórokozóval szemben. Vizsgálataikban 10 idegen faj kromoszómáját hordozó törzs ellenállósága volt hasonló a brazil rezisztens kontrollhoz (BR34) viszonyítva. Eredményeik szerint ezek a genotípusok (amphiploidok, szubsztitúciós és transzlokációs törzsek) közvetlenül ugyan nem hasznosíthatók a nemesítési programokban a rossz technológiai, agronómiai

tulajdonságaik miatt, azonban keresztezési partnerként alkalmasak a rezisztenciával összefüggő kromoszóma szegmensek átvitelére a búzába.

Tadesse és munkatársai (2011) 12 őszi búzafajta *Pyrenophora triticici-repentisszel* szembeni ellenállóság vizsgálatával szoros korrelációt állapított meg az üvegházi és szántóföldi ellenállóság között. Kísérleteikben további 64 őszi búza genotípus és 72 tönköly genotípus ellenállóságát vizsgálták a kórokozó 1-es és 5-ös rasszával szemben. Eredményeik szerint az Ibis, a HeinesVII, az Albrecht, a Solitar, az Ohio, a Toronto, a Yindos, a Zenith és a Kronjuvel őszi búzafajták, a tönkölybúzák közül pedig a Ceralion, a Hercule és a Schwabekorn mindkét izolátummal szemben rezisztensek voltak. A szerzők javasolták e fajták rezisztencia forrásként történő felhasználását a búzanemesítési programokban.

Wicki és munkatársai (1999) *in vitro* teszteléssel vizsgálták a búza genotípusok *Phaeosphaeria (Stagonospora) nodorum*mal szembeni rezisztenciáját. Pozitív korrelációt állapítottak meg a kalász fertőzöttsége és a zigóta, illetve a szem ellenállóképessége között. Vizsgálataikat a kórokozóból kivont extraktummal végezték, de ekkor még nem azonosították a gomba által termelt toxinokat.

Fried és Meister (1987) őszi búza, valamint Gál és Oettler (2003) őszi tritikálé zászlós levél és kalász fertőzöttség vizsgálatainak eredménye szerint additív gének játszanak szerepet az ellenállóság kialakulásában.

A fiatal- és a felnőttkori rezisztencia összefüggéséről eltérő eredmények jelentek meg a szakirodalomban. Több szerző a fiatalkori és a felnőttkori ellenállóság között szoros korrelációt állapított meg (Krupinsky és mtsai 1972, Eyal és Scharen 1977, Feng és mtsai 2004, Engle és mtsai 2006b, Bockus és mtsai 2007). Rufty és munkatársai (1981) is szoros összefüggést figyelt meg a fiatal és a felnőttkori ellenállóság között, vizsgálataikban az őszi típusok ellenállóbbak voltak a *Septoria nodorum*mal szemben a tavaszi búza típusoknál. Gilbert és Tekauz (1993) kísérleteiben a durum búza genotípusok jobb ellenállóságúak voltak, mint a kenyérbúzák, azonban fiatal korban erősebb *Septoria nodorum* fertőzöttséget figyeltek meg, mint a zászlós levélen, felnőttkorban. Feng és munkatársai (2004) genetikai vizsgálatának eredménye szerint a Hadden és a Red Chief-ben található fiatalkori rezisztencia gén felnőttkorban is manifesztálódik. Shankar és munkatársai (2008) azonban semmilyen korrelációt nem találtak a fiatal- és a felnőttkori rezisztencia, illetve a kalász ellenállósága között a *Phaeosphaeria nodorum*mal szemben.

Engle és munkatársai (2006b) szerint a természetes körülmények közötti eredményeket minden esetben össze kell vetni mesterségesen fertőzött, vagy üvegházban végzett inokulációs kísérletekkel, hogy a természetes körülmények között a fertőzöttséget befolyásoló egyéb kórokozók hatásait kiszűrjék. Doktori értekezésében ugyanazon levélfoltról több kórokozót is izolált (Engle 2005).

Több szerző a fiatalkori üvegházi tesztek számos előnye közé sorolja, hogy rövid idő alatt nagyszámú genotípus, nemesítési törzs tesztelhető kontrollált körülmények között (Evans és mtsai 1999, Feng és mtsai 2004). További előnye, hogy egy bizonyos kórokozóval szembeni rezisztencia tesztelésére alkalmas.

A szántóföldön jelenlévő több kórokozó között kompetíció léphet fel (Engle és mtsai 2006a). Ez a hatás két eltérő tünetet okozó kórokozónál nem jelent problémát (Al-Naimi és mtsai 2005), azonban a búza levél- és pelyvalevél foltossága kórképe alapján nehezen különíthető el más *Septoria* fajokétól és a *Drechslera tritici-repentis*étől (Bathal és mtsai 2003, Engle és mtsai 2006a, Csösz 2007).

Hazánkban a búza levélfoltosságával kapcsolatos kutatásokkal 90-es évekig a nemzetközi szakirodalomhoz képest kevesebb eredménnyel találkozhattunk. A legtöbb közlemény természetes fertőzési körülmények közötti megfigyeléseken alapult, amelyekben a kórokozó megjelenéséről (Békési 2005, Füzi 2005, Ficsor és

Rátainé 2008), kártételéről és a növényvédő szerek kísérleti eredményekről számoltak be a szerzők (Kepes és Tóthné 1975, Sótonyi és Kiss 1975, Balogh és mtsai 1991, Rátainé és Pecze 1997, Füzi 1998, Rátainé 1999, Farkas 2000). A századforduló óta egyre több információ áll rendelkezésre a fajták ellenállóságáról természetes és mesterséges fertőzési körülmények között (Csósz és mtsai 2003, Csósz 2004, Hertelendy és mtsai 2004, Hertelendy és Birtáné 2005, Ágoston és Pepó 2005, Csósz 2006, Németh és mtsai 2006, Janda és mtsai 2008).

Hazai adatok szerint a fajták között létezik fogékonyságbeli különbség, de a köztermesztésben lévő fajták ellenállósága kevésbé ismert. Bakonyi és munkatársai (1992, 1993) szegedi és martonvásári búza genotípusok ellenállóságát vizsgálták leválasztott levél-inokulációs kísérletben. Eredményeik szerint a sporulációs intenzitás alapján a *Bipolaris sorokiniana*val és a *Drechslera tritici-repentisszel* szemben az Alföld, az Adriana, a Martonvásári 15, a Martonvásári 23 és a Martonvásári 16 búzafajtákat tartották jó ellenállóságúaknak. A leveleket a kórokozó burgonya-dextróz agaron felszaporított inokulum korongjaival fertőzték. Később Csósz és munkatársai (2003) és Csósz (2004) hazai búza genotípusok *Pyrenophora tritici-repentisszel* szembeni ellenállóságát vizsgálták természetes körülmények között és mesterségesen fertőzött kísérletekben. Eredményeik szerint a GK Holló és a GK Margit fiatal és felnőtt növénykorban is ellenálló volt a kórokozóval szemben. A GK Selyemdur durum búzafajta felnőttkorban ellenállóságot, fiatalkorban azonban fogékonyságot mutatott. A GK Marcalnál azonban fiatalkorban figyeltek meg ellenállóságot, míg felnőttkorban a fajta fogékony volt.

A magyar búzafajták között több szerző fogékonyságbeli különbséget állapított meg természetes eredetű *Septoria* spp. fertőződés esetén is (Augusztá és mtsai 1987, Follárdt és Barkó 1994), valamint megerősítették a kórokozó vetőmaggal történő átvitelére vonatkozó korábbi megfigyeléseket (Augusztá és mtsai 1987).

A járványok elkerülése érdekében hatékony és gazdaságos védekezésre van szükség, melynek elengedhetetlen feltétele a tünetek pontos ismerete, a betegség minél korábbi felismerése, a kórokozó azonosítása és a természetű növényfajta rezisztenciájának ismerete. A vad- és a rokon fajokban található rezisztencia gének védelmet nyújtanak ugyan kórokozókkal szemben, azonban agronómiai- és beltartalmi tulajdonságaikban jelentősen eltérnek a természetű fajtákétól, amit csak hosszadalmas visszakeresztelési programmal lehetne a hazai elvárásoknak megfelelően módosítani. Az új rezisztenciaforrások azonosítása, illetve jó ellenállóságú nemesítési törzsek gyors, hatékony szelekciója hozzájárulhat a közeljövőben jó agronómia tulajdonságokkal rendelkező és több betegséggel szemben is ellenálló búzafajták előállításához.

## **2.9. *Pyrenophora tritici-repentis* és a búza gazda-parazita kapcsolata**

### **2.9.1. Nekrózissal szembeni rezisztencia**

A kórokozóval szembeni fogékonyságot, valamint a nekrózis toxin iránti érzékenységet ugyanaz a domináns gén kódolja, a nagy kiterjedésű klorózis kialakulását pedig egy másik, az előzőtől független gén kontrollálja (Lamari és Bernier 1989c, 1991).

Az elmúlt években a *tsn* előtaggal jelzett recesszív rezisztencia géneket átnevezték, így ezek a gének a *tsr* előtagot kapták (McIntosh és mtsai 2008). Az irodalmi áttekintésben az eredeti cikkekben jelölt nomenklatúrát használtuk.

Faris és munkatársai (1996) a toleranciáért felelős lókusztól 5.7 és 16 cM (centimorgan) távolságra egy RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism



,restrikciós fragmentumhossz polimorfizmus)markert azonosítottak. Aneuploid analízissel meghatározták, hogy a *tsn1*-esként elnevezett rezisztencia gén az 5B kromoszóma hosszú karján található. Stock és munkatársai (1996) is az 5B kromoszóma hosszú karján azonosították a *tsn1* rezisztencia gént, a Chinese Spring (rezisztens) és a Kenya Farmer (fogékony) búzafajták keresztezéséből előállított F<sub>3</sub> családok vizsgálatával.

Singh és Hughes (2004) szintén a *tsn1* gént azonosították, őszi és tavaszi búza genotípusokat vizsgálva. Megállapították, hogy a rezisztencia gén nincs kapcsolatban a vernalizációs igényt meghatározó génnel. Eredményeik szerint a *tsn1* rezisztencia gén határozza meg a rezisztenciát az 1-es és 2-es rassz által okozott nektrózissal szemben és jelenléte kimutatható a tavaszi és az őszi típusokban egyaránt.

Anderson és munkatársai (1999) a fogékonyág genetikai hátterét vizsgálták rezisztens keresztezési populációt, durum búza F<sub>2</sub> populációt, valamint Chinese Spring aneuploid-, szubsztitúciós- és deléciós törzseit alkalmazva. A tesztkeresztezésekből származó valamennyi utód ellenálló volt, ami azt bizonyította, hogy ugyanaz a gén van jelen a genotípusokban. Az ellenállóságért felelős gént szintén az 5B kromoszóma hosszú karjára térképezték a durum búza populációban, RFLP markereket használva. A Chinese Spring genetikai háttérben a fogékony genotípusokból származó 5B kromoszóma fogékonyágot eredményezett. Ennek következtében szerzők szerint az ellenállóságot nem önmagában a gén biztosítja, hanem inkább az érzékenységet felelős gén hiánya és egy feltételezett jelátviteli mechanizmus (szignál kaszkád rendszer), ahol a toxin kötődéséhez szükséges receptor hiánya okozhatja az ellenállóságot a gazda szervezetben.

Friesen és munkatársai (2003) a gazdanövény toxin iránti érzékenységének szerepét vizsgálták a betegség kialakulásában. Feltételezték, hogy az érzékenységet egy domináns gén kontrollálja. Eredményeik alapján arra a megállapításra jutottak, hogy több gén jelenléte befolyásolja a betegségre adott reakciót. Kísérleteikben a toxin iránti érzékenység hatással volt a betegség kifejlődésére. Több olyan genotípust azonosítottak, amelyek érzékenyek voltak a toxinnal szemben, de ellenállóak a gombával szemben. Olyan kombináció azonban nem fordult elő a vizsgált törzsekben, amely a toxinnal szemben ellenálló, de a gombával szemben fogékony lett volna.

Singh és munkatársai (2006) *Triticum turgidum* No. 283 (rezisztens) és Coulter (fogékony) durum búza genotípusok keresztezéséből származó rekombináns beltenyésztett törzseket vizsgálva azonosított egy új rezisztencia gént. A 3B kromoszóma hosszú karján lokalizálódó *tsn2*-es rezisztencia gén a kórokozó 3-as rasszával szemben biztosított ellenállóságot. A kísérletben alkalmazott SSR marker mindössze 2,1 cM távolságra volt a rezisztencia géntől, így a szerzők szerint e marker jól alkalmazható markerszelekcióra a durum búzanemesítési programokban. Ugyanezen a kromoszóma karon Tadesse és munkatársai (2008) szintén a 3-as rasszal szemben azonosítottak egy rezisztencia gént búzában, melyet ideiglenesen *TsrHar*-nak neveztek el. A szerzők – noha az új gén ugyanott lokalizálódott, mint a *tsn2* - valószínűleg tartották, hogy a *TsrHar* nem azonos *tsn2*-es (*Tsr2*) génnel, mivel a korábbi irodalmi adatok szerint (Effertz és mtsai 2002) az Etiópiából származó közönséges búzákról és általában a hexaploid búzáról még nem izolálták a 3-as rasszt. A feltételezést alátámasztotta az a tény is, hogy a 3-as rassz eddigi ismeretek szerint (Singh és mtsai 2006) nem okozott nektrózist *aestivum* búzán, csak durum búzán.

Tadesse és munkatársai (2006a) monoszómás analízissel határozták meg a kórokozó 1-es rasszával szemben hatékony *tsn3*-as rezisztencia gén kromoszómális elhelyezkedését, ami a 3D kromoszómán lokalizálódott.

Később a szerzők (Tadesse és mtsai 2007) szintetikus búza genotípusokat felhasználva SSR (simple sequence repeat = egyszerű szekvencia ismétlődés, mikroszatellit) markerek segítségével három új rezisztencia gént azonosítottak, a *tsn3a*-t, a *Tsn3b*-t és a *tsn3c*-t, melyek az Xgwm2a mikroszatellit lokusz körül csoportosultak és a 3D kromoszóma rövid karján lokalizálódtak. A szerzők hasznosnak tartották több marker használatát a D genom finom térképezéséhez, hogy hatékonyan körülhatárolható legyen az a genomi régió, mely tartalmazza a *tsn3* gént.

Szintén Tadesse és munkatársai (2006b) azonosították a *tsn4* gént a Salamouni tavaszi búzafajtában a 3A kromoszómán, ami ellenállóságot biztosít a kórokozó 1-es és 5-ös rasszával szemben. A későbbiekben (Tadesse és mtsai 2010) ugyanezt a gént a Red Chief őszi búzában is azonosították a 3A kromoszómán, majd SSR markerekkel végzett vizsgálataikban ugyancsak a gwm2a markerrel határoztak meg szoros kapcsoltságot. A marker validálásához 34 búza genotípust használtak. Eredményeik szerint a *tsr4* (*tsn4*) gén esetében ez a marker 130 bp-nyi (bp= bázispár) nagyságú termék volt a Red Chief és a Dashen fajtákban. Ugyanezt a primert használva egy 120 bp-nyi terméket is megfigyeltek 11 genotípusban. Korábbi kísérleteikben (Tadesse és mtsai 2007) ugyanezt a markert a *tsr3* (*tsn3*) génnél is azonosították, így feltételezésük szerint a két gén között homeológia lehet. Vizsgálataik alapján a gwm2a marker alkalmas lehet MAS (Marker Assisted Selection= markerszelekció) programokban mindkét gén nyomon követésére.

Singh és munkatársai (2008a) 98 rekombináns beltenyésztett törzs populációjának vizsgálatával azonosították a *tsn5* gént a 3B kromoszóma hosszú karján, ami a kórokozó 3-as és 5-ös rasszával szemben biztosított rezisztenciát. További vizsgálatok eredménye szerint a *tsn5* 8,3 cM távolságra volt a *tsn2*-es géntől, ami 3-as rassz által okozott nekrozis elleni rezisztenciát kódolta. A szerzők alkalmasnak találták a mindkét rezisztencia génhez közel elhelyezkedő molekuláris marker felhasználását markerszelekcióban. A markerszelekcióval végzett gén piramidálás jelentőségét is kiemelték.

Singh és munkatársai (2008b) a WH542-ből (rezisztens) és a HD29 (mérsékelten fogékony) keresztezéséből származó törzsek ellenállóságát vizsgálták a kórokozó 1-es rasszával szemben. Egyszerű intervallum térképezéssel 5 kromoszómán figyeltek meg összefüggéseket a rezisztenciával, azonban összetett intervallum térképezéssel csak kettő, a 3AS és az 5BL kromoszómakaron elhelyezkedő QTL volt szignifikáns hatású. A 3A kromoszóma rövid karján lévő QTL (Quantitative Trait Locus) a fenotípusos variancia 23%-át, az 5B hosszú karján lévő pedig 27%-át magyarázta. Utóbbi QTL valószínűleg a *tsn1*-es rezisztencia gén, amit már korábban is leírtak. A 3A kromoszómán azonban e módszerrel egy új QTL-t azonosítottak. A szerzők szerint a kísérlet során vizsgált mikroszatellit markerek alkalmasak markerszelekcióra a sárga levélfoltosság elleni rezisztencia javítására irányuló nemesítésben.

## 2.9.2. Klórózissal szembeni rezisztencia

Faris és munkatársai (1997) vizsgálataikban RFLP analízissel több, klórózissal szembeni ellenállóságot biztosító gén jelenlétét mutatták ki. Ezek közül a legjelentősebbet az 1A kromoszóma rövid karján, egy kevésbé jelentősnek bizonyulót a 4A kromoszóma hosszú karján azonosították. Vizsgálataikban megállapították, hogy az 1A kromoszóma rövid és a 2D hosszú karján lokalizálódó gének között kölcsönhatás van, ami szintén szerepet játszik a klórózissal szembeni rezisztencia kialakulásában. A vizsgált lokuszok együttesen a Pti2-es (1-es rassz) izolátummal szembeni rezisztenciában kimutatható fenotípusos variancia 49%-át magyarázták. Az 1B és a 3B kromoszóma hosszú karján lévő régiók a nagy kiterjedésű klórózissal

szembeni rezisztenciával szignifikáns összefüggést mutattak. A szerzők alkalmasnak találták a lokuszok felhasználását a marker szelekciókban.

A klorózist indukáló faktorról szemben az 1A kromoszóma rövid karján Effertz és munkatársai (2001) RFLP analízissel azonosítottak egy QTL-t, ami az 1-es és a 3-as rasszal szemben biztosítja a rezisztenciát fiatal- és felnőtt növénykorban egyaránt. A többtényezős regressziós modell alapján a QTsc.ndsu-1A QTL a rezisztencia fenotípusos varianciájának felnőttkorban 49 %-át, fiatal növény korban pedig 47-64%-át magyarázta a vizsgált izolátumokkal szemben. Későbbi kutatásuk eredményeként (Effertz és mtsai 2002) az 1A kromoszóma rövid karján, 5,7 cM távolságra a klórózissal szembeni ellenállóságért felelős lokusztól a Gli1 RFLP markert azonosították, továbbá leírták az 1-es rassz által termelt Ptr ToxC elnevezésű klorózist indukáló toxint.

Singh és Hughes (2006) vizsgálataik alapján hasonló eredményre jutottak, a kórokozó 1-es és 3-as rassza által termelt klorózis toxinnal szembeni ellenállóságért felelős gént az 1A kromoszóma rövid karján azonosították. Az általuk vizsgált keresztezési populációk utódjainak szegregációja alapján egyetlen domináns gén kódolta a rezisztenciát.

Friesen és Faris (2004) molekuláris markerekkel a kórokozó 5-ös rasszával szembeni ellenállóság genetikai hátterét vizsgálták (izolátumok: DW5 és DW7). Egyszerű lineáris regresszió analízist és intervallum regressziós térképezést alkalmazva négy genomi régiót azonosítottak, ami rezisztenciát biztosított a kórokozóval szemben. A legnagyobb hatású faktor a *tsc2* volt, a 2B kromoszóma rövid karjának disztális részén. Ez a gén a fenotípusos variancia 69%-át magyarázta. Emellett több kisebb jelentőségű QTL jelenlétét (2BL, 2AS, 4AL) figyelték meg. A többtényezős regresszió analízis során a 2B kromoszóma hosszú karján lévő QTL továbbra is szignifikáns volt, a másik QTL pedig feltételezhetően kapcsolatban állt a *tsc2*-vel. A 4A kromoszóma hosszú karján található QTL (*Xksu916oxo*) amellett, hogy a Ptr ToxB-vel szembeni rezisztenciát kódoló *tsc2*-vel együtt a teljes fenotípusos variancia 73%-át magyarázta a kísérletben, az árpából származó oxalát-oxidáz gént is kódolja. Ez a gén más kórokozók ellen is hatékony védelmet nyújt. A szerzők szerint ezek a QTL-ek jól alkalmazhatók visszakeresztezéses nemesítési programokban, aminek segítségével több kórokozó ellen egyszerre lehetne biztosítani a rezisztenciát.

Faris és Friesen (2005) később nem rasszspecifikus QTL-eket azonosítottak az 1B kromoszóma rövid és a 3B kromoszóma hosszú karján, ami rezisztenciát biztosított a kórokozó 1, 2, 3 és 5-ös rassza ellen. Kísérleteikben az egyes kromoszóma karokon térképezett QTL-ek a fenotípusos variancia 13-29%-át, illetve 13-41%-át magyarázták. A kórokozó által termelt Ptr ToxA toxin a vizsgált populáció esetében nem volt szignifikáns faktor a betegség kialakulásában.

## **2.10. *Phaeosphaeria nodorum* és a búza gazda-parazita kapcsolata**

Az irodalmi adatok szerint a *Phaeosphaeria nodorum* és a búza gazdanövény-parazita kapcsolatra „inverz gén-génnel szembeni” modell alkalmazható (Friesen és mtsai 2006, Abeysekara és mtsai 2009, Chu és mtsai 2010). Napjainkig több, fogékonyságért felelős QTL-t azonosítottak (Liu és mtsai 2004b, Friesen és mtsai 2006, 2007, 2008).

Liu és munkatársai (2004b) vizsgálatainak eredménye alapján az Sn2000 izolátumból azonosított SnTox1 toxinnal szembeni érzékenységet az *Snn1* gén kódolja, ami az 1B kromoszóma rövid karjának disztális régióján lokalizálódik. A szerzők által meghatározott QTL régió 4,7 cM távolságra volt a fogékonyságért felelős géntől, ami kísérleteikben domináns volt. Friesen és munkatársai (2006) által azonosított SnToxA

toxinnal szembeni fogékonyságért felelős gén ugyanúgy, mint a *Pyrenophora tritici-repentis*-nél ez esetben is 5B kromoszóma hosszú karján lokalizálódott és 68 (Friesen és mtsai 2006) illetve 77%-át (Liu és mtsai 2006) magyarázta a fenotípusos varianciának. A szerzők szerint a gén által kódolt fehérje és a toxin kompatibilis kapcsolata igen fontos szerepet játszik a *Phaeosphaeria nodorum* által okozott betegség kialakulásában.

Az SnTox2 toxinnal szembeni érzékenységet egyetlen domináns gén kódolja (*Snn2*), ami a 2D kromoszóma rövid karján lokalizálódik (Friesen és mtsai 2007). A szerzők kísérleteiben az *Snn1* és az *Snn2* gén együttes hatása a fenotípusos variancia 65%-át magyarázta. Az SnTox3 nekrozist okozó toxinnal szembeni fogékonyságot az 5B kromoszóma rövid karján található a domináns *Snn3* gén kódolja. Friesen és munkatársai (2008) később megállapították, hogy az SnTox2 epiztatikus hatású az SnTox3 génre. Eredményeik szerint az SnTox2 hatása erősebb volt, mint az SnTox3-é. Mindkét toxint tartalmazó izolátummal való fertőzéskor csak azoknál a genotípusoknál tapasztaltak erősebb fertőzöttséget, amelyek az *snn2* rezisztencia gént hordozták, így az *Snn3* fogékonyságért felelős gén hatása érvényesülhetett. A szerzők ebben a kísérletben is igazolták a *Tsn1*-ToxA és az *Snn2*-SnTox2 kompatibilis kapcsolat additív hatását.

Későbbi vizsgálatokban (Chu és mtsai 2010) megállapították, hogy a *Tsn1* (*Pyrenophora tritici-repentis* fogékonyságért felelős gén)-ToxA (ezt termeli a *Phaeosphaeria nodorum* is) és az *Snn1*-SnTox1 kölcsönhatás szintén additív a kompatibilis gazdanövény-parazita kapcsolatban. A mutáns ToxA használatával a *Tsn1*-ToxA kölcsönhatás megszűnt, a genotípusok fertőzöttsége csökkent. Mindkét toxin eliminálásával nagyfokú rezisztenciát figyeltek meg. Eredményeik igazolták az inverz „gén-génnel szemben” elméletet, illetve, hogy betegség kialakulását nagyrészt több toxin és a gazdanövény kölcsönhatása befolyásolta.

Az SnTox4-gyel szembeni fogékonyságot Abeyssekera és munkatársai (2009) azonosították svájci őszi búzafajták, az Arina és a Forno keresztezésével előállított beltenyésztett törzsek vizsgálatával. Az *Snn4*-néven meghatározott domináns fogékonyságért felelős gén az 1A kromoszóma rövid karján lokalizálódott. A populációban azonosított QTL a fenotípusos variancia 41%-át magyarázta fiatal korban. Adataik szerint az *Snn4*-SnTox4 kölcsönhatás szintén fontos szerepet játszott a betegség kifejlődésében.

Zhang és munkatársai (2009) két, fogékonyságért felelős génnel (*Tsn1*, *Snn2*) kapcsolt SSR markert írtak le és validáltak, melyek MAS nemesítési programokban alkalmasak a toxinra érzékeny növény egyedek azonosítására.

A *Phaeosphaeria nodorum*mal szembeni ellenállósággal kapcsolatban végzett vizsgálatok eredménye szerint a monogén öröklődés (Kleijer et al. 1977, Ma and Hughes 1995, Murphy et al. 2000, Shingh és mtsai 2007) mellett, a rezisztenciával kapcsolt QTL-eket is azonosítottak (Liu és mtsai 2004a, Gonzalez- Hernandez és mtsai 2009).

Kleier és munkatársai (1977) Atlas66 és Chinese Spring monoszómás törzseit keresztezték. Az F<sub>2</sub> nemzedék vizsgálatát követően megállapították, hogy a *Septoria nodorum*mal szemben az Atlas66-ban egy, az 1B kromoszómán elhelyezkedő domináns gén kódolja a rezisztenciát. A többi monoszómás F<sub>2</sub> nemzedékben nem volt kimutatható a 3:1-es hasadási arány, ezért a szerzők feltételezték, hogy a Chinese Spring tartalmazhat egyéb olyan géneket, amelyek módosíthatják az Atlas66-ban levő domináns gén expresszióját. Ma és Hughes (1995) *Triticum timopheevi*-ből származó rezisztens durum törzsek F<sub>1</sub> és F<sub>2</sub> nemzedékét vizsgálva a 3A kromoszómán határozták meg az ideiglenesen *SnbTM*-nek nevezett rezisztencia gént, ami ellenállóságot biztosított a kórokozóval szemben. Murphy és munkatársai (2000)

szintén monogénes rezisztenciát figyeltek meg *Aegilops tauschii*ből származó F<sub>3</sub> törzsekben. Eredményeik szerint ezek rezisztenciaforrásként felhasználhatóak a búzanevelési programokban. Cao és munkatársai (2001) az *SnbTM* rezisztencia génhez kapcsolt RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) markereket (UBC521, RC37) azonosítottak a géntől 15 és 13,1 cM távolságra. A UBC521 szekvenciája alapján SCAR (Sequence-Characterized Amplified Region) markert hoztak létre. A szerzők szerint ez volt az első ilyen típusú marker, amit durum búzában azonosítottak a kórokozóval szembeni rezisztencia gén kimutatására. Singh és munkatársai (2007) Langdon durum búza és *Triticum dicoccoides* keresztezésével létrehozott diszómás szubsztitúciós törzsek fiatalkori ellenállóságának genetika hátterét vizsgálták a *Pyrenophora tritici-repentis* 1-es, 3-as és 5-ös rasszával, valamint *Phaeosphaeria nodorum* Sn2000 izolátumával szemben. A szubsztitúciós törzsek fenotípusos reakciója alapján, a *Pyrenophora tritici-repentis*szel szembeni rezisztencia a 3B és az 5B, az *Phaeosphaeria nodorum*mal szembeni ellenállóság az 5B kromoszómákon lokalizálódott. Liu és munkatársai (2004a) QTL analízissel elemezték a *Phaeosphaeria nodorum*mal szembeni fiatalkori ellenállóságot, a genotípusokat több időpontban felvételezve. Eredményeik szerint a toxinnal szembeni ellenállóságért felelős, az 1B kromoszóma rövid karján található nagyhatású QTL a fertőzés korai szakaszában (5 nap) a teljes variancia 58%-át magyarázta, majd ez az érték a 7. nap után 48%-ra csökkent, a 10. napon pedig már mindössze 27% volt. A molekuláris adatok elemzése során több kihatású QTL-t is azonosítottak a 3AS, 3DL, 4AL, 4BL, 5DL, 6AL és a 7BL kromoszómakarokon. Noha minden értékelési időpontban szignifikáns hatásuk volt ezeknek a QTL-eknek, a szerzők a legjelentősebb hatást a 7. napon figyelték meg, ezért a rezisztencia vizsgálatok optimális hosszát 5-7 napban határozták meg. Arseniuk és munkatársai (2004) a rezisztencia egyes komponenseivel összefüggő QTL-eket azonosítottak az Alba őszi búzafajtából származó DH (doubled haploid) utódok vizsgálatával. A QTL analízis eredményei szerint a 6A kromoszóma hosszú karján található (*QSn1.ihar-6A*) QTL a levélfelület borítottság esetén a variancia 36%-át, az inkubációs periódus hosszát vizsgálva pedig 14%-át magyarázta fenotípusos varianciának. A látens periódus hosszával kapcsolatban nem mutattak ki szignifikáns QTL hatást. Gonzalez-Hernandez és munkatársai (2009) a Langdon durum búzafajta genetikai hátterében tovább vizsgálták a *Phaeosphaeria nodorum*mal szembeni rezisztenciával kapcsolt kromoszóma régiókat az 5B kromoszómán. Ezeket korábban Singh és munkatársai (2007) határozták meg ebben a populációban. A QTL elemzés eredményei szerint az 5B kromoszóma a fenotípusos variancia 37,6%-át magyarázta. Az azonosított QTL 8,8 cM távolságra volt a *Pyrenophora tritici-repentis* 1-es és 2-es rasszával szembeni ellenállóságot kódoló *tsn1* rezisztencia géntől.

### **2.11. DArT markerek alkalmazása a *Pyrenophora tritici-repentis*szel és a *Phaeosphaeria nodorum* mal szembeni rezisztencia genetikai hátterének meghatározására**

A rezisztencia genetikai hátterének tanulmányozására létrehozott térképezési populációk genetikai markerekkel történő vizsgálata hosszadalmas és költséges folyamat. A közelmúltban azonban több molekuláris vizsgálatokkal foglalkozó cég (Triticarte, Keygene) szolgáltatásként egész genomra kiterjedő vizsgálatokat nyújt, igen rövid idő alatt (3 hónap), alacsony fajlagos költséggel.

A DArT (Diversity Arrays Technology) (Akbari és mtsai 2006) módszer az egész genomra kiterjedő, előzetes szekvencia információk nélküli vizsgálat hibridizációs technika alkalmazásával.

A DArT technológia első lépéseként a megfelelő minőségű DNS-t előkészítik a DArT vizsgálathoz, oly módon, hogy gyakran vágó restrikciós enzimek kombinációival emésztik, majd speciális fragmenseket kapcsolnak hozzájuk, ezeket felszaporítják és könyvtárakba klónozzák. A fragmensekből két típusú üveg array készül. Az egyikben a konstans fragmensek találhatók, amiket a vizsgálandó DNS-ekből készítettek, a másikon a „genotyping array”-n, az úgynevezett DArT markerek találhatók, mindkét array-n lévő DNS-t fluoreszcens festékekkel jelölték. Hibridizálást követően a megfelelő fragementumok egyedi mintázatát pontozzák, a fluoreszcens jel megléte (1), vagy hiánya (0) alapján.

A *Pyrenophora tritici-repentisszel* szembeni ellenállóság vizsgálatára először Singh és munkatársai (2010b) alkalmaztak DArT markereket. Kísérleteikben rekombináns beltenyésztett törzseket fertőztek a kórokozó 2-es és 5-ös rasszával. QTL analízissel két recesszív rezisztencia gént azonosítottak 2300 DArT típusú marker felhasználásával. Ezek egyike az 5B kromoszóma hosszú karján található, a már korábban leírt *Tsr1* volt, míg a másikat, a *Tsr6*-os új rezisztencia gént a 2B kromoszóma rövid karjára térképezték. Az új rezisztencia gén a vizsgált populációban ellenállóságot biztosított az 5-ös rassz által termelt toxinnal és magával a kórokozóval szemben is. A *wPt-3049 (Tsr1)* és *wPt-0289 (Tsr6)* markerrel azonosított lokuszok 2,9 és 4,6 cM távolságra voltak a rezisztencia génektől.

A *Phaeosphaeria nodorummal* szembeni ellenállósággal kapcsolatos kromoszóma régiók azonosítására Shankar és munkatársai (2008) használtak fel először DArT markereket. A DArT markerek mellett SSR (simple sequence repeat = egyszerű szekvencia ismétlődés, mikroszatellit) és EST (expressed sequence tags = expresszált szekvencia szakasz) markereket is alkalmaztak a genetikai vizsgálatokban. Kísérleteikben 208 DH utódot vizsgálva a fiatal- és felnőttkori, illetve a zászlós levél és kalász ellenállósága között nem mutattak ki szignifikáns korrelációt. Eredményeik szerint ezek a tulajdonságok egymástól független öröklődést mutattak. A QTL analízis során a fiatalkori ellenállósággal kapcsolatban a 2D, 4D és az 5B kromoszómán figyeltek meg szignifikáns QTL hatást. A zászlós levél ellenállóságával a 2D kromoszóma hosszú karján, a kalász ellenállóságával kapcsolatos rezisztenciának pedig a 4B kromoszóma hosszú karján azonosított QTL-ek a fenotípusos variancia 4-19%-át magyarázták.

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

#### 3.1. Anyagok

##### 3.1. 1. Növény anyag

A csíranövénykori mesterséges fertőzési módszer kialakítását célzó kísérletekben 20 búza genotípus [10 martonvásári nemesítésű-, 8 ismert rezisztenciájú- egy osztrák táj- (Erik) és egy régi magyar fajta (Bánkúti1201)] *Pyrenophora tritici-repentis* (a továbbiakban *P. tritici-repentis*) ellenállóságának vizsgálatát kezdtük meg üvegházi körülmények között a 2003. és a 2004. évben. A további üvegházi és szántóföldi kísérletekben évente 48-130 genotípus [ismert rezisztenciájú (1. táblázat), martonvásári nemesítésű fajta, szegedi nemesítésű (Melléklet, M1. táblázat), régi magyar búzafajta, és nemesítési törzs] *P. tritici-repentis* és *Phaeosphaeria nodorum* (a továbbiakban *P. nodorum*) ellenállóságát teszteltük mesterséges és természetes fertőzési körülmények között a 2007-től 2010-ig terjedő időszakban.

**1. táblázat. Kísérleteinkben szereplő ismert rezisztenciájú búza genotípusok**

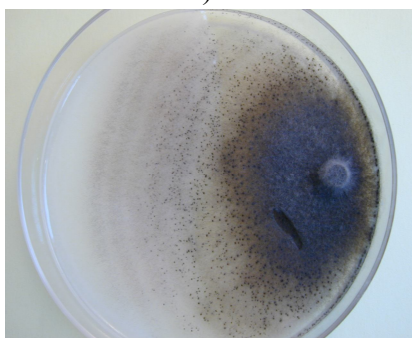
Ismert rezisztenciájú genotípusok	Ploid-szint	Származás	Jellemzés	Irodalmi forrás
6B365	6X	Kanada	PTR (1-es rassz) fogékony	Lamari és Bernier 1989b
Alcedo	6X	Német Demokratikus Köztársaság	PTR: fogékony	Csósz és mtsai 2009
Atlas66	6X	USA	PN, PTR : rezisztens	Rees és Platz 1990
Bánkúti 1201	6X	Magyarország	kiváló beltartalmi érték	Vida és mtsai 1998
Bezostaja-1	6X	Szovjetunió	Lr34 rezisztencia gén	McIntosh és mtsai 1995
Coulter	4X	Kanada	PTR: fogékony	Strelkov és mtsai 2002, Lamari és mtsai 2003
Disponent	6X	Német Szövetségi Köztársaság	PN, PTR : rezisztens	Rees és Platz 1990
Frontana	6X	Dél-Amerika	kalászfuzárium ellenálló	Büerstmayr és mtsai 1996
Glenlea	6X	Kanada	PTR (1-es rassz) fogékony	Lamari és Bernier 1989a
Katepwa	6X	Kanada	PTR (1-es rassz) fogékony	Lamari és Bernier 1989a
Kavkaz	6X	Szovjetunió	PTR: rezisztens	Riede és mtsai 1996
M-3 (W7976 )	6X	CIMMYT	PTR :rezisztens	Riede és mtsai 1996, Ali és Francl 2001
ND495	6X	USA	PTR (1-es rassz) fogékony	Ali és Francl 2001
Salamouni	6X	Libanon	PTR (1-es rassz) rezisztens; PN: rezisztens	Lamari és Bernier 1989a, Ali és Adhikari 2008
TAM 107	6X	USA	lisztharmat ellenálló	Porter és mtsai 1987
Veranopolis	6X	Brazília	Stb2 rezisztencia gén	Adhikari és mtsai 2004
Wattines	6X	Franciaország	PN: fogékony	Walther 1990

Megjegyzés: PTR=*Pyrenophora tritici-repentis*, PN= *Phaeosphaeria nodorum*, Lr34= levélrozsda rezisztencia gén, Stb2= *Septoria tritici* (ivaros alak: *Mycosphaerella graminicola*) rezisztencia gén.

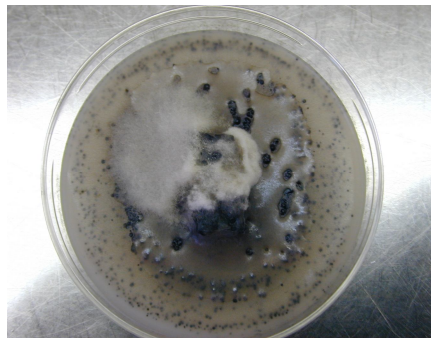
A kísérletek eredménye alapján kiválasztottuk a *P. tritici-repentis* szemben ellenálló M-3 törzset, valamint a fogékony Glenlea búzafajtát és e búza genotípusokat kereszteztük. A keresztezési kombinációból SSD (Single seed descent= egymagutód) módszerrel térképező populációt hoztunk létre. A módszert az F<sub>5</sub> generáció eléréséig alkalmaztuk. E populáció egyedeiből, valamint a szülő fajtákból izolált DNS minták képezték a *P. tritici-repentis* szembeni ellenállóság genetikai hátterének molekuláris szintű tanulmányozására felhasznált anyagot. A szülők és a populáció törzseinek fenotípusos vizsgálatát fiatal korban üvegházi körülmények között a *P. tritici-repentis* Pti2-es izolátumával (1-es rassz) végeztük el.

### 3.1.2. Kórokozó izolátumok

A *P. tritici-repentis* rezisztencia tanulmányozását célzó üvegházi kísérleteinkben a kórokozó két különböző rasszába tartozó izolátumát alkalmaztuk (Pti2→ 1-es rassz, DW5→ 5-ös rassz).



8. ábra. A *Pyrenophora tritici-repentis* Pti2-es izolátuma 1/4PDA/V8 táptalajon



9. ábra. A *Pyrenophora tritici-repentis* DW5-ös izolátuma V8PDA táptalajon

E két izolátumot Shaukat Ali (North Dakota State University, Fargo, ND, USA) bocsátotta rendelkezésünkre. A Pti2-es izolátum (8. ábra) *Triticum aestivum*-ról Dél-Dakotából (USA) származik. A búza genotípusokon nekrozist és kiterjedt klorózist okoz. A DW5-ös izolátumot (9. ábra) durum búzáról gyűjtötték Észak-Dakotában, 1998-ban. Ez az izolátum csak kiterjedt klorózist indukál a búza genotípusokon (Ali és Francl 2001).

A búzáról származó *P. nodorum* izolátum keveréket (10. ábra) Dr. H. Walther állította elő (Grübach, Németország) (Gál és Oettler 2003).



10. ábra. A *Phaeosphaeria nodorum* izolátum keverék SNA táptalajon



## 3.2. Módszerek

### 3.2.1. Búza genotípusok fiatalkori *P. tritici-repentis* és *P. nodorum* ellenállóságának vizsgálata üvegházi körülmények között

A kísérleteket az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet üvegházaiban végeztük, ahol martonvásári nemesítésű búzafajtákból és törzsekből, szegedi nemesítésű búzafajtákból, valamint az Ali és Franci (2001) által közölt tesztszortiment genotípusaiból fajtánként 20-20 szemet vetettünk, kettő ismétlésben 15 cm átmérőjű 2:1 arányú virágföld - homok keveréket tartalmazó tenyészedényekbe. A csíranövényeket 22, illetve 18 °C-on (nappal, illetve éjszaka), 16 órás nappalhosszon neveltük.

#### 3.2.1.1. *P. tritici-repentis* fertőzőanyag előállítása, mesterséges fertőzés és értékelés

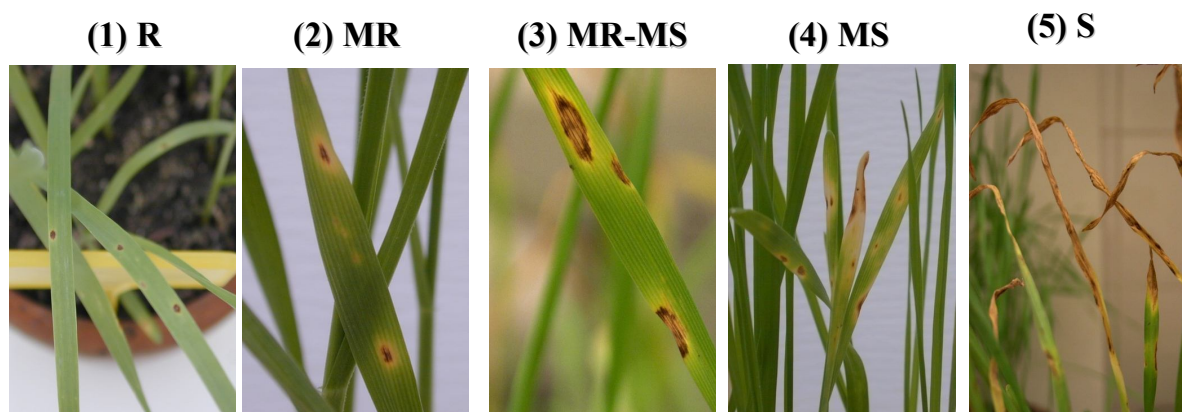
Raymond és munkatársai (1985) módszere alapján az egyes izolátumokból származó beszárított micéliumcsomót helyeztünk ferdített ¼ PDA/V8 táptalajt tartalmazó (150 ml zöldséglé (V8 juice), 10 g burgonya dextróz agar (PDA), 3 g CaCO<sub>3</sub>, 10 g agar, 850 ml desztillált víz) Petri-csésze ¼ PDA külső részére. A fertőző anyagot 21°C-on folyamatos fluoreszcens fényt alkalmazva addig inkubáltuk, amíg a gomba telepe el nem érte a táptalaj V8-at tartalmazó részét. Ezt követően a fertőző anyagot tovább inkubáltuk 12 órás fény és 12 órás sötét ciklusban 24 órán keresztül. E fázist követően a Petri csészéket 20 ml desztillált vízzel megtöltve a konídiumokat leszedtük. Fénymikroszkóp alatt Bürker-kamra segítségével beállítottuk az 5000 konídium/ml spóraszámot. A későbbi fertőzéseknél áttértünk Lamari és Bernier (1989a) által leírt inokulum előállítási módszerre, amely alapján a táptalaj egyszerűbben előállítható.

A fertőzőanyagot szuszpenzió formájában a növények 2 leveles állapotában, permetezéssel juttattuk a levélfelületre. A fertőzés sikerességét a növények 48 órán keresztül tartó polietilén zacskós takarásával segítettük (11. ábra), ezután párasító berendezéssel, a kórokozó fejlődéséhez optimális 80-90%-os páratartalmat biztosítottunk.



11. ábra. Polietilén zacskóval takart fertőzött növények

A vizsgált genotípusokat a fertőzést követő 7. naptól értékeltük a levélfelület százalékos borítottsága és a léziótípusok (12. ábra, 2. táblázat) alapján a Lamari és Bernier (1989a) által kidolgozott 1-től 5-ig terjedő skálát alkalmazva.

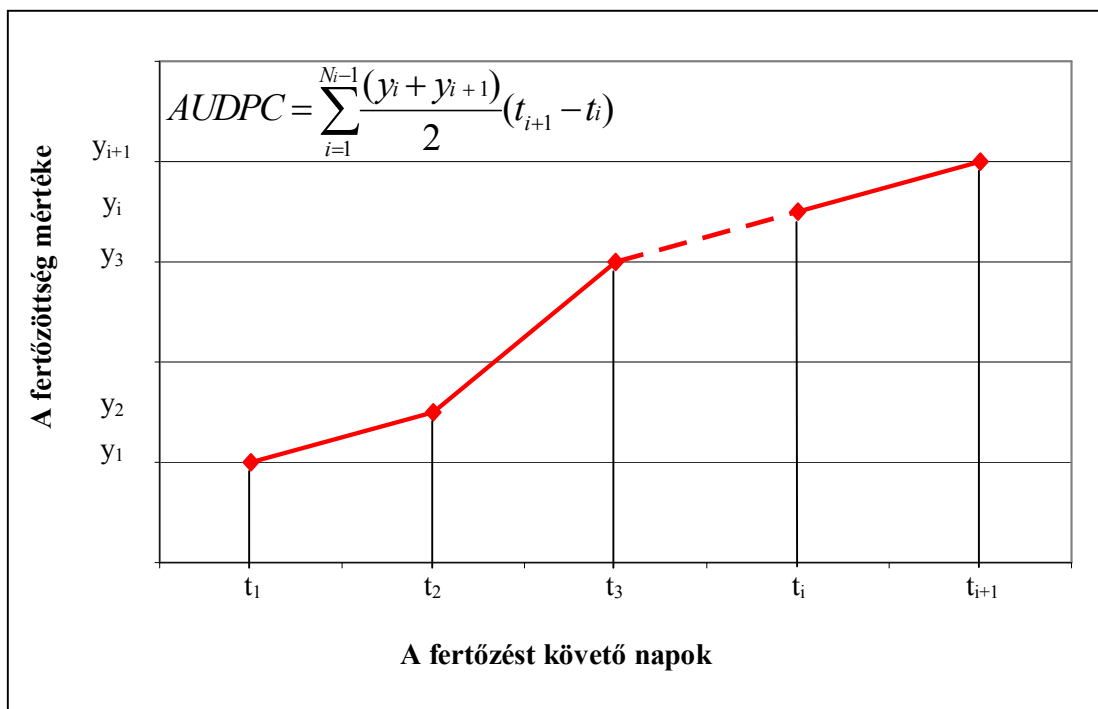


12. ábra. A léziótípusok alapján kidolgozott *Pyrenophora tritici-repentis* értékelési skála

2. táblázat *Pyrenophora tritici-repentis* fertőzés léziótípusa alapján kidolgozott értékelési skála fokozatai (Lamari és Bernier 1989a nyomán)

Léziótípus skála	Rezisztencia típus	Tünetek
1	R	Apró, sötétbarna pontok, klorotikus, vagy nekrotikus gyűrű nélkül (rezisztens)
2	MR	Apró, sötétbarna foltok, klorotikus, vagy nekrotikus gyűrűvel (mérsékelt rezisztens)
3	MR-MS	Apró, barna foltok, különböző nagyságú klorotikus, illetve nekrotikus gyűrűvel, a kialakult léziók még nem egyesültek (mérsékelt rezisztens-től-mérsékelt fogékonyig)
4	MS	Sötétbarna foltok, az ezeket körülvevő nekrotikus, illetve klorotikus gyűrűk zöme egybeolvadt, (mérsékelt fogékony)
5	S	Az egybeolvadt léziók zónákat alkotnak. Az infekciós pont legtöbb esetben nem, vagy csak alig látszik, (fogékony)

A különböző időpontokban megállapított léziótípus értékekből betegség előrehaladási görbe alatti területet (AUDPC: Area under disease progress curve; Shaner és Finney 1977; 13. ábra) számítottunk. Ezzel a módszerrel a járványok időbeni lefutása ábrázolható, és a betegség térbeli növekedése vagy intenzitásának változása látható az idő függvényében. A módszer alkalmas két járvány jellemzőinek összehasonlítására is. A görbe alatti terület pontosan mérhető, ez alapján a mennyiségi változás jól meghatározható (Jeger és Viljanen-Rollinson 2001), emellett a görbe alatti területből bizonyos minőségi jellemzőkre is lehet következtetni (Virányi 1998).



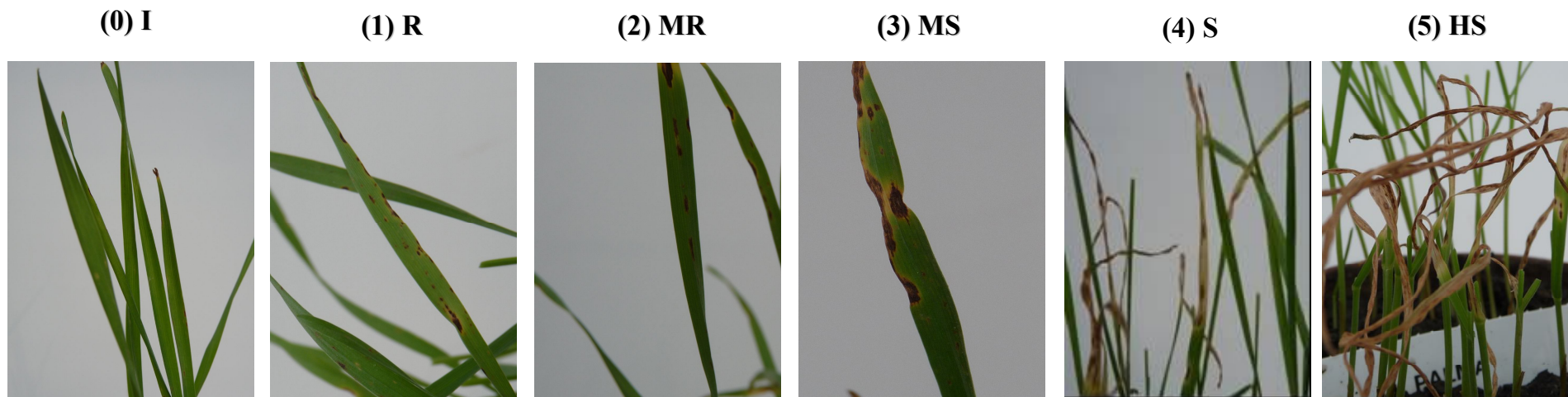
13. ábra. Betegség előrehaladási görbe alatti területet (AUDPC) grafikus ábrázolása és számítási képlete (Shaner és Finney 1977)

### 3.2.1.2. *P. nodorum* fertőzőanyag előállítása, mesterséges fertőzés és értékelés

A fertőzőanyag előállításakor fertőzött búzaszemeket felületi fertőtlenítés után SNA (Spezieller Nährstoffarmer Agar) táptalajra (1g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 1g KNO<sub>3</sub>, 0,26g MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 0,5g KCl, 0,22g glükóz, 0,2g szacharóz, 18g agar 1000ml desztillált vízre kiegészítve, pH=5,5; Nirenberg 1976) helyeztünk, és két hétig közeli UV fény alatt 16°C hőmérsékleten tartottunk. Két hét után friss SNA-ra oltottuk a kórokozó nyálkakacsait, hogy az esetleges, nem kívánatos fertőzések elkerüljünk. Újabb két hét elteltével autoklávban sterilizált búzaszemeket tartalmazó lombikba oltottuk a táptalajról lemosott piknokonídiumokat. A lombikokat néhány napig szobahőmérsékleten tartottuk, majd a sporuláció indukálásához a lombikokat újabb két hétre hidegkamrába (+4°C) tettük. A búzaszemekről az ott képződött konídiumokat lemosva Bürker-kamrás számlálást követően beállítottuk a fertőzéshez szükséges spóraszámot (10<sup>6</sup> piknokonídium/ml). A fertőzőanyaghoz pár csepp Tween20 detergenst adtunk (Gál és Oettler, 2003). A vizsgált búza genotípusokat a *P. tritici-repentis*-nél leírtak szerint fertőztük (3.2.1.1. fejezet). A növényeket a fertőzést követő 7. naptól értékeltük a levélfelület boritottsága és a *P. nodorum* által okozott léziótípusok szerint, 0-tól 5-ig terjedő skálát alkalmazva (3. táblázat, 14. ábra; Liu és mtsai 2004a). A több időpontban megállapított levélfelület boritottsági és léziótípus értékekből meghatároztuk az AUDPC és a relatív AUDPC (RAUDPC; 4. táblázat) értéket (Jenkins és Jones 2003). Utóbbi úgy számítható ki, hogy a kísérlet legfertőzöttebb egyede AUDPC értékével osztjuk a többi genotípus AUDPC értékét.

**3. táblázat. A *Phaeosphaeria nodorum* fertőzés léziótípusa alapján kialakított értékelési skála fokozatai (Liu és mtsai 2004a nyomán)**

<b>Léziótípus érték</b>	<b>Rezisztencia típus</b>	<b>Tünetek</b>
0	HR	Tünetmentes, nagyon rezisztens
1	R	Néhány apró behatolási pont az azt körülvevő léziókkal, vagy apró barna pontok (rezisztens)
2	MR	Apró, sötétbarna pontok és az azokat körülvevő csekély mértékű nekrozis vagy klorózis (mérsékelt rezisztens)
3	MS	Sötét foltok, amelyeket teljesen körülvettek 2-3 mm nagyságú klorotikus, illetve nekrotikus léziók (mérsékelt fogékony)
4	S	Nagy, sötétbarna foltok (4 mm vagy ennél nagyobbak) az őket körülvevő nekrotikus, illetve klorotikus gyűrűk némelyike egybeolvadt (fogékony)
5	HS	Nagyméretű, egybeolvadt léziók, a zöld levélfelület nem, vagy alig látható (nagyon fogékony)



14. ábra *Phaeosphaeria nodorum* értékelési skála (léziótípusok)

4. táblázat. Rezisztencia típus besorolás a relatív betegség előrehaladási görbe alatti terület alapján (RAUDPC) (Jenkins és Jones 2003)

RAUDPC érték	Rezisztencia típus
0,00 - 0,25	Rezisztens
0,25 - 0,50	Mérsékelten rezisztens
0,50 - 0,75	Mérsékelten fogékony
0,75 - 1,00	Fogékony

### **3.2.2. Búza genotípusok felnőttkori *P. tritici-repentis* és *P. nodorum* ellenállóságának vizsgálata szántóföldi körülmények között**

Szántóföldi körülmények között 10 martonvásári nemesítésű búzafajta, 12 ismert rezisztenciájú genotípus és egy régi magyar búzafajta *P. tritici-repentis* és *P. nodorum* ellenállóságát vizsgáltuk mesterségesen fertőzött, illetve fungiciddel (200 g/l azoxistrobin és 80 g/l ciprokonazol) védett (Zadoks skála szerinti 47-49 és 51-59 fejlettségi stádiumban kezelve; Zadoks és mtsai 1974) több ismétléses kísérletben 2007. és 2010. közötti időszakban. A genotípusokból 3 ismétlésben 2-2 sort vetettünk 2 méter hosszú parcellákba 15 cm-es sor- és 4 cm-es tőtávolsággal.

#### **3.2.2.1. *P. tritici-repentis* (anamorf: *Drechslera tritici-repentis*) fertőzőanyag előállítása, mesterséges fertőzés**

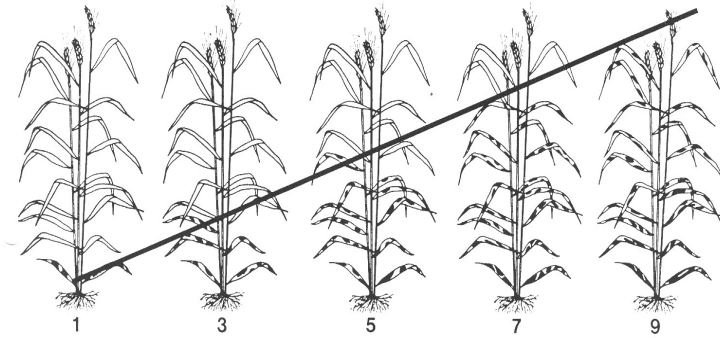
A szántóföldi fertőzőanyag előállításakor és a fertőzéskor Raymond és munkatársai (1985) módszerét alkalmaztuk néhány módosítást követően. A V8PDA táptalajon előállított konídium szuszpenzióval 1 literes Erlenmeyer lombikokban előzetesen autoklávozással sterilizált búzaszemeket fertőztünk. A fertőzés után a fertőzőanyagot szobahőmérsékleten tartottuk, amíg a gomba micéliuma beszötte a búzaszemeket. E fázis elérését követően a fertőzőanyagot tartalmazó lombikokat hidegkamrába, (+4°C) helyeztük. A hidegkezelés serkentette a pszeudotéciumok, aszkuszok képződését. Az inokulumot kora tavasszal szórtuk ki a kísérleti területre. A tenyészidőszak során még két alkalommal (Zadoks skála szerinti 47-49 és 51-59 fejlettségi állapotban) fertőztünk konídium szuszpenzióval, amelyhez a konídiumokat szintén V8PDA táptalajon állítottunk elő. Bürker-kamrás számlálást követően beállítottuk a fertőzéshez szükséges konídiumszámot (5000 konídium/ml).

#### **3.2.2.2. *P. nodorum* (anamorf: *Stagonospora nodorum*) fertőzőanyag előállítása, mesterséges fertőzés**

A *P. nodorum* fertőzőanyag előállítást az üvegházi vizsgálatoknál leírt módszer alapján végeztük (3.2.1.2. fejezet). Tavasszal, szintén két alkalommal (Zadoks skála szerinti 47-49. fejlettségi állapotban) fertőztük a zászlóslevelet ( $3-4 \times 10^6$  konídium/ml), majd a fajták kalászosodásához igazodva a kalászt is, a búzaszemekről lemosott  $10^6$  konídium/ml töménységű piknokonídium szuszpenzióval.

#### **3.2.2.3. Búza genotípusok *P. tritici-repentis* és *P. nodorum* fertőzöttségének értékelése szántóföldön**

A vizsgált genotípusokat több időpontban felvételeztük. A 2007. évben a levélbetegségek intenzitásának meghatározására nemzetközi szinten használt skála (Saari és Prescott 1975; 15. ábra) alapján értékeltük a genotípusok fertőzöttségét.



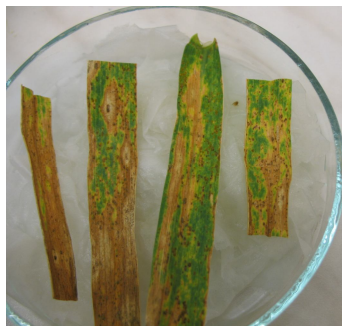
**15. ábra. A levélfoltosság felvételezés során használt Saari-Prescott skála (Saari és Prescott 1975 nyomán)**

A 2008. évtől kezdődően mind a vizsgált fajták számát mind az értékelési módszert bővítettük. További 23 martonvásári és 5 szegedi nemesítésű fajta tesztelését kezdtük meg provokációs tenyészkerben. A Saari-Prescott (1975) skála mellett felvételeztük az egész növény- és a zászlós levél felületi borítottságát. A *P. nodorum* esetében a kalász százalékos borítottságát is értékeltük a kalász fertőzöttsége alapján. A több időpontban kapott adatokból AUDPC (Shaner és Finney 1977) értéket számítottunk.

### **3.2.3. Búza genotípusok természetes levélfoltosság fertőzöttségének értékelése szántóföldön**

A nekrotróf kórokozókkal a búzaneselési tenyészkerekben nem fertőztünk, azonban e területeken a kétéves vetésciklus és a váltóterület közelsége miatt a köztermesztésben megszokottnál nagyobb a kórokozó fertőzési nyomása. A búzatörzsek levélfoltossággal szembeni rezisztenciáját több termőhelyen (Martonvásár és László-pusztá, Levélrozsdá- és Fuzárium provokációs tenyészker) felvételeztük. A levélfoltosság kórképét több módszerrel is értékeltük: 1.) felvételeztük a teljes növényfelület borítottságát, 2.) a zászlós levél felületének borítottságát és 3.) a Saari-Prescott skála alapján.

A 2010. évben lehetőségünk nyílt a levélfoltosság kórokozóinak részletesebb tanulmányozására. A vizsgált termőhelyekről kísérleti parcellánként 2-3 levélmintát gyűjtöttünk. A leveleket nedveskamrába helyeztük (16. ábra), majd 1-3 napig 12 óra fény/12 óra sötét ciklusban szobahőmérsékleten indukáltuk a kórokozók konídium képződését. Ezután a levélmintákon előforduló kórokozókat sztereo- és átvilágító fénymikroszkóppal határoztuk meg.



**16. ábra. A nemesítési tenyészkerből gyűjtött levélminták nedveskamrában. Martonvásár, 2010**

### **3.2.4. Búza genotípusok malom- és sütőipari minőségének változása a *P. tritici-repentis* és *P. nodorum* fertőzés hatására**

Szántóföldi körülmények között fertőzött és fungiciddal védett búza genotípusokból érés után ismétlésenként háromszor 10 kalászt arattunk le. A cséplést követően a technológiai minőség vizsgáló laboratóriumban a szemeket Perten SKCS 4100, majd Perten 2100 laboratóriumi kalapácsos darálóval készített teljes őrleményt Percon Inframatic 8611 NIR készülékkel és Perten 1400-as esésszám-mérővel vizsgáltuk.

A Perten Single Kernel Characterisation System (SKCS) 4100 az 1990-es években kifejlesztett készülék 300 szem vizsgálata alapján számított keménységi értékkel (Hardness Index) és -osztállyal jellemzi a genotípusokat. A keménységi értéken kívül a készülék méri a szemek átmérőjét, tömegét és nedvesség tartalmát. Az SKCS készülékkel a szennyeződéseitől megtisztított, de szemméret alapján nem szelektált mintákat vizsgáltuk (Vida és Bedő 1999). Meghatároztuk a kontroll és a mesterségesen fertőzött kezelésekből származó minták ezerszemtömegét (g), a szemek átmérőjét (mm) és keménységét (HI).

Szintén az 1990-es évekre tehető a NIR technológia elterjedése hazánkban. A közeli infravörös fényvisszaverődés mérésén alapuló módszereket, jó kalibráció esetén megfelelő pontossága, egyszerű, gyors használata, kis mintamennyiség igénye miatt javasolják (Vida és Bedő 1999). Vizsgálatainkban a készülékkel a minták fehérje- és nedvessikér-tartalmát (%), valamint Zeleny értékét (a búzalisztből meghatározott feltételek mellett tejsavas oldatban kialakuló üledék térfogata milliliterben kifejezve) mértük.

A Perten 1400-as esésszám-mérővel a keményítő amilolites állapotát vizsgáltuk. Az esésszám a minta amiláz aktivitásától és a szubsztrátumként szereplő keményítő tulajdonságaitól függő komplex jellemző (Perten 1964). A mérés lényege: a minta nedvességtartalmától függően adott mennyiségű lisztet, vagy teljes őrleményt szuszpendálunk vízben, majd forró vízfürdőben (+100°C), gyorsan elcsirizesítjük a szuszpenziót, és a csirizben egy meghatározott geometriájú test (keverő viszkoziméter) süllyedési idejének hosszát mérjük. A kis esésszám nagy enzimaktivásra, a túlzottan nagy esésszám a minta enzimszegény állapotára utal. Az MSZ 6383:1998 szabvány előírása alapján a legrosszabb minőségi kategóriába sorolt gabonaminta esésszámának is meg kell haladnia a 220-as értéket.

### **3.2.5. A *P. tritici-repentis* 1-es rasszával szembeni ellenállóság genetikai hátterének vizsgálata**

#### **3.2.5.1. DNS izolálás**

A *P. tritici-repentis*szel szemben fiatal korban ellenálló M-3 és a fogékony Glenlea búzafajta keresztezésével térképező populációt hoztunk létre a sárga levélfoltosság ellenállóság genetikai hátterének vizsgálatához. A szülőkből és a populáció egyedeiből (245 db növény) a vetést követő 14. napon 110 mg levélmintát gyűjtöttünk be növényenként. A mintákból genomiális DNS-t izoláltunk. (Qiagen DNeasy<sup>®</sup> Plant Mini kit). A DNS koncentrációt NanoDrop 1000 spektrofotométerrel (NanoDrop Technologies Inc., Wilmington, DE, USA) határoztuk meg. A DNS-minták fragmentáltságát 1%-os agaróz gélen ellenőriztük.



### 3.2.5.2. Molekuláris marker analízis

#### 3.2.5.2.1. DArT (Diversity Arrays Technology) markerekezés

A DNS koncentráció meghatározása után a szülők és az utópopuláció törzseinek mintáit 50 ng/μl koncentrációra hígítottuk, majd 50 μl-t DArT marker analízis (Akbari és mtsai 2006) céljából a Triticarte cégnek elküldtük (Triticarte Pty. Ltd. Canberra, Ausztrália; <http://www.triticarte.com.au>). A 245 rekombináns törzset és ezek szüleit összesen 979 binomiális domináns markerrel vizsgálták. A markereket 'wPt' előtaggal jelölték, ahol a **w** a búzát, **P** a *Pst*I –et (az elsődleges restrikciós enzim), a **t** a *Taq*I-et (másodlagos restrikciós enzim) jelölte.

#### 3.2.5.2.2. Mikroszatellit markerekezés

Kísérleteinkben 84 db M13-mal jelölt (Schuelke 2000) mikroszatellit (SSR) primert (Röder és mtsai 1998) használtunk a szülők közötti polimorfizmus azonosítására. Kizárólag a két szülő közötti különbség kimutatására alkalmas primerekkel vizsgáltuk a teljes populációt (5. táblázat).

**5. táblázat. Az M-3 és Glenlea szülők közötti polimorfizmus kimutatására alkalmas SSR markerek**

Marker típus	Primer		Jelölés	Méret nagyság (bp)	Kapcsolódási hőmérséklet (°C) [Röder és mtsai 1998]	Kromoszóma [Röder és mtsai 1998]
SSR	GWM	G2	M13	130	50	3A
SSR	GWM	G2	M13	265	50	3D
SSR	GWM	G181	M13	155	50	3B
SSR	GWM	G233	M13	250	50	7A
SSR	GWM	G272	M13	140	50	5D
SSR	GWM	G154	M13	110	55	5A
SSR	GWM	G174	M13	220	55	5D
SSR	GWM	G249	M13	150	55	2D
SSR	GWM	G251	M13	110	55	4B
SSR	GWM	G261	M13	170	55	2D
SSR	GWM	G299	M13	210	55	3B
SSR	GWM	G314	M13	174	55	3D
SSR	GWM	G497	M13	147	55	1A
SSR	GWM	G165	M13	190	60	4A
SSR	GWM	G165	M13	260	60	4B
SSR	GWM	G186	M13	120	60	5A
SSR	GWM	G190	M13	200	60	5D
SSR	GWM	G257	M13	190	60	2B
SSR	GWM	G389	M13	120	60	3B
SSR	GWM	G400	M13	145	60	7B
SSR	GWM	G413	M13	90	60	1B
SSR	GWM	G533	M13	316	60	3B
SSR	GWM	G533	M13	120	60	3B
SSR	GWM	G539	M13	145	60	2D

Megjegyzés: bp= bázispár

A PCR reakciót mintánként 10 µl reakcióelegyben állítottuk össze. A reakcióelegy a következő anyagokat tartalmazta: 5,02 µl steril MilliQ víz, 2 µl 5x Mg-nélküli PCR puffer, 0,6 µl 25 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,08 µl 25 mM dNTP mix, 0,09 µl 20 µM M13, 0,1 µl 20 µM R-primer, 0,01 µl 20 µM F-primer, 0,1 µl 5U/µl Taq DNS polimeráz enzim (GoTaq®), 2 µl 20 ng/µl templát DNS.

A PCR reakciókat GeneAmp PCR System9700 (Applied Biosystem, Foster City, CA, USA) készüléken végeztük. A reakciók a következő ciklusokból álltak: 3 perc 94 °C-on történő DNS denaturációt követően 10 „touch down PCR” ciklust futattunk le, amelynek során a kapcsolódási hőmérséklet a kiindulási 65 °C-ról ciklusonként 1 °C-kal csökkent 55 °C-ra (a denaturációs lépés: 1 perc 94 °C-on, az extenziós lépés 1 perc 72 °C-on zajlott). Ezt egy 30 ciklusból álló PCR követte, amelynek paraméterei a következők voltak: 1 perc 94 °C-on, 1 perc 50, 55 vagy 60 °C-on (a primerpár kapcsolódási hőmérsékletétől függően, 5. táblázat) és 1 perc 72 °C-on. A reakciót egy 5 perces 72 °C-os extenziós lépés zárta le.

A reakciótermékeket hígítást és denaturálást követően 6% poliakrilamid gélen választottuk el Li-Cor 4300 DNS szekvenáló géldokumentációs rendszert (Li-Cor Inc., Lincoln, NE, USA) használva.

### 3.2.5.3. QTL analízis

A markeranalízis eredménye alapján a kapcsoltsági térképet a Joinmap 4.0 programmal (Van Ooijen 2006) készítettük el. A QTL elemzéshez a MapQTL 5.0 (Van Ooijen 2004) programot használtuk, a program intervallum térképezési módszerét alkalmazva. A QTL analízist az M-3×Glenlea F<sub>5</sub> populáció fenotípusos (léziótípusok AUDPC értékei) adatainak átlagértékeivel végeztük el, amelyet négy ismétlésből, ismétlésenként 2-4 növény átlagából számítottunk. A szignifikáns LOD (logarithm of odds treshold) értéket permutációs teszttel (Churchill és Doerge 1994) határoztuk meg, amit programba épített modul végzett el.

### 3.2.6. Eredmények statisztikai értékelése

A szántóföldi, üvegházi kísérletek és minőségi vizsgálatok adatait két- illetve töbttényezős varianciaanalízissel elemeztük. A kéttényezős elemzéshez az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetben kifejlesztett Breeder programcsomag statisztikai modulját használtuk (Kuti és mtsai 2008). A töbttényezős varianciaanalízis vizsgálatokat az MSTAT-C (Michigan State University, East Lansing, MI, USA) statisztikai programmal végeztük. A technológiai minőségi adatok diszkriminancia-analíziséhez és a QTL térképezéshez használt fenotípusos adatok eloszlásának meghatározásához az SPSS 14.0 statisztikai programot használtuk (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). A minőségi változások és szántóföldi ellenállóság, illetve a fiatalok és a felnőttkori ellenállóság közötti kapcsolat korrelációs koefficienseit a Microsoft Windows® Excel program beépített „Adatelemzés” statisztikai moduljával határoztuk meg. A kapott eredményeket Sváb (1981) által leírtak alapján értelmeztük. A rendelkezésre álló adatokat a Microsoft Windows® Excel adatkezelő programmal rendeztük a statisztikai analízishez szükséges formába.

## 4. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

### 4.1. Búza genotípusok levélfoltosságot okozó gombabetegségekkel szembeni fiatalkori ellenállóságának vizsgálata üvegházi körülmények között

A búza genotípusok levélfoltosságot okozó gombafajokkal szembeni fiatalkori ellenállóságával kapcsolatos ismeretek nemzetközi szinten is hiányosak, Magyarországon pedig korábban hasonló, célirányos vizsgálatokat még nem folytattak. A kísérletek sikeres és megbízhatóan ismételtető kivitelezéséhez ezért első lépésben a gombafajok fenntartáshoz és a fertőzőanyag felszaporításához szükséges módszereket kellett adaptálnunk, illetve kifejlesztenünk. További feladatot jelentett az üvegházi körülmények kórokozók számára kedvező optimalizálása, a megfelelő növénynevelési és fertőzési módszer kialakítása. A dolgozat terjedelmi korlátai miatt nem lehetséges valamennyi résztevékenység eredményének ismertetése. A metodikai kísérleteket sikeresen elvégeztük és az Anyag és módszer részben csak a már jól alkalmazható módszereket mutattuk be.

#### 4.1.1. A *P. tritici-repentis* két eltérő rasszába tartozó izolátumai fertőzőképességének összehasonlítása, valamint a búza genotípusok ellenállóságának változékonysága fiatal korban, üvegházi körülmények között

A megfelelő fertőzési és üvegházi kísérleti módszerek kialakítását követően a *P. tritici-repentis* kórokozó két rasszába tartozó izolátum fertőzőképességét vizsgáltuk széles genetikai bázisú fajtakörön, 17 kenyér- és 3 durum búzafajtát használva. Vizsgálatainkkal elsődleges célunk a további kísérletekben megbízhatóbban alkalmazható izolátum kiválasztása volt.

A varianciaanalízis eredményei alapján a 2003. és 2004. évi üvegházi kísérletsorozatban szignifikáns különbség meglétét igazoltuk a két izolátummal fertőzött fajták átlagos léziótípusokból számított AUDPC értékei között, valamint a vizsgált búzafajták ellenállóságában. Az évjáráthatás kísérleteinkben nem volt statisztikailag igazolható (6. táblázat).

### 6. táblázat. A többtényezős varianciaanalízis összefoglaló táblázata *Pyrenophora tritici-repentis* fiatalkori léziótípusainak AUDPC értékei alapján

Martonvásár, 2003-2004

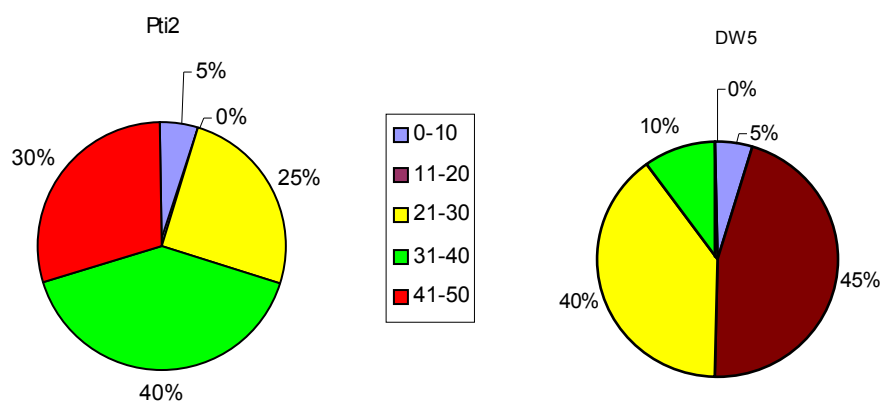
Tényező	FG	MQ
Év (É)	1	61,509
Ismétlés	2	23,597
Kórokozó (A)	1	10793,70***
É×A	1	74,817*
Genotípus (B)	19	1018,411***
É×B	19	67,154***
A×B	19	87,994***
É×A×B	19	71,953***
Hiba	158	17,106***

Megjegyzés: \*P=5%-os, \*\*\*P=0,1%-os szinten szignifikáns.

AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

Két év adatai alapján a Pti2-es izolátum a búzafajták és évjáratok átlagában szignifikánsan agresszívebbnek bizonyult (AUDPC= 33,4) a DW5-ös izolátumnál (AUDPC= 20,0) (7. táblázat). Az izolátumok közötti agresszivitásbeli különbségeket jól mutatja a különböző erősséggel fertőzött fajták százalékos megoszlása (17. ábra).

Megjegyzés: AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület



**17. ábra. A vizsgált genotípusok léziótípusainak AUDPC értékeinek megoszlása (%) a Pt2 és a DW5 izolátumok esetében fiatal korban Martonvásár, 2003-2004**

A Pt2 esetében a fajták 70%-a volt a 30-as AUDPC érték felett, míg a DW5-nél ebbe a kategóriába a vizsgált genotípusoknak mindössze 10%-a tartozott. Az utóbbi izolátumnál nem figyeltünk meg 40-es érték feletti fertőzöttséget, míg a Pt2-nél ebbe a kategóriába a vizsgált genotípusok 30%-a tartozott. (17. ábra).

**7. táblázat. Búza genotípusok *Pyrenophora tritici-repentis* két eltérő rasszba tartozó izolátumaival szemben megállapított fertőzöttsége fiatal korban léziótípusokból számított AUDPC értékei alapján Martonvásár, 2003-2004**

Genotípus/izolátumok	Pt2	DW5	Átlag
Martondur 3	47,17	29,04	38,10
Glenlea	48,29	27,04	37,67
Mv Makaróni	43,54	30,88	37,21
Mv Maxi	40,75	32,00	36,38
Bezostaja-1	43,88	28,33	36,10
TAM 107	44,33	18,92	31,63
Martonvásári 4	38,00	23,79	30,90
Mv Mambo	34,46	24,58	29,52
Mv Pálma	35,46	22,21	28,83
Erik	37,04	19,58	28,31
Wattines	34,21	21,54	27,88
Bánkúti 1201	36,33	18,67	27,50
Kavkaz	31,42	23,50	27,46
Mv Emma	33,50	14,29	23,90
Mv Magdaléna	23,08	16,13	19,60
Mv Magvas	25,00	11,88	18,44
Disponent	24,25	11,79	18,02
Mv Mezőföld	22,67	13,08	17,88
Atlas66	22,42	12,79	17,60
M-3	2,50	0,00	1,25
<b>Átlag</b>	<b>33,41</b>	<b>20,00</b>	<b>26,71</b>
SzD <sub>5%</sub> izolátumok főátlagai között		1,33	
SzD <sub>5%</sub> genotípusok főátlagai között			4,22
SzD <sub>5%</sub> bármely két kombináció között		5,97	

Megjegyzés: izolátumok: Pt2= 1-es rassz, DW5= 5-ös rassz. AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

A két év adatainak átlagértékei alapján a vizsgált búza genotípusok AUDPC értékei széles intervallumon belül változtak mindkét izolátum esetén. A Pti2-es izolátummal fertőzött növények léziótípus adataiból számított AUDPC érték 2,50 és 48,29, a DW5-tel fertőzött mintákon 0,00 és 32,00 között alakult (7. táblázat).

A kórokozó 1-es rasszával (Pti2 izolátum) szemben az átlaghoz viszonyítva statisztikailag igazoltan erősebben fertőződött a fogékony Glenlea, a Bezosztaja-1, a liztharmattal szemben ellenálló TAM 107 (Porter és mtsai 1987), az osztrák Erik (Hofbauer 1999), valamint három durum búzafajta (a Martondur 3, az Mv Maxi és az Mv Makaróni).

A rezisztens M-3, igazolva Ali és Francl (2001) vizsgálatait, szignifikánsan a legkevésbé fertőződő genotípus volt. A kórokozóval szemben Rees és Platz (1990) szerint ellenálló Atlas66 és Disponent búzafajták statisztikailag igazoltan kisebb AUDPC értékűek voltak, mint a kísérlet átlaga, de szignifikánsan különböztek a rezisztenciaforrás M-3-tól (Riede és mtsai 1996, Ali és Francl 2001). Az Mv Magdaléna, az Mv Mezőföld és az Mv Magvas görbe alatti területe (AUDPC) statisztikailag megbízhatóan nem különbözött az Atlas66 és a Disponent rezisztenciaforrások értékétől. A további ismert rezisztenciájú fajták közül a *Septoria nodorum*mal szemben fogékony Wattines (Walther 1990) statisztikailag megbízhatóan nem tért el a kísérleti átlagtól. A Riede és munkatársai (1996) adatai alapján *P. tritici-repentis*szel szemben rezisztens Kavkáz AUDPC értéke szerint átlagosan fertőződött. A többi búza genotípus AUDPC értékének átlagtól való eltérése statisztikailag nem volt bizonyítható.

Kísérleteinkkel igazoltuk Strelkov és munkatársai (2002) megfigyeléseit, miszerint a *P. tritici-repentis* 5-ös rasszával szemben az M-3 törzs tünetmentes volt, a közepesen ellenálló Glenlea az átlaghoz képest szignifikánsan erősebben fertőződött. A vizsgált genotípusok közül a kísérleti átlaghoz viszonyítva mindhárom durum búzafajta (a Martondur 3, az Mv Maxi és az Mv Makaróni), a kenyérbúzák közül a Bezosztaja-1 szignifikánsan erősebben, az Mv Magvas, a Disponent, az Mv Mezőföld, és az Atlas66, kevésbé fertőződött. Az Mv Magvas és az Mv Mezőföld szignifikánsan nem különbözött a kísérletben szereplő két rezisztenciaforrástól (Atlas66 és Disponent). A többi búza genotípus statisztikailag megbízhatóan nem tért el a kísérlet átlagától.

Az 1-es és 5-ös rassz középértékeit vizsgálva, megállapítható, hogy az átlaghoz képest, a Martondur 3, a Glenlea, az Mv Makaróni, az Mv Maxi és a Bezosztaja-1 mindkét rassz-szal szemben erősebben fertőződött. A két rezisztenciaforrás, az Atlas66 és a Disponent, valamint a tőlük statisztikailag nem különböző Mv Mezőföld, az Mv Magvas és az Mv Magdaléna a kísérlet átlagához viszonyítva szignifikánsan kisebb AUDPC értékű volt. Vizsgálatainkban a Pti2 izolátum agresszivitása a mindkét rassz-szal szemben rezisztens M-3 kivételével valamennyi fajta esetén szignifikánsan nagyobb volt, mint a DW5-é (7. táblázat).

Üvegházi kísérleteinkkel bizonyítottuk, hogy a *P. tritici-repentis* különböző rasszba tartozó izolátumainak agresszivitása eltérő. Eredményeink alapján a további kísérletekhez a búza genotípusok ellenállóképességének meghatározására alkalmasabb, nagyobb fenotípusos különbséget előidéző Pti2-es izolátumot választottuk ki.

#### **4.1.2. Búza genotípusok fiatalkori ellenállósága a *P. tritici-repentis* Pti2-es izolátumával szemben üvegházi körülmények között**

A 2003- 2004 évben végzett kísérletek eredményei alapján az ezt követő, részletes üvegházi vizsgálatokat a *P. tritici-repentis* 1-es rasszába tartozó Pti2-es izolátumával végeztük. A vizsgálatba vont genotípusok körét kibővítettük a differenciáló sor tagjaival (6B365, Katepwa, Salamouni, ND495), továbbá martonvásári nemesítésű fajtákat, fajtajelölteket és törzseket vontunk be az üvegházi kísérletekbe. A genotípusokat a léziótípus és a levélfelület

százalékos borítottsága alapján több időpontban felvételeztük, majd megállapítottuk az AUDPC értéküket.

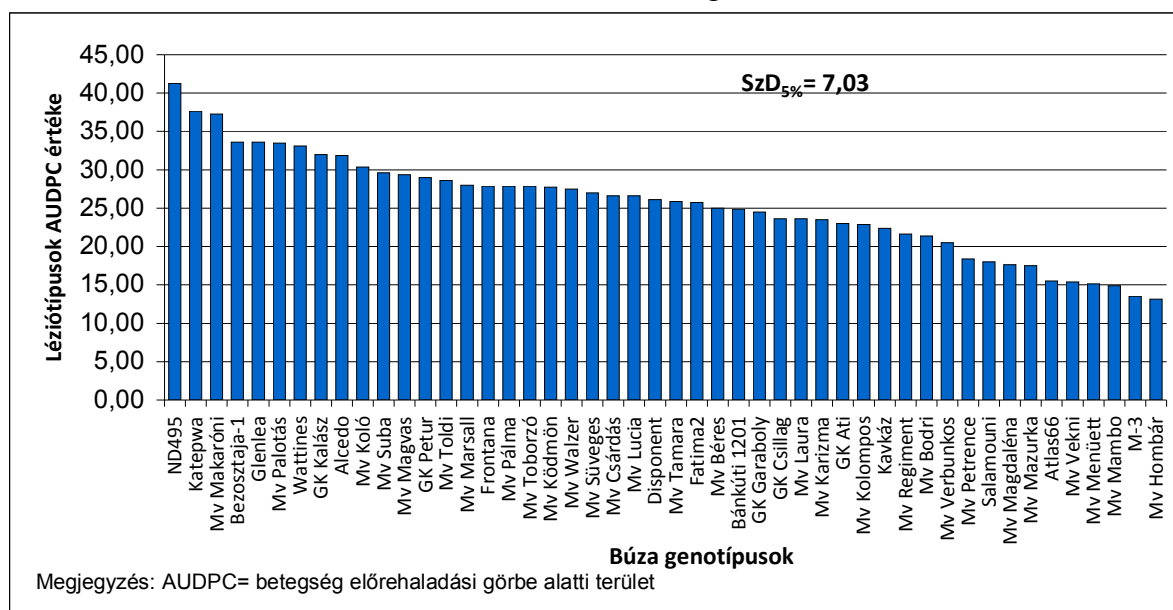
A varianciaanalízis üvegházi eredményei alapján mind a három évben vizsgált genotípusok és fajták között szignifikáns fogékonyságbeli különbséget figyeltünk meg mindkét felvételezési módszernél. Vizsgálatainkban az évjáráthatás is szignifikáns volt (8. táblázat). A 2008. és 2009. években végzett üvegházi kísérletek eredményei statisztikailag igazoltan eltértek a 2010.évben végzett kísérletekétől (Melléklet, M2. táblázat). Az eltérést valószínűleg a 2009-ben átadott új üvegház eltérő mikroklimatikus (megvilágítás erőssége, fény spektrum összetétele, új párasító rendszer) körülményei okozhatták.

**8. táblázat. Búza genotípusok fiatalkori *Pyrenophora tritici-repentis* ellenállósága a Pti2-es izolátummal szemben (Varianciaanalízis)  
Martonvásár, 2008-2010**

Tényező	FG	Léziótípus AUDPC érték (MQ)	Borítottság AUDPC érték (MQ)
Évjárat	2	2303,95***	75102,42***
Genotípus	49	261,36***	45844,97***
Hiba	149	82,01	6013,44

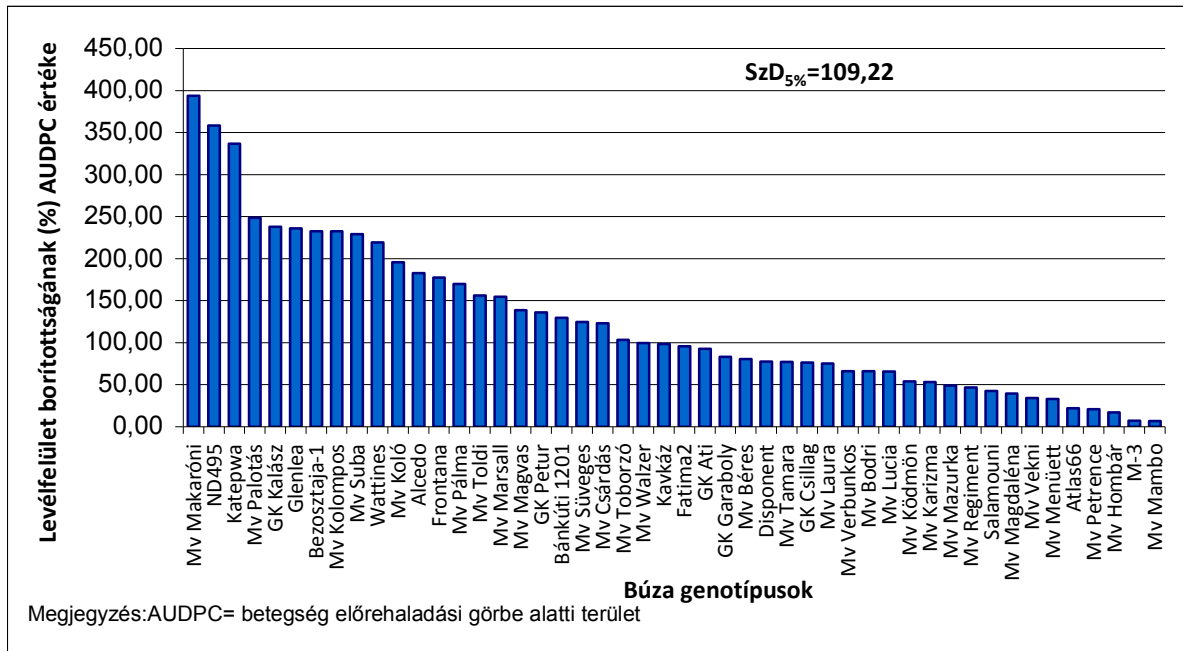
Megjegyzés: \*\*\*P=0,1%-os szinten szignifikáns, AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

A 2008. évben a léziótípus érték alapján vizsgáltuk több ismert rezisztenciájú genotípus, valamint martonvásári nemesítésű fajták és fajtajelöltek fiatalkori ellenállóságát a Pti2-es izolátummal szemben. (18. ábra). A fogékony kontroll ND495, a Katepwa, és a Glenlea búzafajták (Lamari és Bernier 1989b, Ali és Francl 2001), továbbá a Wattines (Walther 1990) az Mv Makaróni és az Mv Palotás az átlaghoz képest erősebb fertőzöttségű volt. A rezisztens kontrollokhoz – az Atlas66, az M-3 és a Salamouni genotípusokhoz (Rees és Platz 1990, Ali és Francl 2001) – hasonló ellenállóságú volt, az Mv Hombár, az Mv Mambó, az Mv Menüett, az Mv Vekni, az Mv Mazurka, az Mv Magdaléna, és az Mv Petrence.



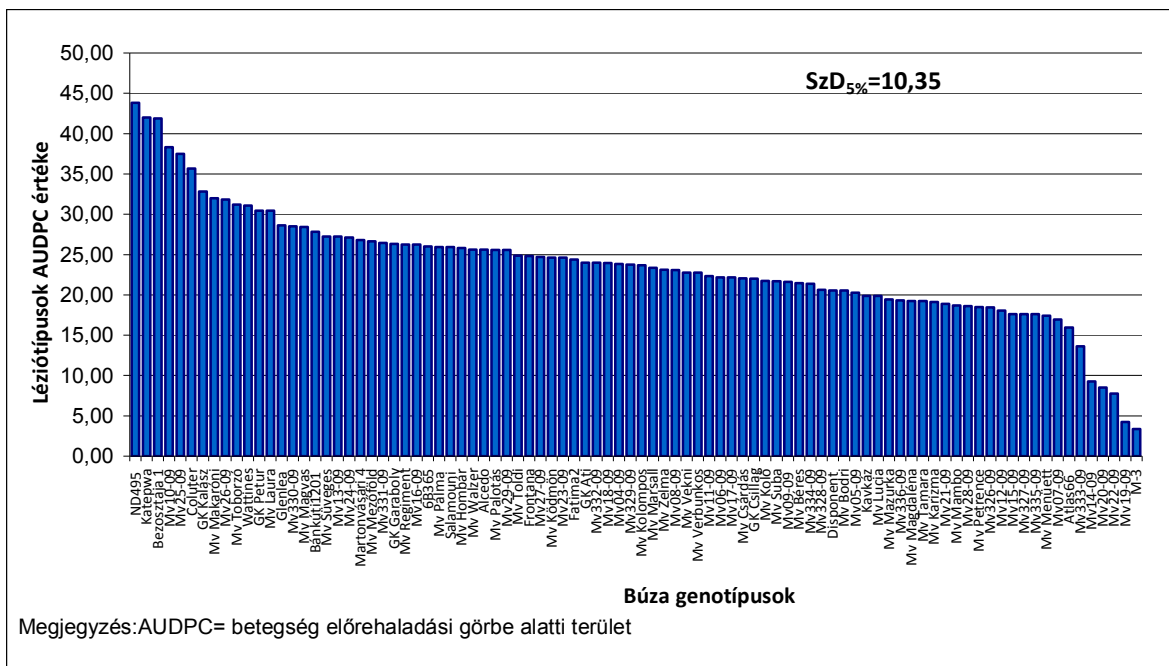
**18. ábra. Búza genotípusok fiatalkori *Pyrenophora tritici-repentis* ellenállósága a Pti2-es izolátummal szemben, léziótípusok AUDPC értékei alapján, Martonvásár, 2008**

A levélfelület százalékos borítottságának AUDPC értékeit elemezve (19. ábra), kísérleteinkben az átlaghoz viszonyítva szignifikánsan fogékonyabbnak bizonyult a három fogékony kontroll búzafajta (ND495, Katepwa, Glenlea), az Mv Makaróni, az Mv Palotás és a GK Kalász. Az Mv Mambó és az M-3 levélfelületét a kórokozó az átlaghoz képest kisebb mértékben borította.



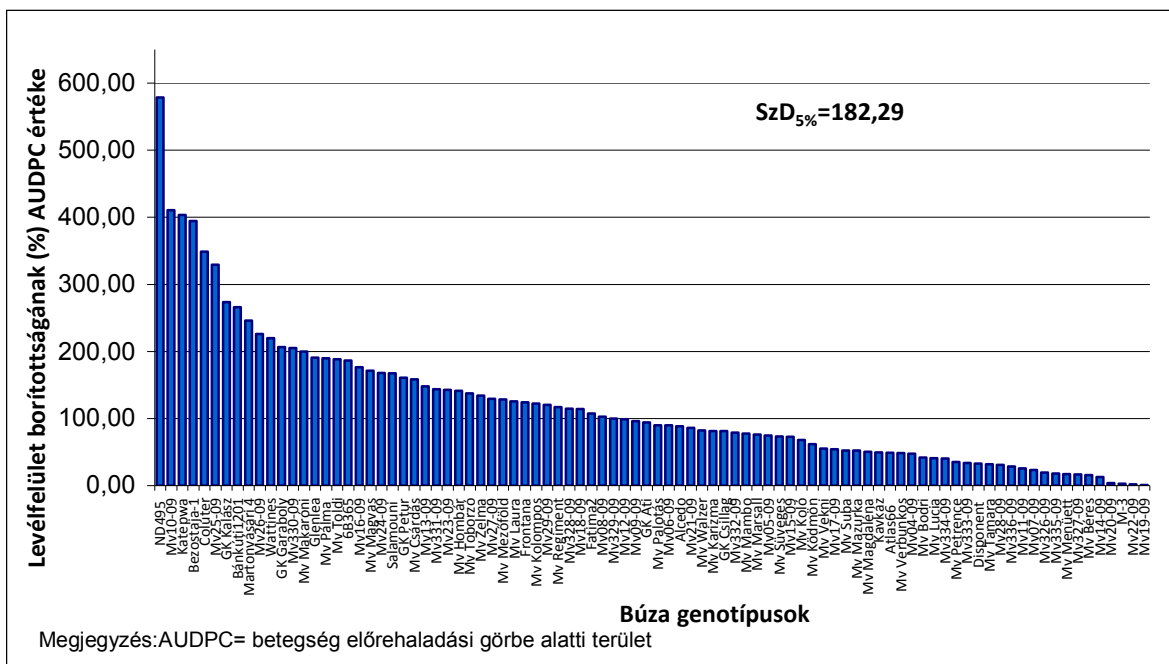
**19. ábra. Búza genotípusok fiatalkori *Pyrenophora tritici-repentis* ellenállósága a Pti2-es izolátummal szemben a levélfelület borítottságának (%) AUDPC értékei alapján, Martonvásár, 2008**

A 2009. évben a fajták és fajtajelöltek mellett vizsgáltuk a nemesítési törzsek üvegházi *P. tritici-repentis* ellenállóságát, melynek során további 44 genotípust vontunk be a vizsgálatokba. A több időpontban meghatározott léziótípusokból számított AUDPC értékek szerint (20. ábra) az ismert rezisztenciájú genotípusok, a martonvásári fajták, fajtajelöltek és nemesítési törzsek közül statisztikailag igazoltan nagyobb AUDPC értékű volt a két fogékony kontroll (ND495 és Katepwa), a Bezosztaja-1, két nemesítési törzs (Mv10-09, Mv25-09) és a szintén fogékony Coulter (Strelkov és mtsai 2002, Lamari és mtsai 2003) durum búzafajta. Vizsgálatainkban 4 törzs (Mv14-09, Mv19-09, Mv20-09, Mv22-09) az átlaghoz képest szignifikánsan kisebb AUDPC értékű volt és ellenállóságát tekintve nem különbözött a rezisztens M-3-tól.



**20. ábra. Búza genotípusok fiatalkori *Pyrenophora tritici-repentis* ellenállósága a Pti2-es izolátummal szemben, léziótípusok AUDPC értékei alapján, Martonvásár, 2009**

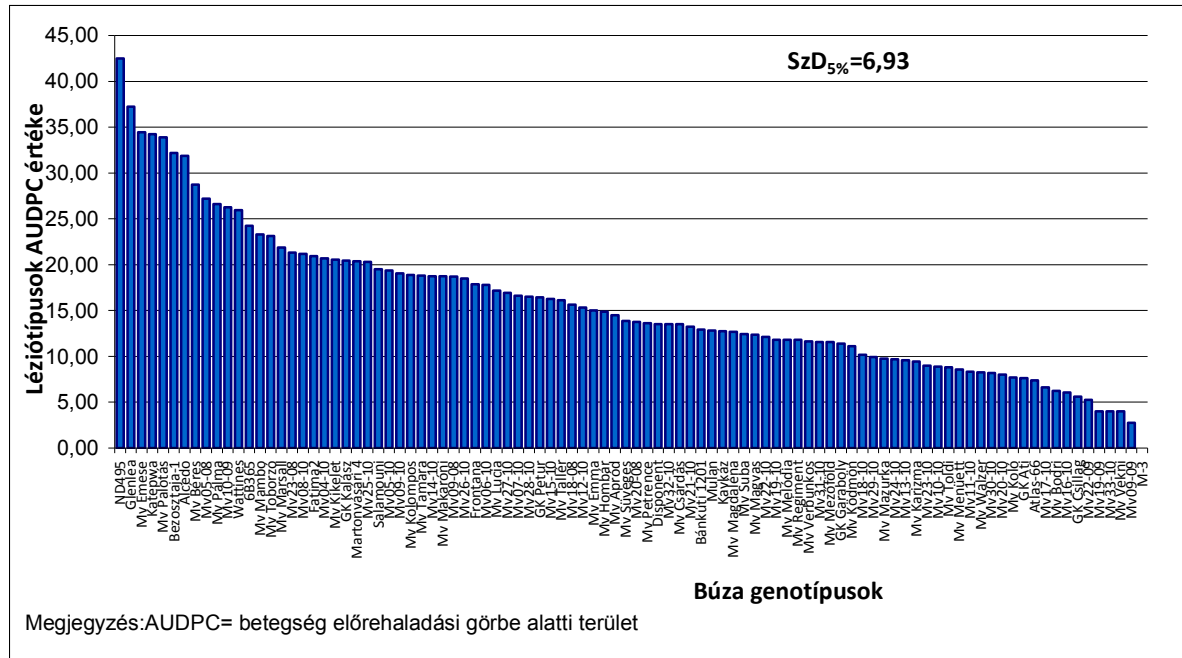
A levélfelület százalékos borítottságának AUDPC értéke alapján (21. ábra) az ND495 szignifikánsan a legerősebben fertőződött. Az átlaghoz képest nagyobb AUDPC értéket figyeltünk meg a fogékony kontroll Katepwa és Coulter, továbbá a Bezosztaja-1 fajtánál, valamint két törzs (Mv10-09, Mv25-09) esetén. A vizsgált genotípusok között nem találtunk az átlaghoz viszonyítva statisztikailag igazoltan kisebb AUDPC értékű genotípust. A rezisztens M-3 genotípus és további két nemesítési törzsnél a fertőzést csak nyomokban észleltük.



**21. ábra. Búza genotípusok fiatalkori *Pyrenophora tritici-repentis* ellenállósága a Pti2-es izolátummal szemben a levélfelület borítottságának (%) AUDPC értékei alapján, Martonvásár, 2009**

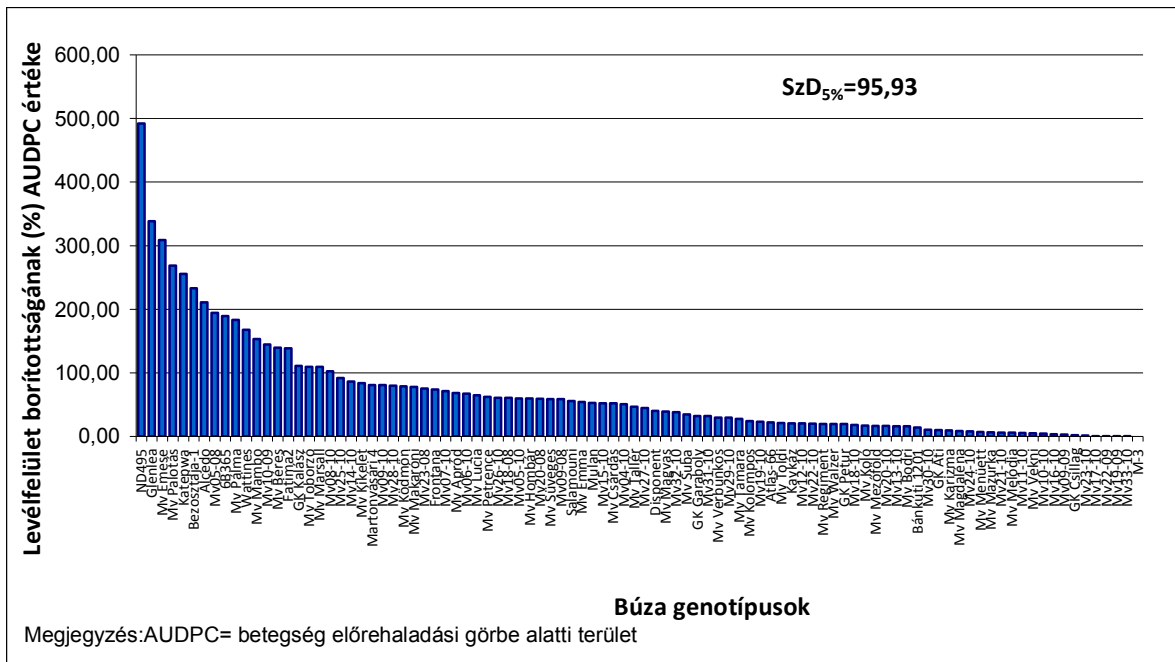


A 2009 és 2010. évi kísérletek között a kísérletek helyszínéül szolgáló üvegházát újjáépítették. A megújult üvegházban 2010-ben 96 genotípus tesztelést kezdtük meg. Az új körülmények statisztikailag igazolhatóan befolyásolták a fertőzöttség mértékét (8. táblázat, Melléklet, M2. táblázat). A rezisztens genotípusok az M-3, az Atlas66 és a Disponent ellenállása és a fogékony genotípusok (ND495, Katepwa, Bezosztaja-1, Glenlea) fertőzöttsége az új körülmények ellenére sem változott (Melléklet, M2. táblázat).



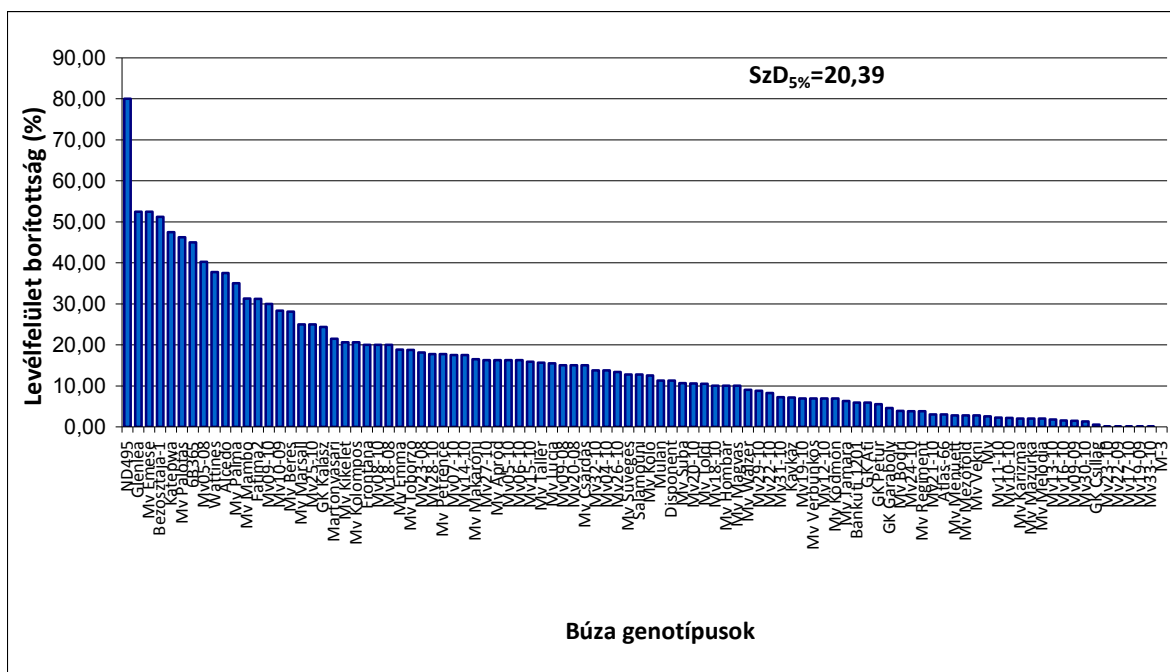
**22. ábra. Búza genotípusok fiatalkori *Pyrenophora tritici-repentis* ellenállása a Pti2-es izolátummal szemben, léziótípusok AUDPC értékei alapján Martonvásár, 2010**

A fertőzött levelek léziótípusainak AUDPC értéke (22. ábra) alapján a vizsgált 96 genotípus közül a négy fogékony kontroll, az ND495, a Katepwa, a Glenlea, és a 6B365 (Ali és Franci 2001) az átlagnál szignifikánsan nagyobb AUDPC értékű volt. Az Mv Emese, az Mv Palotás, a Bezosztaja-1, a fogékony Alcedo (Csósz és mtsai 2009), az Mv Béres, az Mv Palma, a Wattines, az Mv Mambo, az Mv Toborzó és két nemesítési törzs (Mv 05-08, Mv 10-09) statisztikailag megbízhatóan nem különbözött fogékony kontrollaktól. Az átlaghoz képest ellenállóbb genotípusok közé tartozott a kórokozóval szemben rezisztenciaforrásként számon tartott M-3 (tünetmentes) és Atlas66. Több Martonvásáron nemesített törzs (Mv 09-09, Mv 19-09, Mv 22-09, Mv 11-10, Mv 16-10, Mv 17-10, Mv 20-10, Mv 30-10, Mv33-10), továbbá az Mv Menüett, Mv Walzer, Mv Kolo, Mv Vekni és a 2008-ban állami elismerésben részesült Mv Bodri fajta is kiváló ellenállóságú volt. A kísérleteinkben vizsgált szegedi genotípusok közül a GK Ati és GK Csillag bizonyult az átlaghoz képest szignifikánsan ellenállóbbnak.



**23. ábra. Búza genotípusok fiatalkori *Pyrenophora tritici-repentis* ellenállósága a Pt2-es izolátummal szemben a levélfelület borítottságának (%) AUDPC értékei alapján Martonvásár, 2010**

A levélfelület borítottságának AUDPC értékeit (23. ábra) elemezve a fogékony genotípusok (ND495, Glenlea, Katepwa, Alcedo, 6B365) szignifikánsan nagyobb AUDPC értékűek voltak a kísérlet átlagához viszonyítva. Kísérleteinkben több búza genotípus statisztikailag bizonyítottan úgyszintén az átlagnál nagyobb AUDPC értékű volt. Meg kell jegyeznünk azonban, hogy ebben az évben a genotípusok 32,3%-ának 20 alatti volt az AUDPC értéke. A levélfelület borítottsága az inokulációt követő 14. napon (utolsó értékelési időpontban) átlagosan 15%-ot ért el, ez a fogékony kontrollként alkalmazott ND495-nél 80% volt, míg a rezisztens M-3 tünetmentesnek bizonyult. Több Martonvásáron nemesített törzs (Mv 19-09, Mv 22-09, Mv 17-10, Mv23-10, Mv 33-10) és a GK Csillag fertőzöttségének mértéke a 14. napon 1% alatt maradt, míg a vizsgált genotípusok 41%-ának levélfelületi borítottsága a 10%-ot sem érte el (24. ábra).



24. ábra. Búza genotípusok fiatalkori *Pyrenophora tritici-repentis* ellenállósága a Pti2-es izolátummal szemben a levélfelület százalékos borítottsága a fertőzést követő 14. napon Martonvásár, 2010

#### 4.1.3. Martonvásári nemesítésű és ismert rezisztenciájú búza genotípusok fiatalkori ellenállósága a *P. nodorum*mal szemben, üvegházi körülmények között

A kéttényezős varianciaanalízis eredményei alapján a 2009. évben *P. nodorum*mal fertőzött két kísérlet között sem a léziótípusok, sem a levélfelület százalékos borítottságának tekintetében nem volt statisztikailag igazolható különbség. A genotípusok fertőzöttsége azonban szignifikánsan különbözött (9. táblázat).

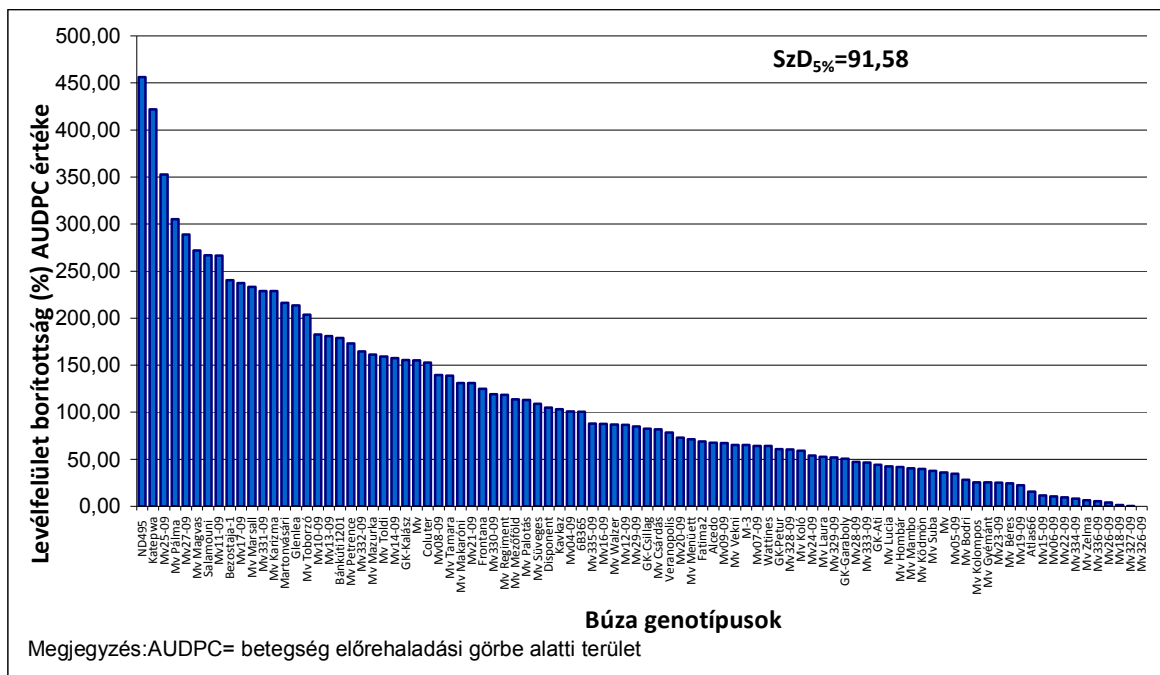
9. táblázat. Búza genotípusok fiatalkori *Phaeosphaeria nodorum* ellenállósága (Varianciaanalízis, MQ értékek) Martonvásár, 2009

Tényező	FG	Léziótípus AUDPC érték (MQ)	Borítottság AUDPC érték (MQ)
Évjárat	2	110,826 <sup>ns</sup>	3234,756 <sup>ns</sup>
Genotípus	91	276,740***	35977,991***
Hiba	183	30,786	4308,662

Megjegyzés: \*\*\*P=0,1%-os szinten szignifikáns, ns= nem szignifikáns  
AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

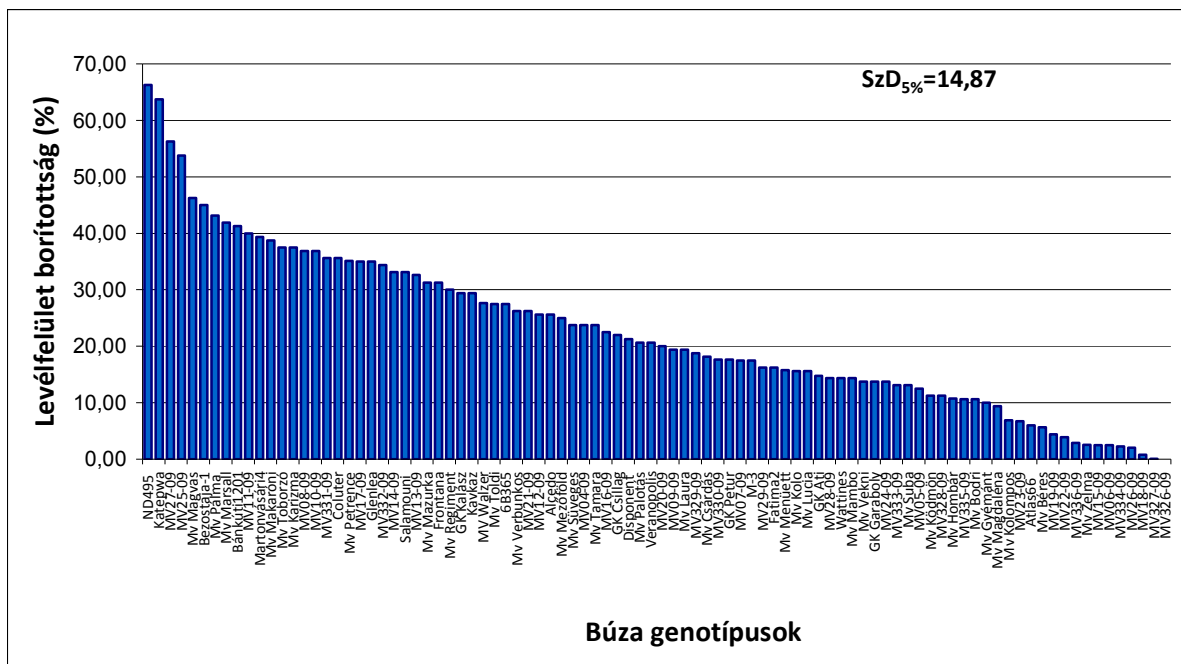
A levélborítottság adatokból számított AUDPC értékek szerint (25. ábra) a vizsgált genotípusok 17%-a kísérleti átlagához képest erősebben, 71%-a átlagosan, 12%-a az átlagosnál statisztikailag igazoltan gyengébben fertőződött. Eredményeink alapján az irodalom szerint fogékony ND495 (Liu és mstai 2004a) statisztikailag igazoltan a legnagyobb AUDPC értékű volt. E búzatörzstől szignifikánsan nem különbözött a szintén fogékony fajtaként ismert Katepwa (Liu és mtsai 2006). Singh és munkatársai (2007) vizsgálatai alapján fogékony Glenlea kísérleteinkben 5%-os megbízhatósági szinten az átlaghoz képest nagyobb AUDPC értékű volt. A több *Stagonospora nodorum* izolátummal

szemben rezisztens Salamouni ellenállóságára vonatkozó irodalmi adatokat (Ali és Adhikari 2008) kísérleteink eredményei nem támasztották alá, e genotípus az átlaghoz képest 0,1%-os szignifikancia szinten nagyobb AUDPC értékű volt. Az átlaghoz képest szignifikánsan nagyobb görbe alatti területet figyeltünk meg több nemesítési törzs (Mv11-09, Mv17-09, Mv25-09, Mv27-09, Mv331-09), az Mv Pálma, az Mv Magvas, a Bezosztaja-1, az Mv Marsall, az Mv Karizma, a Martonvásári 4 és az Mv Toborzó fajtáknál. A *P. nodorum*mal szemben az átlagosnál ellenállóbb genotípusok közé tartozott a rezisztenciaforrásként számon tartott Atlas66 (Rees and Platz 1990), illetve több Martonvásáron nemesített törzs (Mv06-09, Mv15-09, Mv18-09, Mv22-09, Mv26-09, Mv326-09, Mv327-09, Mv334-09, Mv336-09) és az Mv Zelma fajta.



**25. ábra. Búza genotípusok fiatalkori ellenállósága *Phaeosphaeria nodorum*mal szemben a levélfelület százalékos borítottságának AUDPC értékei alapján Martonvásár, 2009**

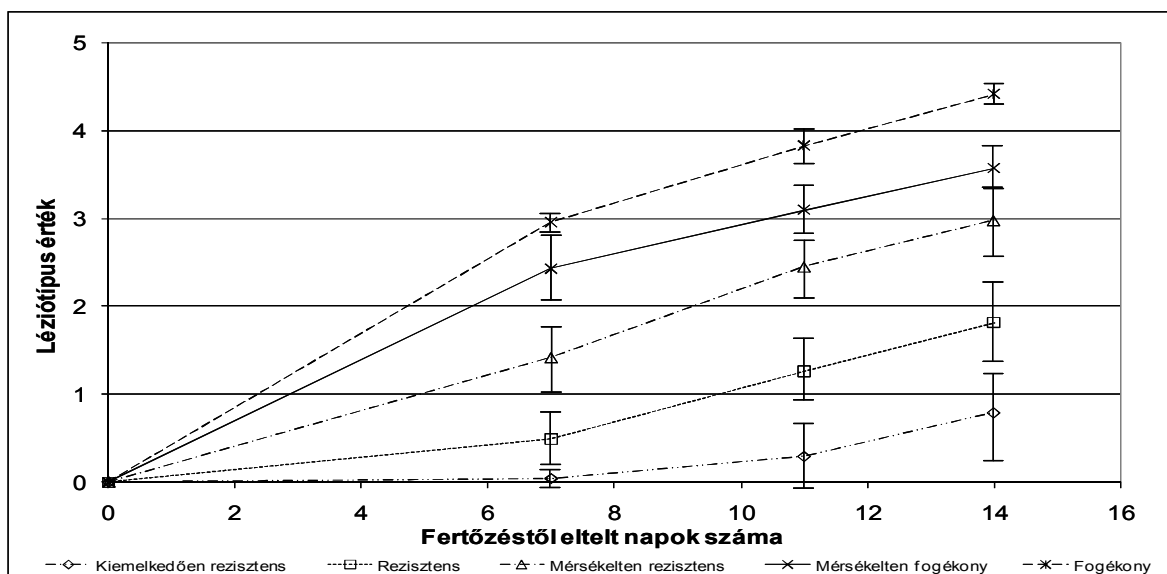
A levélfelület százalékos borítottsága az inokulációt követő 14. napon (utolsó értékelési időpontban) átlagosan 23%, a fogékony kontrollként alkalmazott ND495-nél 66%, míg a szakirodalom szerint (Rees és Platz 1990) több levélfoltosság kórokozóval szemben is ellenálló Atlas66-nál 6% volt. Három nemesítési törzsnél (Mv18-09, Mv326-09, Mv327-09) a kórokozó a levél felületén csak nyomokban (kevesebb, mint 1%) volt jelen (26. ábra).



**26. ábra. Búza genotípusok *Phaeosphaeria nodorum* fiatalkori ellenállósága a levélfelület százalékos borítottsága (fertőzést követő 14. napon) alapján Martonvásár, 2009**

Az SNB (*Stagonospora nodorum* blotch) léziótípus (Liu és mtsai 2004a) adatokból számított AUDPC értékek szerint a vizsgált genotípusok 22 %-a az átlaghoz képest erősebben, a genotípusok 61%-a átlagosan fertőződött, 17%-uk pedig a középértékhez viszonyítva ellenállóbb volt a kórokozóval szemben. A korrelációanalízis során az SNB léziótípus alapján számított AUDPC értéke és a fertőzöttség mértéke között szignifikáns, nagyon szoros ( $r= 0,94^{***}$ ) kapcsolatot állapítottunk meg. Eredményeink alapján a vizsgált genotípusokat fogékonysági csoportokba soroltuk a léziótípusok AUDPC értéküknek megfelelően (Melléklet, M3. táblázat).

A 92 genotípus közül 3 fogékony, 36 mérsékelten fogékony, 38 mérsékelten rezisztens volt. A hat rezisztens genotípus között három martonvásári nemesítésű törzsön kívül (Mv15-09, Mv19-09, Mv334-09) több fajta is szerepelt. Az Mv Béres mellett a 2009-ben állami elismerésben részesült Mv Kolompos és a 2008-ban államilag minősített Mv Bodri üvegházi kísérleteinkben szintén a rezisztens genotípusok közé tartozott. Az Mv Zelma, Atlas66, Mv06-09, Mv18-09, Mv22-09, Mv26-09, Mv327-09, Mv334-09, Mv336-09 kiemelkedő rezisztenciájú volt. Az Mv326-09-es törzs levélfelületén csak nyomokban azonosítottuk a kórokozó behatolásának a helyét (26. ábra).



**27. ábra. Búza genotípusok léziótípusai alapján ábrázolt betegség előrehaladási görbéi a fiatalkori *Phaeosphaeria nodorum* kísérletben Martonvásár, 2009**

A különböző fogékonysági csoportokba sorolt búzafajták és nemesítési törzsek átlagos betegség előrehaladási görbéi egyértelműen elkülöníthetők egymástól. (27. ábra). Míg a fertőzést követő 7. napon a kiemelkedően rezisztens (HR) fajtákon még csak nyomokban lehetett megfigyelni a kórokozó által kiváltott nekrozist, a fogékony fajtákon az átlagos fertőzöttség már elérte a 3-as értéket. A kiemelkedően rezisztens fajtákon a 11. napi felvételezési időpontig a kórokozó továbbra is lassabban terjedt, ugyanakkor a többi csoportnál a betegség előrehaladási görbék párhuzamosan futottak. A 11. napot követően már a HR csoport görbéjének meredeksége sem tért el a többi csoportétól. A csoportokon belül található fajták kisebb mértékben eltértek egymástól.

A kiemelkedően rezisztens csoporton belül az Mv18-09-es nemesítési törzsnél csak nyomokban tapasztaltuk a fertőzést, míg az Mv326-09-es nemesítési törzsnél csak a 14. napon jelent meg nyomokban apró fekete pontszerű fertőzés.

Kísérleteinkben megállapítottuk a nemesítési törzsek rezisztencia típusait a 7. napi léziótípusok, valamint az AUDPC és relatív AUDPC értékek (Jenkins és Jones 2003) alapján, majd elvégeztük a búzafajták és nemesítési törzsek csoportosítását (10. táblázat).

**10. táblázat. A búza genotípusok rezisztenciatípusok szerinti eloszlása (db) a fiatalkori *Phaeosphaeria nodorum* kísérletben Martonvásár, 2009**

Rezisztencia típus	Léziótípus 7. nap	AUDPC	Relatív AUDPC
HS	0	0	21
S	0	3	33
MS	21	36	23
MR	39	38	8
R	24	6	7
HR	8	9	0
Összes (db)	92	92	92

Megjegyzés: AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

A 7. napi értékelés adatait figyelembe véve 32 genotípus tartozott a *P. nodorum*mal szemben rezisztens (HR és R típus) genotípusok közé, ezek közül 17 a fertőzést követő 14. napon a megfigyelt léziótípus alapján (utolsó értékelési időpont), vagy az AUDPC értéket tekintve is mérsékelt fogékonyságot mutatott a kórokozóval szemben. Az AUDPC érték alapján 15 rezisztens és kiemelkedően rezisztens genotípust választottunk ki, melyek ellenállósága a fertőzést követő 14. napon sem változott statisztikailag igazolhatóan az előző két értékelési időponthoz képest. A relatív AUDPC érték a nemesítési törzsek szelekciójánál túlzottan szigorúnak bizonyult, a 92 genotípusból csak 7 genotípus felelt meg a rezisztens, vagy kiemelkedő rezisztenciájú feltételnek.

Liu és munkatársai (2004a) QTL analízissel elemezték a *Stagonospora nodorum*mal szembeni fiatalkori ellenállóságot, kísérleteikben a genotípusokat több időpontban felvételezve. Eredményeik szerint a toxinnal szembeni ellenállóságért felelős nagyhatású QTL a fertőzés korai szakaszában (5. nap) a teljes variancia 58%-át magyarázta, majd a későbbiekben e QTL jelentősége folyamatosan csökkent. Kísérletükben több kihatású QTL-nek a 7. napon volt a legjelentősebb hatása, ezért a rezisztencia vizsgálatok optimális hosszát 5-7 napban határozták meg. A 7. napon végzett betegség felvételezés jelentőségét saját eredményeink is megerősítik (27. ábra). A fertőzést követő 7. napra már könnyen elkülöníthetővé váltak a különböző rezisztencia csoportba tartozó genotípusok. Ezen időpontot követően a kiemelkedően rezisztens fajták csoportját kivéve, valamennyi csoportban megfigyelhető a betegség terjedése a levélfelületen, de ennek ütemében már nem tapasztalható különbség. Ez a tény azért fontos, mert Csősz (2006), valamint Ficsor és Rátainé (2008) szerint a levélfoltosságot okozó kórokozóknál az epidémia kiváltásában a kedvező időjárási körülményeken kívül fontos szerepet játszik a kezdeti inokulum tömeg mennyisége, illetve a primér fertőzés erőssége. A fiatal korban ellenálló búzafajták és nemesítési törzsek állományában a betegség terjedése lassabb, így az epidémia kialakulásának veszélye kisebb lehet.

Világszerte azonosítottak olyan rezisztenciaforrásokat, melyek több levélfoltosságot okozó gombafajjal szemben is kiváló ellenállóságúak voltak, azonban e genotípusok agronómiai tulajdonságairól nem állnak rendelkezésre adatok (Ma és Hughes 1995; Xu és mtsai 2004; Singh és mtsai 2006; 2007; Ali és mtsai 2008). A vad- és termesztett rokon fajokban található rezisztencia gének, védelmet nyújtanak ugyan a kórokozókkal szemben, azonban agronómiai és beltartalmi tulajdonságaikban jelentősen eltérnek a Magyarországon termesztett búzafajtákétól, amit csak hosszadalmas visszakeresztezési programmal lehetséges a hazai feldolgozóipar igényeinek megfelelővé alakítani. Eredményeink szerint az Mv Béres, az Mv Bodri és az Mv Kolompos mind agronómia tulajdonságait, mind e kórokozóval szembeni ellenállóságát tekintve kiemelkedő eredményeket ért el. Az új rezisztenciaforrások azonosítása, illetve több levélfoltosságot okozó kórokozóval szemben jó ellenállóságú nemesítési törzsek gyors, hatékony szelekciója hozzájárulhat a közeljövőben születendő jó agronómiai tulajdonságokkal rendelkező és a növényi betegségek széles körével szemben ellenálló búzafajták előállításához.

#### **4.2. Martonvásári nemesítésű és ismert rezisztenciájú búza genotípusok felnőttkori *P. tritici-repentis* és *P. nodorum* rezisztencia vizsgálata mesterségesen fertőzött, valamint fungiciddal védett háromismétléses kísérletekben szántóföldi körülmények között**

Szántóföldi körülmények között 24 búza genotípus *P. tritici-repentis* és *P. nodorum* ellenállóságát vizsgáltuk mesterségesen fertőzött, illetve fungiciddal (200 g/l azoxistrobin és 80 g/l ciprokonazol) védett háromismétléses kísérletekben 2007-2010 között.

A négy vizsgált évben száraz és extrém csapadékos év is előfordult, így lehetőségünk volt megfigyelni a különböző évjáratok olykor szélsőséges hatásait a búza és az általunk vizsgált két levélfoltosság kórokozó gazda-parazita kapcsolatában.

A 2007-es évben az enyhe tél következtében a növények tavaszi fejlődése is korábban indult a megszokottnál, továbbá az érés is sokkal hamarabb következett be, mint a korábbi években. A szokásosnál rövidebb tenyészidőszak miatt a kórokozók rövidebb ideig találtak megfelelő életfeltételeket a levélfelületen. Ebben az évben a vizsgált genotípusokat a Saari-PreScott skála alapján felvételeztük, majd az azt követő évben mind a vizsgált fajták számát mind az értékelési módszert bővítettük. A 2008. évtől kezdve további 28 genotípus tesztelését kezdtük meg. A Saari-PreScott (1975) skála alkalmazása mellett értékeltük az egész növény és a zászlós levél felületi borítottságát. A *P. nodorum* esetében a kalászfertőzöttséget is értékeltük a kalász borítottsága alapján. A 2008-as év igen kedvező volt a gabonafélék számára, a csapadékos nyár pedig a kórokozók fejlődésének is. A 2009. év nem kedvezett a két levélfoltosságot okozó kórokozónak. Az átlagosnál hidegebb telet és a sokéves átlagnál csapadékosabb márciust, szeles és csapadék nélküli tavasz követte, ami sem a búzának, sem pedig a különböző kórokozónak nem teremtett optimális feltételeket. Az értékelést sok helyen zavarta az öntözött körülmények között igen gyorsan terjedő levélrozsda. A 2010. esztendő időjárása teljesen eltért az előző évektől. Az extrém hideg telet – Martonvásár körzetében a tél folyamán többször is  $-20^{\circ}\text{C}$  alatti hőmérsékletet mértek – az átlagosnál szárazabb március és április követte. A virágzás és a szemtelítődés időszakában a sokéves átlagnál 2-3-szor nagyobb mennyiségű csapadék hullott le májusban és júniusban. A szokatlanul nagy mennyiségű eső jelentősen befolyásolta a levélfelületet károsító kórokozók terjedését. A levélfoltosságot okozó fajok (*Alternaria sp.*, *Bipolaris sorokiniana*, *Drechslera tritici-repentis*, *Fusarium sp.*, *Septoria tritici*, *Stagonospora nodorum*) számára kedvezett a nedves, párás környezet, így a korábbiaknál jelentősebb fertőzést idéztek elő. A betakarítási időszak meleg és száraz volt, a hirtelen felgyorsult érési folyamat hatására a késői fajtáknál a szemek megszorulhattak.

A kéttényezős varianciaanalízis eredményei alapján a 2007. évi kísérletben a két vizsgált kórokozó között a fertőzöttség mértékében nem találtunk statisztikailag igazolható különbséget. Ugyanakkor a Saari-PreScott skála szerint a genotípusok hatása kísérleteinkben szignifikáns volt (11. táblázat).

**11. táblázat. Búza genotípusok *Pyrenophora tritici-repentis*szel és *Phaeosphaeria nodorum*mal mesterségesen fertőzött szántóföldi kísérlet varianciaanalízise. Saari-PreScott értékek**

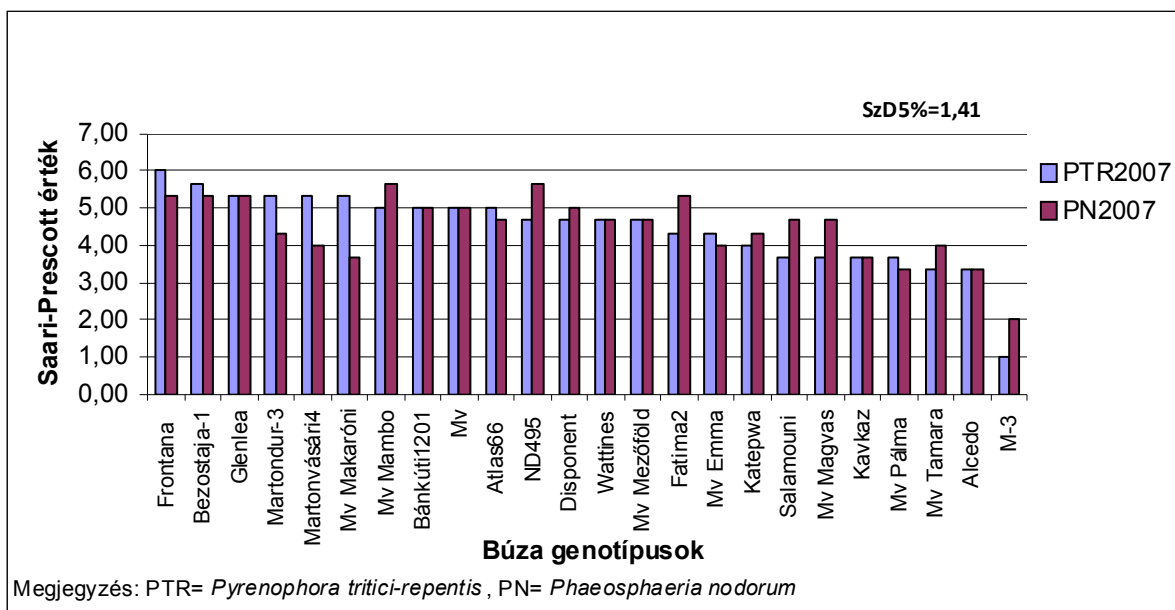
**Martonvásár, 2007-2008**

Tényező	FG	MQ
Kórokozó (A)	1	0,063
Genotípus (B)	23	4,797***
A×B	23	0,816
Hiba	94	0,752

Megjegyzés:\*\*\*P=0,1%-os szinten szignifikáns

A varianciaanalízis eredményei szerint a vizsgált genotípusok többsége mérsékelten fogékonyak bizonyult mindkét kórokozóval szemben. Azonban csak a *P. tritici-repentis*szel fertőzött kísérletben a Frontana búzafajta fertőzöttsége volt szignifikánsan erősebb az átlaghoz képest. Kísérleteinkben az Alcedo és az M-3 mindkét kórokozóval szemben rezisztensnek bizonyult a Saari-PreScott skála alapján, azonban csak utóbbi genotípus ellenállósága különbözött statisztikailag igazoltan a kísérleti átlagtól (28. ábra).





**28. ábra. Búza genotípusok felnőttkori *Pyrenophora tritici-repentis* és *Phaeosphaeria nodorum* ellenállósága Saari-Prescott skála alapján Martonvásár, 2007**

A 2008-2010 évi kísérletek varianciaanalízisének összesített táblázatát (MQ értékek) a 12. táblázatban ismertetjük.

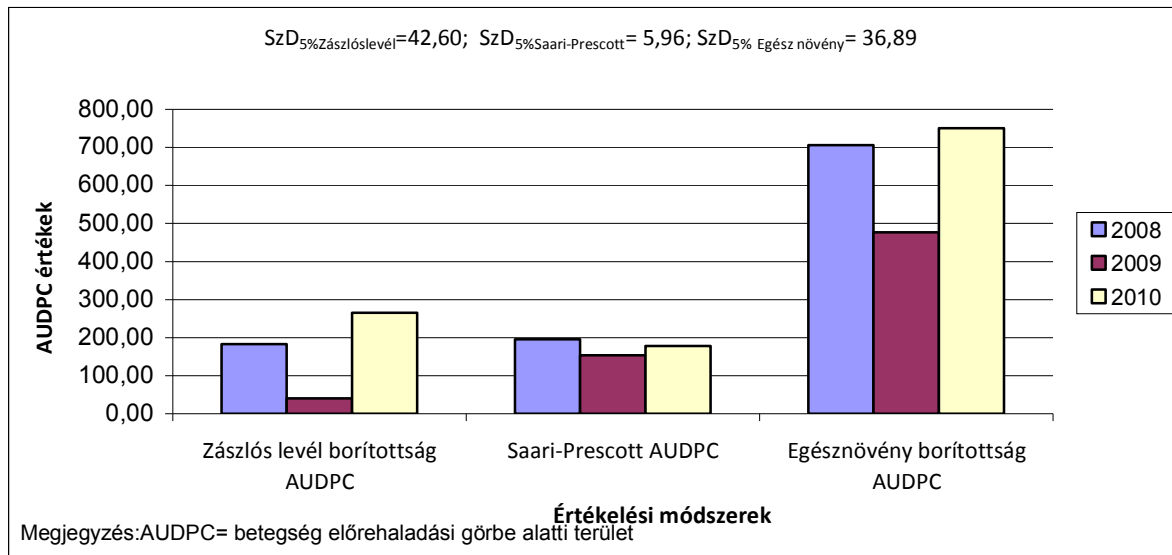
**12. táblázat. Búza genotípusok *Pyrenophora tritici-repentis* és *Phaeosphaeria nodorum* mesterségesen fertőzött szántóföldi kísérlet betegség előrehaladási görbe alatti terület adatainak varianciaanalízise (MQ értékek) Martonvásár, 2008-2010**

Tényezők	FG	Zászlós levél borítottság AUDPC	Egész növény borítottság AUDPC	Saari-Prescott érték AUDPC
Évjárat (É)	2	1791201,76 ***	2978692,49 ***	61080,51 ***
Kórokozó (A)	1	1786777,24 ***	3956812,54 ***	49973,07 ***
É×A	2	561506,34 ***	1341777,21 ***	5295,08 **
Genotípus (B)	22	169848,50 ***	425853,42 ***	5589,65 ***
É×B	44	78789,43 ***	119721,88 ***	1113,28 ***
A×B	22	45611,10 ***	64311,22 ***	552,76 **
É×A×B	44	19370,33 ***	25862,93 ns	273,85 ns
Hiba	246	6831,72	25419,21	267,89

Megjegyzés: \*P= 5%, \*\*\*P=0,1%-os szinten szignifikáns, ns=nem szignifikáns  
AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

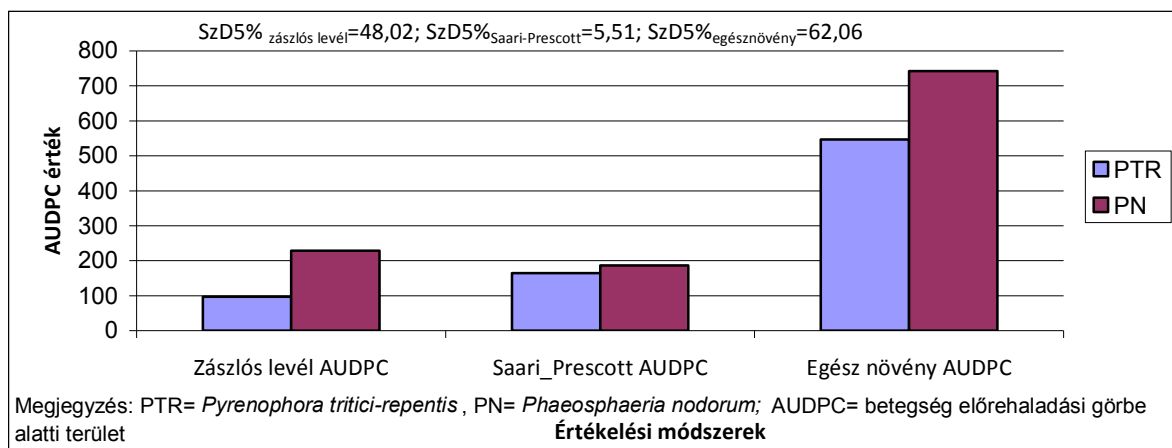
A többtenyezős varianciaanalízis eredményei szerint a három éves (2008-2010) kísérletsorozatban a zászlós levél és az egész növény borítottság, valamint a Saari-Prescott skála alapján számított AUDPC értékei szerint az évjáráthatás, a két vizsgált kórokozó között a fertőzés mértékében, a kórokozó×évjáráthatás, a genotípusok fertőzöttségének mértékében és a genotípus×kórokozó kölcsönhatásban statisztikailag igazolható különbségeket találtunk. Mindhárom tényező együttes hatása csak a zászlós levél borítottságának értékelésénél volt statisztikailag igazolható. A variancia komponensek aránya alapján a fertőzöttséget minden értékelési módszernél a legnagyobb mértékben az évjárat és a genotípus befolyásolta, de jelentős szerepe volt az évjárat×genotípus kölcsönhatásnak is. A gazda-parazita kapcsolatban, több szerző (Cowger és Muphy 2007, Csósz 2007) is kiemelte az évjáráthatás fontosságát. Ronis és Semaskiené (2006) szerint

főleg az esős időszak hossza és a csapadék mennyisége meghatározó a kórokozó terjedésében. A Saari-Prescott skála alapján történt értékelésnél a kórokozók hatása is kiemelkedett. Kísérleteinkben a zászlós levél és az egésznövény borítottsága alapján 2010-es évben tapasztaltuk a legerősebb és 2009-ben a leggyengébb levélfoltosság fertőzést. A Saari-Prescott skála szerint felvételezett adataink alapján 2008-ban volt a legerősebb a fertőzés, míg a legkisebb értékeket 2009-ben figyeltük meg (29. ábra).



**29. ábra. Búza genotípusok különböző felvételezési módszerekkel számított átlagos betegség előrehaladási görbe alatti területe szántóföldön Martonvásár, 2008-2010**

A két kórokozó fertőzőképességét összehasonlítva megállapítható, hogy mindhárom felvételezési módszernél a három év átlagában a *P. nodorum* szignifikánsan erősebb fertőzést okozott (30. ábra). Adee és munkatársai (1990) eredményei szerint a *P. tritici-repentis* agresszívabb kórokozó, mint a *P. nodorum* a sporuláció intenzitása alapján. Azt azonban megjegyezték, hogy a fertőzés mértékét egyéb tényezők is befolyásolhatják, melyek egyike a genotípusok érzékenysége a kórokozókkal szemben.



**30. ábra. Búza genotípusok *Pyrenophora tritici-repentis* és a *Phaeosphaeria nodorum* fertőzöttségének átlagos AUDPC értékei különböző felvételezési módszereknél a három év átlagában szántóföldön Martonvásár, 2008-2010**

A legerősebb fertőzést a zászlós levél és az egésznövény borítottság AUDPC értékeit tekintve a *P. nodorum* okozta 2010-ben. A Saari-Prescott AUDPC értékeit vizsgálva a *P.*

*nodorum* 2008-ban és 2010-ben okozta szignifikánsan a legerősebb fertőzést. A leggyengébb fertőzöttséget a Saari-Prescott és az egésznövény borítottság értékelésénél is a sárga levélfoltosság esetén figyeltük meg 2009-ben. A zászlós levél AUDPC értékénél 2009-ben a *P. nodorum* fertőzöttsége szignifikánsan nem különbözött a *P. tritici-repentis*től (13. táblázat.)

**13. táblázat. Búza genotípusok *Pyrenophora tritici-repentis* és a *Phaeosphaeria nodorum* fertőzöttségének átlagos AUDPC értékei különböző felvételezési módszereknél szántóföldön Martonvásár, 2008-2010**

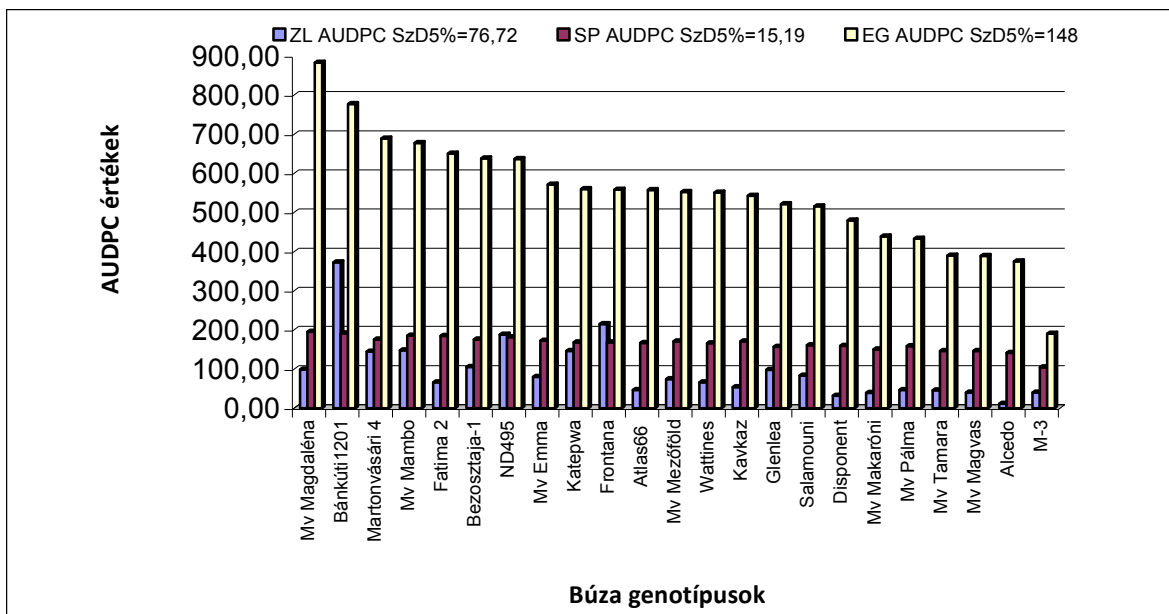
Év	Felvelelési módszerek					
	ZL AUDPC PTR	ZL AUDPC PN	SP AUDPC PTR	SP AUDPC PN	EG AUDPC PTR	EG AUDPC PN
2008	143,086	222,670	186,841	203,978	663,275	748,732
2009	21,243	59,112	147,203	159,935	437,577	515,493
2010	127,007	403,728	160,319	196,37	538,609	961,812
SzD <sub>5%</sub>	60,25		8,439		52,16	

Megjegyzés: ZL= zászlós levél, SP=Saari-Prescott skála, EG=Egésznövény borítottság, PTR= *Pyrenophora tritici-repentis*, PN= *Phaeosphaeria nodorum*, AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

#### 4.2.1. Búza genotípusok *P. tritici-repentis*szel szembeni felnőttkori ellenállósága

A *P. tritici-repentis*szel mesterségesen fertőzött kísérletben a fajták legnagyobb része átlagos fertőzöttséget mutatott minden értékelési módszer esetén (31. ábra) a három év átlagát tekintve. A Bánkúti 1201 minden értékelési módszernél statisztikailag igazoltan erősebben fertőződött, mint a kísérleti átlag. Az Mv Magdaléna a Saari-Prescott skála és az egésznövény borítottság AUDPC értéke szerint, a fogékony kontroll ND495 (Riede és mtsai 1996, Ali és Francl 2001) a zászlós levél borítottság és a Saari-Prescott skála AUDPC értéke szerint bizonyult szignifikánsan fogékonyabbnak a kísérlet átlagánál. A Fatima 2 és a kalászfuzáriummal szemben rezisztencia forrásként számon tartott Frontana (Büerstmayr és mtsai 1996, Steiner és mtsai 2004, Mardi és mtsai 2006) a Saari-Prescott skála alapján számított AUDPC értéke, illetve a Frontana zászlós levél borítottságának AUDPC értéke volt statisztikailag igazoltan nagyobb az átlagnál.

A szakirodalom szerint (Riede és mtsai 1996, Ali és Francl 2001, Strelkov és mtsai 2002) a *P. tritici-repentis*szel szemben rezisztens M-3 genotípus két értékelési módszernél a legkisebb AUDPC értékkel rendelkezett. Az Mv Tamara és az Mv Magvas a Saari-Prescott skála és az egésznövény borítottság AUDPC értéke szerint a kísérleti átlaghoz viszonyítva szignifikánsan ellenállóbbnak bizonyult. Az irodalom szerint (Csösz és mtsai 2009) fogékony Alcedo fajta mindhárom értékelési módszer esetén az átlagnál kisebb AUDPC értékű volt. E fajta jobb ellenállósága feltehetően azzal magyarázható, hogy igen késői genotípus, ezért a zászlós levél fertőzésekor a többi genotípushoz képest korábbi fenológiai stádiumban volt, így elkerülhette a fertőzést.



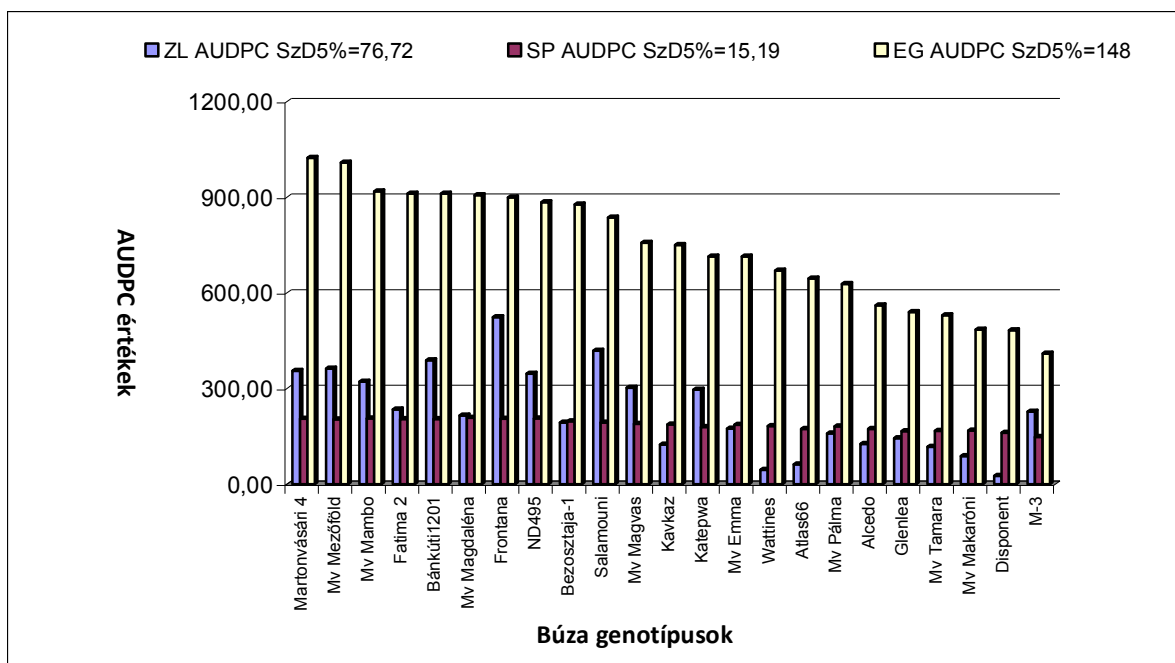
**31. ábra. Búza genotípusok *Pyrenophora tritici-repentisszel* szembeni felnőttkori ellenállása a különböző felvételezési módszerek alapján Martonvásár, 2008-2010**

Megjegyzés: ZL= zászlós levél, SP=Saari-Prescott skála, EG=Egész növény borítottság, AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

#### 4.2.2. Búza genotípusok *P. nodorum* szembeni felnőttkori ellenállása

Három éves adataink alapján (32. ábra) a *P. nodorum* mesterségesen fertőzött kísérletben az átlagához képest nagyobb AUDPC értékkel rendelkezett mindhárom felvételezési módszernél a Martonvásári 4, az Mv Mezőföld, az Mv Mambo, a Bánkúti 1201 és a Frontana.

A Fatima 2 és az Mv Magdaléna a Saari-Prescott skála és az egész növény borítottság AUDPC értéke szerint, a fogékony kontroll ND495 (Liu és mtsai 2004a) a zászlós levél borítottság és Saari-Prescott AUDPC értéke szerint, az irodalmi adatok alapján fiatal korban több *Stagonospora nodorum* izolátummal szemben rezisztens Salamouni (Ali és Adhikari 2008, Tadesse 2007) a zászlós levél borítottság AUDPC értéke alapján bizonyult szignifikánsan fogékonyabbnak a kísérleti átlaghoz képest. A *P. nodorum* szemben mindhárom értékelési módszerrel az átlagosnál szignifikánsan jobb ellenállóságú csoportba a Rees és Platz (1990) szerint több levélfoltossággal szemben ellenálló Disponenten kívül az Mv Makaróni, az Mv Tamara, és a fiatal korban sárga levélfoltossággal szemben fogékony Glenlea (Ali és Francl 2001, Strelkov és mtsai 2002) tartozott. Az Alcedo a zászlós levél és az egész növény borítottság AUDPC értéke szerint, a sárga levélfoltossággal szemben ellenálló M-3 (Ali és Francl 2001) pedig Saari-Prescott skála és az egész növény borítottság AUDPC értéke szerint volt statisztikailag ellenállóbb, mint a kísérlet átlaga. A sárga levélfoltossággal szemben rezisztens Kavkaz (Riede és mtsai 1996), a kórokozóval szemben fogékony Wattines (Walther 1990) és a több levélfoltosság kórokozóval szemben ellenálló Atlas66 zászlós levél borítottságának AUDPC értéke volt szignifikánsan kisebb a kísérleti átlagnál.



**32. ábra. Búza genotípusok *Phaeosphaeria nodorum*mal szembeni felnőttkori ellenállósága a különböző felvételezési módszerek alapján Martonvásár, 2008-2010**

Megjegyzés: ZL= zászlós levél, SP=Saari-Prescott skála, EG=Egész növény borítottság, AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

A *P. nodorum*mal fertőzött kísérletben a kalász borítottságának AUDPC értékét vizsgálva az egyes évjáratok között szignifikáns különbség meglétét állapítottuk meg. A legerősebb fertőzést 2010-ben a leggyengébbet 2007-ben tapasztaltuk. A 2008. és 2009. évjárat között a kalász borítottság tekintetében nem volt statisztikailag igazolható különbség.

A vizsgált genotípusok között az átlaghoz képest szignifikánsan fogékonyabbnak bizonyult a sárga levélfoltossággal szemben rezisztencia forrásként számon tartott M-3, a Katepwa és az e kórokozóval szemben fogékony Glenlea. A Martonvásári 4 és a Frontana az átlaghoz képest erősebben fertőződött.

A sárga levélfoltossággal szemben fogékony Alcedo és a *P. nodorum*mal szemben fogékony Wattines, illetve a több levélfoltosság kórokozóval szemben rezisztens Disponent szignifikánsan ellenállóbbnak bizonyult, mint a kísérlet átlaga. A Martonvásáron nemesített búza- és durum búzafajták közül a Fatima 2, az Mv Emma és az Mv Makaróni kalásza az átlaghoz képest kevésbé fertőződött (14. táblázat).

**14. táblázat. Búza genotípusok *Phaeosphaeria nodorum* mal szembeni ellenállósága a kalász százalékos borítottságának AUDPC értéke alapján szántóföldön Martonvásár, 2007-2010**

Genotípusok	Kalász borítottságának (%) AUDPC értéke					
	Év	2007	2008	2009	2010	4 év átlaga
M-3		0,03	113,33	74,67	816,67	251,18
Frontana		0,00	15,50	45,25	554,17	153,73
Katepwa		0,10	33,83	29,33	513,33	144,15
Glenlea		11,70	18,00	1,17	466,67	124,38
Martonvásári 4		3,40	49,33	38,90	364,00	113,91
Salamouni		5,00	18,68	25,92	285,83	83,86
Bezostaja-1		0,10	40,27	18,08	254,45	78,23
Mv Pálma		5,03	67,83	58,82	169,05	75,19
ND495		5,03	15,10	38,76	189,00	61,97
Mv Mezőföld		6,67	58,83	52,52	64,40	45,61
Atlas66		7,53	7,86	3,99	151,90	42,82
Mv Magdaléna		1,73	21,88	46,36	88,90	39,72
Kavkaz		8,50	32,40	17,62	87,97	36,62
Mv Mambo		5,03	8,20	40,27	66,73	30,06
Mv Tamara		11,67	17,85	13,30	64,40	26,80
Bánkúti 1201		6,70	2,18	0,23	96,83	26,49
Mv Magvas		11,67	17,10	44,47	31,73	26,24
Fatima 2		5,03	17,80	16,33	58,22	24,35
Alcedo		5,03	2,48	2,33	87,50	24,34
Mv Emma		1,73	12,20	17,85	57,17	22,24
Wattines		1,73	4,30	1,33	43,98	12,84
Mv Makaróni		8,37	8,22	14,02	17,50	12,03
Disponent		3,37	0,10	0,00	21,58	6,26
Átlag		5,01	25,36	26,15	197,91	63,61
SzD <sub>5%</sub> évek főátlagai között		15,84				
SzD <sub>5%</sub> fajták főátlagai között						37,98
SzD <sub>5%</sub> bármely két érték között		75,95				

Megjegyzés: AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

### 4.3. Martonvásári és szegedi nemesítésű búzafajták szántóföldi vizsgálata mesterséges fertőzési körülmények között.

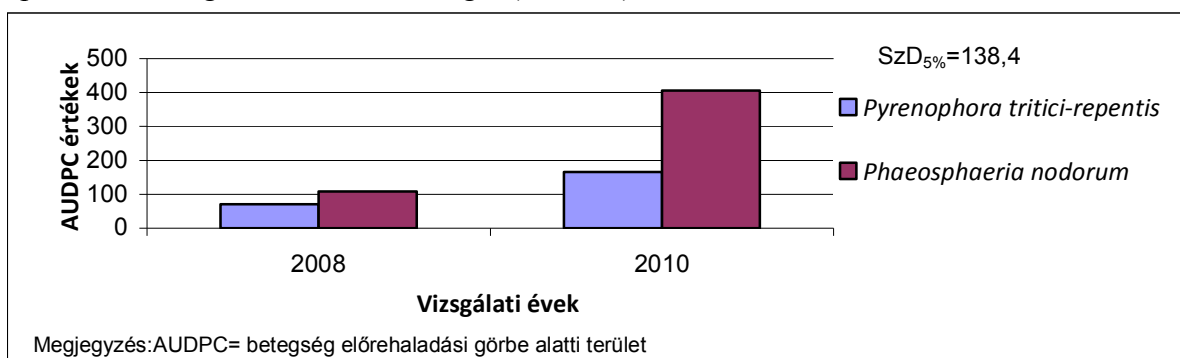
Szántóföldi körülmények között vizsgáltuk 23 martonvásári és 5 szegedi nemesítésű búzafajta *P. tritici-repentis* és *P. nodorum* ellenállóságát mesterségesen fertőzött, illetve fungiciddal (200 g/l azoxistrobin és 80 g/l ciprokonazol) védett több ismétléses kísérletben 2008-ban és 2010-ben.

**15. táblázat. Martonvásári és szegedi nemesítésű búzafajták *Pyrenophora tritici-repentis*szel és *Phaeosphaeria nodorum*mal mesterségesen fertőzött szántóföldi kísérlet betegség előrehaladási görbe alatti terület adatainak varianciaanalízise (MQ értékek) Martonvásár, 2008 és 2010**

Tényezők	FG	Zászlós levél borítottság AUDPC	Egészsnövény borítottság AUDPC	Saari-Prescott érték AUDPC
Évjárat (É)	1	82490,363 *	75451,004 ns	75451,004 ns
Kórokozó (A)	1	56414,646 **	50604,504 ns	50604,504 ns
É×A	1	75617,393 *	29482,362 ns	29482,362 ns
Genotípus (B)	27	61116,277 ***	62168,210 ***	62168,210 ***
É×B	27	16071,726 ***	27365,896 ***	27365,896 ***
A×B	27	27946,929 ***	36359,400 ns	36359,400 ns
É×A×B	27	17563,880 ***	19486,239 ns	19486,239 ns
Hiba	108	5649,984	378,856	35024,75

Megjegyzés: \*P= 5%, \*\*P=1%, \*\*\*P=0,1%-os szinten szignifikáns, ns= nem szignifikáns, AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

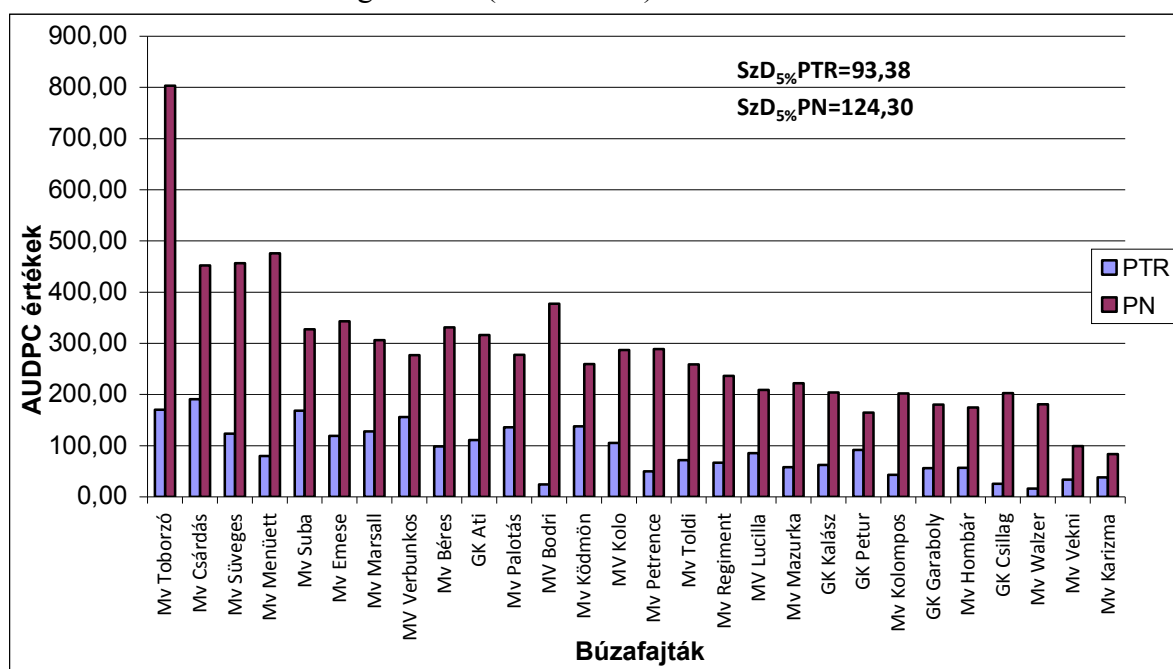
A két év csapadékos időjárása kedvezett a levélfoltosság kórokozóknak, amit a varianciaanalízis eredménye is alátámaszt (15. táblázat). Az évjárat hatása a három felvételezési módszer közül csak egy esetben, a zászlós levél AUDPC értékénél volt statisztikailag igazolható. E felvételezési módszernél minden tényező hatása szignifikáns volt. A zászlós levél borítottságát felvételezve a 2010. évben a *P. nodorum* kísérletben tapasztaltuk a legerősebb fertőzöttséget (33. ábra).



**33. ábra. Búzafajták átlagos *Pyrenophora tritici-repentis* és *Phaeosphaeria nodorum* fertőzöttsége a zászlós levél borítottságának AUDPC értéke alapján szántóföldön Martonvásár, 2008 és 2010.**

A két kórokozó fertőzőképessége között az egészsnövény borítottság és a Saari-Prescott skála AUDPC értékeit vizsgálva nem volt statisztikailag igazolható különbség. A zászlós levelet a *P. nodorum* erősebben fertőzte a két év átlagában (Melléklet, M4. táblázat).

A többi tényezőt vizsgálva csak a genotípus és az év×genotípus kölcsönhatás volt minden felvételezési módszernél szignifikáns (15. táblázat).



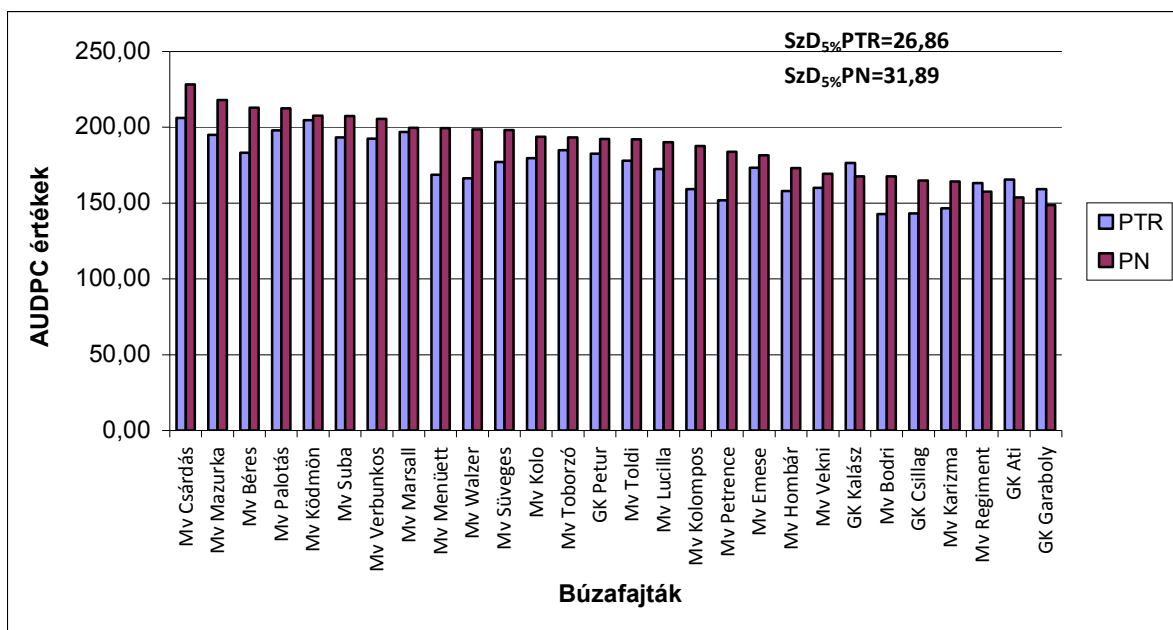
**34. ábra. Martonvásári és szegedi nemesítésű búzafajták *Pyrenophora tritici-repentisszel* és *Phaeosphaeria nodorummal* szembeni felnőttkori ellenállósága a két év átlagában a zászlós levél borítottságának AUDPC értékei alapján Martonvásár, 2008 és 2010.**

Megjegyzés: PTR= *Pyrenophora tritici-repentis*, PN= *Phaeosphaeria nodorum*, AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

A *P. tritici-repentisszel* fertőzött kísérletben a zászlós levél fertőzöttségét értékelve az Mv Csárdás az átlaghoz képest szignifikánsan nagyobb AUDPC értékű volt a vizsgált két év átlaga alapján. Noha az Mv Bodri és az Mv Walzer zászlós levelén az utolsó értékelési időpontban (június 9.) csak 1-10%-os fertőzöttséget figyeltünk meg (ez a Csárdásnál 25-40% volt), zászlós levelének AUDPC értéke nem különbözött a kísérlet átlagától (34. ábra). A vizsgált fajták egy részének *P. tritici-repentisszel* szembeni ellenállósága még e két hasonló évjáratban is eltérőnek bizonyult. Az Mv Süveges, és a GK Ati zászlós levelének fertőzöttsége statisztikailag igazolhatóan erősebb volt ( $SzD_{5\%} = 132,07$ ) a csapadékosabb 2010-es évben, mint 2008-ban. Az Mv Bodri, az Mv Walzer az Mv Vekni és a GK Csillag évjáratától függetlenül jó ellenállóságot mutattak a sárga levélfoltossággal szemben (Melléklet, M4 táblázat).

A *P. nodorummal* fertőzött kísérletben az Mv Toborzó, az Mv Menüett, az Mv Süveges és az Mv Csárdás zászlóslevelének fertőzöttsége szignifikánsan erősebb, míg az Mv Vekni és az Mv Karizma statisztikailag igazoltan gyengébb volt a kísérlet átlagához képest a két éves adatok alapján (34. ábra). Az Mv Suba, Mv Béres, Mv Kolo, Mv Palotás, Mv Ködmön, Mv Lucilla és az Mv Hombár *P. nodorum* fertőzöttsége a két évjáratban szignifikánsan nem különbözött. Az Mv Vekni és az Mv Karizma mindkét évben stabilan, a búza levél- és pelyvalevél foltosságával szemben a legellenállóbb fajták között szerepelt (Melléklet, M4. táblázat).



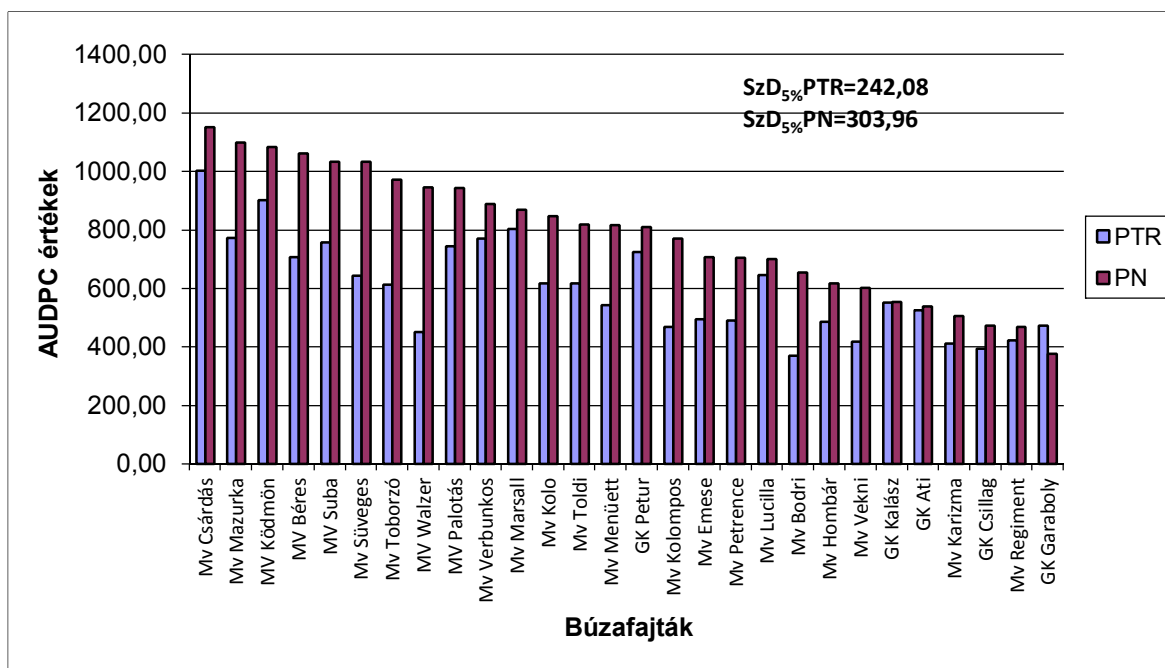


**35. ábra. Martonvásári és szegedi fajták *Pyrenophora tritici-repentisszel* és *Phaeosphaeria nodorummal* szembeni felnőttkori ellenállósága a két év átlagában a Saari-Prescott skála szerinti AUDPC értékei alapján Martonvásár, 2008 és 2010.**

Megjegyzés: PTR= *Pyrenophora tritici-repentis*, PN= *Phaeosphaeria nodorum*:AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

A varianciaanalízis eredménye szerint a vizsgált fajták közül a *P. tritici-repentis* kísérletben a Saari-Prescott skála alapján az átlaghoz képest fogékonyabbnak bizonyult az Mv Csárdás és az Mv Ködmön a két év átlaga alapján. Az Mv Karizma, a GK Csillag és az Mv Bodri statisztikailag bizonyítottan a kísérleti átlaghoz képest kisebb AUDPC értékű volt (35. ábra). A fertőzöttség mértékében hét fajta kivételével (Mv Csárdás, Mv Ködmön, Mv Palotás, Mv Marsall, Mv Mazurka, Mv Verbunkos és GK Petur) nem volt szignifikáns különbség a két év között (Melléklet, M5 táblázat).

A *P. nodorummal* fertőzött kísérletben szintén az Mv Csárdásnál a kísérleti átlagnál szignifikánsan erősebb fertőzöttséget figyeltünk meg a két év átlagában. A GK Ati és a GK Garaboly Saari-Prescott skála alapján számított AUDPC értéke statisztikailag igazoltan kisebb volt az átlaghoz képest (35. ábra). E kísérletben már csak négy fajtánál figyeltünk meg különbséget a két évben kapott AUDPC értékek között. A csapadékosabb 2010-es évben az Mv Bodri és a GK Ati erősebben, míg az Mv Ködmön és az Mv Marsall kevésbé fertőződött, mint 2008-ban. (Melléklet, M5 táblázat).



**36. ábra. Martonvásári és szegedi búzafajták *Pyrenophora tritici-repentisszel* és *Phaeosphaeria nodorummal* felnőttkori ellenállósága a két év átlagában az egész növény borítottságának AUDPC értékei alapján Martonvásár, 2008 és 2010.**

Megjegyzés: PTR= *Pyrenophora tritici-repentis*, PN= *Phaeosphaeria nodorum*:AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

Kísérletünkben az egész növény borítottsági adatokból számított AUDPC érték alapján az Mv Ködmön és az Mv Csárdás a kísérlet átlagához képest szignifikánsan fogékonyabbnak bizonyult a vizsgált két év átlagában a sárga levélfoltossággal szemben. Utóbbi búzafajta statisztikailag igazoltan a *P. nodorummal* szemben is nagyobb AUDPC értékű volt. E kórokozóval szemben az Mv Mazurka volt még szignifikánsan fogékonyabb az átlagnál. Kísérleteinkben a GK Csillag, az Mv Regiment és a GK Garaboly statisztikailag megbízhatóan volt ellenállóbb, mint az átlag. (36. ábra).

Eredményeink alapján egyik kórokozónál sem figyeltünk meg szignifikáns különbséget a két év átlaga között. Mindössze néhány genotípus esetén volt szignifikáns hatása az évjáratnak a fertőzöttség mértékére. A *P. tritici-repentisszel* fertőzött kísérletben a csapadékosabb 2010-es évben szignifikánsan csökkent az Mv Ködmön, az Mv Marsall, az Mv Palotás, az Mv Béres és az Mv Toldi fertőzöttsége. A *P. nodorummal* fertőzött kísérletben csak az Mv Ködmönnél figyeltünk meg hasonló jelenséget. További hat genotípusnál (Mv Süveges, Mv Walzer, Mv Mv Kolo, Mv Menüett, Mv Bodri, GK Kalász) a 2010-es csapadékosabb esztendő hatására erősebb fertőzés alakult ki a levélfelületen, mint 2008-ban (Melléklet, M6. táblázat).

**16. táblázat. Martonvásári és szegedi nemesítésű búzafajták *Phaeosphaeria nodorum*mal szembeni ellenállósága a kalász százalékos borítottságának AUDPC értéke alapján szántóföldön  
Martonvásár, 2008 és 2010**

Fajta	Kalász borítottságának (%) AUDPC értéke			
	Év	2008	2010	2 év átlaga
Mv Toborzó		87,88	1080,00	583,94
Mv Petrence		242,50	442,50	342,50
GK Csillag		260,00	378,75	319,38
GK Ati		109,75	453,75	281,75
GK Petur		368,75	126,93	247,84
Mv Bodri		36,00	440,50	238,25
Mv Süveges		58,88	388,00	223,44
Mv Marsall		190,00	234,05	212,03
Mv Béres		131,75	272,18	201,96
GK Garaboly		74,63	325,18	199,90
Mv Menüett		38,35	325,18	181,76
Mv Suba		150,50	203,00	176,75
Mv Walzer		196,84	131,60	164,22
GK Kalász		87,75	193,50	140,63
Mv Emese		92,25	187,75	140,00
Mv Regiment		43,88	219,68	131,78
Mv Csárdás		87,75	158,20	122,98
Mv Verbunkos		66,75	175,93	121,34
Mv Ködmön		87,88	150,03	118,95
Mv Lucilla		92,25	140,00	116,13
Mv Palotás		87,88	103,75	95,81
Mv Vekni		84,38	87,85	86,11
Mv Mazurka		53,71	105,35	79,53
Mv Kolompos		9,20	132,10	70,65
Mv Kolo		46,41	56,35	51,38
Mv Toldi		54,50	23,45	38,98
Mv Karizma		2,55	65,68	34,11
Mv Hombár		7,08	52,85	29,96
<b>Átlag</b>		101,79	237,64	169,72
<b>SzD<sub>5</sub>% évek főátlagai között</b>		31,24		
<b>SzD<sub>5</sub>% fajták főátlagai között</b>				116,90
<b>SzD<sub>5</sub>% bármely két érték között</b>		165,33		

Megjegyzés: AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

A *P. nodorum*mal fertőzött kísérletben a kalász borítottságának AUDPC értékét vizsgálva a két évjárat között szignifikáns különbség meglétét állapítottuk meg (16. táblázat). A csapadékosabb 2010-ben a vizsgált fajták kalászában erősebb fertőzöttséget figyeltünk meg. A fajták közül a két év átlagát tekintve az Mv Toborzó, az Mv Petrence és a GK Csillag a kísérleti átlaghoz képest szignifikánsan fogékonyabbnak bizonyult. Az Mv Hombár, az Mv Karizma és az Mv Kolo az átlagnál statisztikailag igazoltan gyengébben fertőződött a kórokozóval a két év adatai alapján. Noha a két tenyészedőszak között statisztikailag igazolható különbség volt az átlagos kalász borítottsági értéket tekintve, a vizsgált fajták többségénél (19 fajta) nem volt szignifikáns különbség a két év fertőzöttsége között (16. táblázat).

#### 4.4. Fiatalkori és felnőttkori *P. tritici-repentis* és *P. nodorum* ellenállóság kapcsolata

Három éves adataink alapján elvégzett korrelációanalízis eredményei szerint a fiatal korban megfigyelt léziótípus és levélfelület borítottság alapján számított AUDPC értékek, valamint a *P. tritici-repentis* mesterségesen fertőzött kísérletekből származó szántóföldi adatok (a zászlós levél százalékos borítottsága, a Saari-Prescott skála és az egésznövény borítottsági adatokból számított AUDPC értékek) között nem volt szignifikáns kapcsolat (17. táblázat).

**17. táblázat. Őszi búza genotípusok *Pyrenophora tritici-repentis* szembeni, fiatal- és felnőttkori ellenállóságának kapcsolata (korrelációs koefficiens értékek)  
Martonvásár, 2008-2010**

	Zászlós levél borítottság AUDPC érték	Saari-Prescott skála AUDPC érték	Egész növény borítottság AUDPC érték
Léziótípus AUDPC érték	0,19 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
Levélfelület borítottság AUDPC érték	0,29 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>

Megjegyzés: ns= nem szignifikáns n=22; AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

Több genotípusnál megfigyeltük, hogy a fiatalkori ellenállóságuk jelentősen eltér a szántóföldi felnőttkori ellenállástól, ugyanakkor a kísérletben szereplő rezisztenciaforrások hasonlóan viselkedtek üvegházi és szántóföldi körülmények között. Kísérleteinkben az Mv Magvas, az Mv Pálma, az Mv Makaróni, a Wattines és az Alcedo üvegházi körülmények között átlagosan vagy az átlaghoz képest erősebb fertőzöttségű volt (Melléklet, M2. táblázat), ugyanakkor szántóföldi körülmények között a Saari-Prescott skála, az egésznövény borítottsága vagy a zászlós levél borítottsága alapján az ellenállóbb genotípusok közé tartozott (lásd. 31. ábra). Ennek ellenkezőjére is volt példa (Frontana, Bánkúti 1201 és Mv Magdaléna), azaz e fajták üvegházi adatai alapján a sárga levélfoltossággal szemben ellenállóbb, míg szántóföldi adataik alapján a fogékony fajták közé tartoztak.

**18. táblázat. A *Pyrenophora tritici-repentis* szembeni, fiatal- és felnőttkori ellenállóság kapcsolata a differenciáló sor fajtáiban és ismert rezisztenciájú genotípusokban (korrelációs koefficiens értékek)  
Martonvásár, 2008-2010**

	Zászlós levél borítottság AUDPC érték	Saari-Prescott skála AUDPC érték	Egész növény borítottság AUDPC érték
Léziótípus AUDPC érték	0,86**	0,73*	0,75*
Levélfelület borítottság AUDPC érték	0,95**	0,61*	0,64*

Megjegyzés: \*P=5%-os, \*\*P=1%-os szinten szignifikáns n=8, AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

A *P. tritici-repentis* rasszainak elkülönítésére használt differenciáló sor tagjainak és az ismert rezisztenciaforrások fiatal- és felnőttkori reakciója közötti kapcsolatot részletesen elemeztük (18. táblázat). Eredményeink igazolták az irodalmi forrásokban a fiatal- és a

felnttkori ellenállóság között kimutatható (Raymond és mtsai 1985, Cox és Hosford 1987, Lamari és Bernier 1989a, Evans és mtsai 1999, Bockus és mtsai 2007, Tadesse és mtsai 2011) szoros, pozitív kapcsolatot ezen genotípusok esetében.

A *P. nodorum* fiatalkori és felnttkori rezisztencia kapcsolatának vizsgálatakor is hasonló megfigyelést tettünk. A vizsgált genotípusok fiatal- és felnttkori ellenállósága nem korrelált egymással ( $r=0,14-0,35$  ns;  $n=22$ ). Hasonló megállapítást közöltek Shankar és munkatársai (2008). A vizsgált genotípusok közül az Mv Mambo, az Mv Magdaléna, az Mv Mezőföld és a Kavkáz üvegházi körülmények között jó *P. nodorum* ellenállóságú volt (Melléklet, M3. táblázat), míg szántóföldi körülmények között erősen fertőződtek a kórokozóval szemben (lásd.33. ábra). Ezzel szemben az Mv Tamara, az Mv Magvas, az Mv Pálma és a Bezosztaja-1 fiatal korban fertőződött erősebben. A rezisztenciaforrások vizsgálatakor szintén több felvételezési módszernél szignifikánsan szoros kapcsolatot figyeltünk meg (19. táblázat). A szakirodalomban több szerző (Krupinsky és mtsai 1972; Eyal és Scharen 1977; Feng és mtsai 2004, Bockus és mtsai 2007) szintén szoros korrelációt állapított meg a fiatal- és felnttkori *P. nodorum*mal szembeni ellenállóság között.

**19. táblázat. *Phaeosphaeria nodorum*mal szembeni, fiatal- és felnttkori ellenállóság kapcsolata a ismert rezisztenciájú genotípusokban (korrelációs koefficiens értékek) Martonvásár, 2008-2010**

	Zászlós levél borítottság AUDPC érték	Saari-Prescott skála AUDPC érték	Egész növény borítottság AUDPC érték
Léziótípus AUDPC érték	0,65*	0,44 ns	0,42 ns
Levélfelület borítottság AUDPC érték	0,76*	0,65*	0,69*

Megjegyzés: \*P=5%-os szinten szignifikáns, ns= nem szignifikáns, n=9, AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

Kétéves adataink alapján a martonvásári nemesítésű fajták fiatal- és felnttkori ellenállósága között a *P. tritici-repentisszel* fertőzött kísérletben szignifikáns közepes pozitív összefüggést állapítottunk meg (20. táblázat). A *P. nodorum*mal fertőzött kísérletben nem volt kapcsolat a fiatal- és a felnttkori ellenállóság között ( $r= -0,09-0,14$  ns;  $n=29$ ).

**20. táblázat Martonvásári nemesítésű fajták *Pyrenophora tritici-repentisszel* szembeni, fiatal- és felnttkori ellenállósága közötti kapcsolat (korrelációs koefficiens értékek) Martonvásár, 2008 és 2010**

	Zászlós levél borítottság AUDPC érték	Saari-Prescott skála AUDPC érték	Egész növény borítottság AUDPC érték
Léziótípus AUDPC érték	0,54*	0,50*	0,40 ns
Levélfelület borítottság AUDPC érték	0,56*	0,56*	0,46*

Megjegyzés: \*P=5%-os szinten szignifikáns, ns= nem szignifikáns, n=29, AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

Eredményeink alapján a fiatal- és felnttkori *P. tritici-repentis* ellenállóság közötti pozitív, közepes erősségű kapcsolat meglelte alátámaszthatja azt a feltételezést, hogy az üvegházi vizsgálat hatékony eszköz lehet a búzafajták és nemesítési törzsek sárga levélfoltosság-

ellenállóságának javítására irányuló szelekciójában. Azonban a fiatal- és a felnőttkori ellenállóság közötti kapcsolat tisztázásra további kísérletekre van szükség. Az új üvegházi körülmények a fiatalkori, az évjáráthatás pedig a felnőttkori ellenállóságot befolyásolta szignifikánsan, és ezen keresztül a két tulajdonság közötti kapcsolatra is kihatott. Valószínűleg ez magyarázhatja, hogy egyes esetekben van máskor pedig nincs kapcsolat a fiatal- és felnőttkori ellenállóság között e két levélfoltosságot okozó kórokozók vizsgálatakor.

#### **4.5. Martonvásári nemesítésű fajták és törzsek természetes eredetű levélfoltosság fertőzöttségének vizsgálata**

A közelmúltban, vagy jelenleg is termesztett őszi búzafajták levélfoltosság-ellenállóságának provokációs tenyészkertben végzett vizsgálatával párhuzamosan megkezdtük a természetes eredetű levélfoltosság fertőzöttség felmérését is. A nekrotróf kórokozókkal a búzanevelési tenyészkertekben nem fertőztünk, azonban e területeken a kétéves vetésciklus és a váltóterület közelsége miatt a köztermesztésben megszokottnál nagyobb lehet a kórokozó nyomás. A búzatörzsek levélfoltossággal szembeni rezisztenciáját több termőhelyen és több évben felvételeztük. Az intenzív termőhelyi adottságú martonvásári tenyészkertben és a sekélyebb termőrétegű László-pusztán vetettük el a parcellákat 2008 és 2010 között. A Levélrozsda provokációs tenyészkertben 2009-ben, vizsgáltuk a fajták és nemesítési törzsek ellenállóságát, itt az állomány két alkalommal csapadékpótló öntözést kapott. A 2010-es évben árvíz miatt nem tudtuk felvételezni a genotípusokat ebben a tenyészkertben, ezért a Fuzárium provokációs tenyészkertben értékeltük a genotípusok levélfoltosság-ellenállóságát. A levélfoltosság kórképét több módszerrel is értékeltük, így információt kaptunk a módszerek gyakorlati hasznosíthatóságáról. A 2010-es évben a nemesítési anyag levélfoltosság fertőzöttségének felvételezése mellett megállapítottuk, hogy a levélfelületen az egyes termőhelyeken milyen kórokozók milyen arányban vannak jelen. Az 21. táblázatban az általunk gyűjtött levelekről mikroszkópos azonosítás során megfigyelt kórokozók dominancia viszonyait termőhelyenként tüntettük fel. A vizsgált minták 70-90%-ában *Alternaria* fajokat azonosítottunk valamennyi termőhelyen. A többi levélfoltosság kórokozó közül a *Bipolaris sorokiniana* megjelenése volt jelentős a Fuzárium provokációs tenyészkertben, itt a minták 76,9%-ban fordult elő ez a kórokozó. A *Stagonospora nodorum* és a *Septoria tritici* előfordulásában jelentős különbséget a lászló-pusztai termőhely (70%) kivételével nem találtunk a termőhelyek között. A *Drechslera tritici-repentis* 35,0-46,2%-ban volt jelen a vizsgált mintákban. A mikroszkópos azonosítás során 2010-ben természetes körülmények között igen erős fuzáriumos fertőzöttséget detektáltunk (39,4-55%). A 2010. évben végzett vizsgálatokkal ugyan nem tudtuk igazolni Csősz (2006) eredményeit, mely szerint a *Drechslera tritici-repentis* előfordulása a leggyakoribb, ugyanakkor a *Septoria tritici* erőteljesebb felépésre vonatkozó megfigyeléseit mi is igazoltuk. Az általunk vizsgált év, noha igen kedvező volt a levélfoltosságot okozó gombafajok számára, a kórokozók dominancia viszonyainak megbízható meghatározására több éves megfigyelésre van szükség. Az 21. táblázatból kiolvasható, hogy természetes körülmények között több gombafaj okozhat levélfoltosság tüneteket. Ezért, ahogy Csősz (2007) is rámutatott a hatékony és gazdaságos védekezés elengedhetetlen feltétele a tünetek pontos ismerete, a betegség minél korábbi felismerése és természetesen a kórokozó mikroszkópos azonosítása.

**21. táblázat. A búza leveléről azonosított kórokozók előfordulásának gyakorisága (%) a búzanemesítési tenyészterekben Martonvásár, 2010 (n=116)**

Kórokozók	Mv	Lp	Fuz
<i>Alternaria</i> spp.	69,7	90,0	76,9
<i>Puccinia triticina</i>	51,5	90,0	46,2
<i>Drechslera tritici-repentis</i>	36,4	35,0	46,2
<i>Stagonospora nodorum</i>	51,5	70,0	46,2
<i>Septoria tritici</i>	57,6	65,0	38,5
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	6,1	15,0	76,9
<i>Fusarium</i> spp.	39,4	55,0	98,0
<i>Cladosporium</i> spp.	27,3	40,0	23,1

Megjegyzés: Mv=Martonvásár, Lp=László-pusztá, Fuz= Fuzárium tenyészkert

A nemesítési anyag levélfoltosságokkal szembeni ellenállóság adatainak varianciaanalízisét a 22. táblázatban közöljük.

A 2008-as és 2010-es évben a törzsek között az egész növény borítottság és a Saari-Prescott érték alapján is kimutatható volt szignifikáns eltérés, ugyanakkor a zászlós levél borítottsága alapján 2008-ban és az egész növény borítottság alapján 2009-ben nem vonható le megbízható következtetés a genotípusok rezisztenciájáról. Mind a zászlós levél borítottság, mind pedig a Saari-Prescott érték rendkívüli mértékben függött a környezettől, azonban az egész növény borítottság esetén 2008-ban a termőhely hatása nem volt szignifikáns.

**22. táblázat. A martonvásári nemesítésű törzsek természetes eredetű levélfoltosság adatainak varianciaanalízise (MQ értékek) Martonvásár, 2008-2010**

Termőhelyek	Martonvásár, László-pusztá, 2008				Martonvásár, László-pusztá, Levélrozda kert, 2009			Martonvásár, László-pusztá, Fuzárium kert, 2010		
	FG	Egész növény borítottság	Zászlós levél borítottság	Saari-Prescott érték	FG	Egész növény borítottság	Saari-Prescott érték	FG	Egész növény borítottság	Saari-Prescott érték
<b>Genotípus</b>	73	110,07*	34,97 <sup>ns</sup>	1,10**	50	57,6 <sup>ns</sup>	2,81*	64	412,54***	1,32***
<b>Termőhely</b>	1	169,74 <sup>ns</sup>	852,48***	54,73***	2	454,96***	202,59***	2	2953,11***	3,51*
<b>Hiba</b>	73	68,65	41,86	0,55	100	63,05	1,81	128	161,18	0,6

Megjegyzés: FG= szabadságfok, \*P=5%, \*\*\*P=0,1%-os szinten szignifikáns, ns=nem szignifikáns

A 2008 és 2010 év hasonlóságát jól jellemzik a 23. táblázat adatai, amelyek szerint nincs jelentős különbség a két év átlagában és a vizsgált törzsek fertőzöttség szerinti eloszlásában ( $t=1,74^{ns}$ ,  $\chi^2_{df=8}=15,41^{ns}$ ). A száraz 2009-es évjárat nem kedvezett a nektrotróf kórokozók terjedésének, hiszen a fertőződés szempontjából kritikus időszakban, áprilisban és májusban rendkívül száraz volt az időjárás. A vizsgált törzsek alig fertőződtek, mindössze a csapadékpótló öntözést kapott Levélrozda kertben terjedt több törzs esetén a felső levélemeletekre a kórokozó. A 2010. esztendőben a vizsgált törzsek között nem volt rezisztens, a kórokozó szinte minden búzafajta és nemesítési törzs esetén a zászlós levélig terjedt.

**23. táblázat. Martonvásári nemesítésű törzsek természetes eredetű levélfoltosság fertőzöttség szerinti megoszlása Saari-Prescott skála alapján  
Martonvásár, 2008-2010**

Évek	2008		2009			2010		
	Mv	Lp	Mv	Lp	Lr	Mv	Lp	Fuz
Átlag	5,62	7,21	4,76	3,35	5,29	6,71	7,17	6,98
Minimum	2,00	5,00	0,00	0,00	4,00	4,00	6,00	5,00
Maximum	8,00	9,00	7,00	6,00	7,00	8,00	8,00	9,00
Szórás	1,00	0,85	1,69	2,19	0,88	0,9	0,67	1,12
Évek átlaga	6,42		4,47			6,95		
Törzsek megoszlása (%)								
0*	0,0	0,0	49,0	46,9	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,9	0,0	2,0	18,4	6,1	0,0	0,0	0,0
3	0,9	0,0	20,4	14,3	20,4	0,0	0,0	0,0
4	8,2	0,0	12,2	18,4	30,6	1,5	0,0	0,0
5	35,5	3,6	8,2	2,0	30,6	1,5	0,0	8,3
6	35,5	17,3	8,2	0,0	12,2	44,6	15,4	15,0
7	18,2	44,5	0,0	0,0	0,0	29,2	52,3	36,7
8	0,9	31,8	0,0	0,0	0,0	23,1	32,3	38,3
9	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7
<b>Vizsgált törzsek száma</b>	110		49			65		

Megjegyzés: Mv=Martonvásár, Lp=László-puszta, Lr=Levéltrozsa provokációs tenyészkert, Fuz= Fuzárium provokációs tenyészkert; 0-9\*= fertőzöttségi kategóriák 0=tünetmentes, 9=nagyon fogékony

Ugyanakkor a levélfelület borítottsága (24. táblázat) a legerősebben fertőzött területen (Fuzárium provokációs tenyészkert) több mint 41%-kal haladta meg a leggyengébben fertőzöttét (Martonvásár). A termőhelyi adatokból is látható, hogy a korábbi évekhez viszonyítva a 2010. évi fertőzés jelentősen nagyobb mértékű volt a korábbi évekénél. A levélfelület borítottsága 2008-ban 14,68% és 22,32%, 2009-ben 4,85% és 10,45% között változott termőhelyenként, 2010-ben ezek az értékek 32,62% és 46,09% között alakultak. Míg 2009-ben a törzsek 81,6-95,9%-ánál csak nyomokban volt jelen a kórokozó a levélfelületen, addig 2008-ban a 10% alatti fertőzöttségű törzsek aránya 14,5-26,4%-ra, 2010-ben 3,3%-ra és 6,2%-ra csökkent. Utóbbi évben volt olyan törzs, amely levélfelületének több mint 90%-án volt megfigyelhető a levélfoltosság tünete.



**24. táblázat. Martonvásári nemesítésű törzsek természetes eredetű levélfoltosság fertőzöttsége szerinti megoszlása egész növény borítottság (%) alapján  
Martonvásár, 2008-2010**

Évek	2008		2009			2010		
	Mv	Lp	Mv	Lp	Lr	Mv	Lp	Fuz
Átlag	14,68	22,32	4,85	5,84	10,45	32,62	39,08	46,09
Minimum	0,10	3,00	0,00	0,00	1,00	10,00	10,00	1,00
Maximum	40,00	50,00	20,00	30,00	40,00	60,00	70,00	100,00
Szórás	8,69	11,55	5,75	8,46	8,89	12,28	15,68	18,39
Évek átlaga	18,50		7,05			39,26		
Törzsek megoszlása a fertőzöttség mértéke szerint (%)								
0-10% *	26,4	14,5	91,8	95,9	81,6	6,2	6,2	3,3
10-20%	37,3	38,2	8,2	2,0	14,3	20,0	13,8	6,7
20-30%	27,3	16,4	0,0	2,0	2,0	36,9	18,5	11,7
30-40%	8,2	23,6	0,0	0,0	2,0	20,0	29,2	11,7
40-50%	0,9	3,6	0,0	0,0	0,0	12,3	15,4	36,7
50-60%	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	4,6	10,8	18,3
60-70%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	5,0
70-80%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0
80-90%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
90-100%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7
<b>Vizsgált törzsek száma</b>	110		49			65		

Megjegyzés: Mv=Martonvásár, Lp=László-puszta, Lr=Levélrozsa provokációs tenyészkeret, Fuz= Fuzárium provokációs tenyészkeret \* 0%= tünetmentes, 100%=nagyon fogékony

A martonvásári nemesítésű fajták természetes levélfoltosság ellenállóságát szintén felvételeztük a nemesítési tenyészkeretekben.

A Saari-Prescott skála alapján (25. táblázat) a vizsgált fajták többsége a három év átlagát tekintve mérsékelten fogékonyak bizonyult. Több fajta azonban kiváló ellenállóságú volt, melyek közül az Mv Regiment a három év átlaga alapján rezisztens csoportba sorolódott. Az Mv Vekni, az Mv Petrence, az Mv Hombár, az Mv Karizma, az Mv Marsall és a 2008-ban állami minősítést kapott Mv Toldi a mérsékelten ellenálló fajták közé tartozott.

Az egész növény borítottság (26. táblázat) alapján elmondható, hogy a vizsgált fajták a három év átlagát tekintve jó ellenállóságot mutattak. A kísérletekben 10 búzafajta (Mv Regiment, Mv Vekni, Mv Palotás, Mv Kolompos, Mv Kolo, Mv Hombár, Mv Lucilla, Mv Petrence, Mv Karizma, Mv Toldi) borítottsága a három év átlagában 10% alatt maradt. Ezek közül az Mv Regiment és az Mv Vekni fertőzöttségének mértéke járványos évben sem nőtt.

**25. táblázat. Martonvásári nemesítésű búzafajták természetes eredetű levélfoltosság ellenállósága a Saari-Prescott skála alapján  
Martonvásár, 2008-2010**

Fajta	2008		2009			2010			3 év átlaga Mv	3 év átlaga Lp	3 év átlaga	Rezisztencia típus a 3 év átlaga alapján
	Mv	Lp	Mv	Lp	Lr	Mv	Lp	Fuz				
Mv Regiment	2	7	0	2	4	5	4	2	2	5	3	R
Mv Vekni	5	7	0	0	5	5	4	5	3	4	4	MR
Mv Petrence	5	8	0	0	3	6	6	4	3	4	4	MR
Mv Hombár	5	6	0	0	4	6	6	6	4	4	4	MR
Mv Karizma	6	7	0	0	4	5	6	5	4	4	4	MR
Mv Toldi	6	7	0	0	3	5	6	7	4	4	4	MR
Mv Marsall	7	7	0	2	2	6	6	5	4	5	4	MR
Mv Palotás	5	8	3	3	3	6	4	5	4	6	5	MS
Mv Kolo	6	8	0	4	3	5	5	6	5	5	5	MS
Mv Lucilla	5	7	2	3	4	6	6	5	3	5	5	MS
Mv Kolompos	4	8	4	4	3	4	6	5	4	6	5	MS
Mv Süveges	5	8	2	2	4	5	6	6	4	5	5	MS
Mv Walzer	5	8	2	2	4	6	6	6	4	5	5	MS
Mv Csárdás	5	8	0	4	4	6	6	6	4	6	5	MS
Mv Verbunkos	7	8	0	3	4	6	6	6	4	6	5	MS
Mv Bodri	5	8	5	2	5	6	5	5	4	5	5	MS
Mv Menüett	4	7	2	4	5	6	6	7	5	5	5	MS
Mv Toborzó	6	9	0	4	5	6	6	5	5	6	5	MS
Mv Mazurka	7	7	2	2	6	6	6	6	4	5	5	MS
Mv Béres	5	8	1	4	6	6	6	6	4	6	5	MS
Mv Suba	6	8	3	2	5	6	7	7	4	5	6	MS
Mv Ködmön	6	8	3	5	5	6	6	6	5	7	6	MS
<b>Átlag</b>	<b>5,32</b>	<b>7,59</b>	<b>1,3</b> <b>2</b>	<b>2,36</b>	<b>4,14</b>	<b>5,64</b>	<b>5,68</b>	<b>5,50</b>	<b>3,95</b>	<b>5,14</b>	<b>4,73</b>	<b>MS</b>
SzD <sub>5%</sub> termőhelyek között	0,61											
SzD <sub>5%</sub> fajták főátlagai között											1,00	

Megjegyzés: Megjegyzés: Mv=Martonvásár, Lp=László-puszta, Lr=Levélrozsa provokációs tenyészkert, Fuz= Fuzárium provokációs tenyészkert, 0=tünetmentes, 9=nagyon fogékony, R=rezisztens, MR=mérsékelt rezisztens, MS=mérsékelt fogékony

**26. táblázat. Martonvásári nemesítésű fajták természetes eredetű levélfoltosság ellenállósága egész növény borítottság (%) alapján  
Martonvásár, 2008-2010**

Évek	2008		2009			2010			3 év átlaga Mv	3 év átlaga Lp	3 év átlaga
	Mv	LP	Mv	Lp	Lr	Mv	Lp	Fuz			
Mv Regiment	0,1	10	0	1	5	1	5	0,1	0	6	3
Mv Vekni	10	15	0	0	5	5	1	0,1	4	7	5
Mv Palotás	5	30	0,1	1	1	10	5	0,1	3	11	7
Mv Kolompos	3	30	5	5	0,1	1	10	1	4	13	7
Mv Kolo	10	30	0	5	0,1	5	5	1	5	15	7
Mv Hombár	5	10	0	0	1	10	30	1	3	5	7
Mv Lucilla	5	35	0,1	1	1	5	10	0,1	5	22	7
Mv Petrence	3	30	0	0	0,1	20	10	0,1	3	13	8
Mv Karizma	20	15	0	0	5	5	20	1	13	8	8
Mv Toldi	15	30	0	0	0,1	5	20	5	7	17	9
Mv Bodri	10	30	10	1	5	10	10	10	5	17	11
Mv Marsall	20	20	0	0,1	0,1	10	30	10	13	10	11
Mv Menüett	3	30	0,1	5	10	5	20	20	4	22	12
Mv Walzer	15	30	0,1	0,1	1	20	30	1	7	17	12
Mv Toborzó	10	50	0	10	10	5	10	5	10	30	13
Mv Mazurka	30	15	0,1	0,1	5	30	20	1	12	8	13
Mv Béres	5	45	0,1	5	10	10	30	10	12	23	14
Mv Süveges	10	50	0,1	0,1	1	20	30	30	7	27	18
Mv Verbunkos	30	25	0	1	3	30	30	30	17	19	19
Mv Csárdás	10	30	0	5	5	40	30	30	13	22	19
Mv Ködmön	20	40	5	20	5	30	20	10	20	30	19
Mv Suba	10	50	5	0,1	5	30	40	30	15	23	21
<b>Átlag</b>	<b>11,32</b>	<b>29,55</b>	<b>1,17</b>	<b>2,75</b>	<b>3,57</b>	<b>13,95</b>	<b>18,91</b>	<b>8,93</b>	<b>8,27</b>	<b>16,59</b>	<b>11,36</b>
SzD <sub>5%</sub> termőhelyek között	4,70										
SzD <sub>5%</sub> fajták főátlagai között	7,79										

Megjegyzés: Megjegyzés: Mv=Martonvásár, Lp=László-puszt, Lr=Levélrozsda provokációs tenyészkert, Fuz=Fuzárium provokációs tenyészkert, 0= tünetmentes, 100=nagyon fogékony

#### 4.6. Természetes levélfoltosság fertőződés és a mesterségesen inokulált kísérletből származó adatok összefüggése

A korrelációanalízis eredménye szerint (27. táblázat) a 2008. évben a vizsgált fajták mesterséges és természetes levélfoltosság ellenállósága között szignifikáns közepes erősségű kapcsolat állt fenn mindkét kórokozó esetén és a kórokozók átlagánál mindkét értékelési módszert vizsgálva. Az extrém csapadékos 2010. évben a természetes körülmények között értékelt egész növény borítottság és *P. tritici-repentis* mesterségesen fertőzött egész növény borítottság AUDPC értéke között statisztikailag igazolt szoros (0,74\*\*) korrelációt figyeltünk meg. A 2010. évi szoros korreláció magyarázható azzal a ténnyel, hogy ebben az esztendőben a *P. tritici-repentis* természetes előfordulása igen gyakori volt Martonvásár körzetében (lásd 21. táblázat). A legszorosabb összefüggést a mesterségesen fertőzött kísérlet egész növény borítottsági AUDPC érték főátlaga és a természetes levélfoltosság fertőződés kétéves átlag adata között mutattuk ki ( $r=0,76^{**}$ ). Ez a tény arra enged következtetni, hogy az általunk kidolgozott és használt mesterséges fertőzési módszerrel megfelelő hatékonysággal becsülhető a búzafajták levélfoltosság rezisztenciája. A hatékony becsléshez azonban többéves kísérletek elvégzése szükséges.

**27. táblázat. Természetes levélfoltosság fertőzöttség és mesterségesen inokulált kísérletek közötti kapcsolat korrelációs koefficiens értékei különböző értékelési módszereknél Martonvásár, 2008 és 2010**

Mesterséges fertőzés		Természetes levélfoltosság fertőzés					
		Saari-Prescott			Egész növény borítottság		
		2008	2010	2 év átlaga	2008	2010	2 év átlaga
<b>2008 Saari-Prescott (AUDPC érték)</b>	<b>PTR</b>	0,43*	0,31	0,41	0,38	0,40	0,43*
	<b>PN</b>	0,53*	0,54**	0,61**	0,51*	0,57**	0,61**
	<b>PTR+PN</b>	0,50*	0,44*	0,53*	0,46*	0,50*	0,54**
<b>2008 Egész növény borítottság (AUDPC érték)</b>	<b>PTR</b>	0,46*	0,41	0,49*	0,45*	0,48*	0,52*
	<b>PN</b>	0,55**	0,53*	0,61**	0,58**	0,57**	0,63**
	<b>PTR+PN</b>	0,52*	0,48*	0,57**	0,52*	0,54**	0,59**
<b>2010 Saari-Prescott (AUDPC érték)</b>	<b>PTR</b>	0,47*	0,45*	0,53*	0,66**	0,61**	0,70**
	<b>PN</b>	0,27	0,46*	0,44*	0,47*	0,40	0,47*
	<b>PTR+PN</b>	0,46*	0,57**	0,60**	0,70**	0,63**	0,72**
<b>2010 Egész növény borítottság (AUDPC érték)</b>	<b>PTR</b>	0,45*	0,49*	0,54**	0,54**	0,74**	0,75**
	<b>PN</b>	0,40	0,46*	0,49*	0,61**	0,44*	0,55**
	<b>PTR+PN</b>	0,49*	0,55**	0,60**	0,69**	0,65**	0,73**
<b>2008 és 2010</b>	<b>Saari-Prescott átlaga (AUDPC érték)</b>	0,55**	0,54**	0,62**	0,60**	0,61**	0,67**
<b>2008 és 2010</b>	<b>Egész növény borítottság átlaga (AUDPC érték)</b>	0,60**	0,60**	0,68**	0,69**	0,68**	0,76**

Megjegyzés: \*P= 5%, \*\*\*P=0,1%-os szinten szignifikáns, n=22; PTR= *Pyrenophora tritici-repentis*; PN= *Phaeosphaeria nodorum*; PTR+PN= a két kórokozóval fertőzött kísérleti parcellák átlaga.

#### **4.7. Búza genotípusok malom- és sütőipari minőségének változása a *P. tritici-repentis* és *P. nodorum* fertőzés hatására**

Három egymást követő évben (2007-2009) az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet Lisztminőség vizsgáló laboratóriumában teszteltük a szántóföldi, két levélfoltosságot okozó gombafajjal (*P. tritici-repentis* és *P. nodorum*) mesterségesen fertőzött kísérletből és a fungiciddal védett (200 g/l azoxistrobin és 80 g/l ciprokonazol) kontroll parcellákról származó minták malom- és sütőipari minőségét.

A többtenyezős varianciaanalízis eredménye szerint 2007-2009-es évi kísérletsorozatban a malomipari tulajdonságokat az évjáráthatás és a kezelések, vagyis a fertőzés, valamint a fajták szignifikánsan befolyásolták (28. táblázat). A szemkeménységet és az ezerszemtömeget a genotípus, míg a szemátmérőt az évjárat hatása befolyásolta, de a genotípus hatás e tulajdonság esetén is kiemelkedő volt. E megfigyelésünk igazolja azon irodalmi adatokat (Davis és mtsai 1961, Anjum és Walker 1991, Bedő és mtsai 2001, Nishio és mtsai 2005), melyek szerint a szemkeménység jól öröklődő genetikai tulajdonság. A szemkeménység esetén az évjárat×genotípus kölcsönhatás, illetve a három tényező együttes hatása sem volt statisztikailag igazolható.

**28. táblázat. *Pyrenophora tritici-repentisszel* és *Phaeosphaeria nodorum*mal mesterségesen fertőzött búza genotípusok malomipari minőségi tulajdonságainak varianciaanalízise (MQ értékek) Martonvásár, 2007-2009**

Tényezők	FG	Ezerszemtömeg	Szemátmérő	Szemkeménység
Évjárat (É)	2	281,67 ***	0,50 ***	9263,00 ***
Kórokozó (A)	2	711,57 ***	0,96 ***	298,39 *
É×A	4	422,95 ***	0,51 ***	157,10 ns
Genotípus (B)	22	420,49 ***	0,43 ***	8195,64 ***
É×B	44	29,61 ***	0,04 ***	222,95 ***
A×B	44	21,44 ***	0,03 ***	50,06 ***
É×A×B	88	14,15 ***	0,02 ***	23,41 ns
Hiba	396	8,01	0,01	21,64

Megjegyzés: \*P= 5%, \*\*\*P=0,1%-os szinten szignifikáns, ns=nem szignifikáns

A variancia komponensek aránya alapján a genotípus elsődleges hatása érvényesült három sütőipari minőségi tulajdonság, a fehérje- és nedvessikér-tartalom, valamint az esésszám esetén. A Zeleny-féle szedimentációs értéket döntően az évjárat tényező határozta meg. Vizsgálatainkban a fertőzésnek csak az esésszám esetében nem volt szignifikáns hatása (29. táblázat). A kölcsönhatások közül az év×kórokozó szignifikánsan befolyásolta a Zeleny-féle szedimentációs érték és az esésszám alakulását. A genotípus és az év×genotípus kölcsönhatás minden sütőipari minőségi tulajdonságnál 0,1%-os szinten volt szignifikáns. A kórokozó×genotípus kölcsönhatás is minden esetben statisztikailag igazolható volt. A technológiai minőség és a fertőzés összefüggésében Gál és munkatársai (2001) levélrozsdá fertőzéses kísérleteikben szintén hasonló eredményekre jutottak.

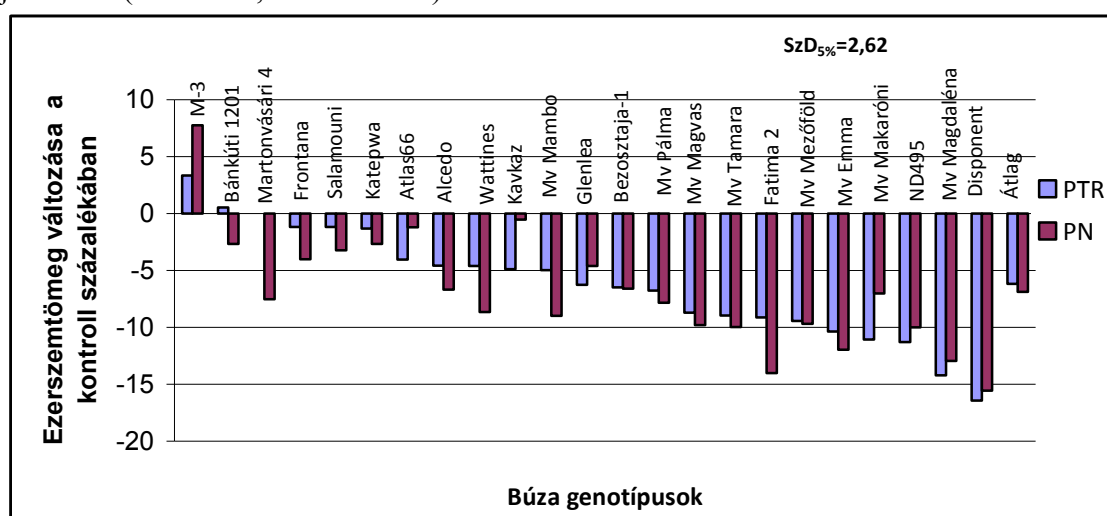
**29. táblázat. *Pyrenophora tritici-repentisszel* és *Phaeosphaeria nodorum*mal mesterségesen fertőzött búza genotípusok sütőipari minőségi tulajdonságainak varianciaanalízise (MQ értékek) Martonvásár, 2007-2009**

Tényezők	FG	NIR fehérjetartalom	NIR nedvessikér-tartalom	Zeleny-féle szedimentáció	Esésszám
Évjárat (É)	2	142,73 ***	4992,46 ***	29492,96 ***	855791,81 ***
Kórokozó (A)	2	28,50 *	428,90 *	748,95 ***	29282,29 ns
É×A	4	16,78 ns	234,41 ns	781,02 ***	3531,39 *
Genotípus (B)	22	30,88 ***	560,02 ***	602,41 ***	91774,58 ***
É×B	44	2,55 ***	41,45 ***	106,51 ***	27135,69 ***
A×B	44	1,05 **	16,95 *	23,03 ***	3385,89 *
É×A×B	88	0,81 ns	12,64 ns	14,72 ns	3083,11 *
Hiba	396	0,69	11,32	12,50	2314,32

Megjegyzés: \*P= 5%, \*\*P=1%, \*\*\*P=0,1%-os szinten szignifikáns, ns=nem szignifikáns

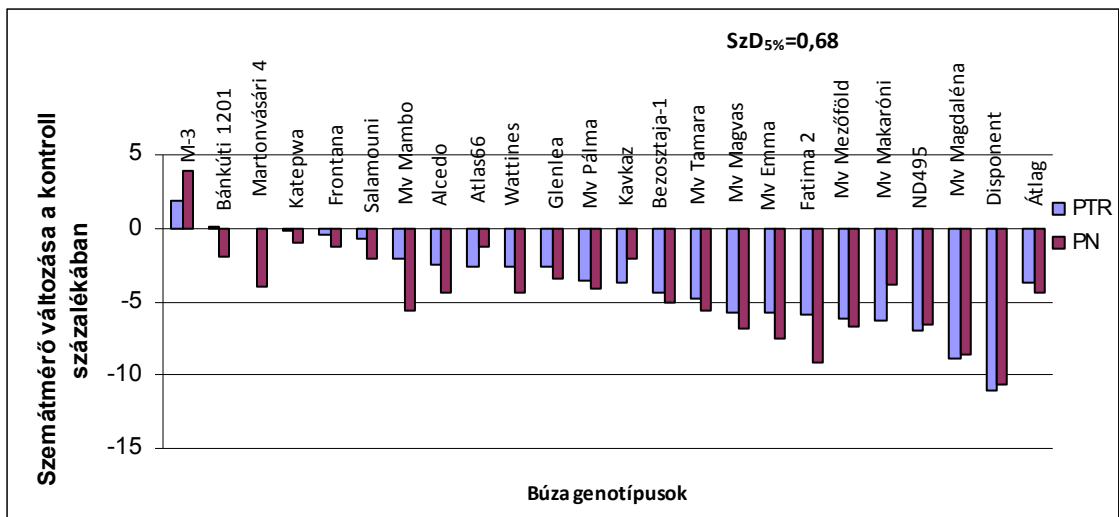
#### 4.7.1. Búza genotípusok malomipari minőségének változása a *P. tritici-repentis* és *P. nodorum* fertőzés hatására

Az ezerszemtömeg változásában a 2008-as és 2009-es *P. nodorum* kísérlet kivételével szignifikáns különbség volt az évek között (Melléklet, M7. táblázat). A három év átlagában a kórokozók, hasonlóan Gilbert és Tekauz (1993), Evans és munkatársai (1999), illetve Gál és Oettler (2003) eredményeihez 6,89% ezerszemtömeg csökkenést okoztak (37. ábra). Több genotípusnál a fertőzésnek nem volt statisztikailag igazolható hatása az ezerszemtömegegre (Melléklet, M7. táblázat) a három év átlagát tekintve. A legnagyobb ezerszemtömeg csökkenést mindkét kórokozó esetében a rezisztencia forrásként számon tartott Disponent-nél figyeltük meg (15,55-16,53%). Ennél a genotípusnál és az Mv Mezőföldnél a 2008. és 2009. évben 19,17-37%-os ezerszemtömeg csökkenést is megfigyeltünk, ami már igen jelentős veszteség. Az Mv Pálma, a Fatima 2 és az Mv Emma eltérő módon reagált az évjáratokra (Melléklet, M7. táblázat).



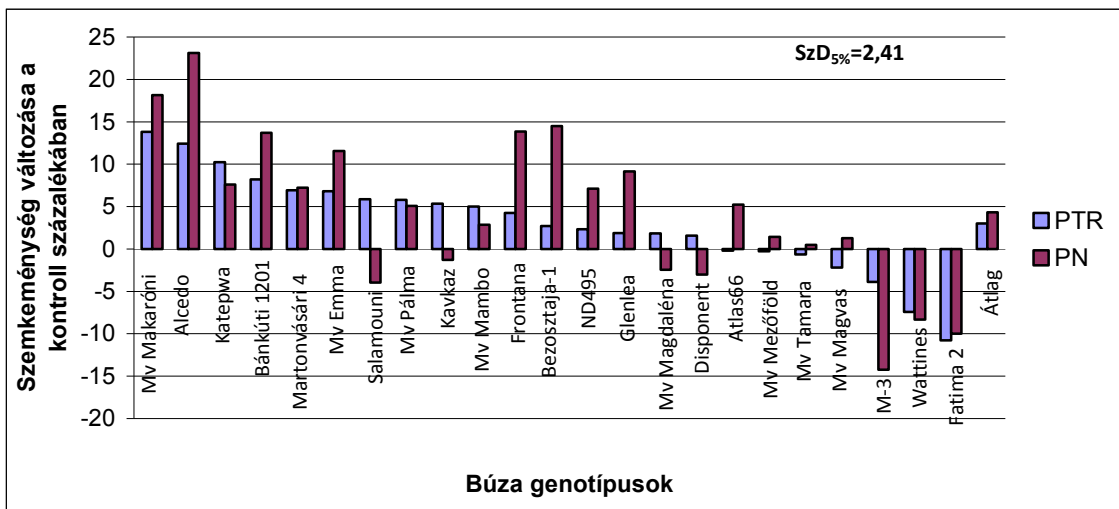
37. ábra *Pyrenophora tritici-repentis* (PTR) és *Phaeosphaeria nodorum* (PN) fertőzött búza genotípusok ezerszemtömeg változása fertőzés hatására a fungiciddel védett kontrollhoz viszonyítva (%)  
Martonvásár, 2007-2009

Vizsgálatainkban a szemátmérő a 2007 évi *P. tritici-repentis* kísérlet kivételével statisztikailag igazoltan változott a fertőzés hatására (Melléklet, M8. táblázat). A három év átlagát tekintve 3,7-4,45%-os szemátmérő csökkenést okozott a fertőzés (38. ábra). Több genotípusnál nem volt statisztikailag igazolható csökkenés e tulajdonság esetén a fertőzés hatására az évek átlagában, sőt az M-3 genotípusnál szignifikánsan nőtt a szemátmérő (3,86%). A Disponent fajta szemátmérője csökkent (10,64-11,08%) a legnagyobb mértékben mindkét kórokozónál a három év átlaga alapján. A fertőzés hatására a védett kontrollhoz viszonyított szemátmérő csökkenés a 2008. és 2009. években a Disponentnél és az Mv Mezőföldnél elérte 11,28-24,84%-ot (Melléklet, M8. táblázat).



**38. ábra *Pyrenophora tritici-repentisszel* (PTR) és *Phaeosphaeria nodorummal* (PN) fertőzött búza genotípusok szemátmérőjének változása fertőzés hatására a fungiciddel védett kontrollhoz viszonyítva (%)  
Martonvásár, 2007-2009**

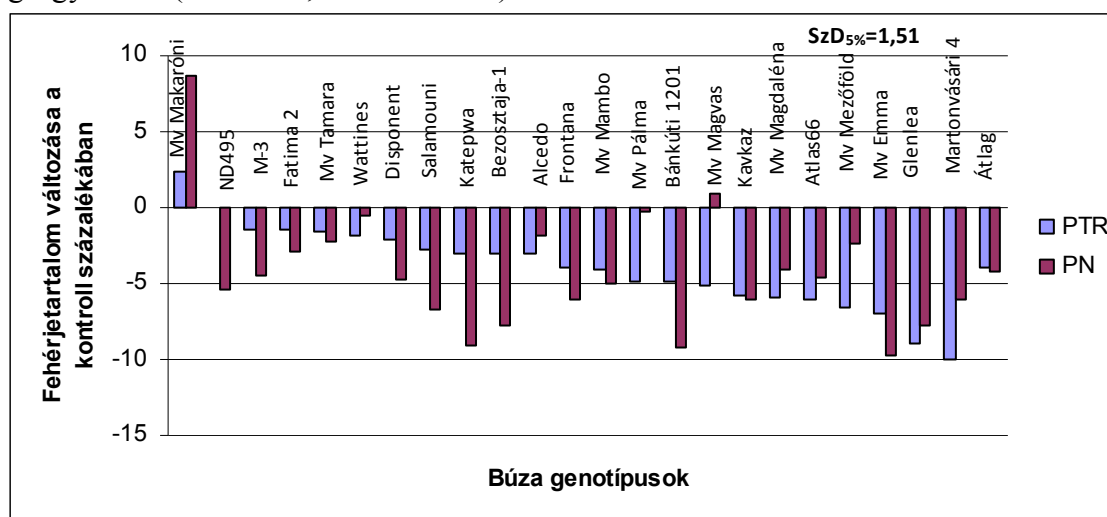
A szemkeménységet vizsgálva csak a *P. nodorummal* fertőzött kísérletben nőtt a szemkeménység szignifikánsan a három év átlagát tekintve (Melléklet, M9. táblázat). A vizsgált évek között nem kaptunk statisztikailag igazolható különbséget és az évjárat×kórokozó kölcsönhatás sem volt szignifikáns. Ez valószínűleg annak következménye, hogy a szemkeménység jól öröklődő genetikai tulajdonság (Davis és mtsai 1961). E megfigyelést az is bizonyítja, hogy a *P. tritici-repentis* kísérletben 18, a *P. nodorum* kísérletben 14 genotípusnak nem változott szignifikánsan a szemkeménysége. Megfigyeléseink szerint csapadékosabb évjáratban, mint amilyen a 2008-as év volt, néhány puhaszemű fajtánál (Wattines, M-3) igen jelentős (29,23-55,03%) szemkeménység csökkenést, más, szintén puha szemű fajtáknál (Alcedo, Frontana), illetve a kísérletünkben szereplő durum búzáknál (Mv Makaróni) ugyanebben az évben jelentős szemkeménység növekedést (12,85-37,37%) figyeltünk meg (39. ábra).



**39. ábra *Pyrenophora tritici-repentisszel* (PTR) és *Phaeosphaeria nodorummal* (PN) fertőzött búza genotípusok szemkeménységének változása fertőzés hatására a fungiciddel védett kontrollhoz viszonyítva (%)  
Martonvásár, 2007-2009**

#### 4.7.2 Búza genotípusok sütőipari minőségének változása a *P. tritici-repentis* és *P. nodorum* fertőzés hatására

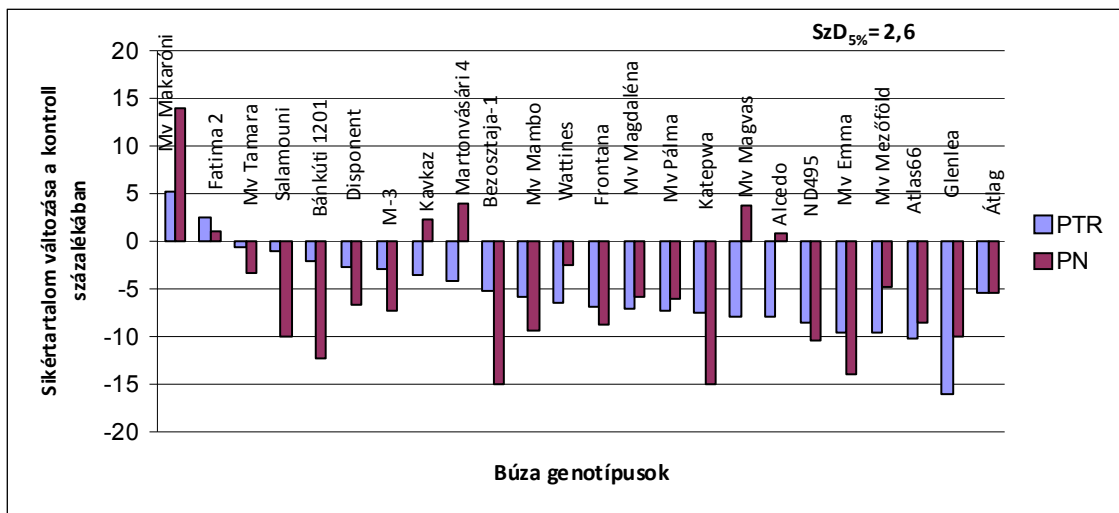
A fehérje technológiai szempontból a búza egyik legfontosabb alkotórésze, a kenyér tápértékét, emészthetőségét alapvetően meghatározza. Vizsgálatainkban a fertőzés 3,96 és 4,23%-os fehérjetartalom csökkenést okozott a három év és a fajták átlagában (40. ábra). Az évjárat és a kórokozó kezelések között nem volt statisztikailag igazolható kölcsönhatás (Melléklet, M10. táblázat). A vizsgált genotípusok közül az Mv Makaróninak mindkét kísérletben szignifikánsan nőtt a fehérjetartalma, illetve több genotípusnál a csökkenés mértéke nem volt statisztikailag igazolható. A legnagyobb fehérjetartalom csökkenést a sárga levélfoltosság kórokozójának esetében a korábbi kísérleteinkben fogékony Martonvásári 4 (10%) és a Glenlea (8,99%) búzafajtáknál figyeltük meg a három év átlagát tekintve. A *P. nodorum*mal fertőzött kísérletben szignifikánsan a legnagyobb fehérjetartalom csökkenést az Mv Emma (9,71%), a Bánkúti 1201 (9,22%) és Katepwa (9,14%) fajtáknál mértük. (40. ábra). Néhány érzékeny fajtánál (Bánkúti 1201, Frontana, Katepwa, Kavkaz, Mv Emma) egyes években a fertőzés hatására 13,5-18,6%-os fehérjetartalom csökkenést is meg figyeltünk (Melléklet, M10. táblázat).



40. ábra *Pyrenophora tritici-repentis* (PTR) és *Phaeosphaeria nodorum*mal (PN) fertőzött búza genotípusok fehérjetartalom változása fertőzés hatására a fungiciddel védett kontrollhoz viszonyítva (%)  
Martonvásár, 2007-2009

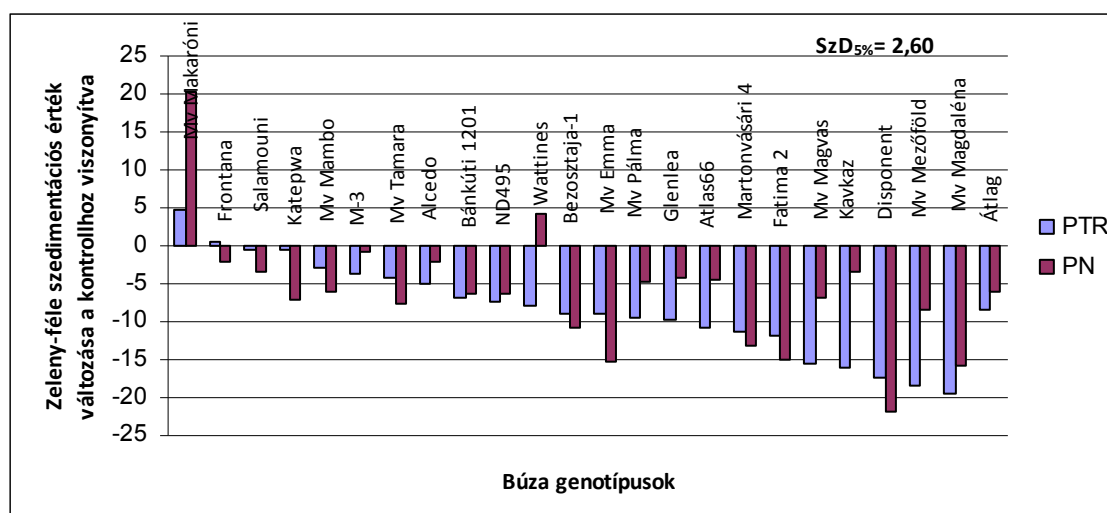
A nedvessikér-tartalom a két kórokozóval történt fertőzés hatására 5,36-5,42%-kal csökkent a három éves átlag alapján a genotípusok átlagában (41. ábra). A vizsgált évek között hasonlóan a fehérjetartalomhoz nem volt statisztikailag igazolható különbség, illetve a vizsgált genotípusok többségének nem változott a nedvessikér-tartalma (Melléklet, M11. táblázat). A legnagyobb mértékű nedvessikér-tartalom csökkenést a sárga levélfoltosság fertőzés esetén a Glenlea búzafajtánál (16,13%), a kalász- és pelyvafoltosság fertőzés esetén pedig a Bezostaja-1 (14,9%), Katepwa (14,86%), Mv Emma (13,86%), Bánkúti 1201 (12,28%) fajtáknál figyeltük meg a három év átlagában (41. ábra). Szélsőséges esetben ezeknél a genotípusoknál a nedvessikér-tartalom csökkenés egy-egy évben elérte a 21,1-28,8%-ot (Melléklet, M11. táblázat). Utóbbi három fajtának, mint korábban szemléltettük, a fehérjetartalma is szignifikánsan csökkent *P. nodorum*mal történt fertőzés következtében





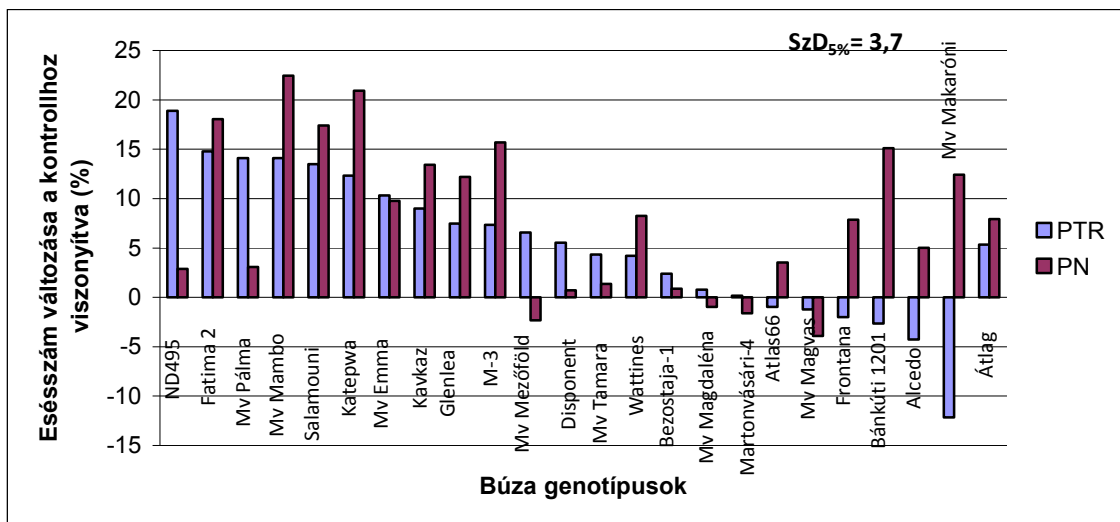
**41. ábra *Pyrenophora tritici-repentisszel* (PTR) és *Phaeosphaeria nodorummal* (PN) fertőzött búza genotípusok nedvessikér-tartalom változása fertőzés hatására a fungiciddel védett kontrollhoz viszonyítva (%) Martonvásár, 2007-2009**

A várható kenyértérfogattal összefüggő Zeleny-féle szedimentációs érték a fertőzés hatására minden évben csökkent. Az általános tendencia alól kivételt képezett a *P. tritici-repentis* kísérlet 2007-ben (Melléklet, M12. táblázat). A három év átlagát tekintve e kórokozó szignifikánsan csökkentette (8,33%) a Zeleny-féle szedimentációs értéket (42. ábra). A *P. nodorummal* fertőzött kísérletben a kórokozónak a genotípusok felénél nem volt hatása a Zeleny-féle szedimentációs értékre. A genotípusok közül ugyanúgy, mint a fehérjetartalomnál itt is az Mv Makaróninak nőtt statisztikailag igazoltan a Zeleny-féle szedimentációs értéke. Jolánkai és munkatársai (1996) szerint e különös jelenség lehetséges magyarázata a fajta túlzott érzékenysége a használt fungiciddel szemben. Ebben az esetben a kontroll parcellák mintáiban csökkenhet a fehérjetartalom és Zeleny-féle szedimentációs érték. A *P. tritici-repentisszel* fertőzött kísérlet többi genotípusához képest az Mv Magdaléna (19,46%), az Mv Mezőföld (18,48%), a Disponent (17,38%), a Kavkaz (16,06%) és az Mv Magvas (15,42%) búzafajták mintáiban szignifikánsan csökkent a Zeleny-féle szedimentációs érték a három év átlagában. A *P. nodorummal* fertőzött kísérletben szintén a Dipsonent (21,81%), az Mv Magdaléna (15,74%) és az Mv Emma (15,25%) fajtáknál mértünk az átlagot tekintve nagyobb mértékű, szignifikáns Zeleny-féle szedimentációs érték csökkenést (42. ábra). A *P. tritici-repentis* kísérletben a legnagyobb csökkenést (38,6%-ot) a Kavkaz búzafajtánál figyeltük meg 2008-ban (Melléklet, M12. táblázat).



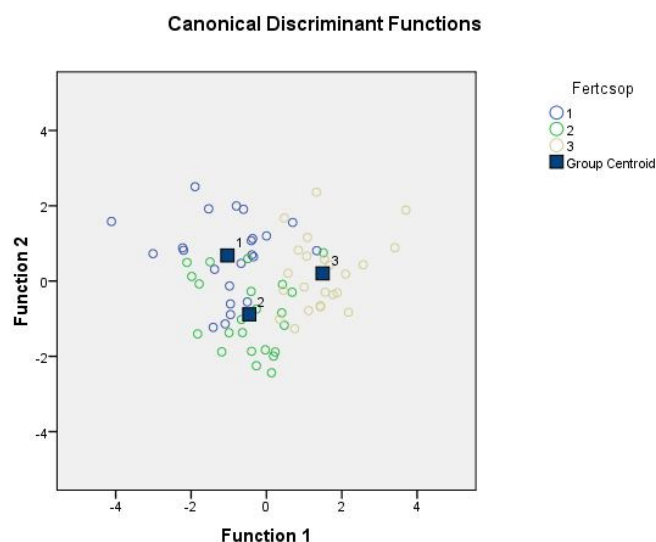
**42. ábra *Pyrenophora tritici-repentisszel* (PTR) és *Phaeosphaeria nodorummal* (PN) fertőzött búza genotípusok Zeleny-féle szedimentációs érték változása fertőzés hatására a fungiciddel védett kontrollhoz viszonyítva (%) Martonvásár, 2007-2009**

Az amilolites állapot mérésére szolgáló esésszám a három év átlagát tekintve nőtt, azonban ez csak a *P. nodorummal* fertőzött kísérletben volt szignifikáns. Amint az a varianciaanalízis táblázatából (29. táblázat) kiolvasható, a genotípusnak és az évjáratnak meghatározó szerepe volt az esésszám változásában. Míg 2007-ben (száraz év) az esésszám átlagosan 449,12 volt, ez a 2008-as csapadékos évben 412,22-re csökkent, ami technológia szempontból még mindig megfelelő. Majd a viszonylag száraz 2009-ben mért érték tovább csökkent 323,99-re. Ez a csökkenés valószínűleg a június végi, illetve júliusi igen csapadékos időjárásnak tudható be (Melléklet, M13. táblázat). Az irodalomból (Pertén 1962, Johansson 2002) ismert tény, hogy az érés időszakában lehulló csapadék érzékeny búzafajtákban elindíthatja a csírázást. E változást a nagy alfa-amiláz aktivitás miatt kialakuló kis esésszám jelzi, és a keményítő lebontása következtében romlik a liszt sütőipari minősége. A fertőzés nem változtatta meg szignifikánsan az esésszámot a genotípusok átlagában (29. táblázat). Több vizsgált genotípusnál nem tudunk statisztikailag igazolható esésszám csökkenést megállapítani. Az szintén az irodalomból ismert tény, hogy az alfa-amiláz aktivitás részben genetikailag meghatározott tulajdonság (Reddy és mtsai 1985, Mares és Ottler 1991). A vizsgált genotípusok közül kizárólag az Mv Makaróni durum búzafajtának csökkent szignifikánsan az esésszáma (12,6%-kal) (43. ábra).



**43. ábra *Pyrenophora tritici-repentiss* (PTR) és *Phaeosphaeria nodorum* (PN) fertőzött búza genotípusok esésszám változása fertőzés hatására a fungiciddel védett kontrollhoz viszonyítva (%)  
Martonvásár, 2007-2009**

A vizsgált mintákat a kórokozóval történt kezelések alapján csoportokba soroltuk [fertőzetlen kontroll (1), *P. tritici-repentiss* (2), illetve *P. nodorum* (3) fertőzött]. A csoportosítás helyességét a valamennyi tesztelt technológiai minőségi tulajdonságot együttesen figyelembe véve diszkriminancia-analízissel elemeztük (44. ábra, 30. táblázat). A *P. nodorum* fertőzött csoport három minta kivételével teljesen elkülönült a másik két csoporttól. A *P. tritici-repentiss* fertőzött csoport átmenetet képezett a két másik csoport között (9. ábra). A diszkriminancia-analízis eredménye alapján a vizsgált minták 73,9%-ánál egyezett meg a feltételezett és a számított besorolás. Ezen belül a fertőzetlen kontrollból származó minták 69,6%-a, a *P. tritici-repentiss* fertőzöttek 65,2%-a és a *P. nodorum* fertőzöttek 87%-a került a megfelelő csoportba.



Megjegyzés: 1=Kontroll, 2= *Pyrenophora tritici-repentiss* fertőzött, 3= *Phaeosphaeria nodorum* fertőzött

**44. ábra. A *Pyrenophora tritici-repentiss* és *Phaeosphaeria nodorum* fertőzött búza genotípusok technológiai tulajdonságainak diszkriminancia-analízise  
Martonvásár, 2007-2009**

Több genotípusnál (Salamouni, Beosztaja-1, Bánkúti 1201, Martonvásári 4 és az Mv Mambo) megfigyeltük, hogy a *P. tritici-repentisszel* fertőzött minták a nem fertőzött csoportba kerültek. E búzafajták komplex technológiai minősége a fertőzés hatására sem romlott.

**30. táblázat. A kórokozó fertőzés alapján csoportosított búza genotípusok besorolásának ellenőrzése a malom- és sütőipari tulajdonságok diszkriminancia-analízisével Martonvásár, 2007-2009**

Csoportok			Feltételezett csoportosítás			
			KON	PTR	PN	Összesen
Minták megoszlása	(db)	KON	16	5	2	23
		PTR	5	15	3	23
		PN	0	3	20	23
	(%)	KON	69,6	21,7	8,7	100,0
		PTR	21,7	65,2	13,0	100,0
		PN	0,0	13,0	87,0	100,0

Megjegyzés: KON=Kontroll, PTR= *Pyrenophora tritici-repentisszel* fertőzött, PN= *Phaeosphaeria nodorum*mal fertőzött

#### 4.8. A *P. tritici-repentisszel* és *P. nodorum*mal történt fertőzés és a búza genotípusok technológiai minőségi tulajdonságai közötti összefüggés

A két kórokozóval történt fertőzés technológiai minőségi tulajdonságokra gyakorolt hatását korrelációanalízissel is elemeztük. A korrelációanalízis eredménye szerint (31. táblázat), a *P. tritici-repentisszel* mesterségesen fertőzött kísérletben a 2007-es évben a Saari-Prescott skála alapján megfigyelt fertőzöttség 2007-ben az esésszámot, 2008-ban a szemátmérő változását befolyásolta szignifikáns mértékben ( $r=-0,44^*$ ), majd a 2009. évben az e skála alapján meghatározott fertőzöttségi adatok és a Zeleny-féle szedimentációs érték összefüggését mutattuk ki. A vizsgált években a tulajdonságok többségénél nem volt szignifikáns kapcsolat az értékelési módszer és a technológiai minőség között. Sharma és munkatársai (2004) több agronómia és malomipari tulajdonságot vizsgálva szintén közepes vagy gyenge korrelációt kaptak a zászlós levél és az az alatt lévő levélemelet százalékos borítottsága alapján számított AUDPC értéket összehasonlítva.

Kizárólag az ellenálló genotípusokat elemezve a korábbinál szorosabb korrelációt számítottunk (32. táblázat). A 2007. és 2008. évben az ezerszemtömeg, szemátmérő változás és a Saari-Prescott AUDPC, valamint az egészsz növény borítottság AUDPC értékek között szoros - igen szoros szignifikáns kapcsolatot ( $r=0,76^*-0,97^{**}$ ) állapítottunk meg. Vizsgálatinkkal nem tudtuk igazolni Bathal és munkatársai (2003) eredményeit, miszerint a zászlós levél és az az alatti levél fertőzöttsége jó előrejelzője a termés, illetve a terméskomponensek (ezen belül az ezerszemtömeg) alakulásának. Eredményeink szerint mindkét évben a Saari-Prescott skála és az egészsz növény értékelése alapján hatékonyan szelektálhatók olyan ellenálló genotípusok, melyeknek nem romlik a technológiai minősége a *P. tritici-repentis* fertőzés hatására. A zászlós levél borítottságának AUDPC értéke és az esésszám változás között 2008-ban és 2009-ben számítottunk szignifikáns, nagyon szoros korrelációt az ellenálló genotípusok vizsgálatakor.

**31. táblázat. Különböző értékelési módszerekkel mért *Pyrenophora tritici-repentis* fertőzöttség és a búza genotípusok technológiai minősége közötti kapcsolat *Pyrenophora tritici-repentis* mesterségesen fertőzött kísérletben Martonvásár, 2007-2009**

	SP_2007	ZL_2008	SP_2008	EG_2008	ZL_2009	SP_2009	EG_2009
Ezerszemtömeg	-0,20	0,20	-0,38	-0,34	-0,06	0,03	0,03
Szemátmérő	-0,20	0,15	<b>-0,44*</b>	-0,40	-0,05	-0,02	-0,03
Szemkeménység	-0,08	0,38	0,17	0,16	-0,02	-0,06	-0,06
Fehérjetartalom	-0,26	-0,05	-0,17	-0,20	-0,30	-0,28	-0,26
Sikértartalom	-0,12	-0,07	-0,15	-0,18	-0,32	-0,28	-0,25
Zeleny-érték	0,03	0,17	-0,18	-0,25	-0,15	<b>-0,45*</b>	-0,40
Esésszám	<b>-0,44*</b>	0,09	0,08	-0,03	0,04	0,05	-0,04

Megjegyzés: SP=Saari-Prescott skála AUDPC, ZL= zászlós levél AUDPC, EG=Egész növény borítottság AUDPC, \*P=5%-os szinten szignifikáns, n=23, AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

**32. táblázat. Különböző értékelési módszerekkel mért *Pyrenophora tritici-repentis* fertőzöttség és a búza genotípusok technológiai minősége közötti kapcsolat *Pyrenophora tritici-repentis* mesterségesen fertőzött kísérletben a kórokozóval szemben ellenálló genotípusok esetén Martonvásár, 2007-2009**

	Ellenálló genotípusok esetén						
	SP_2007	ZL_2008	SP_2008	EG_2008	ZL_2009	SP_2009	EG_2009
Ezerszemtömeg	<b>-0,84*</b>	0,06	<b>-0,94**</b>	<b>-0,95**</b>	0,30	-0,42	-0,53
Szemátmérő	<b>-0,76*</b>	0,07	<b>-0,96**</b>	<b>-0,97**</b>	0,28	-0,40	-0,53
Szemkeménység	-0,33	-0,23	0,70	0,71	-0,14	-0,30	-0,29
Fehérjetartalom	-0,15	0,25	0,35	0,33	0,27	-0,32	-0,35
Sikértartalom	0,10	0,18	0,40	0,37	0,22	-0,36	-0,38
Zeleny-érték	-0,01	0,39	0,12	0,05	0,27	<b>-0,79*</b>	<b>-0,92**</b>
Esésszám	-0,43	<b>0,84*</b>	0,31	0,13	<b>-0,94**</b>	-0,45	-0,21

Megjegyzés: SP=Saari-Prescott skála AUDPC, ZL= zászlós levél AUDPC, EG=Egész növény borítottság AUDPC, \*P=5%, \*\*P=1%-os szinten szignifikáns, n=7, AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

A *P. nodorum* mesterségesen fertőzött kísérletben (33. táblázat) a 2007. évben a Saari-Prescott skála alapján meghatározott értékek az ezerszemtömeggel ( $r = -0,62^*$ ) és a szemátmérővel ( $r = -0,69^*$ ) szorosan, a fehérjetartalommal és a nedvessikér-tartalommal közepes erősséggel korreláltak ( $r = -0,44^*$ ). Adataink alátámasztják Walter (1990) megfigyelését, miszerint szoros korreláció mutatható ki a termés csökkenés és a *Septoria nodorum* fertőzöttség között.

A 2008. évben nem volt szignifikáns kapcsolat a genotípusok ellenállósága és technológiai minősége között, mindössze a kalász borítottsága és az ezerszemtömeg között állapítottunk meg közepes erősségű összefüggést. A 2009. évben a zászlós levél és a kalász borítottságának AUDPC értékei és szemkeménység között volt közepes erősségű, de szignifikáns kapcsolat.

**33. táblázat. Különböző értékelési módszerek és a búza genotípusok technológiai minősége közötti kapcsolat *Phaeosphaeria nodorum*mal mesterségesen fertőzött kísérletben**  
**Martonvásár, 2007-2009**

	KAL 2007	SP 2007	ZL 2008	SP 2008	EG 2008	KAL 2008	ZL 2009	SP 2009	EG 2009	KAL 2009
Ezerszemtömeg	0,26	<b>-0,62*</b>	0,06	-0,34	-0,30	<b>0,44*</b>	-0,28	-0,23	-0,20	0,10
Szemátmérő	0,16	<b>-0,69*</b>	0,04	-0,32	-0,31	0,38	-0,28	-0,24	-0,22	0,11
Szemkeménység	-0,09	-0,09	0,39	0,33	0,21	-0,19	<b>-0,54*</b>	-0,01	-0,15	<b>-0,45*</b>
Fehérjertalom	0,21	<b>-0,44*</b>	-0,30	-0,30	-0,29	-0,11	0,31	0,24	0,27	0,09
Sikértartalom	0,31	<b>-0,44*</b>	-0,32	-0,32	-0,27	-0,09	0,34	0,22	0,26	0,12
Zeleny-érték	0,24	-0,33	-0,10	-0,17	-0,27	-0,18	-0,15	-0,37	-0,28	0,09
Esésszám	0,23	-0,32	-0,05	-0,08	-0,29	-0,25	0,15	0,09	0,19	0,05

Megjegyzés: KAL= kalász borítottsága AUDPC, SP=Saari-Prescott skála AUDPC, ZL= zászlós levél AUDPC, EG=Egész növény borítottság AUDPC; \*P=5%, n=23, AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

A 2008. évben több ellenálló búzafajta esetén (Alcedo, Mv Makaróni, Atlas66, Disponent) is megfigyeltük, hogy bár nem volt erős a *P. nodorum* fertőzöttség mértéke mégis e genotípusoknál szignifikánsan csökkent az ezerszemtömeg és a szemátmérő (34. táblázat). Ez a jelenség Szunics és Szunics (1990) megfigyelésével magyarázható, mely szerint az ellenálló növény részéről a kórokozó leküzdése jelentős mennyiségű energiát igényel. Ezzel szemben több fogékony genotípusnál (ND495, Martonvásári 4) az ellenállókéhoz képest kisebb vagy azonos mértékű ezerszemtömeg, vagy szemátmérő csökkenést figyeltünk meg. A búzafajták termését vizsgálva hasonló eredményre jutott Csősz (2007) is, kísérleteiben néhány genotípus az átlagosnál jobban tolerálta a fertőzést.

**34. táblázat. *Phaeosphaeria nodorum*mal szemben ellenálló és fogékony búza genotípusok fertőzöttségének mértéke különböző felvételezési módszerekkel meghatározva és malomipari tulajdonságaik változása a fertőzés hatására**  
**Martonvásár, 2008**

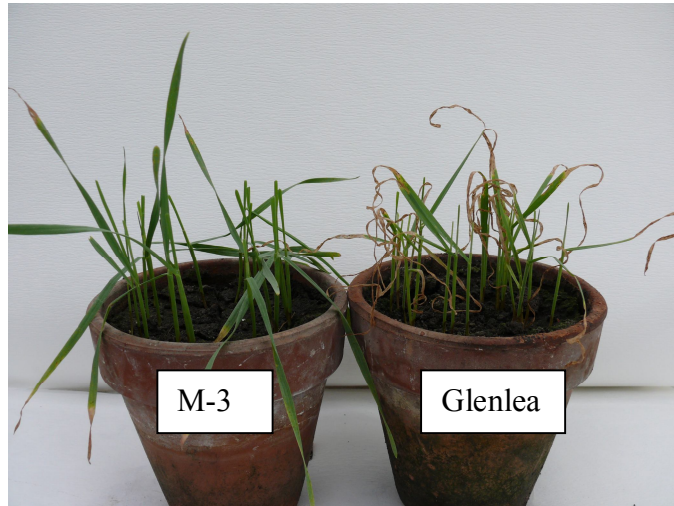
Fajta	Zászlós levél AUDPC értéke	Saari- Prescott AUDPC érték	Egész növény borítottság AUDPC érték	Kalász borítottsága AUDPC érték	Ezerszem- tömeg csökkenés (%)	Szemátmérő csökkenés (%)
Alcedo	22,37	187,00	602,50	0,10	-20,61	-11,28
Mv Makaróni	40,13	177,00	438,33	2,48	-15,40	-7,91
Atlas66	57,20	194,00	655,00	32,40	-16,19	-9,41
Disponent	111,80	196,00	575,83	17,85	-17,85	-8,63
ND495	394,83	233,50	1058,33	15,10	-11,45	-7,38
Martonvásári 4	435,57	223,83	885,83	15,50	-6,38	-3,32

Megjegyzés: AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

#### 4.9. *P. tritici-repentis* fiatalkori ellenállóság genetikai hátterének vizsgálata

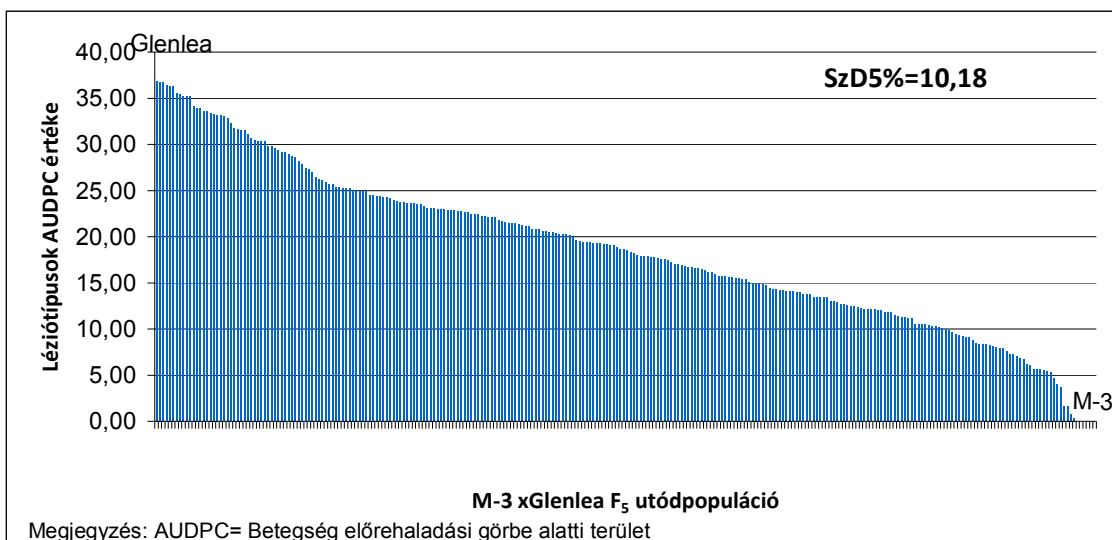
##### 4.9.1. Fenotípusos vizsgálatok búza törzsek *P. tritici-repentis* Pti2-es izolátumával (1-es rassz) szembeni ellenállóságának meghatározására.

Üvegházi körülmények között teszteltük az M-3 (rezisztens) és a Glenlea (fogékony) genotípusok (45. ábra) keresztezésével létrehozott térképező populációt (245 törzs) és a szülőket.



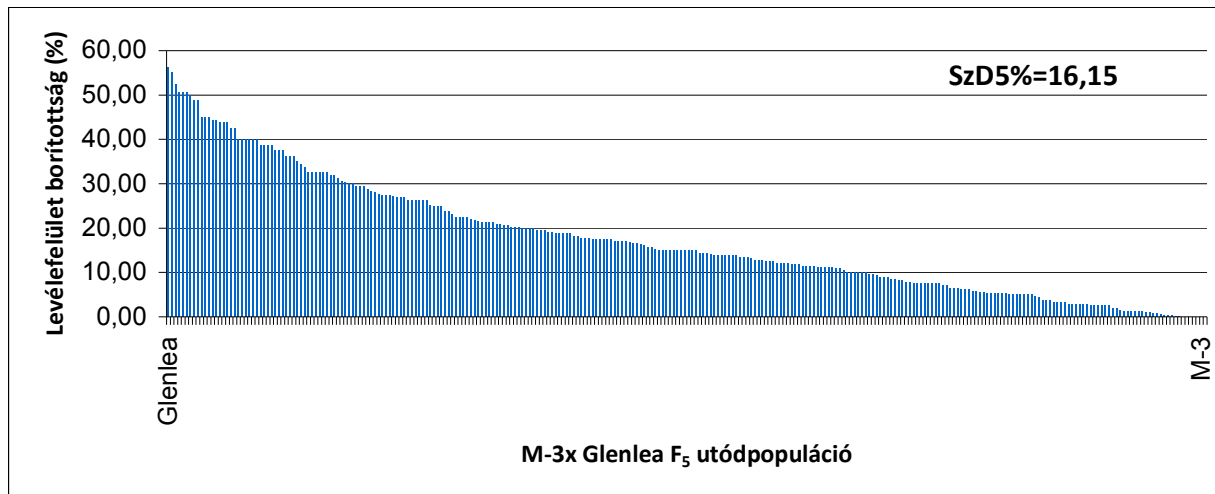
45. ábra Az M-3 (rezisztens) és Glenlea (fogékony) szülők fiatalkori *Pyrenophora tritici-repentis* ellenállósága  
Martonvásár 2010

A kéttényezős varianciaanalízis eredményei alapján az SSD (single seed descent= egymagutód módszer) módszerrel létrehozott populáció egyedei közül statisztikailag igazoltan 19 utód az átlaghoz képest erősebben fertőződött, de nem különböztek a fogékony szülőtől. Vizsgálataink szerint 205 genotípus átlagos fertőzöttségű volt, 21 törzs ellenállósága pedig megegyezett a rezisztens szülőével a léziótípus értékből számított AUDPC érték alapján (46. ábra)



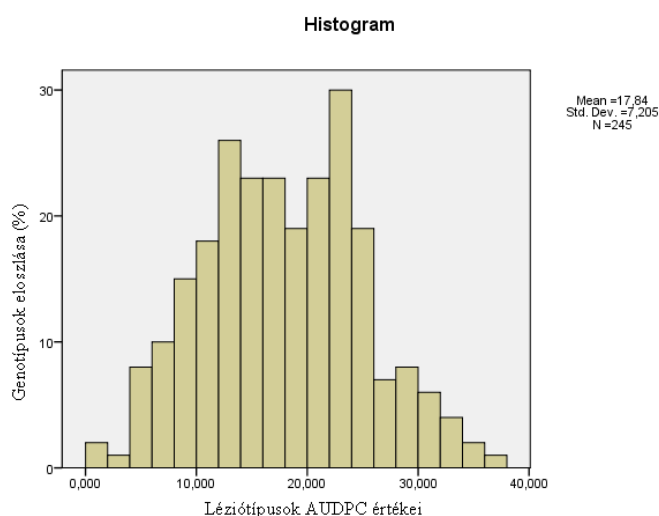
46. ábra M-3×Glenlea F<sub>5</sub> utódpopuláció törzseinek fiatalkori *Pyrenophora tritici-repentis* ellenállósága a léziótípus alapján számított AUDPC értékeik alapján  
Martonvásár 2010

A levélfelület százalékos borítottsága az inokulációt követő 14. napon (utolsó értékelési időpontban) átlagosan 17% volt, a fogékony szülőnél ez az érték meghaladta az 50%-ot, míg a rezisztens szülő tünetmentes maradt. A populáció egyedei 7%-ának levélborítottsága egyezett meg a fogékony szülő értékével, az utód törzsek 87%-a átlagos fertőzöttségű, 6%-uk pedig a rezisztens szülővel megegyező ellenállóságú volt (47. ábra).



**47. ábra. M-3×Glenlea F<sub>5</sub> utódpopuláció törzseinek fiatalkori *Pyrenophora tritici-repentis* ellenállósága a levélfelület borítottsága (%) alapján a 14. napon Martonvásár 2010**

A vizsgált törzsek léziótípusok alapján számított AUDPC értékei szerinti eloszlása szignifikánsan nem különbözött a normál eloszlástól (Kolmogorov-Szmirnov teszt,  $D=0,41^{ns}$ ; 48. ábra). Mivel a legjobb és legrosszabb törzs között a léziótípusok AUDPC értékeinek tekintetében jelentős mértékű volt a különbség, továbbá a populáció normál eloszlású, a populáció alkalmasnak bizonyult a *P. tritici-repentis* szembeni ellenállóság genetikai hátterének vizsgálatára és a rezisztenciát meghatározó kromoszóma régiók azonosítására.

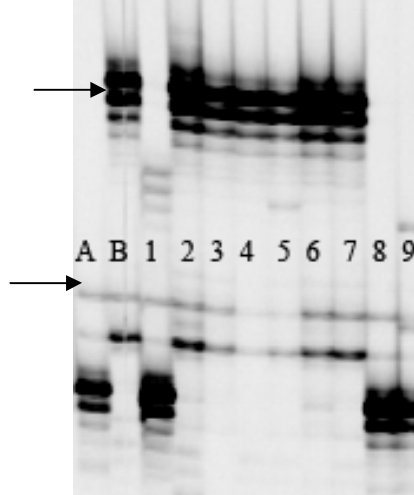


**48. ábra Az M-3×Glenlea F<sub>5</sub> utódpopuláció törzseinek *Pyrenophora tritici-repentis* léziótípus AUDPC értékek szerinti eloszlása Martonvásár 2010**



#### 4.9.2. Molekuláris marker analízis

A DArT (Diversity Arrays Technology) markeres tesztelés eredménye alapján a 979 marker közül 731 markerrel mutattunk ki polimorfizmus a két szülő örökítő anyagában. A bi-allelikus, domináns markerek közül 270 adott terméket a rezisztens szülő (M-3) esetében, 461 marker pedig a fogékony szülő (Glenlea) esetében. Kísérleteinkben a DArT markerek mellett mikroszatellit (SSR) markereket is bevontunk a vizsgálatokba annak érdekében, hogy referencia pontokat állapíthassunk meg más, irodalmi forrásokban közölt genetikai térképekkel. A vizsgált 84 GWM mikroszatellit primer (Röder és mtsai 1998) közül 22 primerrel mutattunk ki különbséget a rezisztens és fogékony szülő között (49. ábra).



Megjegyzés: A= M-3 rezisztens szülő, B= Glenlea fogékony szülő, 1-9: F<sub>5</sub> populáció törzsei.

**49. ábra Az M-3 és Glenlea szülők közötti polimorfizmus azonosítására alkalmas gwm408-5B marker kimutatása 6%-os poliakrilamid gélen  
Martonvásár 2010**

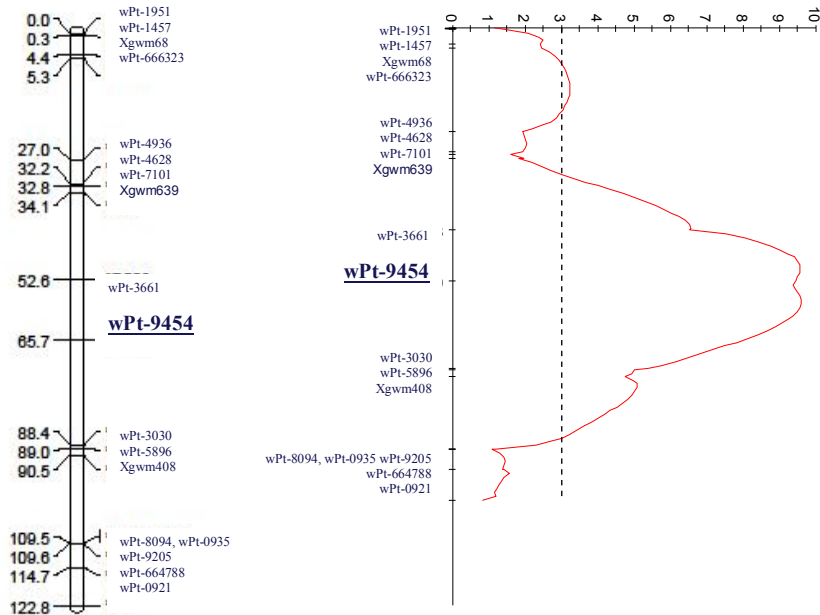
A két szülő közötti polimorfizmus detektálására alkalmas DArT és mikroszatellit markerekkel végeztük el a térképezést a JoinMap4.0 programmal. A vizsgálatok során 45 kapcsoltsági csoportot azonosítottunk. A kapcsoltsági csoportok átlagosan 25,6 markerből álltak, átlagos nagyságuk 88,5 cM volt. Az 5A és a 4D kromoszómákon nem volt térképezett marker, ezenkívül 35 markernek nem volt meghatározható a kromoszómális elhelyezkedése. Ez utóbbiakat a program négy kapcsoltsági csoportba sorolta (35. táblázat).

**35. táblázat Az M-3×Glenlea F<sub>5</sub> utódpopuláció maker kapcsoltsági csoportjainak főbb jellemzői Martonvásár, 2011**

Kromoszómák	Kapcsoltsági csoportok száma (db)	Markerek száma (db)	Kapcsoltsági hossz (cM)	Átlagos rekombinációs távolság (cM)
1A	2	42	112.81	2.69
2A	2	13	27.34	2.10
3A	2	12	50.31	4.19
4A	1	27	85.48	3.17
5A	0	0	0.00	0.00
6A	3	40	78.16	1.95
7A	3	24	53.41	2.23
1B	1	11	67.61	6.15
2B	2	22	67.86	3.08
3B	4	37	129.34	3.50
4B	2	13	34.89	2.68
5B	2	28	161.93	5.78
6B	2	33	82.97	2.51
7B	1	20	133.11	6.66
1D	2	41	144.24	3.52
2D	1	26	91.50	3.52
3D	3	40	99.43	2.49
4D	0	0	0.00	0.00
5D	2	22	81.34	3.70
6D	3	25	143.95	5.76
7D	3	61	212.63	3.49
<b>Átlag</b>	<b>1,95</b>	<b>25,57</b>	<b>88,49</b>	<b>3,29</b>
Nem azonosított	4	35	95.95	2.74

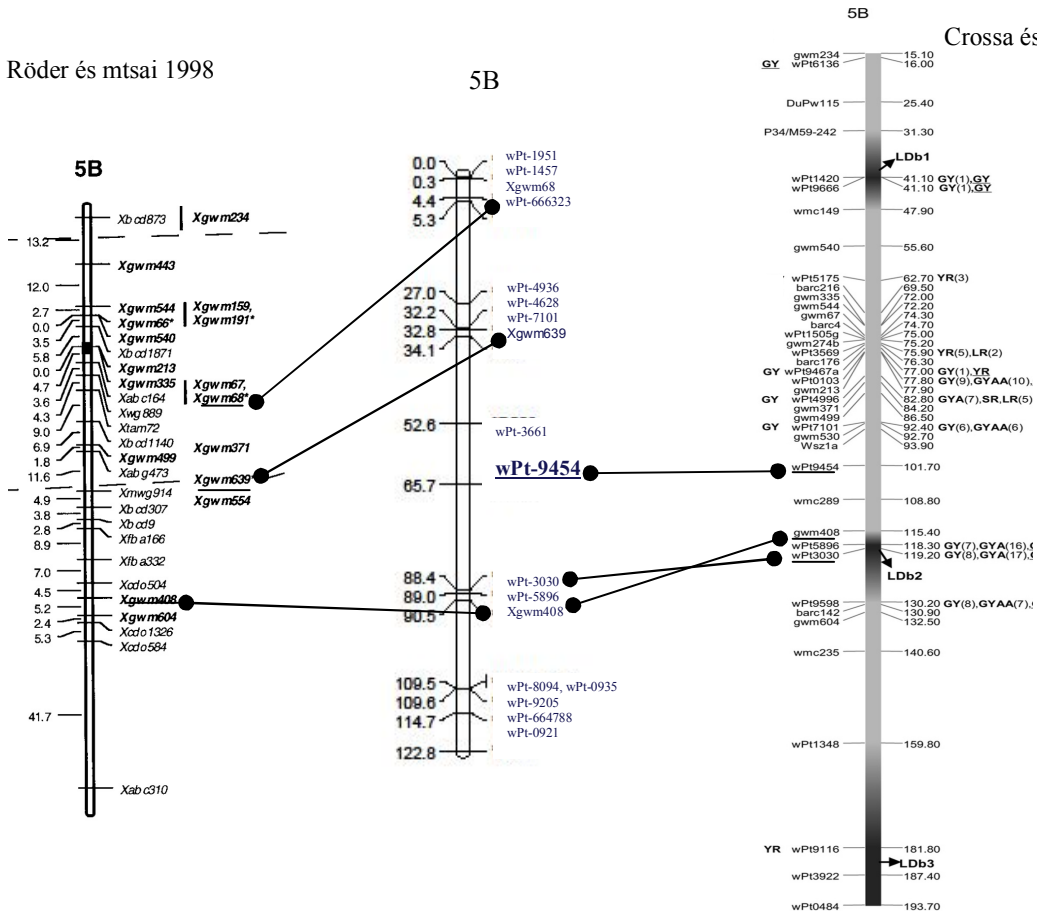
A QTL elemzés során a szignifikancia küszöbértéket permutációs teszttel határoztuk meg, amelynek értéke a vizsgálatunkban LOD (logarithm of odds) = 3.0 volt. Az M-3×Glenlea F<sub>5</sub> utódpopuláció fenotípusos (léziótípusok AUDPC értékei) adatainak átlagértékeivel elvégzett QTL elemzés eredményeként egy szignifikáns hatású kromoszóma intervallumot azonosítottunk az 5B kromoszómán, amely statisztikailag igazoltan összefüggést mutatott a kórokozó 1-es rasszával szembeni rezisztenciával (LOD=9,38). Az 5B kromoszóma kapcsoltsági távolsága 122,8 cM, az átlagos marker távolság 6,8 cM volt (50. ábra). Ez a QTL a fenotípusos variancia 18,6%-át magyarázta. Additív hatása kísérleteinkben -3,3 volt, vagyis a rezisztens M-3 fajtára jellemző marker allélt hordozó törzsek átlagos AUDPC értéke 6,6 értékkel kisebb volt, mint a fogékony szülő allélját hordozó törzseké. E szerint az általunk meghatározott kromoszóma régió az ellenállósággal függ össze. Az 5B kromoszóma hosszú karján lokalizált, a *P. tritici-repentis* által termelt toxinnal szembeni toleranciát biztosító rezisztencia gént (*tsn1*) először Faris és munkatársai (1996) RFLP markerekkel, monogénes tulajdonságként azonosították a W7976 (=M-3) szintetikus hexaploid búza genotípusban. A megfigyelést további független kísérletek igazolták a kórokozó 1-es és 2-es rasszával szemben (Stock és mtsai 1996, Anderson 1999). Az 5B kromoszómán Singh és munkatársai (2008b) által azonosított QTL a fenotípusos variancia 27%-át magyarázta a kórokozó 1-es rasszával szemben. A *P. tritici-repentis* és a búza közötti kapcsolat felderítésére eddig csak Singh és munkatársai (2010b) végeztek DArT markerekkel vizsgálatokat. A kórokozó 2-es rasszával szemben hatékony *tsn1*-es (*Tsr1*) rezisztencia gén

elhelyezkedését határozták meg az 5B kromoszómán, eredményeik alapján a rezisztencia gén a wPt8285 és wPt 3049-es markerektől 7.0 és 2.9 cM távolságra lokalizálódott. Fenotípusos vizsgálataik eredményei nem különböztek, amikor konídiumos fertőzést, vagy tiszta toxint használtak a kísérleteikben.



**50. ábra A *Tsr1*-es rezisztencia génnel egybeeső, léziótípusok AUDPC értékei alapján azonosított QTL az M-3×Glenlea F<sub>5</sub> utódpopulációban Martonvásár, 2011**

A vizsgálatainkban szereplő M-3 genotípus (Ali és Francl 2001) ugyanaz a genotípus (Ali személyes közlés), mint amelyben Faris és munkatársai (1996) azonosították a recesszív rezisztencia gént (*tsn1*). Ezért feltételezhető, hogy az általunk meghatározott kromoszóma régióban a *tsn1* rezisztencia gén található, amelynek elnevezését nemrégiben *Tsr1*-re változtattak (McIntosh és mtsai 2008). Vizsgálataink eredménye alapján a rezisztencia gén a wPt-3030 és a wPt-9454 markerek között helyezkedik el, utóbbtól 7.0 cM távolságra (50. ábra). A rezisztencia gén helyének pontosabb meghatározásához további markerek (AFLP, SSR) bevonására van szükség, hogy a lehető legjobban lefedjük az 5B kromoszómát.



**51. ábra** Az M-3×Glenlea F<sub>5</sub> utópopuláció DArT és SSR markerek alapján készített 5B kromoszómaterképének összehasonlítása Röder és munkatársai (1998) és Crossa és munkatársai (2007) által készített térképekkel.

A vizsgálatunkba bevont SSR markerek (gwm68, gwm639 és gwm408) elhelyezkedését összevetve Röder és munkatársai (1998) által közölt térképpel jó egyezést találtunk. Crossa és munkatársai (2007) által DArT és SSR markerekkel térképezett 5B kromoszóma esetén az általunk vizsgált, a rezisztencia génhez közel eső wPt-9454 és wPt-3030 DArT markerek és a gwm408 mikroszatellit marker lokalizációja között szintén megfelelő egyezést figyeltünk meg (51. ábra).

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

Üvegházi eredményeink alapján megállapítottuk, hogy több Martonvásáron nemesített fajta és fajtajelölt rendelkezik megbízható ellenállósággal a sárga levélfoltosság kórokozójának (*P. tritici-repentis*) 1-es rasszával szemben.

Három éves adataink alapján igazoltuk az ismert rezisztenciájú genotípusok esetén a *P. tritici-repentis* 1-es rasszával szembeni ellenállóságára vonatkozó irodalmi adatokat. Kísérleteinkben a fogékony Katepwa, ND495 és Glenlea búzafajta, az átlaghoz képest mind a léziótípus mind a levélfelület borítottságának AUDPC értéke szerint szignifikánsan nagyobb, míg a rezisztens M-3 törzs a legkisebb AUDPC értékű volt. A levélfelület százalékos borítottságából számított AUDPC érték alapján az átlaghoz képest szignifikánsan fogékonyabbnak bizonyult még a Wattines, az Mv Palotás, a GK Kalász, az Mv Makaróni és a Bezosztaja-1. Utóbbi búzafajta léziótípusai alapján is statisztikailag igazoltan fogékonyabbnak bizonyult a kísérlet átlagánál. A három év átlagához képest a léziótípus értékei alapján az átlagosnál szignifikánsan ellenállóbb volt az Mv Menüett búzafajta.

A *P. nodorum* fertőzött üvegházi kísérleteinkben a genotípusok közül több Martonvásáron nemesített törzs (Mv06-09, Mv15-09, Mv18-09, Mv22-09, Mv26-09, Mv326-09, Mv327-09, Mv334-09, Mv336-09) és az Mv Zelma fajta kiváló ellenállóságú volt a kórokozóval szemben, mind a levelek felületi borítottságát, mind pedig a levélfelületen kialakult tünetek típusát tekintve. A 2009. évben állami elismerésben részesült Mv Kolompos és a 2008-ban minősített Mv Bodri üvegházi kísérleteinkben szintén a *P. nodorum* szemben rezisztens genotípusok közé tartozott.

Többéves adataink alapján megállapítható, hogy sikeres fertőzési és értékelési módszert adaptáltunk, illetve dolgoztunk ki a búza genotípusok két levélfoltosságot okozó kórokozóval szembeni szántóföldi ellenállóságának meghatározására. A varianciaanalízis eredménye alapján a gazda-parazita kapcsolatban fontos szerepet játszott az évjáráthatás. A vizsgált fajták és az évek átlagában a *P. nodorum* a sárga levélfoltosságnál erősebb fertőzést okozott Martonvásáron. A genotípusok és fajták között fogékonyaságbeli különbségeket állapítottunk meg. Vizsgálatainkban igazoltuk az irodalomban szereplő ismert rezisztenciájú genotípusok közül az Atlas66, a Disponent, a Kavkaz, az M-3, és a Salamouni ellenállóságát. A szakirodalom szerint fogékony ND495, a Glenlea és a Katepwa kísérleteinkben az átlagosnál statisztikailag erősebb fertőzőttségű volt.

A fogékonyak tartott Wattines és az Alcedo eredményeink alapján a kísérleti átlagnál szignifikánsan gyengébben fertőződött. E két fajta jobb ellenállósága feltételezhetően azzal magyarázható, hogy igen késői genotípusok, ezért a zászlós levél fertőzésekor a többi genotípushoz képest korábbi fenológiai stádiumban voltak, így kerültek el a fertőzést. Megfigyeléseink szerint a kalászfuzáriummal szemben rezisztenciaforrásként ismert Frontana kísérleteinkben a fogékony búzafajták között szerepelt.

A levélfoltosságot okozó kórokozók szemben rezisztenciaforrásként számoltartott genotípusok vizsgálata során igazoltuk az irodalmi forrásokból ismert, a fiatal- és a felnőttkori ellenállóság között kimutatható szoros korrelációt, azonban néhány genotípus esetén a két fenológiai fázisban meghatározott adatok között nem volt összefüggés. Eredményeink szerint a martonvásári nemesítésű fajták fiatal- és felnőttkori *P. tritici-repentis* ellenállósága között pozitív, közepes erősségű kapcsolat állt fenn, ami alátámaszthatja azt a feltételezést, hogy az üvegházi vizsgálat hatékony eszköz lehet a búzafajták és nemesítési törzsek levélfoltosság-ellenállóságának javítására irányuló szelekciójában.

Meghatároztuk a 2010-es extrém csapadékos évben, hogy a levélfoltosságot okozó kórokozók milyen arányban vannak jelen az egyes termőhelyeken. A három termőhelyről gyűjtött mintákból több, levélfoltosságot okozó gombafajt is kimutattunk. Minhárom helyen

nagy arányban fordult elő a *Stagonospora nodorum* (46,2-70%), a *Septoria tritici* (38,5-65,0%) és a *Drechslera tritici-repentis* (35,0-46,2%). Egy termőhelyen a *Bipolaris sorokiniana* fajt is nagy arányban azonosítottuk (76,9%), míg a másik két termőhelyen e kórokozó jelentősége kisebb volt (6,1 és 15,0%). A 2010. évben a *Fusarium* fajok is nagy arányban fordultak elő a levélmintákon (39,4 és 55,0% a *Fusarium*-mal mesterségesen nem fertőzött területről származó mintákban). Az elhalt növényi részekben az *Alternaria* és a *Cladosporium* génuszba tartozó fajok is megjelentek.

A levélfoltosságot okozó gombafajokkal szembeni rezisztenciavizsgálatok szántóföldön mesterségesen fertőzött körülmények között mindössze néhány évvel ezelőtt kezdődtek meg Magyarországon. E munka először Szegeden indult el (Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft.), de a sárga levélfoltosság-ellenállóságot jelenleg már a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal által végzett állami fajtakísérletekben is tesztelik. Mindkét intézményben monokultúra mellett, az ún. fertőzött szalma alászórásos inokulációs módszert használják. Kísérleteinkben tovább növeltük a kórokozó nyomást, a fertőzött növényi maradványok kijuttatásával, monokultúrás termesztéssel és a zászlós levelek konídium szuszpenzióval történő közvetlen fertőzésével egészítettük ki.

Többéves adataink alapján meghatároztuk martonvásári búzafajták és nemesítési törzsek ellenállóságát természetes és mesterséges fertőzési körülmények között. Természetes körülmények között a Saari-Prescott skála szerint kiváló ellenállóságú volt az Mv Regiment, az Mv Vekni, az Mv Petrence, az Mv Hombár, az Mv Karizma, az Mv Marsall és az Mv Toldi. Az egész növény borítottságot felvételezve több fajta fertőzöttsége 10% alatt maradt.

Mesterségesen fertőzött körülmények között a zászlós levél borítottságának AUDPC értéke alapján az Mv Bodri, az Mv Walzer az Mv Vekni és a GK Csillag évjáratától függetlenül jó ellenállóságot mutattak a sárga levélfoltossággal szemben. Az Mv Vekni és az Mv Karizma mindkét évben stabilan, a búza levél- és pelyvalevél foltosságával szemben a legellenállóbb fajták között szerepelt a zászlós levél fertőzöttségét vizsgálva. A Saari-Prescott skála AUDPC értéke alapján a *P. tritici-repentis*szel az Mv Karizma, az Mv Bodri, a GK Csillag, a *P. nodorum*mal szemben a GK Ati és a GK Garaboly az átlagosnál ellenállóbb genotípusok közé tartozott. Az egész növény borítottságának AUDPC szerint a *P. nodorum*mal szemben a GK Garaboly, a GK Csillag és az Mv Regiment statisztikailag igazoltan kisebb AUDPC értékű volt. A mesterséges és természetes levélfoltosság ellenállósága között szignifikáns közepes erősségű kapcsolatot határoztunk meg.

A búza genotípusok szántóföldi levélfoltosság-ellenállóságának megbízható tesztelésére mesterséges fertőzésre, illetve provokációs tenyészkert kialakítására van szükség, ahol a kórokozók fejlődéséhez megfelelő körülmények biztosíthatók, így a genotípusok ellenállósága akkor is értékelhető, amikor e kórokozók természetes körülmények között nem, vagy csak nagyon kis mértékben jelennek meg. A nemesítési törzsek szélesebb körű vizsgálata mesterségesen kialakított provokációs tenyészkertben hozzájárulhat a közeljövőben születendő búzafajták komplex betegség-ellenállóságának további javításához és a szelekció hatékonyságának növeléséhez.

A hároméves minőség vizsgálataink eredménye alapján megállapítottuk, hogy a malomipari tulajdonságok közül a szemkeménységet és az ezerszemtömeget a genotípus fogékonysága, míg a szemátmérőt az évjárat hatása befolyásolta elsősorban, de a genotípus hatás e tulajdonság esetén is kiemelkedő volt. E megfigyelésünk igazolja azon irodalmi adatokat, melyek szerint a szemkeménység jól öröklődő genetikai tulajdonság. A vizsgált sütőipari minőségi tulajdonságok közül fehérje- és nedvessikér-tartalmat, valamint az esésszámot elsősorban a genotípus, a Zeleny-féle szedimentációs értéket pedig az évjárat határozta meg. A malomipari tulajdonságok közül kísérleteinkben a vizsgált nekrotróf kórokozók szignifikánsan csökkentették az ezerszemtömeget, a három év átlagát tekintve 6,5-7,2%-os

veszteséget okozva. A három év átlagában a kórokozók fertőzése hatására a szemátmérő 3,7-4,5%-kal csökkent. Több genotípusnál a fertőzésnek nem volt statisztikailag igazolható hatása sem az ezerszemtömegre, sem a szemátmérőre a három év átlaga alapján, azonban az évenkénti adatokat külön vizsgálva az Mv Mezőföldnél és a Disponentnél 19,17-37%-os ezerszemtömeg és 11,28-24,84%-os szemátmérő csökkenést is megfigyeltünk.

A szemkeménység csak a *P. nodorum* fertőzött kísérletben nőtt szignifikánsan a három év átlagát tekintve. A vizsgált évek között nem mutattunk ki statisztikailag igazolható különbséget és az évjárat×kórokozó kölcsönhatás sem volt szignifikáns.

A búza beltartalmi tulajdonságait vizsgálva átlagosan a fehérjetartalom 3,96- 4,23%-os a nedvessikér-tartalom 5,36-5,42%-os csökkenését figyeltük meg. Az évek és a kórokozó kezelések között nem volt statisztikailag igazolható kölcsönhatás. A vizsgált genotípusok többségénél sem a fehérje- sem a nedvessikér-tartalom nem változott a három év átlag adatai alapján. A három év átlagát tekintve a *P. tritici-repentis* szignifikánsan csökkentette (8,33%) a Zeleny-féle szedimentációs értéket. A *P. nodorum* fertőzött kísérletben a kórokozónak a genotípusok felénél nem volt hatása a Zeleny-féle szedimentációs értékre, azonban néhány érzékeny fajtánál az évenkénti adatokat vizsgálva e tulajdonság esetén is jelentős, 13,5-38,6%-os veszteséget figyeltünk meg a fertőzés hatására.

Az amilolites állapot mérésére szolgáló esésszám a három év átlagában csak a *P. nodorum* fertőzött kísérletben nőtt szignifikánsan. A hároméves kísérlet sorozatban a genotípusnak és az évjáratnak volt meghatározó szerepe az esésszám alakításában.

A diszkriminancia-analízis eredménye szerint, a három év és a hat technológia tulajdonság alapján a fertőzött mintákat hatékonyan elkülönítettük a kontrolloktól. Vizsgálatainkban a Salamouni, a Bezosztaja-1, a Bánkúti 1201, a Martonvásári 4 és az Mv Mambo komplex technológiai minősége a *P. tritici-repentis* fertőzés hatására sem romlott.

Hároméves adataink alapján megállapítható, hogy a *P. tritici-repentis* fertőzött kísérletben a Saari-Prescott és az egésznövény borítottság AUDPC értékei alapján a kórokozóval szemben ellenállóbb genotípusok ezerszemtömege és szemátmérője az átlagosnál kisebb mértékben csökkent. Vizsgálatainkban a zászlós levél értékelése önmagában nem volt elegendő a genotípusok levélfoltosság-ellenállósága és a különböző technológia minőségi tulajdonságok közötti összefüggés megállapítására. A *P. nodorum* kísérletben 2007-ben negatív, szoros, illetve közepes erősségű kapcsolatot állapítottunk meg Saari-Prescott skála alapján meghatározott fertőzöttség, valamint az ezerszemtömeg, a szemátmérő, a fehérje- és nedvessikér-tartalom között. A 2008-as csapadékos évjáratban a kalász borítottságának értékelése és az ezerszemtömeg között állapítottunk meg szignifikáns közepes erősségű korrelációt. A 2009. esztendőben a zászlós levél- és a kalász borítottsága korrelált a szemkeménységgel. Eredményeinkből kitűnik, hogy a fertőzöttség és a technológiai minőségi tulajdonságok összefüggése esetleges. A szántóföldi kísérletekben mind a fertőzöttség mértékét, mind pedig a technológia minőséget egyéb, nehezen, vagy egyáltalán nem befolyásolható környezeti tényezők (pl. időjárás, egyéb kórokozók fellépése) alakítják ki. A gyenge kapcsolatoknak további feltételezhető oka az, hogy a vizsgált genotípusok nem egységesen, nem azonos módon reagáltak a fertőzésre. Több fogékony genotípus esetén megfigyeltük, hogy erős fertőzésnél sem romlott lényegesen a minőségük.

A búza és a *P. tritici-repentis* gazda-parazita kapcsolatával foglalkozó szakirodalomban a kórokozó 1-es rasszával szembeni rezisztencia genetikai hátterének DArT-markerekkel történő vizsgálatáról még nincs adat. Rezisztens (M-3= W7976) és fogékony (Glenlea) szülők keresztezéséből származó F<sub>5</sub> generációjú SSD populáció fiatalkori ellenállóságát vizsgáltuk üvegházi körülmények között a *P. tritici-repentis* Pti2-es izolátumával (1-es rassz) szemben. Vizsgálatainkban megkülönböztettünk a szülői rezisztens genotípushoz hasonló ellenállóságú, a fogékony szülőhöz hasonló fogékonyságú és átlagos ellenállóságú törzseket. Az általunk létrehozott populációt alkotó törzseik fenotípusos adatai a normál

eloszlás függvényét jól közelítették. A normál eloszlás és a fertőzöttségi adatok széles intervalluma miatt a populáció alkalmasnak bizonyult a rezisztencia genetikai hátterének vizsgálatához. A QTL elemzés eredményeként azonosítottuk a wPt-9454 DArT típusú markertől 7,0 cM távolságra elhelyezkedő QTL-t, amely a fenotípusos variancia 18,6%-át magyarázta a kórokozó 1-es rasszával szemben. Az irodalmi adatok alapján feltételezhető, hogy a *tsr1*-es rezisztencia gén ebben a kromoszóma régióban található.



## 6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A Ph.D. munka során a búza, valamint két levélfoltosságot okozó kórokozó, a *Pyrenophora tritici-repentis* és a *Phaeosphaeria nodorum* gazdanövény-parazita kapcsolatát vizsgálva üvegházi és szántóföldi körülmények között a következő eredmények születtek:

**1. A hazai búzanemesítésben alkalmazható, a búza genotípusok *Pyrenophora (Drechslera) tritici-repentis* és *Phaeosphaeria (Stagonospora) nodorum*mal szembeni fiatal- és felnőttkori ellenállóságának tesztelésére alkalmas módszerek kidolgozása, adaptálása.**

Üvegházi körülmények között megbízható fertőzési értékelési módszert dolgoztunk ki, illetve adaptáltunk az általunk vizsgált két levélfoltosságot okozó kórokozó és búza közötti kapcsolat meghatározására. A sárga levélfoltosság két különböző rasszába tartozó izolátuma között agresszivitásbeli különbséget állapítottunk meg. Szántóföldi vizsgálatainkban a fertőzés mértékét döntően a vizsgált genotípus és az évjáráthatás befolyásolta. A vizsgált fajták és az évek átlagában a *Phaeosphaeria nodorum* a *Pyrenophora tritici-repentis*nél erősebb fertőzést okozott.

**2. Martonvásári eredetű búzafajták és nemesítési törzsek, valamint ismert rezisztenciájú búzafajták *Pyrenophora (Drechslera) tritici-repentis* és *Phaeosphaeria (Stagonospora) nodorum* ellenállóságának megállapítása fiatal- és felnőtt növény korban.**

Az üvegházi és szántóföldi mesterségesen fertőzött körülmények között a vizsgált genotípusok között statisztikailag megbízható fogékonyságbeli különbségeket állapítottunk meg, ami alapján fogékony (erősebben fertőződött), illetve rezisztens (gyengébben fertőződött) és átlagosan fertőződött genotípusokat különítettünk el.

Vizsgálatainkban hazai körülmények között igazoltuk az irodalomban szereplő ismert rezisztenciájú genotípusok ellenállóságát.

Eredményeink szerint a martonvásári nemesítésű fajták közül az Mv Regiment és az Mv Karizma – noha fiatakkorban átlagos fertőzöttséget mutattak mindkét kórokozóval szemben – szántóföldi körülmények között kiváló ellenállóságúak voltak. Az Mv Vekni és az Mv Bodri mindkét kórokozóval szemben fiatal- és felnőttkorban is kiváló ellenállóságú volt.

**3. A fiatal- és felnőttkori ellenállóság közötti kapcsolat megállapítása.**

Vizsgálatainkban a martonvásári nemesítésű fajták fiatal- és felnőttkori *Pyrenophora tritici-repentis* ellenállósága között pozitív közepes erősségű kapcsolat állt fenn, ami alátámasztotta azt a feltételezést, hogy az üvegházi vizsgálat hatékony eszköz lehet a búzafajták és -nemesítési törzsek levélfoltosság-ellenállóságának javítására irányuló szelekciójában.

**4. A *Pyrenophora (Drechslera) tritici-repentis* és *Phaeosphaeria (Stagonospora) nodorum* fertőzés hatásának vizsgálata a búza genotípusok malom- és sütőipari minőségére.**

A hároméves minőség vizsgálataink eredménye alapján megállapítottuk, hogy a malomipari tulajdonságok közül a szemkeménységet és az ezerszemtömeget a genotípus fogékonysága, míg a szemátmérőt az évjárat befolyásolta, de a genotípus hatás e tulajdonság esetén is kiemelkedő volt. A búza beltartalmi tulajdonságait vizsgálva a *Pyrenophora tritici-repentis*

és a *Phaeosphaeria nodorum* fertőzés hatására a fehérjetartalomban átlagosan 3,96-4,23%-os, a nedvessikér-tartalomban 5,36-5,42%-os csökkenést figyeltünk meg. A vizsgált genotípusok többségénél sem a fehérje- sem a nedvessikér-tartalom nem változott a három év átlagát tekintve azonban az évenkénti adatokat vizsgálva az érzékeny fajtáknál jelentős (13,5-38,6%) fehérje- és nedvessikér-tartalom, valamint Zeleny-féle szedimentációs érték csökkenés is bekövetkezett. A három éves kísérlet sorozatban az esésszám alakulásában elsődlegesen a genotípusnak volt meghatározó szerepe.

#### **5. A *Pyrenophora tritici-repentisszel* szemben ellenálló és fogékony szülők keresztezéséből származó utódgeneráció növényeinek molekuláris genetikai elemzésével, a sárga levélfoltossággal szembeni rezisztenciát meghatározó kromoszóma régiók azonosítása.**

A *Pyrenophora tritici-repentisszel* szemben rezisztens (M-3= W7976) és fogékony (Glenlea) szülők keresztezéséből származó F<sub>5</sub> generációjú SSD populáció fiatalkori ellenállóságát vizsgáltuk üvegházi körülmények között a kórokozó Pti2-es izolátumával (1-es rassz) szemben. Vizsgálatainkban megkülönböztettünk a szülői rezisztens genotípushoz hasonló ellenállóságú, a fogékony szülőhöz hasonló fogékonyságú és átlagos ellenállóságú törzseket. A QTL elemzés eredményeként feltételezhetően a *Tsr1-es* rezisztencia géntől 7,0 cM távolságra elhelyezkedő wPt-9454 DArT típusú markerrel a kórokozó 1-es rasszával szemben kimutatható fenotípusos variancia 18,6%-a magyarázható.

## 7. NEW SCIENTIFIC RESULTS

In the course of the PhD work, in which the host-pathogen relationship between wheat and two pathogens causing leaf spots, *Pyrenophora tritici-repentis* and *Phaeosphaeria nodorum*, was examined under greenhouse and field conditions, the following results were obtained:

### **1. Elaboration or adaptation of methods suitable for testing the seedling and adult plant resistance of wheat genotypes to *Pyrenophora (Drechslera) tritici-repentis* and *Phaeosphaeria (Stagonospora) nodorum*, for use in wheat breeding in Hungary.**

A reliable method was elaborated for the evaluation of infection under greenhouse conditions, and this was adapted to determine the relationship between wheat and two pathogens causing leaf spots. Differences in aggressiveness were detected between two isolates of the tan spot fungus *Pyrenophora tritici-repentis*, belonging to different races. In field experiments the level of infection was decisively influenced by the genotype and the year. Averaged over varieties and years, *Phaeosphaeria nodorum* caused more severe infection than *Pyrenophora tritici-repentis*.

### **2. Determination of seedling and adult plant resistance to *Pyrenophora (Drechslera) tritici-repentis* and *Phaeosphaeria (Stagonospora) nodorum* in wheat varieties and lines bred in Martonvásár and in wheat varieties with known resistance.**

Under artificially inoculated conditions in the greenhouse and field, significant differences in susceptibility were found between the genotypes, allowing them to be divided into susceptible (severely infected), resistant (mildly infected) and average groups.

The resistance of genotypes with known resistance was confirmed under Hungarian conditions.

The results indicated that among the varieties bred in Martonvásár, Mv Regiment and Mv Karizma had excellent resistance under field conditions in spite of the fact that they exhibited average infection with both pathogens in the seedling stage. Mv Vekni and Mv Bodri had excellent resistance to the two pathogens in both the seedling and adult plant stages.

### **3. Determination of the relationship between seedling and adult plant resistance.**

A moderate positive correlation was detected between the seedling and adult plant resistance levels of Martonvásár-bred varieties to *Pyrenophora tritici-repentis*, confirming the hypothesis that greenhouse tests could be an efficient tool in selection aimed at improving the resistance of wheat varieties and breeding lines to leaf spot pathogens.

### **4. Analysis of the effect of *Pyrenophora (Drechslera) tritici-repentis* and *Phaeosphaeria (Stagonospora) nodorum* infection on the milling and breadmaking quality of wheat genotypes.**

The results of three years of quality analysis revealed that, among the milling quality traits, the kernel hardness and thousand-kernel mass were influenced to the greatest extent by the susceptibility of the genotype, and the kernel diameter by the year, though the genotype effect was also outstanding for the latter trait. The analysis of chemical kernel quality showed a mean reduction of 3.96–4.23% in the protein content and 5.36–5.42% in the wet gluten content in response to infection with *Pyrenophora tritici-repentis* and *Phaeosphaeria*

*nodorum*. In the majority of genotypes the protein and wet gluten contents did not change when averaged over three years but when the annual data were analysed, considerable reductions (13.5–38.6%) were observed in the protein and wet gluten contents and in the Zeleny sedimentation index in the case of sensitive varieties. In the 3-year series of experiments the genotype had the most decisive influence on the falling number.

**5. Identification of chromosome regions responsible for resistance to tan spot fungus through the molecular genetic analysis of the progeny generation of a cross between parents resistant and susceptible to *Pyrenophora tritici-repentis*.**

The seedling resistance of an SSD population in the F<sub>5</sub> generation of a cross between M-3 (=W7976), which is resistant to *Pyrenophora tritici-repentis*, and Glenlea, which is susceptible, was analysed under greenhouse conditions using the Pti2 isolate of the pathogen (race 1). Lines with resistance similar to that of the resistant parent, lines with susceptibility similar to that of the susceptible parent, and lines with average resistance were distinguished. QTL analysis suggested that 18.6% of the phenotypic variance in resistance to race 1 of the pathogen could be explained using the wPt-9454 DArT marker, located 7.0 cM from the *Tsr1* resistance gene.

## 8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani a Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutatóintézet igazgatójának, Dr. Bedő Zoltánnak, hogy a PhD munka során elvégzett kísérletekhez szükséges feltételeket biztosította.

Köszönetemet szeretném kifejezni a Kalászos Gabona Rezisztencia Nemesítési Osztály vezetőjének, Dr. Veisz Ottónak, hogy néha atyai szigorral, és jó tanácsaival előre lendítette a kísérleteimet.

Köszönöm témavezetőmnek, Dr. Fischl Gézának, hogy hasznos tanácsaival emelte a dolgozat színvonalát, és biztatását a dolgozat megírásával kapcsolatban.

Hálás köszönet illeti munkahelyi témavezetőmet, Dr. Vida Gyulát, akinek segítségével nélkül nem készült volna el a dolgozat, segített bontogatni szárnyaimat a pályán, és megállított, amikor túlzásokba estem.

Külön köszönet illeti a Kalászos Gabona Rezisztencia Nemesítési Osztályon dolgozó munkatársaimat, — Bakos Istvánné, Balla Krisztina, Dr. Bencze Szilvia, Bertalan Adrienn, Dombi Gabriella, Gál Mariann, Grósz Gyuláné<sup>†</sup>, Horváth Zita Etelka, Kiss Tibor, Kovács Péter, Kristin Péterné, Lados Demeter, László Emese, Liszt Balázs, Márhoffer Lászlóné, Puskás Katalin, Dr. Varga Balázs, Zsigmond Istvánné—, akik megtanítottak a szakma fortélyaira, meghallgattak és tudásukkal nélkülözhetetlen segítséget nyújtottak munkámban.

Köszönöm Dr. Karsai Ildikónak, hogy a dolgozat genetikai részét igazi tudományos eredménnyé alakította, és segített kiigazodni a DArT markerek rejtélyes világában.

Köszönöm a Kalászos Gabona Nemesítési Osztály dolgozóinak, — Babácsi Zsolt, Babácsiné Bosnyák Bernadett, Bányai Judit, Bodnár Dezső, Bognár Zoltán, Bosnyák Zoltánné, Böcs Attila, Dr. Gulyás Gergely, Holtainé Patona Magdolna, Horváthné Uhrin Andrea, Illés Klára, Ispán Jánosné, Jakab Richárd, Kissné Horgas Hanna, Kovács Zoltán, Dr. Kuti Csaba, Dr. Láng László, Macsuga Joachim, Dr. Mészáros Klára, Molnár Margit, Puskás Lajosné, Dr. Rakszegi Mariann, Szabó Dorina, Szeidl Antalné, Tóth Viola, Varga Edina — a molekuláris és minőség vizsgáló laborokban, üvegházban és a szántóföldön nyújtott pótolhatatlan segítségüket.

Köszönöm Dr. Csősz Lászlónénak és Dr. Bakonyi Józsefnek hasznos szakmai tanácsaikat, az értékelési módszerek és a fertőzőanyag előállítása során, figyelemmel kísérték a munkámat és pótolhatatlan segítséget nyújtottak a dolgozat végleges formába öntésekor nélkülük ez a dolgozat sem létezne.

Köszönet illeti a szegedi kollégákat, Szabó-Hevér Ágnes és Lehoczky-Krjsak Szabolcsot a genetikai térképezésben nyújtott szakmai segítségükért.

Szeretném megköszönni Dr. Tallerné Barna Piroska biztatását a dolgozat megírásával, és odaadó szervező munkáját a PhD ügyek intézésével kapcsolatban, ezzel hatalmas terhet véve le a vállamról.

Hálás vagyok szüleimnek, Cséplő Lászlónénak és Cséplő Lászlónak<sup>†</sup>, hogy féltő óvó szeretettel felneveltek, segítették tanulmányaimat, vigyáztak a fiamra, amikor szükség volt rá.

Köszönöm nagyszüleimnek, Balogh Jánosnénak és Balogh Jánosnak<sup>†</sup>, és nagybátyámnak Ifj. Balogh Jánosnak, hogy embert faragtak belőlem, igazi erkölcsi értékrendet adtak és visszatérítettek a helyes útra, ha eltévedtem.

Köszönettel tartozom a párom szüleinek, Károlyi Jánosnénak és Károlyi Jánosnak a nélkülözhetetlen segítségért, hogy a dolgozat írása közben is odaadóan, nagy szeretettel vigyáztak a fiamra.

Köszönöm a gyermekeimnek, Annának és Leventének, hogy egészségesek, és türelmesen elviselték, ha a dolgozat megírása miatt kevesebb idő jutott a játékra.

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm páromnak, Károlyi Tamásnak, hogy volt és, hogy van nekem, mindig számíthattam rá, és elviselt a nehéz időszakokban is.

A PhD munka eredményeinek létrejöttét a Búza és árpa fajták levélfoltosságokkal szembeni ellenálló képességének növelése hagyományos és molekuláris módszerekkel, OM188/2007 azonosítószámú Jedlik Ányos pályázat anyagi támogatása segítette.

## 9. PUBLIKÁCIÓK, ELŐADÁSOK JEGYZÉKE

### A dolgozat témaköréhez kapcsolódó publikációk

#### Tudományos folyóiratban megjelent publikációk magyar nyelven:

- Cséplő, M., Bakonyi, J., Csősz, L-né., Fischl, G., Pribék, D., Gál, M., Veisz, O. és Vida, Gy. (2009): Búza genotípusok *Pyrenophora tritici-repentis* és *Phaeosphaeria nodorum* ellenállósága szántóföldön. Növényvédelem, 45 (12): 655–662.
- Cséplő, M., Vida, Gy., Veisz, O. és Bakonyi, J. (2004): Búza genotípusok *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler ellenállóságának vizsgálata üvegházi körülmények között. Növényvédelem, 40 (6): 281–285.
- Németh, Cs., Cséplő, M., Vida, Gy., Bedő, Z. és Veisz, O. (2006): Az abiotikus (szárazság) és a biotikus [*Pyrenophora (Drechslera) tritici-repentis* (Died.) Drechsler] stressz-ellenállóság kapcsolatának vizsgálata búzafajtákban. Növénytermelés, 55. (3-4): 141–151.

#### Tudományos folyóiratban megjelent publikációk angol nyelven:

- Cséplő, M., Gál, M., Veisz, O. és Vida Gy. (2012): Seedling resistance to *Stagonospora nodorum* blotch in wheat genotypes. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, (javítás alatt) **IF.: 0.594**.
- Cséplő, M., Pribék, D. és Csősz, M. (2009): Studies on the resistance of wheat genotypes to *Pyrenophora tritici-repentis*. Cereal Research Communications, 37, Suppl.1: 173–176.
- Vida, Gy., Cséplő, M., Gulyás, G., Karsai, I., Kiss, T., Komáromi, J., László, E., Puskás, K., Wang, Z. L., Pace, C., Bedő, Z., Láng, L. és Veisz, O. (2011): Effectiveness of major resistance genes and identification of new sources for disease resistance in wheat. Acta Agronomica Hungarica 59 (3): 241-248.
- Janda, T., Németh, Cs., Cséplő, M., Vida, Gy. Pogány, M., Szalai, G. és Veisz, O. (2008): Combined effect of water stress and the necrotrophic fungal pathogen *Drechslera tritici-repentis* infection in wheat. Cereal Research Communications, 36 (1): 53–64.

#### Tudományos publikációk magyar nyelven:

- Cséplő, M., Csősz, L-né., Fischl, G., Pribék, D., Gál, M., Vida, Gy. és Veisz, O. (2009): Búzafajták és nemesítési törzsek szántóföldi *Pyrenophora tritici-repentis* és *Phaeosphaeria nodorum* rezisztencia vizsgálata. XIX. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 2009. kiadványa (Szerk. Lehoczky É.). Pannon Egyetem Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, Keszthely. szerk.: Lehoczky É. p. 39–43.
- Cséplő, M., Balla, K., László, E., Rakszegi, M., Fischl, G., Veisz, O. és Vida, Gy. (2009): A búza genotípusok malomipari minőségének változása a *Pyrenophora tritici-repentis* fertőzés hatására. V. Növénytermesztési Tudományos Napok. Keszthely Gazdálkodás-Klíma-változás- Társadalom. (Szerk. Harcsa Marietta). Akadémiai Kiadó, Budapest. p. 65–68.
- Cséplő, M., Pribék, D., Veisz, O. és Vida, Gy. (2009): Búza genotípusok ellenállósága a *Pyrenophora tritici-repentis* 1-es rasszával szemben. In: Hagymány és haladás a növénytermesztésben (Szerk. Veisz O.). MTA Agrártudományok Osztályának Növénytermesztési Bizottsága, Budapest. p. 71–75.
- Vida, Gy., Gál, M., Károlyi-Cséplő, M., László, E., Puskás, K., Pribék, D., Karsai, I., Szunics, L., Uhrin, A., Bedő, Z., Láng, L. és Veisz, O. (2009): Őszi búza genotípusok betegségellenállóságának javítása hagyományos és molekuláris módszerekkel. A

Martonvásári agrárkutatások hatodik évtizede. Martonvásár 1949-2009. (Szerk.: Veisz O.). MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár. p. 65–70.

#### **Tudományos publikációk angol nyelven:**

**Cséplő, M.,** Vida, Gy., Bakonyi, J. és Veisz, O. (2004): Studies on the resistance of wheat genotypes to two different races of *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler. Genetic variation for plant breeding. Proceedings of the 17th EUCARPIA General Congress. 8-11 sept. 2004. Tulln, Austria. p. 185–188.

Vida, Gy., **Cséplő, M.,** Gulyás, G., Karsai, I., Kiss, T., Komáromi, J., László, E., Puskás, K., Wang, Z. L., Bedő, Z., Láng, L. és Veisz, O. (2011): Molecular and traditional approaches for combating major diseases of wheat in Martonvásár. In: Veisz O (szerk.) Climate Change: Challenges and Opportunities in Agriculture: AGRISAFE Final Conference. Budapest, Magyarország, 2011.03.21-2011.03.23. Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Science, Martonvásár. p. 273–276.

#### **Konferencia kiadvány magyar nyelven:**

**Cséplő, M.,** Bakonyi, J., Csősz, L-né., Fischl, G., Pribék, D., Gál, M., Vida, Gy. és Veisz, O. (2011): Búza genotípusok *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schroet. fiatalkori rezisztencia vizsgálata. XXI. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 2011. január 26-28., Keszthely. p. 38.

**Károlyiné-Cséplő, M.,** Pribék, D., Németh, Cs., Vida, Gy. és Veisz, O. (2007): Ozmotikus stressz hatása búza genotípusok *Pyrenophora tritici-repentis*-szel (Died. Drechsler) szembeni ellenállóságára. XIII. Növénynevelési Tudományos Napok, Összefoglalók, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2007. március 12. p. 101.

**Cséplő, M.,** Vida, Gy. és Veisz O., (2004): Búza genotípusok *Stagonospora nodorum*-mal szembeni ellenállóságának szántóföldi vizsgálata. X. Növénynevelési Tudományos Napok, Összefoglalók. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2004. február 18-19. p. 82.

**Cséplő, M.,** Vida, Gy., Veisz O. és Bakonyi, J., (2004): Búza genotípusok fiatalkori ellenállóságának vizsgálata *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler két eltérő rasszával szemben. 50. Növényvédelmi Tudományos Napok, Összefoglalók. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2004. február 25-26. p. 79.

#### **Ismeretterjesztő folyóirat:**

**Cséplő, M.,** Vida, Gy. és Veisz, O. (2008): Az őszi búza sárga levélfoltosságáról. Martonvásár, 20 (2): 10–11.

**Cséplő, M.,** Vida, Gy. és Veisz O., (2004): A búza levélkárosodásáról. Martonvásár, Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének Közleményei. XVI. 2: 12–14.

#### **Egyéb publikációk:**

#### **Tudományos folyóiratban megjelent publikációk magyar nyelven:**

Ficsor, A., Bakonyi, J., Csősz, L., Tomcsányi, A., Tóth, B., Palágyi, A., **Cséplő, M.,** Mészáros, K. és Vida, Gy. (2011): A *Pyrenophora teres* f. *maculata* magyarországi előfordulása árpán. Növényvédelem, 47 (10): 405-412.

#### **Tudományos folyóiratban megjelent publikációk angol nyelven:**



- Ficsor, A., Bakonyi, J., Tóth, B., Tomcsányi, A., Palágyi, A., Csósz, M., **Károlyi-Cséplő, M.**, Mészáros, K. és Vida, Gy. (2010): First report of spot form of net blotch of barley caused by *Pyrenophora teres* f. *maculata* in Hungary. *Plant Disease*, 94 (8): 1062.
- Bedő, Z., Láng, L., Veisz, O., Vida, Gy., Karsai, I., Mészáros, K., Rakszegi, M., Szűcs, P., Puskás, K., Kuti, Cs., Megyeri, M., Bencze, Sz., **Cséplő, M.**, Láng, D. és Bányai, J. (2004): Items from Hungary: Department of Wheat Breeding. *Annual Wheat Newsletter*, 50: 40–42.

#### **Tudományos publikációk magyar nyelven:**

- Puskás, K., Vida, Gy., **Cséplő, M.** és Veisz, O. (2002): Tünetmentes búzakalászek fuzáriumos szemfertőzöttsége. In: A növénytermesztés szerepe a jövő multifunkcionális mezőgazdaságában. 50 éves az *Acta Agronomica Hungarica*. Jubileumi tudományos ülés (Szerk. Sutka J, Veisz O.). MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár. p. 269–274.
- Vida, Gy., Szunics, L., Veisz, O., Gál, M., Puskás, K., **Cséplő, M.**, Láng, L. és Bedő, Z. (2002): Martonvásári rezisztens búzafajták a környezetkímélő növénytermesztés szolgálatában. In: A növénytermesztés szerepe a jövő multifunkcionális mezőgazdaságában. 50 éves az *Acta Agronomica Hungarica*. Jubileumi tudományos ülés (Szerk. Sutka J, Veisz O.). MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár. p. 355–363.
- Gyulai, G., Gémesné Juhász, A., Kiss, J., Petus, M., Szabó, Z., **Cséplő, M.**, Sági, Zs., Zatykó, L. és Heszky, L. (2001). A virágporból felnevelt haploid- és kettős haploid paprikanövények (*Capsicum annuum* L.) genetikai diverzitása. In: *Innováció, A tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban.* (szerk. Jávor A, Szemán L) ). Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Gödöllő. p. 351–356.

#### **Tudományos publikációk angol nyelven:**

- Gémesné Juhász, A., Petus, M., Venczel, G., Zatykó, L., Gyulai, G. és **Cséplő, M.** (2001): Genetic variability of anther donor versus spontaneous doubled haploid descendents and colchicine induced doubled haploid sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) lines. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 560: 149–152.

#### **Konferencia kiadvány magyar nyelven:**

- Ficsor, A., Bakonyi, J., Csósz, L-né, Tomcsányi, A., Tóth, B., Palágyi, A., **Károlyiné Cséplő, M.**, Mészáros, K. és Vida, Gy. (2009): A *Pyrenophora teres* f. *maculata* előfordulása Magyarországon. 55. Növényvédelmi Tudományos Napok, Összefoglalók. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2009. február 23-24., Budapest, p. 23.
- Vida, Gy., Szunics, L., Gál, M., Puskás, K., **Cséplő, M.** és Veisz, O. (2004): A búza lisztharmat (*Blumeria graminis* (Dc.) Speer) virulencia felmérés eredményei 2001-2002-ben, valamint két tesztszortiment összehasonlítása. Növényvédelmi Tudományos Napok Összefoglalók. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2004. február 25-26. p. 160.
- Pribék, D., **Cséplő, M.**, Vida, Gy. és Veisz, O. (2005): A sárga index tanulmányozása az MvTD10-98/PWD1216 őszi durum búza kombináció utódpopulációiban. XI.

Növénynemesítési Tudományos Napok, Összefoglalók, 2005. március 3-4. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest. p. 174.

Puskás, K., Vida, Gy., **Cséplő, M.** és Veisz, O. (2003): Kalászosok belső szemfertőzöttsége *Fusarium proliferatum*-mal. IX. Növénynemesítési Tudományos Napok Összefoglalók. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2003. március 5-6. p. 130.

Gémesné Juhász, A., Balogh, P., **Cséplő, M.**, Gyulai, G., Hevesi, M., Hajósné Novák, M., Martinovich, L., Salamon, P., Sági, Zs., Venczel, G. és Zatykó, L. (1999) Az *in vitro* androgenezis és ginogenezis jelentősége a homozigóta nemesítési alapanyagok előállításában, IV. Magyar Genetikai Kongresszus, Siófok, 1999. április 11-14. p. 163–164.

Gyulai, G., Purnhauser, L., Hornok, K., Bottka, S., Marticsek, J., Törjék, O., Mesterházy, Á., **Cséplő, M.**, Csósz, L., Tar, M. és Heszky, L. (1999): A búza levélrozsa rezisztencia molekuláris markerezése. IV. Magyar Genetikai Kongresszus. Siófok, 1999. április 11-14. p. 148.

#### **Konferencia kiadvány angol nyelven:**

Gémesné Juhász, A., Gyulai, G., Petus, M. Venczel, G., Sági, Zs., Zatykó, L., és **Cséplő, M.**, (1999/2000) Progress in doubled haploid breeding of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Bulletin of the Vegetable Crops Research Institute, Kecskemét, 29: 14–20.

Gémesné Juhász, A., Gyulai, G., **Cséplő, M.** és Petus, M. (2000): PCR-analysis of pepper (*Capsicum annuum* L.) hybrids and their doubled haploid offspring. Abstract, Molecular Markers for Characterizing Genotypes and Identifying Cultivars in Horticulture. Montpellier, France, March 6-8, 2000. p. 114.

Hornok, K., Gyulai, G., Purnhauser, L., Tar, M., Bottka, S., Marticsek, J., Mesterházy, Á., Csósz, L., **Cséplő, M.** és Heszky, L. (1999): Marker selection in wheat leaf rust resistant NILs by RAPD, SSR, and ISSR-PCR. 9th European Congress on Biotechnology. 11-15 July, 1999, Brussels, Belgium. Abst. ECB9/2243.

## 10. IRODALOMJEGYZÉK

- Abeyssekara, N. S., Friesen, T. L., Keller, B. és Faris, J. D.** (2009): Identification and characterization of novel host-toxin interaction in the wheat- *Stagonospora nodorum* pathosystem. *Theoretical and Applied Genetics*, 120: 117–126.
- Adee, S. R., Pfender, W. F. és Hartnett, D. C.** (1990): Competition between *Pyrenophora tritici-repentis* and *Septoria nodorum* in the wheat leaf as measured with de Wit replacement series. *Phytopathology*, 80: 1117–1182.
- Adhikari, T. B., Wallwork, H. és Goodwin, S. B.** (2004): Microsatellite markers linked to the *Stb2* and *Stb3* genes for resistance to *Septoria tritici* blotch in wheat. *Crop Science*, 44: 1403–1411.
- Ágoston, T. és Pepó, P.** (2005): Őszibúza-fajták termőképességének és betegségellenállóságának vizsgálata. *Növénytermelés*, 54 (5-6): 387–401.
- Akbari, M., Wenzl, P., Caig, V., Carling, J., Xia, L., Yang, S., Uszynski, G., Mohler, V., Lehmsiek, A., Kuchel, H., Hayden, M. J., Howes, N., Sharp, P., Vaughan, P., Rathmell, B., Huttner, E. és Kilian, A.** (2006): Diversity arrays technology (DArT) for high-throughput profiling of the hexaploid wheat genome. *Theoretical and Applied Genetics*, 113: 1409–1420.
- Ali, S. és Adhikari, T. B.** (2008): Variation in aggressiveness of *Stagonospora nodorum* isolates in North Dakota. *Journal of Phytopathology*, 156: 140–145.
- Ali, S. és Francl, L. J.** (2001): Recovery of *Pyrenophora tritici-repentis* from barley and reaction of 12 cultivars to five races and two host-specific toxins. *Plant Disease*, 85: 580–584.
- Ali, S. és Francl, L. J.** (2003): Population race structure of *Pyrenophora tritici-repentis* prevalent on wheat and noncereal grasses in the Great Plains. *Plant Disease*, 87: 418–422.
- Ali, S., Ling, H., Meinhardt, S. és Francl, L. J.** (2002): A new races of *Pyrenophora tritici-repentis* that produces a putative host selective toxin. (Abstr.) *Phytopathology*, 92 (suppl.): S3.
- Ali, S., Singh, P. K., McMullen, M. P., Mergoum, M. és Adhikari, T. B.** (2008): Resistance to multiple leaf spot disease in wheat. *Euphytica*, 159: 167–179.
- Al-Naimi, F. A., Garrett, K. A. és Bockus, W. W.** (2005): Competition, facilitation, and niche differentiation in two foliar pathogens. *Oecologia*, 143: 449–457.
- Anderson, J. A., Effertz, R. J., Faris, J. D., Francl, L. J., Meinhardt, S. W. és Gill, B. S.** (1999): Genetic analysis of sensitivity to a *Pyrenophora tritici-repentis* necrosis-inducing toxin in durum and common wheat. *Phytopathology*, 89: 293–297.
- Anjum, F. M. és Walker, C. E.** (1991): Review on the significance of starch and protein to wheat kernel hardness. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 56 (1): 1–13.
- Aponyiné, G. I., Békési, P. és Matók, I.** (1988): Újabb betegség veszélyezteteti a gabonát. *Magyar Mezőgazdaság*, 43(4): 9.
- Arseniuk, E. és Czembor, P.** (1999): Host-parasite interactions: *Stagonospora nodorum* (In: van Ginkel, M., McNab, A., és Krupinsky, J., eds. *Septoria and Stagonospora* diseases of cereals: a compilation of global research), CIMMYT, Mexico, D.F. p. 63–70.
- Arseniuk, E., Czembor, P. C., Czaplicki, A., Song, Q., Cregan, P. B., Hoffman, D. L. és Ueng, P. P.** (2004): QTL controlling partial resistance to *Stagonospora nodorum* leaf blotch in winter wheat cultivar Alba. *Euphytica*, 137: 225–231.
- Augusztá, G.-né., Horváth, E. és Viola, J.-né.** (1987): Őszibúza-fajták *Septoria nodorum* Berk. fertőzöttségének alakulása kalász- és szemvizsgálataok alapján. *Növényvédelem*, 23: 535–538.

- Bakonyi, J., Fischl, G. és Szunics, L.** (1992): A *Helminthosporium* (*Drechslera*, *Bipolaris*, *Exserohilum*) fajok és izolátumok patogenitásának összehasonlítása őszi búzafajtákon mesterséges inokulációs kísérletben. *Növényvédelem*, 28 (9): 361–365.
- Bakonyi, J., Fischl, G. és Falusi, J.** (1993): *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. és *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem. fertőzési sajátosságai őszi búza csíranövények levelein. *Növénytermelés*, 42: 128–134.
- Bakonyi, J., Pomázi, A., Fischl, G. és Hornok, L.** (1994): Pázsitfűféléken élő, *Helminthosporium*-alakkörébe tartozó gombák molekuláris taxonómiája. *Növényvédelem*, 30. 5: 207–213.
- Ballance, G. M., Lamari, L. és Bernier, C. C.** (1989): Purification and characterization of a host selective toxin from *Pyrenophora tritici-repentis*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 35: 203–213.
- Ballance, G. M., Lamari, L., Kowatsch, R. és Bernier, C. C.** (1996): Cloning, expression and occurrence of the gene encoding the Ptr necrosis toxin from *Pyrenophora tritici-repentis*. *Molecular Plant Pathology*, On-line <http://www.bspp.org.uk/mppol/> 1996/1209ballance (Ellenőrizve: 2011.11.11).
- Balogh, S., Rátainé, V. R., Aponyiné, G. I., Schweigert, A-né. és Füzi, I.** (1991): A kalászosok helmintospóriumos levélszáradása. *Gyakorlati Agrofórum* 2. májusi különszám, 30–33.
- Bathal, J. S., Loughman, R. és Speijers, J.** (2003): Yield reduction in wheat in relation to leaf disease from yellow (tan) spot and *Septoria nodorum* blotch. *European Journal of Plant Pathology*, 109: 435–443.
- Barabás Z.** (1987): A búzatermesztés kézikönyve. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest, pp. 538.
- Bedő, Z., Láng, L., Juhász, A. és Rakszegi, M.** (2001): Kemény endospermium szerkezetű, jó malom- és sütőipari minőségű búza kutatása Martonvásáron (In: Bedő Z. ed. A jó minőségű keményszemű búza nemesítése és termesztése). *MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet*, Martonvásár, p. 35–56.
- Békési, P.** (2005): Az őszi búza betegségeiről, az ellenük való védekezésről. *Agrofórum*, 16 (5): 2–4.
- Benedek, P.** (1993): A rozsdabetegségek epidemiológiája és előrejelzése. *Növényvédelem*, 29 (11): 513–515.
- Bockus, W. W., Su, Z., Garrett, K. A., Gill, B. S., Stack, J. P., Fritz, A. K., Roozeboom, K. L. és Martin, T. J.** (2007): Number of experiments needed to determine wheat disease phenotypes for four wheat diseases. *Plant Disease*, 91: 103–108.
- Brown, A. G. P. és Rosielle A. A.** (1980): Prospects for control of septoria. *Journal of Agriculture, Western Australia (Fourth Series)*, 21 (1): 8–11.
- Brönnimann, A.** (1968): Zur Kenntnis von *Septoria nodorum* Berk. dem Erreger der Spelzenbraune und einer Blattdürre des Weizens. *Phytopathologische Zeitschrift*, 61 (2): 101–146.
- Büerstmayr, H., Lemmens, M., Grausgruber, H. és Rückenbauer, P.** (1996): Scab resistance of international wheat germplasm. *Cereal Research Communications*, 24: 195–202.
- Cao, W., Hughs, G. R., Ma, H. és Dong, Z.** (2001): Identification of molecular markers for resistance to *Septoria nodorum* blotch in durum wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 102: 551–554.
- Ciuffetti, L. M., Tuori, R. P. és Gaventa, J. M.** (1997): A single gene encodes a selective toxin causal to the development of tan spot of wheat. *The Plant Cell*, 9: 135–144.

- Ciuffetti, L. M., Francl, L., Ballance, G. M., Bockus, W. W., Lamari, L., Meinhardt, S. W. és Rasmussen J. B.** (1999): Standardization of toxin nomenclature in *Pyrenophora tritici-repentis* / wheat interaction. Canadian Journal of Plant Pathology, 20: 422–425.
- Chu, C. G., Xu, S. S., Faris, J. D., Nevo, E. és Friesen, T. L.** (2008): Seedling resistance to tan spot and *Stagonospora nodorum* leaf blotch in wild emmer wheat (*Triticum dicoccoides*). Plant Disease, 92: 1229–1236.
- Chu, C. G., Faris, J. D., Xu, S. S. és Friesen, T. L.** (2010): Genetic analysis of disease susceptibility contributed by the compatible *Tsn1-SnToxA* and *Snn1-SnTox1* interactions in the wheat-*Stagonospora nodorum* pathosystem. Theoretical and Applied Genetics, 120:1451–1459.
- Churcill, G. A. és Doerge R. W.** (1994): Empirical threshold values for quantitative trait mapping. Genetics, 138: 963–971.
- Cowger, C. és Murphy, J. P.** (2007): Artificial inoculation of wheat for selecting resistance to *Stagonospora nodorum* blotch. Plant Disease, 91: 539–545.
- Cox, D. J. és Hosford, R. M. Jr.** (1987): Resistant winter wheats compared at differing growth stages and leaf positions for tan spot severity. Plant Disease, 71: 883–886.
- Crossa, J., Burgueño, J., Dreisigacker, S., Vargas, M., Herrera-Foessel, S. A., Lillemo, M., Singh, R. P., Trethowan, R., Warburton, M., Franco, J., Reynolds, M., Crouch, J. H. és Ortiz, R.** (2007): Association analysis of historical bread wheat germplasm using additive genetic covariance of relatives and population structure. Genetics, 177: 1889–1913.
- Csősz, L-né., Kopahnke, D., Nagyhaska, E., Pusztai, L-né. és Mesterházy, Á.** (2003): Resistance of winter wheat cultivars against necrotrophic leaf pathogens (2001-2003 Szeged Hungary and 2003 Aschersleben, Germany). 3rd International Plant Protection Symposium at Debrecen University, 15-16 October, 2003 Debrecen, Hungary, Proceedings, p.166–170.
- Csősz, L-né.** (2004): A búza levélbetegségei száraz években. Gyakorlati Agroforum Extra, 6: 26–29.
- Csősz, L-né.** (2006): Hat év tapasztalata az őszi búza levélfoltosságát előidéző kórokozókról. Gyakorlati Agroforum Extra, 14: 44–47.
- Csősz, L-né** (2007): Növénykórtani és rezisztencia vizsgálatok az őszi búza rozsdá, lisztharman és levélfoltosságok kórokozóival. Ph.D. értekezés, Keszthely. [http://konyvtar.uni-pannon.hu/doktori/2007/Csosz\\_Laszlone\\_dissertation.pdf](http://konyvtar.uni-pannon.hu/doktori/2007/Csosz_Laszlone_dissertation.pdf) (Ellenőrizve: 2011.11.11)
- Csősz, L-né., Lantos, Cs., Kótai, É., Tóth, B. és Pauk, J.** (2009): Térképezési populációk létrehozása az őszi búza *Pyrenophora tritici-repentis*-szel szembeni ellenállóság genetikai hátterének vizsgálatára. XV. Növénynevelési Tudományos Napok, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest 2009. március 17., p. 62.
- Csősz, M., Purnhauser, L., Tóth, B., Bakonyi, J. és Cseuz, L.** (2010): Resistance breeding against leaf spot diseases in Szeged, Hungary. 8th International Wheat Conference, 1-4 June 2010 St. Petersburg, Russia, p. 242-243.
- Davis, W. H., Middleton, G. K. és Hebert, T. T.** (1961): Inheritance of protein texture, and yield in wheat. Crop Science, 1: 235–238.
- De Wolf, E. D., Effertz, R. J., Ali, S. és Francl, L. J.** (1998): Vistas of tan spot research. Canadian Journal of Plant Pathology, 20: 349–444.
- Effertz, R. J., Anderson, J. A. és Francl, L.** (1998): QTL associated with resistance to chlorosis induction by *Pyrenophora tritici-repentis* in adult wheat. Canadian Journal of Plant Pathology, 20: 438–439.

- Effertz, R. J., Anderson, J. A. és Franc, L.** (2001): Restriction fragment length polymorphism mapping of resistance to two races of *Pyrenophora tritici-repentis* in adult and seedling wheat. *Phytopathology*, 91: 572–578.
- Effertz, R. J., Meinhardt, S. W., Anderson, J. A., Jordhal, J. G. és Franc, L.** (2002): Identification of a chlorosis-inducing toxin from *Pyrenophora tritici-repentis* and the chromosomal location of an insensitivity locus in wheat. *Phytopathology*, 92: 527–533.
- Elias, E. Cantrell, R. G. és Hosford, Jr. R. M.** (1989): Heritability of resistance to tan spot in durum wheat and its association with other agronomic traits. *Crop Science*, 29: 299–304.
- Engle, J. S.** (2005): Pathogenic characterization, distribution in Ohio and wheat genotype reaction to *Stagonospora nodorum* and *Pyrenophora tritici-repentis*. Ph.D. dissertation, The Ohio State University, Columbus. <http://etd.ohiolink.edu/send-pdf.cgi/Engle%20Jessica%20S.pdf?osu1117382547> (Ellenőrizve: 2011.11.11)
- Engle, J., S., Madden, L. V., és Lipps, P. E.** (2006a): Distribution and pathogenic characterization of *Pyrenophora tritici-repentis* and *Stagonospora nodorum* in Ohio. *Phytopathology*, 96: 1355–1362.
- Engle, J. S., Lipps, P. E., és Minyo, R. J. Jr.** (2006b): Reaction of commercial soft red winter wheat cultivars to *Stagonospora nodorum* in the greenhouse and field. *Plant Disease*, 90: 576–582.
- Evans, C. K., Hunger, R. M. és Siegerist, W. C.** (1999): Comparison and field testing to identify wheat resistant to tan spot. *Plant Disease*, 83: 269–273.
- Eyal, Z. és Scharen, A. L.** (1977): A quantitative method for the inoculation of wheat seedlings with pycnidiospores of *Septoria nodorum*. *Phytopathology*, 67: 712–714.
- Eyal, Z., Scharen, A. L., Prescott, J. M. és van Ginkel, M.** (1987): The Septoria diseases of wheat: concepts and methods of disease management. Mexico, D.F.: CIMMYT. p.46.
- FAO (2011):** FAOSTAT adatbázis. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> (Ellenőrizve: 2011.11.11)
- Faris, J. D., Anderson, J. A., Franc, L. J. és Jordhal, J. G.** (1996): Chromosomal location of a gene conditioning insensitivity in wheat to a necrosis-inducing culture filtrate from *Pyrenophora tritici-repentis*. *Phytopathology*, 86: 459–463.
- Faris, J. D., Anderson, J. A., Franc, L. J. és Jordhal, J. G.** (1997): RFLP mapping of resistance to chlorosis induction by *Pyrenophora tritici-repentis* in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 94: 98–103.
- Faris, J. D. és Friesen, T. L.** (2005): Identification of quantitative trait loci for race-nonspecific resistance to tan spot in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 111: 386–392.
- Farkas, B.** (2000): Még egyszer a búza pirenofórák levélszáradásáról. *Gyakorlati Agrofórum*, 11 (5): 20–21.
- Feng, J., Ma, H. és Hughes, G.R.** (2004): Genetics of resistance to *Stagonospora nodorum* blotch of hexaploid wheat. *Crop Science*, 44: 2043–2048.
- Ficsor, A. és Rátainé-Vida, R.** (2008): Az őszi búza levélfoltosságairól... *Agrofórum*, 19 (3): 54–56.
- Follárdt, J. és Barkó, I.** (1994): Őszi búza fajták levélbetegségei. *Agrofórum*, 5 (9): 49.
- Franc, L. J.** (1997): Local and mesodistance dispersal of *Pyrenophora tritici-repentis* conidia. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 19: 247–255.
- Fried, P. M., és Meister, E.** (1987): Inheritance of leaf and head resistance of winter wheat to *Septoria nodorum* in a diallel cross. *Phytopathology*, 77: 1371–1375.

- Friesen, T. L. és Faris, J. D.** (2004): Molecular mapping of resistance to *Pyrenophora tritici-repentis* race 5 and sensitivity to Ptr ToxB in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 109: 464–471.
- Friesen, T. L., Ali, S., Kianian, S., Francl, L. J. és Rasmussen, J. B.** (2003): Role of host sensitivity to Ptr ToxA in development of tan spot of wheat. *Phytopathology*, 93: 397–401.
- Friesen, T. L., Stukenbrock, E. H., Liu, Z. H., Meinhardt, S. W., Ling, H., Faris, J. D., Rasmussen, J. B., Solomon, P. S., McDonald, B. A. és Oliver, R. P.** (2006): Emergence of a new disease as a result of interspecific virulence gene transfer. *Nature Genetics*, 38: 953–956.
- Friesen, T. L., Meinhardt, S. W. és Faris, J. D.** (2007): The *Stagonospora nodorum*-wheat pathosystem involves multiple proteinaceous host-selective toxins and corresponding host sensitivity genes that interact in an inverse gene-for gene manner. *Plant Journal*, 51: 681–692.
- Friesen, T. L., Zhang, Z., Solomon, P. S., Oliver R. P. és Faris J. D.** (2008): Characterization of the interaction of a novel *Stagonospora nodorum* host-selective toxin with a wheat susceptibility gene. *Plant Physiology*, 146: 682–693.
- Füzi, I.** (1998): Kalászos gabonák helmintospóriumos levélszáradása elleni védekezés. *Agrofórum*, 9 (5): 51–54.
- Füzi, I.** (2005): Búzakórokozók esélyei május 22-én. *Agrofórum*, 16 (6): 9.
- Gál, M., Szunics, L., Szunics, Lu., Vida, Gy. és Bedő, Z.** (2001): Thacher alapú, levélrozda rezisztenciagént hordozó közel-izogén búzatörzsek technológiai minősége. *Növénytermelés*, 50 (5): 505–516.
- Gál, M. és Oettler, G.** (2003): Diallel analysis of resistance to *Stagonospora nodorum* in winter triticale. *Cereal Research Communication*, 31: 315–322.
- Gilbert, J. és Tekauz, A.** (1993): Reaction of Canadian spring wheat to *Septoria nodorum* and the relationship between disease severity and yield components. *Plant Disease*, 77: 389–402.
- van Ginkel, M. és Rajaram, S.** (1999): Breeding for resistance to the *Septoria/Stagonospora* blights of wheat. In: van Ginkel M., McNab A. és Krupinsky J. (eds.) *Septoria and Stagonospora diseases of cereals: a compilation of global research*. Proceedings of the Fifth International Septoria Workshop. CIMMYT, Mexico, p. 117–126.
- Gonzalez-Hernandez, J. L., Singh, P. K., Mergoum, M., Adhikari, T. B., Kianian, S. F., Simsek, S. és Elias, E. M.** (2009): A quantitative trait locus on chromosome 5B controls resistance of *Triticum turgidum* (L.) var. *diccoides* to *Stagonospora nodorum* blotch. *Euphytica*, 166: 199–206.
- Herteledy, P., Birtáné Vas, Zs., Szabó, T. és Zalka, A.** (2004): Az őszi búza sárga levélfoltosságának tavaszi kártételéről. *Agrofórum*, 15 (6): 35–37.
- Herteledy, P. és Birtáné Vas, Zs.** (2005): Allamilag elismert őszi búza és árpafajták 2005. évi kísérleteinek növénykórtani értékelése. *Agrofórum*, 16 (9): 51–54.
- Hofbauer, H.** (1999): 95 Jahre Edelhofer Saatzucht. 50. Arbeitstagung der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter, BAL Gumpenstein, 23. - 25. November 1999, p. 7-10.
- Hosford, R. M. Jr., Larez, C. R. és Hammond, J. J.** (1987): Interaction of wet period and temperature on *Pyrenophora tritici-repentis* infection and development in wheat of differing resistance. *Phytopathology*, 77: 1021–1027.
- Husz, B.** (1941): A beteg növény és gyógyítása. A Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest. pp. 343.
- Janda, T., Cséplő, M., Németh, Cs., Vida, Gy., Pogány, M., Szalai, G. és Veisz, O.** (2008): Combined effect of water stress and infection with the necrotrophic fungal

- pathogen *Drechslera tritici-repentis* on growth and antioxidant activity in wheat. Cereal Research Communications, 36 (1): 53–64.
- Jegger, M. J. és Viljanen-Rollinson, S. L. H.** (2001): The use of the area under disease-progress curve (AUDPC) to assess quantitative resistance in crop cultivars. Theoretical and Applied Genetics, 102: 32–40.
- Jenkins, J. E. E. és Morgan, W.** (1969): The effect of *Septoria* disease on yield of winter wheat. Plant Pathology, 18: 152–156.
- Jenkins, J. C. és Jones R. K.** (2003): Classifying the relative host reaction in potato cultivars and breeding lines to the US-8 strain of *Phytophthora infestans* in Minnesota. Plant Disease, 87: 983–990.
- Johansson, E.** (2002): Effect of two wheat genotypes and Swedish environment on falling number, amylase activities, and protein concentration and composition. Euphytica, 126: 143–149.
- Jolánkai, M., Szalay, T. és Szentpétery, Zs.** (1996): Agronomic impacts on wheat quality. Chemical impact of wheat production technics on environment and ecology. Hungarian Agricultural Engineering, 8: 23–25.
- Keller, S. M., McDermott, J. M., Pettway, R. E., Wolfe, M. S. és McDonald, B. A.** (1997): Gene flow and sexual reproduction in the wheat glume blotch pathogen *Phaeosphaeria nodorum* (anamorph *Stagonospora nodorum*). Phytopathology, 87: 353–358.
- Kepes, A. és Tóthné Z. E.** (1975): A búza szeptóriás megbetegedése Heves megyében. Növényvédelem, 11: 298–303.
- Kleijer, G., Brönnimann, A. és Fossati, A.** (1977): Chromosomal location of a dominant gene for resistance at the seedling stage to *Septoria nodorum* Berk. In the wheat variety 'Atlas66'. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, 78: 170–173.
- Kövics, Gy.** (2000): Növénybetegséget okozó gombák névtára. Mezőgazda Kiadó. Budapest, pp.255.
- Kremer, M. és Hoffmann, G. M.** (1993): Effects of leaf infections of *Drechslera tritici-repentis* on the carbohydrate and nitrogen metabolism of wheat plants. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 100: 259–277.
- Krupinsky, J. M.** (1987): Pathogenicity on wheat of *Pyrenophora tritici-repentis* isolated from *Bromus inermis*. Phytopathology, 77: 760–765.
- Krupinsky, J. M.** (1992): Aggressiveness of *Pyrenophora tritici-repentis* isolated from grass and barley hosts. Plant Disease, 76: 783–789.
- Krupinsky, J. M.** (1997): Aggressiveness of *Stagonospora nodorum* isolates obtained from wheat in the northern Great Plains. Plant Disease, 81: 1027–1031.
- Krupinsky, J. M., Schillinger, J. A. és Scharen, A. L.** (1972): Resistance in wheat to *Septoria nodorum*. Crop Science, 12: 528–530.
- Kuti, Cs., Láng, L. és Bedő, Z.** (2008): Informatical background of field experiments. Cereal Research Communication. Proceedings of the VII. Alps-Adria Scientific Workshop, April 28 – May 2, 2008, Stara Lesna, Slovakia, 36 (5): 171–174.
- Kükedi, E.** (1972): Újabb adatok az őszi búza 1970-71. évi fusariumos fertőzöttségéhez. Növényvédelem, 8 (7): 289–294.
- Lamari, L. és Bernier, C. C.** (1989a): Evaluation of wheat lines and cultivars to tan spot *Pyrenophora tritici-repentis* based on lesion type. Canadian Journal of Plant Pathology, 11: 49–56.
- Lamari, L. és Bernier, C. C.** (1989b): Virulence of isolates of *Pyrenophora tritici-repentis* on 11 wheat cultivars and cytology of the differential host reactions. Canadian Journal of Plant Pathology, 11: 284–290.



- Lamari, L. és Bernier, C. C.** (1989c): Toxin of *Pyrenophora tritici-repentis*: Host-specificity, significance in disease, and inheritance of host reaction. *Phytopathology*, 79: 740–744.
- Lamari, L. és Bernier, C. C.** (1991): Genetics of tan necrosis and extensive chlorosis in tan spot of wheat caused by *Pyrenophora tritici-repentis*. *Phytopathology*, 81: 1092–1095.
- Lamari, L., Sayoud, R., Boulif, M. és Bernier, C. C.** (1995): Identification of a new race in *Pyrenophora tritici-repentis*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 17: 312–318.
- Lamari, L., Strelkov, S.E., Yahyaoui, A., Orabi J. és Smith, R. B.** (2003): The identification of two new races of *Pyrenophora tritici-repentis* from the host center of diversity confirms a one-to-one relationship in tan spot of wheat. *Phytopathology*, 93: 391–396.
- Larez, C. R., Hosford Jr., R. M. és Freeman, T. P.** (1986): Infection of wheat and oats by *Pyrenophora tritici-repentis* and initial characterization of resistance. *Phytopathology*, 76: 931–938.
- Láng, L. és Bedő, Z.** (2006): A hazai búzanemesítés stratégiai jelentősége. In.: Dudits D.(szerk.) A búza nemesítésének tudománya. MTA Szegedi Biológiai Központ, Szeged, p. 19–25.
- Lelley, J.** (1965): A búza tömeges fusariumos fertőzése. *Magyar Mezőgazdaság*, 36:14.
- Liu, Z. H., Friesen, T. L., Rasmussen, J. B., Ali, S., Meinhardt, S. W. és Faris, J. D.** (2004a): Quantitative trait loci analysis and mapping of seedling resistance to *Stagonospora nodorum* leaf blotch in wheat. *Phytopathology*, 94: 1061–1067.
- Liu, Z. H., Faris, J. D., Meinhardt, S. W., Ali, S., Rasmussen, J. B. és Friesen, T. L.** (2004b): Genetic and physical mapping of a gene conditioning sensitivity in wheat to a partially purified host-selective toxin produced by *Stagonospora nodorum*. *Phytopathology*, 94: 1056–1060.
- Liu, Z. H., Friesen, T. L., Ling, H., Meinhardt, S. W., Oliver, R. P., Rasmussen, J. B. és Faris, J. D.** (2006): The Tsn1–ToxA interaction in the wheat- *Stagonospora nodorum* pathosystem parallels that of the wheat-tan spot system. *Genome*, 49: 1265–1273.
- Luz, W. C. da és Hosford, R. M. Jr.** (1980): Twelve *Pyrenophora trichostoma* races for virulence to wheat in the Central Plains of North America. *Phytopathology*, 70: 1193–1196.
- Ma, H. és Hughes, G. R.** (1995): Genetic control and chromosomal location of *Triticum timopheevii*-derived resistance to *Septoria nodorum* blotch in durum wheat. *Genome*, 38: 332–338.
- Manning, V. A., Pandelova, I. és Ciuffetti, L. M.** (2002): A race for a novel host-selective toxin. (Abstr.) *Phytopathology*, 92 (suppl.): S51.
- Manninger, S-né.** (1993): A rasszanalízis módszerei és gyakorlati jelentősége a búzarozsda gombáknál. *Növényvédelem*, 29 (11): 497–499.
- Mardi, M., Pazouki, L., Delavar, H., Kazemi, M. B., Ghareyazie, B., Steiner, B., Nolz, R., Lemmens, M. és Buerstmayr, H.** (2006): QTL analysis of resistance to *Fusarium* head blight in wheat using a 'Frontana'-derived population. *Plant Breeding*, 125: 313–317.
- Mares, D. J. és Ottler, G.** (1991)  $\alpha$ -Amylase activity in developing triticale grains. *Journal of Cereal Science*, 13: 151–160.
- McIntosh, R. A., Wellings, C. R. és Park, R. F.** (1995): Wheat rusts – an atlas of resistance genes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London. pp. 200.
- McIntosh, R. A., Yamazaki, Y., Dubcovsky, J., Rogers, J., Morris, C., Somers, D. J., Appels, R. és Devos, K. M.** (2008): Catalogue of gene symbols for wheat. In: Appels, R., Eastwood, R., Lagudah, E., Langridge, P., Mackay, M., McIntyre, L. és Sharp, P. (eds) Proceedings of the 11th international wheat genetics symposium. Brisbane,

- Australia. <http://wheat.pw.usda.gov/GG2/Triticum/wgc/2008/Catalogue2008.pdf> (Ellen-örizve: 2011.11.11)
- Mebrate, S. A. és Cooke, B. M.** (2001): Response of wheat cultivars to infection by *Stagonospora nodorum* isolates/mixture on detached and intact seedling leaves. *Euphytica*, 122: 263–268.
- Mesterházy, Á.** (1974): *Septoria nodorum* Berk., a búza új kórokozója hazánkban. *Növényvédelem*, 10: 298–303.
- Mezey, Gy.** (1899) : Penészes búzavetés. *Köztelek*, 9 (48): 934–935.
- Murphy, N. E. A., Loughman, R., Wilson, R., Lagudah, E. S., Appels, R. és Jones, M. G. K.** (2000): Resistance to *Septoria nodorum* blotch in the *Aegilops tauschii* accession RL5271 is controlled by a single gene. *Euphytica*, 113: 227–233.
- Murray, T. D., Parry, D. W. és Cattlin, N. D.** (1998): A colour handbook of diseases of small grain cereal crops, Manson Publishing Ltd, London. pp. 142.
- Németh, Cs., Cséplő, M., Vida, Gy., Bedő, Z. és Veisz, O.** (2006): Az abiotikus (szárazság és a biotikus [*Pyrenophora(Drechslera) tritici-repentis* (Died.)Drechsler] stressz-ellenállóság kapcsolatának vizsgálata búzafajtákban. *Növénytermelés*, 55 (3–4): 141–151.
- Nirenberg, H.** (1976): Untersuchungen über die morphologische und biologische Differenzierung in der Fusarium-sektion Liseola. *Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem*, 169: 1–117.
- Nishio, Z., Takata, K., Ikeda, T. M., Fujita, Y., Ito, M., Tabiki, T., Maruyama-Funatsuki, W., Yamauchi, H. és Iriki, N.** (2005): Influence of screening directions and puroindoline alleles on the heritability of small-scale bread-quality tests. *Breeding Science*, 55 (3): 303–310.
- Obst, A. és Paul, V. H.** (1993): *Krankheiten und Schädlinge des Getreides.* - Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer, pp. 184.
- Oliver, R. E., Cai, X., Wang, R.-C., Xu, S. S. és Friesen, T. L.** (2008): Resistance to tan spot and *Stagonospora nodorum* blotch in wheat-alien species derivatives. *Plant Disease*, 92: 150–157.
- van Ooijen, J. W.** (2006): JionMap® 4, Software for the calculation of genetic linkage map sin experimental populations. *Kyazma B. V.*, Wageningen, Netherlands.
- van Ooijen, J. W.** (2004): MapQTL® 5, Software for the mapping og quantitative trait loci in experimental populations. *Kyazma B. V.*, Wageningen, Netherlands.
- Orolaza, N. P., Lamari, L. és Ballance, G. M.** (1995): Evidence of a host-specific chlorosis toxin from *Pyrenophora tritici-repentis*, the causal agent of tan spot of wheat. *Phytopathology*, 95: 1282–1287.
- Palicová-Sárová, J. és Hanzalová, A.** (2006): Reaction of 50 winter wheat cultivars grown in he Czech Republic to *Pyrenophora tritici-repentis* races 1, 3, and 6. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 41 (2): 31–37.
- Perten, H.** (1962): Über die Amylaseaktivität in Getreide und Mehl. *Bestimmung der Fallzahl. Getreide und Mehl*, 12: 37–42.
- Perten, H.** (1964): Application of the falling number method for evaluating alfa-amilase activity. *Cereal Chemistry* 41 (3): 127–140.
- Petróczi, I.** (1982): Szántóföldi növényvédelem. *Mezőgazdaság Kiadó, Budapest*, pp. 513.
- Porter, K.B., Worrall, W. D., Gardenhire, J. H., Gilmore, E. C., McDaniel, M. E. és Tuleen, N. A.** (1987): Registration of TAM 107 wheat. *Crop Science*, 27: 818–819.
- Princzinger, G.** (2000): A búza pyrenofórás (helminospóriumos) levélszáradása. *Gyakorlati Agrofórum*, 11 (2): 5–7.
- Raymond, P. J., Bockus, W. W. és Norman, B. L.** (1985): Tan spot of winter wheat: Procedures to determine host response. *Phytopathology*, 75: 686–690.

- Rátainé, V. R.** (1999): Ismét az őszi búza levélszáradásáról. Gyakorlati Agroforum, 9 (4): 1–4.
- Rátainé, V. R. és Pecze, R.** (1997): Ismerkedjünk az őszi búza levélszáradásával! Gyakorlati Agroforum, 8 (6): 41–43.
- Rees, R. G. és Platz, G. J.** (1990): Sources of resistance to *Pyrenophora tritici-repentis* in bread wheats. Euphytica, 45: 59–69.
- Reddy, L. V., Metzger, R. J. és Ching, T. M.** (1985): Effect of temperature on seed dormancy of wheat. Crop Science, 25: 455–458.
- Riede, C. R., Francl, L. J., Anderson, J. A., Jordhal, J. G. és Meinhardt, S. W.** (1996): Additional sources of resistance to tan spot of wheat. Crop Science, 36: 771–777.
- Ronis, A. és Semaškienė, R.** (2006): Development of tan spot (*Pyrenophora tritici-repentis*) in winter wheat under field conditions. Agronomy Research, 4 (Special Issue): 331–334.
- Röder, M. S., Korzun, V., Wendehake, K., Plaschke, J., Tixier, M. L., Leroy, P., és Ganal, M. W.** (1998): Microsatellite map of wheat. Genetics, 149: 2007–2023.
- Rufty, R. C., Hebert, T. T. és Murphy, C. F.** (1981): Evaluation of resistance to *Septoria nodorum* in wheat. Plant Disease, 65: 406–409.
- Saari, E. E. és Prescott, J. M.** (1975): A scale for appraising for foliar intensity of wheat diseases. Plant Disease Reporter, 59: 377–380.
- Sárová, J., Hanzalová, A., és Bartos, P.** (2003): Incidence of wheat leaf spot pathogens in the Czech Republic. Cereal Research Communications, 31 (1-2): 145–151.
- Sárová, J., Hanzalová, A. és Bartos, P.** (2005): Races of *Pyrenophora tritici-repentis* in the Czech Republic. Acta Agrobotanica, 58: 73–78.
- Schilder, A. M. C. és Bergstrom, G. C.** (1990): Variation in virulence within the population of *Pyrenophora tritici-repentis* in New York. Phytopathology, 80: 84–90.
- Schilder, A. M. C. és Bergstrom, G. C.** (1994): Infection of wheat seed by *Pyrenophora tritici-repentis*. Canadian Journal of Botany, 72: 510–519.
- Schilder, A. M. C. és Bergstrom, G. C.** (1995): Seed transmission of *Pyrenophora tritici-repentis*, causal fungus of tan spot of wheat. European Journal of Plant Pathology, 101: 81–91.
- Schuelke, M.** (2000): An economic method for the fluorescent labeling of PCR fragments. Nature Biotechnology, 18: 233–234.
- Shabeer, A. és Bockus, W.W.** (1988): Tan spot effects on yield and yield components relative to growth stage in winter wheat. Plant Disease, 72: 599–602.
- Shaner, G. és Finney, R. E.** (1977): The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. Phytopathology, 67: 1051–1056.
- Shankar, M., Walker, E., Golzar, H., Loughman, R., Wilson, R. E. és Francki, M. G.** (2008): Quantitative trait loci for seedling and adult plant resistance to *Stagonospora nodorum* in wheat. Phytopathology, 98: 886–893.
- Sharma, R. C., Duveiller, E., Gyawali, S., Shrestha, S.M., Chaudhary, N. K. és Bhatta, M. R.** (2004): Resistance to *Helminthosporium* leaf blight and agronomic performance of spring wheat genotypes of diverse origins. Euphytica, 139: 33–44.
- Scharen, A. L. és Krupinsky, J. M.** (1970): Cultural and inoculation studies of *Septoria nodorum*, cause of glume blotch of wheat. Phytopathology, 60: 1480–1485.
- Scharen, A. L., Eyal, Z., Huffman, M. D. és Prescott, J. M.** (1985): The distribution and frequency of virulence genes in geographically separated populations of *Leptosphaeria nodorum*. Phytopathology, 75: 1463–1468.
- Singh, P. K. és Hughes, G. R.** (2004): Genetic control of resistance to tan necrosis induced by *Pyrenophora tritici-repentis*, races 1 and 2, in spring and winter wheat genotypes. Phytopathology, 95: 172–177.

- Singh, P. K. és Hughes, G. R.** (2006): Inheritance of resistance to the chlorosis component of tan spot of wheat caused by *Pyrenophora tritici-repentis*, races 1 and 3. *Euphytica*, 152: 413–420.
- Singh, P. K., Gonzalez-Hernandez, J. L., Mergoum, M., Ali, S., Adhikari, T. B., Kianian, S. F., Elias, E. M. és Hughes, G. R.** (2006): Identification and molecular mapping of a gene conferring resistance to *Pyrenophora tritici-repentis* race3 in tetraploid wheat. *Phytopathology*, 96: 885–889.
- Singh, P. K., Mergoum, M., Adhikari, T. B., Kianian, S. F. és Elias, E. M.** (2007): Chromosomal location of genes for seedling resistance to tan spot and *Stagonospora nodorum* blotch in tetraploid wheat. *Euphytica*, 155: 27–34.
- Singh, P. K., Mergoum, M., Gonzalez-Hernandez, J. L., Ali, S., Adhikari, T. B., Kianian, S. F., Elias, E. M. és Hughes, G. R.** (2008a): Genetics and molecular mapping of resistance to necrosis inducing race 5 of *Pyrenophora tritici-repentis* in tetraploid wheat. *Molecular Breeding*, 21: 293–304.
- Singh, S., Bockus, W. W., Sharma, I. és Bowden, R. L.** (2008b): A novel source of resistance in wheat to *Pyrenophora tritici-repentis* race 1. *Plant Disease*, 92: 91–95.
- Singh, P. K., Singh, R. P., Duveiller, E., Mergoum, M., Adhikari, T. B. és Elias, E. M.** (2010a): Genetics of wheat–*Pyrenophora tritici-repentis* interactions. *Euphytica*, 171: 1–13.
- Singh, P. K., Mergoum, M., Adhikari, T. B., Shah, T., Ghavami, F. és Kianian, S. F.** (2010b): Genetic and molecular analysis of wheat tan spot resistance effective against *Pyrenophora tritici-repentis* races 2 and 5. *Mol Breeding*, 25: 369–379.
- Solomon, P. S., Wilson, T. J. G., Rybak, K., Parker, K., Lowe, R. G. T. és Oliver, R. P.** (2006): Structural characterisation of the interaction between *Triticum aestivum* and dothideomycete pathogen *Stagonospora nodorum*. *European Journal of Plant Pathology*, 114: 275–282.
- Sótonyi, J. és Kiss, B. Z.** (1975): *Septoria nodorum* Berk. Előfordulása Zala megyében. *Növényvédelem*, 11 (9): 415.
- Steiner, B., Lemmens, M., Griesser, M., Scholz, U., Schondelmaier, J. és Buerstmayr, H.** (2004): Molecular mapping of resistance to Fusarium head blight in the spring wheat cultivar Frontana. *Theoretical Applied Genetics*, 109: 215–224.
- Stock, W. S., Brule-Babel, A. L. és Penner, G. A.** (1996): A gene for resistance to a necrosis-inducing isolate of *Pyrenophora tritici-repentis* located on 5BL of *Triticum aestivum* cv. Chinese Spring. *Genome*, 39: 598–604.
- Strelkov, S. E., Lamari, L. és Ballance, G. M.** (1999): Characterization of a host-specific protein toxin (Ptr ToxB) from *Pyrenophora tritici-repentis*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 12: 728–732.
- Strelkov, S. E., Lamari, L., Sayound, R. és Smith, R. B.** (2002): Comparative virulence of chlorosis-inducing races of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 24: 29–35.
- Strelkov, S. E. és Lamari, L.** (2003): Host-parasite interactions in tan spot (*Pyrenophora tritici-repentis*) of wheat. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 25: 339–349.
- Sváb, J.** (1981): *Biometriai módszerek a mezőgazdasági kutatásban.* Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Szócse, K., Schweigert, A. és Fischl, G.** (2005): Az őszi búza védelme. *Növényvédelem*, 41 (5): 199–214.
- Szunics, L.** (2002): A biotermék biológia alapja; a betegségekre ellenálló fajta termesztése. *Mag kutatás, fejlesztés és környezet*, 4: 17–31.

- Szunics, L. és Szunics, Lu.** (1990): A búza jelentősebb betegségei Magyarországon. In: Kovács I. (szerk.) Martonvásár második húsz éve, MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár, p. 85–86.
- Szunics, L., Pocsai, E., Szunics, Lu. és Vida, G.** (2000): Viral diseases on cereals in central Hungary. *Acta Agronomica Hungarica*, 48 (3): 237–250.
- Tadesse, W., Hsam, S. L. K., Wenzel, G. és Zeller, F. J.** (2006a): Identification and monosomic analysis of tan spot resistance genes in synthetic wheat lines (*Triticum turgidum* L. x *Aegilops tauschii* Coss.). *Crop Science*, 46: 1212–1217.
- Tadesse, W., Hsam, S. L. K. és Zeller, F. J.** (2006b): Evaluation of common wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars for tan spot resistance and chromosomal location of a resistance gene in cultivar ‘Salamouni’. *Plant Breeding*, 125: 318–322.
- Tadesse, W.** (2007): Chromosomal location and molecular mapping of tan spot resistance genes in common wheat. PhD. Thesis, Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, München.
- Tadesse, W., Schmolke, M., Mohler, V., Wenzel, G., Hsam, S. L. K. és Zeller, F. J.** (2007): Molecular mapping of resistance genes to tan spot (*Pyrenophora tritici-repentis* race 1) in synthetic wheat lines. *Theoretical and Applied Genetics*, 114: 855–862.
- Tadesse, W., Hsam, S. L. K., Wenzel, G. és Zeller, F. J.** (2008): Chromosome location of a gene conferring resistance to *Pyrenophora tritici-repentis* in Ethiopian wheat cultivars. *Euphytica*, 162: 423–430.
- Tadesse, W., Schmolke, M., Hsam, S. L. K., Mohler, V., Wenzel, G. és Zeller, F. J.** (2010): Chromosomal location and molecular mapping of a tan spot resistance gene in the winter wheat cultivar Red Chief. *Journal of Applied Genetics*, 51 (3): 235–242.
- Tadesse, W., Reents, H. J., Hsam, S. L. K. és Zeller, F. J.** (2011): Relationship of seedling and adult plant resistance and evaluation of wheat germplasm against tan spot (*Pyrenophora tritici-repentis*). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58: 339–346.
- Tomás, A. és Bockus, W. W.** (1987): Cultivar specific toxicity of culture filtrate of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Phytopathology*, 77: 1337–1366.
- Tomás, A., Feng, G. H., Reeck, G. R., Bockus, W. W. és Leach, J. E.** (1990): Purification of cultivar-specific toxin from *Pyrenophora tritici-repentis*, causal agent of tan spot of wheat. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 3: 221–224.
- Tuori, R. P., Wolpert T. J. és Ciufetti L. M.** (1995): Purification and immunological characterization of toxic components from cultures of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 8: 41–48.
- Ueng, P. P., Cunfer, B. M., Alano, A. S., Youmans, J. D. és Chen, W.** (1995): Correlation between molecular and biological characters in identifying the wheat and barley biotypes of *Stagonospora nodorum*. *Phytopathology*, 85: 44–52.
- Vendrei, Zs.** (2000): Konferencia a gabonabetegségekről. *Agrofórum*, 11 (1): 27–29.
- Veisz, O., Bencze, Sz., Balla, K. és Vida, Gy.** (2009): Az emelt légköri CO<sub>2</sub>-koncentráció hatása a búza betegségekkel szembeni rezisztenciájára. In: Veisz, O. (szerk.) Hagyomány és haladás a növénynevelésben: XV. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest, 2007 március 17. p. 532–536.
- Vida, Gy. és Bedő, Z.** (1999): Őszi *aestivum* és durumbúza-genotípusok szemkeménysége és más sütőipari minőségi tulajdonságai közötti összefüggések elemzése főkomponens-analízissel. *Növénytermelés*, 49 (1): 33–42.
- Vida, Gy., Bedő, Z., Láng, L. és Juhász, A.** (1998): Analysis of the quality traits of a Bánkúti 1201 population. *Cereal Research Communications*, 26: 313–320.
- Virányi, F.** (1998): Általános növénykórtan – Növénybetegségek terjedése, járványok. *Tantárgyi forgatókönyv. Gödöllő*, 82–88.

- Vörös, J.** (1987): A növénypatogén gombák jellemzése. In.: Vajna L. (szerk.) Növénypatogén gombák. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. pp. 11-40.
- Vörös, J. és Husz, B.** (1965): *Deuteromycetes*- konídiumos gombák. In.: Ubrizsy, G. (szerk.): Növénykórtan. Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 579-666.
- Walther, H.** (1990): An improved assessment procedure for breeding for resistance to *Septoria nodorum* in wheat. *Plant Breeding*, 105: 53–61.
- Waters, O. D. C.** (2008): Metabolism and infection in the *Stagonospora nodorum*-wheat pathosystem. PhD thesis. (UWA), Murdoch, Australia.
- Wicki, W., Messmer, M., Winzler, M., Stamp, P. és Schmid, J. E.** (1999): *In vitro* screening for resistance against *Septoria nodorum* blotch in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 99: 1273–1280.
- Xu, S. S., Friesen, T. L. és Mujeeb-Kazi, A.** (2004): Seedling resistance to tan spot and *Stagonospora nodorum* blotch in synthetic hexaploid wheats. *Crop Science*, 44: 2238–2245.
- Zadoks, J. C., Chang, T. T. és Konzak, C. F.** (1974): A decimal code for the growth stage of cereals. *Weed Research*, 14: 415–421.
- Zhang, H. F., Francl, L. J., Jordahl, J. G. és Meinhardt, S. W.** (1997): Structural and physical properties of a necrosis-inducing toxin from *Pyrenophora tritici-repentis*. *Phytopathology*, 87: 154–160.
- Zhang, Z., Friesen, T.L., Simons, K.J., Xu, S.S. és Faris, J.D.** (2009): Development, identification, and validation of markers for marker-assisted selection against the *Stagonospora nodorum* toxin sensitivity genes *Tsn1* and *Snn2* in wheat. *Molecular Breeding*, 23: 35–49.

**MELLÉKLETEK**  
**M1.táblázat A PhD munka keretében vizsgált őszi búza genotípusok és fajták**  
**Martonvásár, 2007-2010**

Kísérletek	Fiatalkori vizsgálatok üvegházban				Felnőttkori vizsgálatok mesterségesen fertőzött kísérletek PTR és PN szántóföldön			Fiatal-és felnőttkori ellenállóság közötti kapcsolat			
	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			<i>Phaeosphaeria nodorum</i>	Búza genotípusok		Martonvásári és szegedi nemesítésű fajták	Korreláció analízis			
	2008	2009	2010	2009	2007	2008-2010	2008 és 2010	17. táblázat	18. táblázat	19. táblázat	20. táblázat
Fajta											
6B365		+	+	+							
Alcedo	+	+	+	+	+	+		+			
Atlas-66	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
Bánkúti 1201	+	+	+	+	+	+		+			
Bezostaja-1	+	+	+	+	+	+		+			
Coulter		+		+							
Disponent	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
Fatima2	+	+	+	+	+	+		+			
Frontana	+	+	+	+	+	+		+			
GK Ati	+	+	+	+				+			
GK Csillag	+	+	+	+				+			
GK Garaboly	+	+	+	+				+			
GK Kalász	+	+	+	+				+			
GK Petur	+	+	+	+				+			
Glenlea	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
Katepwa	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
Kavkáz	+	+	+	+	+	+		+			
M-3	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
Martondur-3					+						
Martonvásári 4		+	+	+	+	+		+			
Mulan			+								

**M1. táblázat folytatása**

Kísérletek	Fiatalkori vizsgálatok üvegházban				Felnőttkori vizsgálatok mesterségesen fertőzött kísérletek PTR és PN szántóföldön			Fiatal-és felnőttkori ellenállóság közötti kapcsolat			
	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			<i>Phaeosphaeria nodorum</i>	Búza genotípusok		Martonvásári és szegedi nemesítésű fajták	Korreláció analízis			
	2008	2009	2010	2009	2007	2008-2010	2008 és 2010	17. táblázat	18. táblázat	19. táblázat	20. táblázat
Mv Apród			+								
Mv Béres	+	+	+	+			+				+
Mv Bodri	+	+	+	+			+				+
Mv Csárdás	+	+	+	+			+				+
Mv Gyémánt				+							
Mv Emese			+				+				
Mv Emma			+		+	+					
Mv Hombár	+	+	+	+			+				+
Mv Karizma	+	+	+	+			+				+
Mv Kikelet			+								
Mv Kolo	+	+	+	+			+				+
Mv Kolompos	+	+	+	+			+				+
Mv Ködmön	+	+	+	+			+				+
Mv Laura	+	+		+							
Mv Lucilla	+	+	+	+			+				+
Mv Magdaléna	+	+	+	+	+	+		+			+
Mv Magvas	+	+	+	+	+	+		+			+
Mv Makaróni	+	+	+	+	+	+		+			+
Mv Mambo	+	+	+	+	+	+		+			+
Mv Mazurka	+	+	+	+			+				+
Mv Melódia			+								
Mv Menüett	+	+	+	+			+				+



**M1. táblázat folytatása**

Kísérletek	Fiatalkori vizsgálatok üvegházban			Felnőttkori vizsgálatok mesterségesen fertőzött kísérletek PTR és PN szántóföldön			Fiatal-és felnőttkori ellenállóság közötti kapcsolat				
	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			<i>Phaeosphaeria. nodorum</i>	Búza genotípusok		Martonvásári és szegedi nemesítésű fajták	Korreláció analízis			
Fajta	2008	2009	2010	2009	2007	2008-2010	2008 és 2010	17. táblázat	18. táblázat	19. táblázat	20. táblázat
Mv Mezőföld		+	+	+	+	+		+			+
Mv Pálma	+	+	+	+	+	+		+			+
Mv Palotás	+	+	+	+			+				+
Mv Petrence	+	+	+	+			+				+
Mv Regiment	+	+	+	+			+				+
Mv Suba	+	+	+	+			+				+
Mv Süveges	+	+	+	+			+				+
Mv Tallér			+								
Mv Tamara	+	+	+	+	+	+		+			+
Mv Toborzó	+	+	+	+			+				+
Mv Toldi	+	+	+	+			+				+
Mv Vekni	+	+	+	+			+				+
Mv Verbunkos	+	+	+	+			+				+
Mv Walzer	+	+	+	+			+				+
Mv Zelma		+		+							
ND495	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
Salamouni	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
Veranopolis				+							
Wattines	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
Nemesítési törzsek száma	0	37	39	37	0	0	0	0	0	0	0

Megjegyzés: PTR= *Pyrenophora tritici-repentis*, PN= *Phaeosphaeria nodorum*

**M2. táblázat Martonvásári és szegedi nemesítésű búzafajták és ismert rezisztenciájú genotípusok *Pyrenophora tritici-repentis* ellenállósága levélfelület százalékos borítottsága és léziótípusainak AUDPC (betegség előrehaladási görbe alatti terület) értéke alapján, fiatal korban Martonvásár, 2008-2010**

Genotípusok	Levélfelület százalékos borítottsága AUDPC				Léziótípus AUDPC			
	2008	2009	2010	3 év átlaga	2008	2009	2010	3 év átlaga
ND495	358,30	578,81	492,19	476,43	41,25	43,81	42,50	42,52
Katepwa	336,88	403,44	255,78	332,03	37,63	42,00	34,25	37,96
Bezosztaja-1	232,71	394,69	232,74	286,71	33,63	41,88	32,19	35,90
Glenlea	235,88	190,60	338,21	254,90	33,63	28,63	37,25	33,17
Mv Makaróni	393,75	199,79	77,60	223,71	37,25	32,00	18,75	29,33
GK Kalász	238,09	273,45	110,76	207,43	32,00	32,81	20,44	28,42
Mv Palotás	248,75	89,98	268,59	202,44	33,50	25,56	33,88	30,98
Wattines	219,43	220,08	167,59	202,36	33,13	31,06	25,94	30,04
Mv Pálma	170,00	189,89	183,16	181,02	27,88	25,94	26,63	26,81
Alcedo	182,93	99,91	211,09	164,64	31,88	26,61	31,88	30,12
Mv Emma	81,91	297,73	54,41	144,68	22,50	32,88	15,00	23,46
Bánkúti 1201	129,76	266,18	14,26	136,74	24,88	27,81	12,94	21,88
Frontana	177,68	124,17	73,75	125,20	27,88	24,81	17,88	23,52
Mv Toldi	156,25	188,59	21,21	122,02	28,63	24,88	8,81	20,77
Martonvásári 4	33,15	245,91	81,09	120,05	20,50	26,81	20,38	22,56
Mv Toborzó	103,21	137,44	109,64	116,76	27,88	31,19	23,13	27,40
Mv Magvas	138,84	171,36	39,36	116,52	29,38	28,44	12,38	23,40
Fatima 2	95,60	107,31	138,46	113,79	25,75	24,38	20,94	23,69
Mv Marsall	154,63	76,25	109,21	113,36	28,00	23,38	21,88	24,42
Mv Csárdás	123,18	158,45	52,20	111,28	26,63	22,06	13,50	20,73
Mv Kolo	232,60	68,00	24,24	108,28	30,38	21,75	7,69	19,94
GK Garaboly	83,21	206,63	32,25	107,36	24,50	26,31	11,38	20,73
Mv Suba	229,34	52,33	34,70	105,45	29,63	21,69	12,44	21,25
GK Petur	136,00	160,71	19,44	105,38	29,00	30,44	16,44	25,29
Mv Ködmön	195,68	61,64	16,85	91,39	27,75	24,63	11,13	21,17
Salamouni	42,50	167,43	55,78	88,57	18,00	25,94	19,50	21,15
Mv Süveges	124,54	73,27	58,94	85,58	27,00	27,25	13,88	22,71
Mv Kolompos	54,04	122,34	79,00	85,13	22,88	23,69	18,88	21,81
Mv Mambo	6,99	77,54	153,15	79,23	14,88	18,69	23,31	18,96
Mv Béres	80,68	15,71	139,43	78,60	25,00	21,44	28,75	25,06
Mv Hombár	17,05	141,46	59,61	72,71	13,13	25,81	14,88	17,94
Mv Walzer	99,48	82,39	19,70	67,19	27,50	25,63	8,25	20,46
GK Ati	92,73	94,04	10,06	65,61	23,00	24,00	7,63	18,21
Mv Regiment	46,71	117,11	19,83	61,22	21,63	26,25	11,81	19,90
Mv Magdaléna	39,55	128,91	8,65	59,04	17,63	24,75	12,69	18,35
Mv Lucilla	65,71	41,03	64,89	57,21	26,63	19,88	17,19	21,23
Kavkáz	98,58	49,38	20,63	56,19	22,38	19,88	12,75	18,33
Mv Mezőföld	21,85	128,24	16,60	55,56	15,50	26,63	11,56	17,90
GK Csillag	76,25	81,13	2,03	53,14	23,63	22,00	5,63	17,08
Disponent	77,43	32,85	39,95	50,08	26,13	20,56	13,50	20,06
Mv Verbunkos	66,19	48,37	29,75	48,10	20,50	22,75	11,63	18,29
Mv Karizma	53,18	81,23	9,41	47,94	23,50	19,13	9,44	17,35
Mv Tamara	77,13	32,11	27,51	45,58	25,88	19,25	18,81	21,31
Mv Bodri	66,16	41,97	15,83	41,32	21,38	20,56	6,25	16,06
Mv Petrence	20,90	35,02	62,01	39,31	18,38	18,50	13,63	16,83
Mv Mazurka	48,98	52,19	6,75	35,97	17,50	19,44	9,75	15,56
Mv Vekni	34,20	55,34	5,20	31,58	15,38	22,75	4,00	14,04
Atlas66	22,09	48,94	22,34	31,12	15,50	15,94	7,38	12,94
Mv Menüett	33,04	17,25	7,04	19,11	15,13	17,44	8,56	13,71
M-3	7,06	3,01	0,00	2,35	13,50	3,38	0,00	5,63
<b>Átlag</b>	<b>121,21</b>	<b>134,57</b>	<b>81,86</b>	<b>112,55</b>	<b>25,13</b>	<b>25,06</b>	<b>16,78</b>	<b>22,33</b>
SzD <sup>5%</sup> évek főátlagai között	21,67				2,53			
SzD <sup>5%</sup> fajták főátlagai között					88,47	10,33		
SzD <sup>5%</sup> bármely két érték között	153,23				17,89			

**M3. táblázat Búza genotípusok fiatalkori *Phaeosphaeria nodorum* ellenállósága különböző értékelési módszerek alapján Martonvásár, 2009**

Genotípusok	AUDPC érték	Levélfelület borítottsága (%) 14.nap	Rezisztenciatípus RAUDPC alapján	Rezisztenciatípus AUDPC alapján	Rezisztencia típus 7. napi léziótípus alapján
Katepwa	37,06	63,75	HS	S	MS
MV25-09	35,94	53,75	HS	S	MS
ND495	35,94	66,25	HS	S	MS
MV331-09	34,13	35,63	HS	MS	MS
Mv Pálma	33,94	43,13	HS	MS	MS
MV08-07	33,50	37,50	HS	MS	MS
MV29-98	33,38	41,88	HS	MS	MS
MV11-09	32,88	40,00	HS	MS	MS
Mv Magvas	32,75	46,25	HS	MS	MS
MV27-09	32,69	56,25	HS	MS	MS
MV08-06	32,31	35,13	HS	MS	MS
Salamouni	31,44	33,13	HS	MS	MS
MV13-09	31,25	32,63	HS	MS	MS
MV332-09	31,06	34,38	HS	MS	MS
MV08-09	30,94	36,88	HS	MS	MR
Mv Verbunkos	30,94	26,25	HS	MS	MS
MV17-09	30,94	35,00	HS	MS	MS
Martonvásári 4	30,56	39,38	HS	MS	MS
MV14-09	30,50	33,13	HS	MS	MS
Bezostaja-1	30,48	45,00	HS	MS	MS
Coulter	30,13	35,63	HS	MS	MS
MV05-01	29,50	37,50	S	MS	MS
Glenlea	29,44	35,00	S	MS	MR
MV19-05	29,06	27,50	S	MS	MR
Mv Palotás	28,50	20,63	S	MS	MR
Mv Tamara	28,31	23,75	S	MS	MR
MV20-01	28,19	31,25	S	MS	MR
MV22-01	27,56	23,75	S	MS	MR
MV10-09	27,25	36,88	S	MS	MR
MV04-09	27,25	23,75	S	MS	MR
Bánkúti 1201	27,13	41,25	S	MS	MR
GK Kalász	27,06	29,38	S	MS	MR
Mv Makaróni	26,88	38,75	S	MS	MR
Mv Mezőföld	26,25	25,00	S	MS	MR
MV16-09	26,06	22,50	S	MS	MR
Frontana	26,06	31,25	S	MS	MR
Disponent	25,88	21,25	S	MS	MR
MV330-09	25,81	17,63	S	MS	MR
Alcedo	25,38	25,63	S	MS	MR
Mv Regiment	24,81	30,00	S	MR	MR
MV07-09	24,75	17,50	S	MR	MR
MV29-09	24,63	16,25	S	MR	MR
MV335-09	24,50	10,65	S	MR	MR
MV20-09	24,31	20,00	S	MR	MR
MV21-09	23,63	26,25	S	MR	MR
GK Csillag	23,44	22,00	S	MR	MR
GK Garaboly	23,38	13,75	S	MR	MR
Wattines	23,31	14,38	S	MR	MR

### M3. táblázat folytatása

Genotípusok	AUDPC érték	Levélfelület borítottsága (%) 14.nap	Rezisztenciatípus RAUDPC alapján	Rezisztenciatípus AUDPC alapján	Rezisztencia típus 7. napi léziótípus alapján
6B365	23,16	27,50	S	MR	MR
MV22-01	23,06	27,63	S	MR	MR
Mv Vekni	22,81	13,75	S	MR	MR
MV09-09	22,75	19,40	S	MR	MR
Kavkaz	22,74	29,38	S	MR	MR
MV328-09	22,56	11,25	S	MR	MR
M-3	22,38	17,50	MS	MR	MR
MV12-09	22,31	25,63	MS	MR	MR
Fatima 2	22,19	16,25	MS	MR	MR
Mv Csárdás	21,94	18,13	MS	MR	MR
GK Petur	21,25	17,63	MS	MR	MR
Mv Menüett	20,56	15,75	MS	MR	MR
MV329-09	20,25	18,75	MS	MR	R
MV24-09	20,13	13,75	MS	MR	R
Mv Magdaléna	19,81	9,38	MS	MR	R
Mv Suba	19,50	13,13	MS	MR	R
MV28-09	19,44	14,38	MS	MR	R
GK Ati	19,38	14,75	MS	MR	R
Mv Kolo	18,56	15,63	MS	MR	R
Mv Gyémánt	18,19	10,00	MS	MR	R
MV05-09	17,94	12,50	MS	MR	R
Mv Laura	17,75	19,38	MS	MR	R
Mv Ködmön	17,44	11,25	MS	MR	R
MV333-09	17,25	13,14	MS	MR	R
Mv Mambo	17,19	14,38	MS	MR	R
Veranopolis	17,06	20,63	MS	MR	R
Mv Hombár	16,63	10,75	MS	MR	R
Mv Lucilla	15,88	15,63	MS	MR	R
MV23-09	15,13	6,75	MS	MR	R
Mv Bodri	14,19	10,63	MR	R	R
MV15-09	13,88	2,51	MR	R	R
Mv Kolompos	13,13	6,90	MR	R	R
MV19-09	12,38	4,41	MR	R	R
Mv Béres	11,88	5,65	MR	R	R
MV334-09	10,25	2,26	MR	R	R
MV06-09	9,63	2,50	MR	HR	R
MV22-09	8,19	3,90	MR	HR	HR
Atlas66	7,44	6,01	R	HR	HR
MV336-09	6,00	2,88	R	HR	HR
MV26-09	5,75	2,03	R	HR	HR
MV327-09	4,81	0,05	R	HR	HR
Mv Zelma	4,13	2,53	R	HR	HR
MV18-09	2,81	0,79	R	HR	HR
MV326-09	0,38	0,03	R	HR	HR
<b>Átlag</b>	<b>22,73</b>	<b>22,62</b>			
SzD <sub>5%</sub>	7,74	14,87			

Megjegyzés: RAUDPC= Relatív betegség előrehaladási görbe alatti terület AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület; HS= nagyon fogékony; S= fogékony; MS= mérsékelten fogékony; MR= mérsékelten rezisztens; R= rezisztens; HR= kiemelkedően rezisztens

**M4. táblázat Martonvásári és szegedi fajták *Pyrenophora tritici-repentis* és *Phaeosphaeria nodorum* felnőttkori ellenállósága a zászlós levél borítottságának AUDPC értékei alapján.  
Martonvásár, 2008 és 2010**

Martonvásári és Szegedi fajták	PTR		PN		PTR a két év átlagában	PN a két év átlagában
	2008	2010	2008	2010		
Mv Toborzó	213,65	126,75	490,50	1116,30	170,20	803,40
Mv Csárdás	174,75	206,60	393,25	510,95	190,68	452,10
Mv Süveges	49,15	197,50	177,25	736,25	123,33	456,75
Mv Menüett	70,10	90,00	207,75	743,75	80,05	475,75
Mv Suba	113,85	222,50	330,15	325,20	168,18	327,68
Mv Emese	76,40	162,50	131,90	554,25	119,45	343,08
Mv Marsall	146,95	109,40	162,50	450,25	128,18	306,38
Mv Verbunkos	92,00	220,00	148,50	405,95	156,00	277,23
Mv Béres	117,45	79,85	276,00	386,00	98,65	331,00
GK Ati	21,45	201,25	145,15	486,75	111,35	315,95
Mv Palotás	150,25	121,25	210,50	344,70	135,75	277,60
Mv Bodri	22,25	26,60	110,95	643,75	24,43	377,35
Mv Ködmön	88,30	187,00	220,00	299,40	137,65	259,70
Mv Kolo	48,10	162,50	221,25	352,00	105,30	286,63
Mv Petrence	60,95	38,70	172,25	405,50	49,83	288,88
Mv Toldi	88,95	54,75	147,50	370,50	71,85	259,00
Mv Regiment	76,70	56,75	73,25	399,90	66,73	236,58
Mv Lucilla	69,85	101,25	181,50	236,75	85,55	209,13
Mv Mazurka	39,85	76,55	108,75	335,50	58,20	222,13
GK Kalász	36,35	87,85	37,35	370,95	62,10	204,15
GK Petur	34,35	149,45	65,85	263,45	91,90	164,65
Mv Kolompos	9,50	76,35	109,45	295,35	42,93	202,40
GK Garaboly	50,00	61,95	39,75	320,95	55,98	180,35
Mv Hombár	69,40	43,65	119,75	228,95	56,53	174,35
GK Csillag	4,20	47,25	113,80	291,25	25,73	202,53
Mv Walzer	14,60	18,05	70,05	292,20	16,33	181,13
Mv Vekni	29,70	37,10	99,65	98,95	33,40	99,30
Mv Karizma	8,15	68,00	68,40	98,95	38,08	83,68
<b>Átlag</b>	<b>70,61</b>	<b>108,26</b>	<b>165,46</b>	<b>405,88</b>	<b>89,44</b>	<b>285,67</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>60,94</b>	<b>174,57</b>	<b>116,17</b>	<b>217,86</b>	<b>93,38</b>	<b>124,30</b>
SzD <sub>5%</sub> bármely két érték között	132,07		175,79		159,44	
SzD <sub>5%</sub> , fajták főátlagai között	149				105,4	

Megjegyzés: PTR= *Pyrenophora tritici-repentis*, PN= *Phaeosphaeria Nodorum*, AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

**M5. táblázat Martonvásári és szegedi fajták *Pyrenophora tritici-repentis* és *Phaeosphaeria nodorum* felnőttkori ellenállósága a Saari-Prescott skála szerinti AUDPC értékek alapján  
Martonvásár, 2008 és 2010**

Martonvásári és Szegedi fajták	PTR		PN		PTR a két év átlagában	PN a két év átlagában
	2008	2010	2008	2010		
Mv Csárdás	231,00	181,25	248,00	208,50	206,13	228,25
Mv Mazurka	235,00	155,00	227,00	209,00	195,00	218,00
Mv Ködmön	236,75	172,50	245,00	170,25	204,63	207,63
Mv Palotás	236,25	159,75	232,25	192,75	198,00	212,50
Mv Suba	198,00	188,75	222,50	192,25	193,38	207,38
Mv Verbunkos	212,50	172,50	219,00	192,25	192,50	205,63
Mv Marsall	223,00	170,75	226,00	173,25	196,88	199,63
Mv Béres	201,50	165,00	220,75	205,00	183,25	212,88
Mv Toborzó	190,00	180,00	200,50	186,00	185,00	193,25
Mv Süveges	178,25	176,00	180,75	215,50	177,13	198,13
GKPetur	202,00	163,25	203,25	181,25	182,63	192,25
Mv Kolo	188,75	170,75	189,50	198,00	179,75	193,75
Mv Toldi	205,00	151,00	186,00	198,00	178,00	192,00
Mv Menüett	176,00	161,50	194,00	205,00	168,75	199,50
Mv Walzer	165,50	167,25	192,25	205,00	166,38	198,63
Mv Lucilla	185,25	159,75	189,50	191,00	172,50	190,25
Mv Emese	180,00	166,75	181,75	181,25	173,38	181,50
Mv Kolompos	167,25	151,00	181,25	194,00	159,13	187,63
GK Kalász	189,25	163,75	154,00	181,25	176,50	167,63
Mv Petrence	170,75	133,00	181,25	186,50	151,88	183,88
Mv Hombár	172,50	143,50	177,75	168,50	158,00	173,13
Mv Vekni	176,50	143,50	170,25	168,50	160,00	169,38
Mv Regiment	172,50	154,00	150,50	164,50	163,25	157,50
GK Ati	166,00	165,00	130,25	177,25	165,50	153,75
Mv Karizma	140,50	152,75	163,25	165,50	146,63	164,38
Mv Bodri	151,00	134,75	137,75	197,50	142,88	167,63
GK Csillag	135,25	151,00	154,00	176,00	143,13	165,00
GK Garaboly	173,00	145,25	141,25	156,25	159,13	148,75
<b>Átlag</b>	<b>187,83</b>	<b>160,69</b>	<b>189,27</b>	<b>187,14</b>	<b>174,26</b>	<b>188,21</b>
SzD <sub>5%</sub>	33,82	NS	47,56	NS	26,86	31,89
SzD <sub>5%</sub> bármely két érték között	37,99		45,10		32,85	
SzD <sub>5%</sub> a fajták főátlagai között	NS					27,28

Megjegyzés: PTR= *Pyrenophora tritici-repentis*, PN= *Phaeosphaeria nodorum*, NS= nem szignifikáns, AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

**M6. táblázat Martonvásári és szegedi búzafajták *Pyrenophora tritici-repentis* és *Phaeosphaeria nodorum* felnőttkori ellenállósága az egész növény borítottságának AUDPC értékei alapján  
Martonvásár, 2008 és 2010**

Martonvásári és Szegedi fajták	PTR		PN		PTR a két év átlagában	PN a két év átlagában
	2008	2010	2008	2010		
Mv Csárdás	1170,00	832,50	1241,25	1060,00	1001,25	1150,63
Mv Ködmön	1183,75	620,00	1422,50	742,50	901,88	1082,50
Mv Mazurka	920,00	625,00	1057,50	1140,00	772,50	1098,75
Mv Suba	772,50	742,50	927,50	1137,50	757,50	1032,50
Mv Béres	880,00	532,50	1057,50	1065,00	706,25	1061,25
Mv Palotás	1108,75	377,50	1022,50	862,50	743,13	942,50
Mv Süveges	630,00	655,00	662,50	1402,50	642,50	1032,50
Mv Marsall	1002,50	602,50	872,50	865,00	802,50	868,75
Mv Verbunkos	816,25	725,00	907,50	867,50	770,63	887,50
Mv Toborzó	692,50	532,50	838,75	1102,50	612,50	970,63
GK Petur	720,00	727,50	697,50	920,00	723,75	808,75
Mv Kolo	598,75	635,00	627,50	1065,00	616,88	846,25
Mv Toldi	825,00	407,50	791,25	847,50	616,25	819,38
Mv Walzer	418,75	480,00	640,00	1250,00	449,38	945,00
Mv Menüett	555,00	532,50	533,75	1097,50	543,75	815,63
Mv Lucilla	653,75	637,50	570,00	832,50	645,63	701,25
Mv Kolompos	473,75	462,50	618,75	920,00	468,13	769,38
Mv Emese	493,75	497,50	508,75	905,00	495,63	706,88
Mv Petrence	512,50	467,50	526,25	882,50	490,00	704,38
GK Kalász	411,25	692,50	328,75	780,00	551,88	554,38
Mv Hombár	563,75	407,50	645,00	590,00	485,63	617,50
GK Ati	393,75	655,00	333,75	742,50	524,38	538,13
Mv Bodri	375,00	362,50	374,75	935,00	368,75	654,88
Mv Vekni	402,50	432,50	422,25	780,00	417,50	601,13
Mv Karizma	340,00	480,00	427,50	585,00	410,00	506,25
Mv Regiment	401,25	442,50	328,75	605,00	421,88	466,88
GK Csillag	235,50	550,00	287,50	655,00	392,75	471,25
GK Garaboly	430,00	515,00	220,00	532,50	472,50	376,25
<b>Átlag</b>	<b>642,16</b>	<b>558,21</b>	<b>674,71</b>	<b>898,93</b>	<b>600,19</b>	<b>786,82</b>
SzD <sub>5%</sub>	259,09	NS	363,42	458,05	242,08	303,96
SzD <sub>5%</sub> bármely két érték között	342,36		429,86		333,01	
SzD <sub>5%</sub> a fajták főátlagai között	NS				262,30	

Megjegyzés: PTR= *Pyrenophora tritici-repentis*, PN= *Phaeosphaeria nodorum*, NS= nem szignifikáns, AUDPC= betegség előrehaladási görbe alatti terület

**M7. táblázat. Búza genotípusok ezerszem tömege (g) fungiciddal védett kontroll (KON), és *Pyrenophora tritici-repentisszel* (PTR), illetve *Phaeosphaeria nodorummal* (PN) fertőzött körülmények között Martonvásár, 2007-2009**

Évek Genotípusok/Kezelés	2007			2008			2009			3 év átlaga		
	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN
Disponent	42,47	45,39	46,31	49,07	39,66	38,96	50,03	31,52	32,47	47,19	38,86	39,25
Mv Magdaléna	44,59	44,49	45,94	46,08	38,66	38,63	49,77	36,67	36,99	46,81	39,94	40,52
Mv Makaróni	45,83	45,82	48,91	47,12	40,12	40,81	48,58	39,69	41,59	47,18	41,88	43,77
ND495	46,06	39,94	44,17	42,93	39,76	38,01	46,18	40,09	39,51	45,06	39,93	40,56
Mv Emma	45,29	45,15	46,35	44,71	43,04	38,29	49,76	36,30	37,89	46,59	41,50	40,84
Mv Mezőföld	43,09	44,31	48,18	49,14	43,81	39,01	51,02	40,68	40,67	47,75	42,93	42,62
Mv Tamara	47,56	46,71	49,19	47,67	43,88	39,16	52,85	43,78	44,67	49,36	44,79	44,34
Fatima 2	50,32	49,97	51,82	46,65	42,51	38,97	47,19	38,79	33,71	48,06	43,76	41,50
Mv Magvas	44,40	45,01	47,65	46,85	41,27	37,79	48,95	41,32	40,43	46,73	42,53	41,96
Bezostaja-1	49,35	48,42	46,49	51,12	48,18	44,83	52,83	46,59	51,92	51,10	47,73	47,75
Mv Pálma	42,89	42,94	44,73	46,85	40,36	38,20	43,81	40,92	39,69	44,51	41,41	40,87
Glenlea	48,48	46,19	47,45	50,27	46,30	44,44	47,93	44,98	47,86	48,89	45,82	46,58 NS
Mv Mambo	54,09	56,28	54,08	54,29	50,90	46,47	56,84	49,62	49,69	55,07	52,27	50,08
Kavkaz	43,05	43,45	48,62	49,31	44,35	41,33	43,48	41,09	44,21	45,28	42,96 NS	44,72 NS
Alcedo	41,50	44,25	45,62	46,77	43,75	39,57	46,41	39,97	39,63	44,89	42,66 NS	41,61
Wattines	42,03	45,95	42,11	44,70	41,06	40,93	42,14	35,80	34,67	42,96	40,94 NS	39,24
Atlas66	37,68	39,96	40,33	38,67	36,09	36,21	40,25	35,63	38,50	38,87	37,23 NS	38,35 NS
Salamouni	49,50	49,25	51,15	53,08	51,20	47,19	50,51	50,76	49,55	51,03	50,40 NS	49,30 NS
Frontana	42,45	43,94	41,62	44,93	45,92	42,07	45,55	41,34	43,83	44,31	43,74 NS	42,51 NS
Katepwa	37,17	36,87	37,96	39,25	35,20	32,84	37,72	40,44	40,07	38,05	37,50 NS	36,96 NS
Martonvásári 4	42,00	46,27	44,84	51,51	47,99	44,24	47,75	46,14	40,48	47,08	46,80 NS	43,19
Bánkúti 1201	40,22	42,59	42,35	44,14	42,68	38,55	40,50	40,09	40,25	41,62	41,79 NS	40,38 NS
M-3	51,37	57,10	56,42	49,63	55,49	55,26	52,96	46,10	54,05	51,32	52,90 NS	55,25
<b>Átlag</b>	<b>44,84</b>	<b>45,66</b>	<b>46,62</b>	<b>47,16</b>	<b>43,57</b>	<b>40,95</b>	<b>47,52</b>	<b>41,23</b>	<b>41,84</b>	<b>46,51</b>	<b>43,49</b>	<b>43,14</b>
SzD <sub>5%</sub> év x fertőzés kölcsönhatás ÉxB	1,00											
SzD <sub>5%</sub> genotípus x fertőzés kölcsönhatás AxB	2,62											
SzD <sub>5%</sub> bármely két kombináció között	4,54											

Megjegyzés: NS= nem szignifikáns



**M8. táblázat. Búza genotípusok szemátmérője (mm) fungiciddal védett kontroll (KON), és *Pyrenophora tritici-repentisszel* (PTR), illetve *Phaeosphaeria nodorummal* (PN) fertőzött körülmények között Martonvásár, 2007-2009**

Évek Genotípusok/Kezelés	2007			2008			2009			3 év átlaga		
	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN
M-3	2,82	3,00	2,98	2,74	2,94	2,92	2,96	2,72	2,94	2,84	2,89 NS	2,95
Katepwa	2,54	2,55	2,59	2,60	2,46	2,35	2,57	2,68	2,68	2,57	2,56 NS	2,54 NS
Atlas66	2,38	2,49	2,50	2,41	2,32	2,32	2,52	2,31	2,40	2,44	2,37 NS	2,41 NS
Frontana	2,49	2,55	2,54	2,53	2,57	2,44	2,61	2,47	2,54	2,54	2,53 NS	2,51 NS
Bánkúti 1201	2,64	2,72	2,71	2,72	2,69	2,59	2,72	2,68	2,63	2,70	2,70 NS	2,64 NS
Salamouni	2,81	2,78	2,84	2,88	2,84	2,72	2,85	2,85	2,80	2,84	2,82 NS	2,79 NS
Kavkaz	2,73	2,78	2,90	2,93	2,73	2,66	2,80	2,63	2,71	2,82	2,71	2,75 NS
Glenlea	2,80	2,75	2,75	2,85	2,72	2,64	2,77	2,73	2,73	2,81	2,73 NS	2,71
Mv Pálma	2,56	2,58	2,63	2,69	2,49	2,43	2,60	2,50	2,47	2,62	2,52	2,51
Mv Makaróni	2,70	2,69	2,82	2,75	2,54	2,56	2,79	2,48	2,54	2,75	2,57	2,64
Wattines	2,59	2,73	2,61	2,64	2,55	2,57	2,61	2,35	2,32	2,61	2,54 NS	2,50
Martonvásári 4	2,67	2,86	2,81	2,90	2,81	2,74	2,87	2,75	2,54	2,81	2,81 NS	2,70
Alcedo	2,67	2,79	2,77	2,82	2,73	2,60	2,84	2,58	2,57	2,77	2,70 NS	2,65
Bezostaja-1	2,95	2,89	2,79	2,95	2,81	2,73	3,04	2,84	2,96	2,98	2,85	2,83
Mv Mambo	2,93	3,03	2,90	2,85	2,79	2,69	3,04	2,81	2,73	2,94	2,88 NS	2,77
Mv Tamara	2,93	2,90	2,98	2,83	2,74	2,58	3,09	2,77	2,78	2,95	2,80	2,78
ND495	2,90	2,66	2,81	2,75	2,61	2,55	2,87	2,66	2,60	2,84	2,64	2,65
Mv Mezőföld	2,62	2,65	2,75	2,83	2,67	2,50	2,90	2,51	2,52	2,78	2,61	2,59
Mv Magvas	2,80	2,82	2,89	2,83	2,64	2,52	2,96	2,63	2,58	2,86	2,70	2,67
Mv Emma	2,77	2,80	2,81	2,75	2,69	2,53	2,91	2,44	2,45	2,81	2,64	2,59
Mv Magdaléna	2,74	2,74	2,73	2,74	2,49	2,52	2,89	2,38	2,38	2,79	2,54	2,54
Fatima 2	2,86	2,80	2,85	2,73	2,60	2,50	2,81	2,50	2,27	2,80	2,64	2,54
Disponent	2,68	2,76	2,75	2,86	2,54	2,54	2,88	2,17	2,21	2,81	2,49	2,50
<b>Átlag</b>	<b>2,72</b>	<b>2,75</b>	<b>2,77</b>	<b>2,76</b>	<b>2,65</b>	<b>2,57</b>	<b>2,82</b>	<b>2,58</b>	<b>2,58</b>	<b>2,77</b>	<b>2,66</b>	<b>2,64</b>
SzD <sub>5%</sub> év x fertőzés kölcsönhatás ÉxB	0,03											
SzD <sub>5%</sub> genotípus x fertőzés kölcsönhatás AxB	0,09											
SzD <sub>5%</sub> bármely két kombináció között	0,16											

Megjegyzés: NS= nem szignifikáns

**M9. táblázat. Búza genotípusok szemkeménysége (HI) fungiciddel védett kontroll (KON), és *Pyrenophora. tritici-repentisszel* (PTR), illetve *Phaeosphaeria nodorummal* (PN) fertőzött körülmények között Martonvásár, 2007-2009**

Évek Genotípusok/Kezelés	2007			2008			2009			3 év átlaga		
	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN
Fatima 2	57,36	45,82	46,21	52,30	50,98	51,97	72,82	65,75	65,60	60,83	54,18	54,59
M-3	29,34	30,72	31,75	29,41	20,81	17,92	45,29	51,12	39,93	34,68	34,22 NS	29,87
Mv Magdaléna	59,31	61,49	58,38	54,57	54,08	57,40	66,34	68,12	59,07	60,07	61,23 NS	58,29 NS
Disponent	51,38	53,84	50,73	46,61	46,00	44,19	68,61	69,46	66,82	55,53	56,43 NS	53,92 NS
Kavkaz	58,02	50,26	49,82	41,40	42,82	40,18	45,74	57,65	51,77	48,39	50,24 NS	47,26 NS
Salamouni	19,57	21,05	18,93	17,01	14,68	17,16	21,28	26,32	19,26	19,29	20,68 NS	18,45 NS
Mv Tamara	64,25	65,67	64,64	54,03	49,92	55,14	74,18	76,74	73,30	64,15	64,11 NS	64,36 NS
Mv Magvas	66,97	64,57	66,63	55,19	53,86	61,21	76,57	76,14	71,56	66,24	64,86 NS	66,47 NS
Mv Mezőföld	55,62	54,59	56,97	44,39	44,12	48,91	59,21	60,17	54,27	53,07	52,96 NS	53,38 NS
Mv Mambo	49,73	51,01	54,41	48,44	50,37	48,51	60,96	66,08	60,32	53,04	55,82 NS	54,41 NS
Atlas66	29,15	29,55	34,06	18,44	18,14	18,38	26,60	26,53	26,38	24,73	24,74 NS	26,27 NS
Wattines	12,31	10,64	14,80	-5,34	-3,54	-2,40	16,31	20,38	17,91	7,76	9,16 NS	10,10 NS
Frontana	16,90	14,91	18,97	2,77	8,23	7,91	17,49	18,33	19,36	12,39	13,82 NS	15,41 NS
Martonvásári 4	42,27	44,03	47,42	43,17	42,75	47,59	42,71	50,20	42,41	42,72	45,66 NS	45,81 NS
Mv Pálma	66,27	66,43	65,69	52,61	55,60	54,68	65,79	73,30	73,82	61,56	65,11 NS	64,73 NS
ND495	47,85	44,90	50,85	50,67	47,82	53,83	53,08	63,03	57,75	50,53	51,92 NS	54,14 NS
Katepwa	61,78	59,38	59,71	55,50	61,81	60,27	58,85	72,54	69,16	58,71	64,58	63,05
Glenlea	51,17	51,75	55,24	53,79	51,60	56,67	67,37	73,16	76,89	57,45	58,84 NS	62,93
Mv Emma	55,80	59,86	59,81	41,04	45,23	48,68	56,99	58,69	62,04	51,27	54,60 NS	56,84
Bezosttaja-1	50,61	51,58	55,75	40,87	43,26	49,73	50,76	50,93	56,65	47,41	48,59 NS	54,04
Bánkúti 1201	61,08	65,14	64,15	58,25	58,70	63,61	49,87	58,41	63,30	56,40	60,75	63,69
Alcedo	48,70	50,87	53,60	28,73	32,42	39,46	53,69	64,39	65,48	43,70	49,23	52,85
Mv Makaróni	60,38	64,90	79,00	62,58	76,52	73,56	81,61	91,12	86,59	68,19	77,51	79,72
<b>Átlag</b>	<b>48,51</b>	<b>48,39</b>	<b>50,33</b>	<b>41,15</b>	<b>42,01</b>	<b>44,11</b>	<b>53,57</b>	<b>58,20</b>	<b>55,64</b>	<b>47,74</b>	<b>49,53</b>	<b>50,03</b>
SzD <sub>5%</sub> év x fertőzés kölcsönhatás ÉxB	1,86											
SzD <sub>5%</sub> genotípus x fertőzés kölcsönhatás AxB	4,31											
SzD <sub>5%</sub> bármely két kombináció között	NS											

Megjegyzés: NS= nem szignifikáns

**M10. táblázat. Búza genotípusok fehérjetartalma (%) fungiciddel védett kontroll (KON), és *Pyrenophora tritici-repentisszel* (PTR), illetve *Phaeosphaeria nodorummal* (PN) fertőzött körülmények között Martonvásár, 2007-2009**

Évek Genotípusok/Kezelés	2007			2008			2009			3 év átlaga		
	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN
Mv Makaróni	10,73	11,53	14,33	12,03	12,77	11,97	15,03	14,07	14,00	12,60	12,79	13,43
ND495	15,97	17,15	15,07	15,57	15,40	14,77	16,67	15,60	15,73	16,07	16,05 NS	15,19
Fatima 2	12,80	12,63	12,20	13,23	13,03	12,37	13,50	13,27	13,87	13,18	12,98 NS	12,81 NS
M-3	14,13	14,60	15,23	14,70	13,93	13,37	17,50	17,10	15,40	15,44	15,21 NS	14,67
Mv Tamara	11,27	12,20	12,30	12,23	11,77	11,67	14,20	12,87	12,60	12,57	12,28 NS	12,19 NS
Disponent	12,17	12,37	11,70	12,77	12,33	11,73	14,20	13,57	13,90	13,04	12,76 NS	12,44 NS
Wattines	13,50	14,13	14,20	13,47	13,20	13,37	15,13	13,90	14,20	14,03	13,74 NS	13,92 NS
Bezostaja-1	13,53	13,77	13,60	14,30	13,77	13,00	15,53	14,43	13,23	14,46	13,99 NS	13,28
Salamouni	13,30	13,63	13,47	14,37	14,33	13,43	16,97	15,20	14,47	14,88	14,39 NS	13,79
Alcedo	10,53	11,40	11,60	11,13	10,83	10,97	14,43	12,30	12,40	12,03	11,51 NS	11,66 NS
Mv Mambo	11,27	11,70	11,73	12,50	12,17	11,63	13,83	12,00	12,13	12,53	11,96 NS	11,83 NS
Mv Magvas	11,23	10,43	12,10	12,53	11,73	11,87	13,03	12,80	13,10	12,27	11,66 NS	12,36 NS
Katepwa	12,17	12,50	11,87	13,17	13,80	12,33	17,73	14,80	14,43	14,36	13,70 NS	12,88
Frontana	13,13	13,53	14,40	15,67	13,87	12,93	16,87	16,27	15,10	15,22	14,56 NS	14,14
Mv Pálma	12,47	12,27	13,85	12,80	12,50	12,37	14,10	12,60	12,90	13,12	12,46 NS	13,04 NS
Bánkúti 1201	14,80	14,53	14,23	15,00	14,03	13,50	18,33	17,17	15,80	16,04	15,24	14,51
Mv Magdaléna	13,37	12,93	13,70	13,90	13,17	12,77	14,40	13,07	13,43	13,89	13,06	13,30 NS
Mv Mezőföld	11,87	11,10	12,10	12,90	12,30	12,17	13,13	12,00	12,67	12,63	11,80	12,31 NS
Atlas66	13,33	12,83	13,10	14,33	13,33	13,40	15,53	14,37	14,67	14,40	13,51	13,72 NS
Kavkaz	13,10	13,90	13,37	14,53	12,57	12,43	15,33	13,83	14,43	14,32	13,43	13,41
Mv Emma	12,77	12,50	12,67	14,03	12,93	11,83	14,73	13,13	12,87	13,84	12,86	12,46
Glenlea	12,43	11,80	12,53	14,50	12,60	12,97	16,50	15,05	14,30	14,48	13,15	13,27
Martonvásári 4	13,13	11,13	12,63	14,00	13,03	12,30	14,77	13,60	14,43	13,97	12,59	13,12
<b>Átlag</b>	<b>12,74</b>	<b>12,81</b>	<b>13,13</b>	<b>13,64</b>	<b>13,02</b>	<b>12,57</b>	<b>15,28</b>	<b>14,04</b>	<b>13,92</b>	<b>13,89</b>	<b>13,29</b>	<b>13,21</b>
SzD <sub>5%</sub> év x fertőzés kölcsönhatás ÉxB	NS											
SzD <sub>5%</sub> genotípus x fertőzés kölcsönhatás AxB												0,76
SzD <sub>5%</sub> bármely két kombináció között	NS											

Megjegyzés: NS= nem szignifikáns

**M11. táblázat. Búza genotípusok nedvessikér-tartalma (%) fungiciddal védett kontroll (KON), és *Pyrenophora tritici-repentisszel* (PTR), illetve *Phaeosphaeria nodorummal* (PN) fertőzött körülmények között Martonvásár, 2007-2009**

Évek Genotípusok/Kezelés	2007			2008			2009			3 év átlaga		
	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN
Katepwa	30,73	27,20	27,80	32,27	35,50	28,37	49,53	39,07	38,17	37,51	33,92	31,44
Bezostaja-1	31,20	31,40	28,05	38,27	35,80	31,93	42,07	38,00	34,47	37,18	35,07 NS	31,48
Bánkúti 1201	32,67	36,70	32,13	41,63	37,33	33,93	51,83	47,53	43,17	42,04	40,52 NS	36,41
Mv Emma	27,87	28,00	28,63	37,43	32,17	26,67	39,17	33,37	33,07	34,82	31,18	29,46
Frontana	32,17	33,47	37,20	47,47	38,33	33,83	48,07	45,60	41,90	42,57	39,13	37,64
ND495	41,70	35,40	34,53	44,30	43,33	40,67	46,37	42,50	43,67	44,12	40,41	39,62
Salamouni	30,20	33,47	30,10	41,00	40,53	36,17	48,17	42,10	39,73	39,79	38,70 NS	35,33
Glenlea	28,53	24,43	29,57	38,10	29,43	31,00	44,40	39,40	37,85	37,01	31,09	32,81
M-3	34,80	35,70	37,37	41,60	37,80	34,97	49,13	48,10	42,73	41,84	40,53 NS	38,36
Atlas66	34,70	31,83	32,17	40,20	35,33	35,33	43,07	38,77	40,37	39,32	35,31	35,96
Mv Mambo	22,93	24,63	23,27	29,37	27,50	25,27	35,63	29,00	30,10	29,31	27,04 NS	26,21 NS
Mv Magdaléna	28,83	28,33	29,60	36,17	33,17	31,10	37,70	33,60	35,37	34,23	31,70 NS	32,02 NS
Disponent	29,73	30,17	27,80	30,43	29,10	26,73	37,17	35,20	36,67	32,44	31,49 NS	30,40 NS
Mv Pálma	27,63	26,83	26,65	30,63	29,20	29,07	36,60	31,43	33,10	31,62	29,16 NS	29,61 NS
Mv Tamara	22,70	26,70	26,07	27,63	25,67	24,37	36,70	32,07	31,87	29,01	28,14 NS	27,43 NS
Mv Mezőföld	23,60	21,43	23,10	31,50	28,90	28,20	33,43	29,77	32,80	29,51	26,70 NS	28,03 NS
Kavkaz	21,03	25,77	28,60	38,87	30,67	29,97	41,07	36,10	38,53	33,66	30,84 NS	32,37 NS
Wattines	34,20	32,00	34,10	36,17	35,47	36,30	41,80	37,27	38,67	37,39	34,91 NS	36,36 NS
Martonvásári 4	17,13	18,93	23,30	36,60	32,23	28,57	39,47	35,17	38,57	31,07	28,78 NS	30,14 NS
Alcedo	21,60	21,93	27,17	23,43	22,23	22,13	38,03	30,40	31,23	27,69	24,86 NS	26,84 NS
Fatima 2	24,17	27,03	26,23	33,30	32,60	29,47	34,63	33,83	36,83	30,70	31,16 NS	30,84 NS
Mv Magvas	21,80	19,60	25,73	29,00	25,80	25,83	32,63	31,90	34,00	27,81	25,77 NS	28,52 NS
Mv Makaróni	22,70	25,07	34,40	24,63	28,03	24,13	38,00	34,77	35,07	28,44	29,29 NS	31,20 NS
<b>Átlag</b>	<b>27,94</b>	<b>28,09</b>	<b>29,29</b>	<b>35,22</b>	<b>32,44</b>	<b>30,17</b>	<b>41,07</b>	<b>36,74</b>	<b>36,87</b>	<b>34,74</b>	<b>32,42</b>	<b>32,11</b>
SzD <sub>5%</sub> év x fertőzés kölcsönhatás ÉxB	NS											
SzD <sub>5%</sub> genotípus x fertőzés kölcsönhatás AxB	3,11											
SzD <sub>5%</sub> bármely két kombináció között	NS											

Megjegyzés: NS= nem szignifikáns

**M12. táblázat. Búza genotípusok Zeleny-féle szedimentációs értéke (ml) fungiciddal védett kontroll (KON), és *Pyrenophora tritici-repentisszel* (PTR), illetve *Phaeosphaeria nodorummal* (PN) fertőzött körülmények között Martonvásár, 2007-2009**

Évek Genotípusok/Kezelés	2007			2008			2009			3 év átlaga		
	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN
Mv Makaróni	24,43	28,17	41,03	21,10	21,63	19,47	48,70	46,90	49,13	31,41	32,23 NS	36,54
Wattines	18,73	20,97	23,83	21,07	18,17	18,33	31,67	24,70	31,27	23,82	21,28 NS	24,48 NS
M-3	25,03	26,67	27,90	23,00	18,73	17,30	38,33	38,73	42,63	28,79	28,04 NS	29,28 NS
Alcedo	22,57	25,10	28,20	19,33	17,90	16,20	42,97	34,80	36,33	28,29	25,93 NS	26,91NS
Frontana	19,97	24,33	25,80	21,35	18,85	15,60	47,43	43,33	43,20	29,58	28,84 NS	28,20NS
Bánkúti 1201	39,13	34,93	38,00	27,75	26,13	23,27	60,57	58,23	60,60	42,48	39,77 NS	40,62NS
Kavkaz	25,80	29,07	34,53	26,47	16,25	17,97	49,00	38,10	42,93	33,76	27,81	31,81NS
ND495	37,30	37,90	37,63	32,17	28,20	25,80	60,53	53,53	60,60	43,33	39,88	41,34NS
Salamouni	17,67	20,67	21,20	20,73	20,05	17,47	43,97	37,33	37,57	27,46	26,02 NS	25,41NS
Atlas66	19,17	21,10	23,37	21,43	17,75	16,73	43,37	32,30	37,70	27,99	23,72	25,93NS
Katepwa	30,60	33,45	33,37	24,77	24,17	18,20	61,00	55,63	58,47	38,79	37,75 NS	36,68NS
Mv Pálma	29,60	30,70	35,20	25,27	22,73	21,00	48,77	38,03	40,90	34,54	30,49	32,37NS
Glenlea	27,17	29,07	33,30	29,30	21,65	21,70	58,10	52,45	52,60	38,19	34,39	35,87NS
Mv Magvas	31,10	26,90	34,07	25,47	21,53	20,57	53,17	43,97	47,50	36,58	30,80	34,04NS
Mv Mambo	30,10	34,17	34,00	25,17	24,33	21,13	54,40	44,27	46,27	36,56	34,26 NS	33,80NS
Mv Mezőföld	25,70	23,77	29,20	24,57	21,13	20,47	45,57	30,10	35,60	31,94	25,00	28,42
Mv Tamara	30,00	35,17	35,03	24,63	21,87	20,47	59,70	48,50	46,07	38,11	35,18 NS	33,86
Bezostaja-1	35,30	37,10	37,30	28,93	26,70	22,63	57,57	43,57	48,13	40,60	35,79	36,02
Fatima 2	30,67	30,87	29,80	24,95	21,07	17,97	47,40	37,67	40,50	34,34	29,87	29,42
Martonvásári 4	28,17	29,47	29,97	29,80	24,43	20,57	51,10	40,60	43,33	36,36	31,50	31,29
Mv Emma	31,27	34,97	33,87	22,30	22,03	16,07	52,20	32,57	38,57	35,26	29,86	29,50
Mv Magdaléna	30,53	32,37	35,23	27,77	19,25	18,73	56,87	37,70	39,77	38,39	29,77	31,24
Disponent	28,93	27,97	24,40	25,67	19,77	18,20	48,57	36,03	38,53	34,39	27,92	27,04
<b>Átlag</b>	<b>27,78</b>	<b>29,34</b>	<b>31,58</b>	<b>24,91</b>	<b>21,49</b>	<b>19,38</b>	<b>50,48</b>	<b>41,26</b>	<b>44,27</b>	<b>34,39</b>	<b>30,70</b>	<b>31,74 NS</b>
SzD <sub>5%</sub> év x fertőzés kölcsönhatás ÉxB	1,67											
SzD <sub>5%</sub> genotípus x fertőzés kölcsönhatás AxB	3,27											
SzD <sub>5%</sub> bármely két kombináció között	NS											

Megjegyzés: NS= nem szignifikáns

**M13. táblázat. Búza genotípusok esésszáma (s) fungiciddel védett kontroll (KON), és *Pyrenophora tritici-repentisszel* (PTR), illetve *Phaeosphaeria nodorummal* (PN) fertőzött körülmények között Martonvásár, 2007-2009**

Évek Genotípusok/Kezelés	2007			2008			2009			3 év átlaga		
	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN	KON	PTR	PN
ND495	475,33	452,00	490,67	492,00	494,33	476,00	402,00	647,67	437,00	456,44	531,33	467,89 NS
Fatima 2	421,33	471,00	408,67	305,33	434,33	405,00	202,33	182,67	252,00	309,67	362,67	355,22
Mv Mambo	490,00	522,00	522,67	333,67	436,67	458,33	321,00	336,67	396,00	381,56	431,78	459,00
Salamouni	366,67	424,67	402,33	303,33	361,33	378,00	265,00	279,67	312,33	311,67	355,22 NS	364,22
Mv Pálma	429,33	446,33	441,50	312,33	392,33	366,00	243,00	274,00	216,67	328,22	370,89 NS	341,39 NS
Mv Emma	506,33	504,33	515,33	350,67	409,00	408,00	316,67	363,33	352,00	391,22	425,56 NS	425,11 NS
Katepwa	494,67	470,50	451,67	439,33	474,00	482,33	231,33	310,00	374,00	388,44	418,17 NS	436,00
M-3	410,67	459,33	473,00	461,67	472,33	467,33	270,67	292,00	353,67	381,00	407,89 NS	431,33
Glenlea	410,00	399,67	435,67	359,33	430,67	426,67	307,00	322,50	342,50	358,78	384,28 NS	401,61 NS
Disponent	381,67	380,67	366,33	422,67	460,33	443,00	360,33	389,00	365,00	388,22	410,00 NS	391,44 NS
Mv Tamara	525,67	554,67	561,00	485,67	501,00	484,33	443,67	463,00	433,33	485,00	506,22 NS	492,89 NS
Kavkaz	360,00	348,67	408,00	393,33	417,67	393,33	199,00	246,67	252,67	317,44	337,67 NS	351,33 NS
Mv Mezőföld	479,33	482,67	426,50	500,00	474,67	453,00	277,33	344,00	314,67	418,89	433,78 NS	398,06 NS
Wattines	365,33	348,67	379,33	355,67	346,00	361,33	279,33	335,00	333,33	333,44	343,22 NS	358,00 NS
Mv Magdaléna	535,00	537,33	560,33	455,00	450,00	416,00	367,00	378,00	370,67	452,33	455,11 NS	449,00 NS
Bezostaja-1	417,67	395,00	387,50	428,67	417,67	407,00	275,00	316,67	316,00	373,78	376,44 NS	370,17 NS
Martonvásári 4	299,00	263,33	264,67	339,00	356,67	390,67	234,00	251,00	214,00	290,67	290,33 NS	289,78 NS
Frontana	450,00	470,33	474,67	406,00	441,00	442,67	300,67	243,00	328,00	385,56	384,78 NS	415,11 NS
Atlas66	423,33	447,33	475,67	404,00	421,67	428,67	408,33	355,33	376,00	411,89	408,11 NS	426,78 NS
Mv Magvas	549,00	518,00	527,00	527,33	504,00	521,67	436,00	464,00	407,00	504,11	495,33 NS	485,22 NS
Bánkúti 1201	505,67	457,67	512,67	479,67	480,67	558,33	292,67	296,67	373,33	426,00	411,67 NS	481,44
Alcedo	447,33	440,67	454,00	397,00	360,00	429,33	352,67	345,67	371,67	399,00	382,11 NS	418,33 NS
Mv Makaróni	484,00	444,67	583,33	98,00	107,33	152,67	287,67	178,67	175,33	289,89	243,56	303,78 NS
<b>Átlag</b>	<b>444,67</b>	<b>445,20</b>	<b>457,50</b>	<b>393,46</b>	<b>419,29</b>	<b>423,90</b>	<b>307,51</b>	<b>331,09</b>	<b>333,36</b>	<b>381,88</b>	<b>398,53 NS</b>	<b>404,92</b>
SzD <sub>5%</sub> év x fertőzés kölcsönhatás ÉxB	16,97											
SzD <sub>5%</sub> genotípus x fertőzés kölcsönhatás AxB							44,58					
SzD <sub>5%</sub> bármely két kombináció között	77,22											

Megjegyzés: NS= nem szignifikáns