



DOKTORI (Ph.D.) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**A kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg (*Meloidogyne incognita*
CHITWOOD) elleni környezetkímélő védekezés lehetőségei a
zöldségajtatásban**

Írta
Mándoki Zoltán

Budapest
2012

A doktori iskola

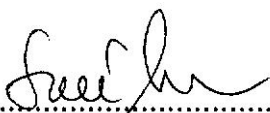
megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: Dr. Tóth Magdolna
egyetemi tanár, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar
Gyümölcsstermő Növények Tanszék

témavezető: Dr. Haltrich Attila
egyetemi docens, CSc
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar
Rovartani Tanszék

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozása-kor figyelembe vette, ezért az értekezés védési eljárásra bocsátható.



Dr. Tóth Magdolna

Az iskolavezető jóváhagyása



Dr. Haltrich Attila

A témavezető jóváhagyása

I. A KUTATÓMUNKA MEGALAPOZÁSA, CÉLKITŰZÉSEIM

A talajon történő zöldség-hajtatásban a legnagyobb növényegészségügyi problémát a talajban jelen levő kórokozók és kártevők okozzák. Közülük kiemelkedő jelentőségű a kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg [(KOFOID et WHITE, 1919) CHITWOOD, 1949], amely növényházainkban a legelterjedtebb kártevő fonálféreg faj. Súlyos károkat okoz a legtöbb hajtatott zöldségfélén (Dabaj et al., 1994; Amin, 1994). Trópusi eredetű behurcolt kártevő, szabadföldre elsősorban fertőzött palántával kerül (Andrássy és Farkas, 1988), de az elmúlt évek enyhe telei után a faj áttelelését hazánkban szabad földön is megfigyelték (Budai et al., 2005). A gyökérgubacs-fonálféreg elleni védekezés nélkül gazdaságos zöldségtermesztés nem lehetséges, ezért új, környezetbarát védekezési alternatívák fejlesztése szükséges. Környezetkímélő, vegyszermentes, és egyben hatékony megoldást jelenthet a rezisztens fajták használata, illetve rezisztens alanyokra történő oltás.

A paprika Magyarországon a legjelentősebb hajtatott zöldségféle, termesztése mintegy 1520 hektáron folyik (Anonymus, 2011). Ma már számos vad, illetve termesztett *Solanaceae*-fajnál ismertek rezisztencia-gének, amelyek védelmet nyújtanak különböző gyökérgubacs-fonálféreg fajokkal szemben, ezért az oltás, illetve a rezisztens fajták előállítására hatékony és környezetbarát alternatívát kínál a paprikahajtatásban is (Thies és Fery, 2003; Oka et al., 2004). Az oltás ugyan költséges eljárás, de megoldást jelenthet mindaddig, amíg ellenálló fajták megfelelő választékban kerülnek forgalomba. Ezért feltétlenül szükséges a nemesítési munka támogatása, hogy a gyökérgubacs-fonálféreg ellenálló fajták a lehető legszélesebb választékban mihamarabb a hazai termesztők rendelkezésére álljanak.

Az elmúlt évek szélsőséges időjárási körülményei egyre több termelőt arra késztetnek, hogy az időjárási viszontagságoknak jobban kitett szabadföldi termesztés helyett a nagyobb termésbiztonságot és intenzívebb technológiát, ezáltal nagyobb elérhető termésmennyiséget lehetővé tevő növényházi termesztést válasszák. Az utóbbi években sárgadinnye hajtató felületünk növekedett, ezáltal a kertészek egyre gyakrabban szembesülnek a növényházak talajában elszaporodott melegigényes gyökérgubacs-fonálféreg kártételével sárgadinnye termesztés során is. *Meloidogyne* fajoknak ellenálló termő fajták nem állnak rendelkezésre, ezért az uborkatermesztéshez hasonlóan az eredményes és környezetbarát védekezési alternatívát az ellenálló alanyokra történő oltás kínálja. A növényházi termesztés során gyakran jelentkező gyökérgubacs-fonálféreg kártétel miatt célszerű a jelenleg használatos és potenciális dinnye alanyok *Meloidogyne incognita* ellenállóságának vizsgálata. Mivel a melegedő klíma miatt számítani kell a behurcolt *Meloidogyne* fajok egyre nagyobb mértékű szabadföldi áttelelésére, valamint a görögdinnye kedvelt táp-

növénye a *M. incognita* fajnak, fontos a görögdinnye alanyok gyökérgubacs-fonálféreg ellenállóságának megállapítása.

Ezért munkám során célul tűztem ki:

- a paprika nemesítési vonalak pontosan azonosított *Meloidogyne incognita* fajjal szembeni ellenállóságának vizsgálatát a nemesítési munka elősegítése céljából
- a *M. incognita* elleni környezetkímélő védekezés lehetőségének vizsgálatát rezisztens alanyra oltott paprikafajtákkal és új nemesítési vonalakkal hideghajtásban
- annak megállapítását, hogyan befolyásolja a kalciumhiányos boggyótünetek megjelenését a *M. incognita* elleni növényi rezisztencia paprikában
- annak megállapítását, hogy a jelenlegi, és további potenciális dinnye alanyok *M. incognita* fonálféreg ellenállóságának vizsgálatát.

II. A VIZSGÁLATOK HELYE, ANYAGA és MÓDSZEREI

A vizsgálatokhoz használt gyökérgubacs-fonálféreg faj azonosítása

Tekintettel arra, hogy a növényfajok ellenállósága a *Meloidogyne* fajokkal szemben fajfüggő, a rezisztencianemesítés csak akkor lehet sikeres, ha a teszteléshez ismert faji hovatartozású fonálféreg törzstenyészetet, illetve populációt használunk. Ezért a különböző zöldségfajok és fajták gyökérgubacs-fonálféreg ellenállóságának vizsgálatát minden esetben a fertőzéshez használt gyökérgubacs-fonálféreg faj azonosítása előzte meg. Az azonosítást a vulvakúp morfológiai bélyegei alapján végeztem el. A morfológiai azonosítás helyességét PCR alapú azonosítással igazoltuk. A PCR vizsgálatokat a Budapesti Corvinus Egyetem Genetika és Növénynemesítés Tanszéken Ruthner Szabolcs segítségével végeztük.

Rezisztencia vizsgálatok

a) paprika fajták és nemesítési vonalak ellenállóságának vizsgálata a *Meloidogyne incognita* fajjal szemben

A kertészeti gyökérgubacs-fonálféreggel (*M. incognita*) szembeni érzékenység vizsgálatára négy kísérletet folytattam. 2003. és 2008. között négy különböző vizsgálatban összesen 80 különböző paprikafajtát illetve nemesítési vonalat teszteltünk *Meloidogyne incognita* ellenállóság szempontjából. A vizsgált fajták illetve vonalak a *Capsicum annuum* L, *C. chinense* Jacq. és *C. bacchatum* L. var. *pendulum* fajokból kerültek ki.

Az 1. vizsgálatban a paprika tételek magját steril bányahomokkal megtöltött hungarocell tálcákba vettem. Minden tételből 10-10 növényt neveltem. A növényeket két lombleveles állapotban fertőztem *M. incognita* faj tojászsákjaival 2003. november 18-án. A fertőző anyag Röszkéről, egy nagylégterű fűtetlen fóliában termesztett 'Blondy' paprikaállományból származott. A kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg nőtények tojászsákjait a paprika gyökeréről bonctű segítségével leválasztottam, a tojászsákban lévő tojásokat csapvízben keltem, majd a tesztelt növények tövéhez mikropipettával növényenként kb. 800 db inváziós lárvát juttattam ki. A növényeket a Kertészettudományi Kar Kísérleti Üzem növénynevelőjében neveltük, a hőmérsékletet 25-30 °C-ra állítottuk be. Az értékelést a fertőzés után 9 hét elteltével végeztem, tételenként 6-7 növényegyedet értékeltem.

A 2. számú vizsgálatban magokat a fent említett röszkei növényházból származó *M. incognita* gyökérgubacs-fonálféreggel súlyosan fertőzött talajba vettem. A kikelt növényeket 2 lombleveles állapotban ritkítottam, így tételenként 10 növényt hagytam meg. A fitotron hőmérsékletét 25-30 °C-ra állítottam be. Az értékelést magvetés után 12 hét elteltével végeztem.

Az első két vizsgálat alapján ellenállónak bizonyult fajtákat és új nemesítési vonalakat a 3. számú vizsgálatban folyamatosan használatban lévő, Röszkén gyűjtött, *M. incognita* fajjal erősen fertőzött talajú, nagylégterű fóliaházban is megvizsgáltam. A megelőző vizsgálatok fertőzési forrása ebből a növényházból származott. A vizsgálatra szánt fajták magjait steril homokkal töltött hungarocell tálcákba vettem a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Kísérleti Üzem növénynevelőjében. 4-6 lombleveles állapotban 2004. július 14-én a fertőzött növényház talajába kiültettem. Minden tételből 12-12 növényt ültettem ki.

Mindhárom fenti vizsgálatban kontrollfajtaként a számú 'HRF' fajtát használtam.

A 4. kísérlet során öt új kísérleti alanyfajtát, illetve két blocky típusú termő kísérleti fajtát vizsgáltunk kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg ellenállóság tekintetében. Kontrollként a 'Kaméleon' paprikafajtát használtam. A magokat 9 cm-es cserépbe vetettük fertőzésmentes közegbe, majd két lombleveles állapotban 15 cm átmérőjű cserépbe ültettük át, egy soroksári paradicsom állományból származó *Meloidogyne incognita* fajjal erősen fertőzött növényházi talajba, amely egyben fertőzési forrásként is szolgált. A vizsgálatot tételenként tíz ismétlésben végeztük.

Minden kísérlet kiértékelésekor a növényegyedek gyökereinek kibontása és a talajmaradványoktól való megtisztítása után a fertőzöttség mértékét sztereomikroszkóp alatt a gyökereken található gubacsok, illetve tojászsákok száma alapján határoztuk meg. A 4. számú vizsgálatban a gyökerek tömegét tízedegramm pontossággal mértük, és meghatároztuk az egységnyi gyökértömegre

eső gubacsszámot is, amelynek alapján szintén elvégeztük a statisztikai értékelést.

A kapott adatokat a szükséges feltételek ellenőrzése után az 1., 2., és 3. vizsgálat esetén Games-Howell statisztikai próbával elemeztük. A 4. vizsgálat eredményeit Kruskal-Wallis statisztikai próbával értékeltük, a páronkénti összehasonlítást Mann-Whitney teszttel végeztük.

b) potenciális dinnye alanyok ellenállóságának vizsgálata a *Meloidogyne incognita* fajjal szemben

A Cucurbitaceae családba tartozó fajok és fajták *M. incognita* fajjal szembeni ellenállóságát két alkalommal vizsgáltam. Az első vizsgálatot 2006. év nyarán végeztem a Budapesti Corvinus Egyetem Kísérleti Üzemében Soroksáron növényházban. 15 dinnye alanyként számításba jövő növényanyagot vizsgáltam. Az interspecifikus jelölésű fajták a *Cucurbita maxima* és *Cucurbita moschata* hibridjei. Kontrollként a 'Donatello' sárgadinnyefajtát használtam. A magvakat kertészeti gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött talajba, 4x4 cm-es lyukméretű hungarocell tálcákba vetettük 2006. július 7-én. A fertőzött talaj Röszkéről, fűtetlen fóliaházi paradicsom állományból származott. Fajtánként 12 növényt két lombleveles állapotban 14 cm-es átmérőjű cserepekbe fonálféreggel fertőzött földkeverékbe ültettem. Az értékelést 8 héttel a cserepezés után 2006. szeptember 11-étől végeztem el. Mértem a növények gyökértömegét, sztereomikroszkóp segítségével számoltam a gyökereken képződött gubacsokat, illetve a bennük található nőtényeket. A kapott adatokat Games-Howell statisztikai próbával értékeltük.

A 2008. évi vizsgálatban nyolc különböző, Cucurbitaceae családba tartozó faj 13 fajtáját vizsgáltam kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg érzékenység szempontjából. Sárgadinnye kontrollként a 'Donatello' fajtát használtuk, görögdinnye kontrollként a 'Chrimson Sweet' fajtát. A magokat 2008. július 8-án vetettük 4 cm lyukátmérőjű tálcákba tőzeg alapú földkeverékbe. A kikelt növényeket 3 hét múlva 14 cm átmérőjű cserepekbe ültettem át, *Meloidogyne incognita* fajjal erősen fertőzött, talajba. A talaj Soroksárról, fűtetlen növényházból származott. A növényeket a Budapesti Corvinus Egyetem Budai Arborétum üvegházában neveltem. Fajtánként 10-12 növény gyökerén a fertőzöttség mértékét szeptember 30-ától értékeltem. A gyökereket a talajtól megtisztítottam, tömegüket tizedgramm pontossággal mértem, majd mikroszkóp segítségével megszámláltam a rajta képződött gubacsokat. Nagyméretű gubacsok esetén a gubacsokat lándzsatű segítségével felbontottam, és a benne található nőtényeket megszámláltam. Meghatároztam a gyökereken a grammonkénti gubacsszámot. A kapott adatokat Games-Howell statisztikai próba segítségével értékeltük.

***Meloidogyne incognita* rezisztens alanyra oltott és saját gyökerű rezisztens paprikafajtákkal végzett vizsgálatok hideghajtásban**

Három vegetációs periódusban végeztem vizsgálatokat gyökérgubacsfonálféreg rezisztens fajtákkal illetve fajtajelöltekkel, valamint gyökérgubacsfonálféregre rezisztens alanyokra oltott paprikafajtákkal. A vizsgált fajták mind édes fehér étkezési paprika fajtacsoportba tartoztak.

Vizsgálataimat mindhárom évben a Soroksáron, magántermelőnél, fűtetlen fóliasátorban végeztük. A növényház 50 méter hosszú, 6 méter széles, a két végén szellőztethető.

Az oltáshoz két, a fajtatulajdonosok és a korábbi rezisztencia vizsgálataink alapján *M. incognita* ellenálló alanyt használtunk. Egyforma fejlettségű növények ültetése céljából az oltásra szánt alanyokat, illetve fajtákat kb. 20 nappal a saját gyökerű termesztésre szánt fajtáknál korábban vetettük el, 4x4 cm-es lyukméretű tálcákba tőzeges palántanevelő közegbe. Az oltott palánták előállítását a Syngenta Seeds Kft. Ócsai Kísérleti Állomásán végezték. A növények ikersoros elrendezéssel, 100+50 cm sortávra, 30 cm tőtávra ültettük. Fajtánként, illetve oltáskombinációnként 2008-ban 16, 2009-ben és 2010-ben 17 növényt ültettem ki. A növényeket két szárra neveltem, a tenyészidő folyamán folyamatosan metszettem, főszáranként és oldal elágazásonként egy-egy termést hagytam. A talaj-, és léghőmérséklet mérésére 15 percenként mértem TinyTag TGP-4510 készülék segítségével. A növényállományt 2008-ban mikro-szórófejekkel, 2009-2010-ben csepegtető rendszerrel öntöztük, illetve a növény fenológiai fázisának megfelelő összetételű műtrágyával tápládoztuk. Júniustól a fagyokig kb. 2 hetes rendszerességgel szedtem. A szedések során a terméseket tövenként elkülönítve gyűjtöttem, tömegüket egyenként mértem és leszámoltam a terméseket. Méret szerinti osztályozást nem végeztem, ehelyett tömeg szerint osztályoztam a bogyókat. Külön statisztikailag értékeltem a 90 grammnál nagyobb tömegű bogyók számát, és összes tömegét. A 90 grammos terméstömeg a vizsgált fajtáknál megfigyeléseink szerint a 6 cm-es vállátmérőt és 10 cm-es terméshosszt meghaladó bogyóméretnek felel meg. A kapott eredményeket az SPSS programmal a szükséges feltételek (normalitásvizsgálat, szórás-homogenitás) ellenőrzése után egytényezős varianciaanalízissel értékeltük, a szignifikáns differenciákat Tukey-Kramer teszt segítségével határoztuk meg. Amennyiben a szórás-homogenitás nem teljesült, az eredményeket Games-Howell statisztikai próbával értékeltük.

A fent részletezett oltott paprikákkal végzett vizsgálatokban 2009-2010-ben a szedések során feljegyeztem a csúcsrothadásos tüneteket mutató termések számát. A kalciumhiány tüneteit mutató bogyókat tövenként külön gyűjtöttem, számoltam, meghatároztam a tüneteket mutató bogyók arányát. 2009. évben 45 g/m², 2010. évben 29 g/m² kalcium-oxid (CaO) hatóanyagot juttat-

tunk ki tápoldat formájában. A tenyésztési időszak végén megvizsgáltam a gyöke-
rek fonálféreg-fertőzöttségét, amelyet 2009. évben egységnyi gyökértömegre
eső gubacsszámmal, 2010. évben pedig a gyökérfelület százalékos gubacsbo-
rítottságával jellemeztem. A kapott adatokat a szükséges feltételek ellenőrzése
után Mann-Whitney U-próbával értékeltem.

III. EREDMÉNYEK

Rezisztencia vizsgálatok

a) Paprika fajták és nemesítési vonalak ellenállósága a *Meloidogyne incognita*
fajjal szemben

Vizsgálataim során megállapítottam, hogy a különféle paprikafajták és
nemesítési alapanyagok eltérő mértékben fogékonyak a kertészeti gyökérgu-
bacs-fonálféreggel (*M. incognita*) szemben. Számos rezisztens nemesítési vo-
nalat találtunk. A mesterséges fertőzés eredményeit megerősítették a fertőzött
talajba vetéssel, illetve fertőzött talajú növényházi kiültetéssel végzett vizsgá-
lataim. A gubacsok száma a fertőzött talajba vetéssel végzett kísérletben a
mesterséges fertőzéssel végzett vizsgálathoz képest lényegesen nagyobb volt,
ami alapján valószínűsíthetjük, hogy a természetes fertőzési forrásban na-
gyobb egyedszámban volt jelen a gyökérgubacs-fonálféreg, valamint, hogy a
talajhőmérséklet meghaladhatta Thies és Fery (1998) által megállapított kriti-
kus 28 °C-t. A növények fejlettsége, mérete jelentősen elmaradt a steril ho-
mokba vetett paprikákétól, ami annak tudható be, hogy a fonálféreggel való
fertőzés lehetősége a csírázás pillanatától fennállt. Ez felhívja a figyelmet a
növényegészségügyi higiénés rendszabályok betartásának jelentőségére, az
egészséges szaporítóanyag előállításának fontosságára. A három különféle
vizsgálati módszer eredményei egybevetethetők, fedik egymást, ezért mind a
mesterséges fertőzés steril talajon, mind a fertőzött talajba ültetés, illetve ve-
tés alkalmas a fonálféreg-érzékenység vizsgálatára, abban az esetben, ha a
fonálféreg-populáció faji hovatartozásának meghatározása pontosan megtör-
tént.

A vizsgált nemesítési vonalaknak az alanyként való használhatósága, a
nemessel való kölcsönhatás megállapítása további vizsgálatokat igényel. A
gyökérgubacs-fonálféreggel szembeni ellenállósággal rendelkező nemesítési
vonalaknak még számos értékmérő tulajdonságnak meg kell felelnie, hogy
kereskedelmi forgalomban kapható elismert fajtává váljon, de eredményeink
alapján a közeljövőben számos, különböző terméstípusú, melegigényes gyö-
kérgubacs-fonálférgeknek ellenálló paprikafajta közül választhatnak a terme-
lők.

b) Potenciális dinnye alanyok ellenállósága a *Meloidogyne incognita* fajjal szemben

A vizsgált potenciális alanyok *Meloidogyne incognita* fajjal szembeni érzékenysége mindkét vizsgálatban eltérő volt, de rezisztens tételt nem találtam. A mindkét vizsgálatban a gubacsok száma alapján a legfogékonyabbak a *M. incognita* fajra az interspecifikus (*Cucurbita maxima* X *Cucurbita moschata*) hibridek voltak. Tőlük szignifikánsan nem különbözött a kontroll 'Donatello' sárgadinnyefajta, amely szintén súlyosan károsodott. A *Lagenaria* alanyfajták a kontroll sárgadinnyefajtától nem különböztek, ellenben a legfogékonyabb interspecifikus fajtáknál szignifikánsan kevesebb gubacs képződött. A *Sycios angulatus* és a *Cucurbita ficifolia* gyökerén a kontrolltól szignifikánsan kevesebb gubacs képződött.

A legnagyobb gyökértömeget mindkét vizsgálatban a *Lagenaria* fajták képezték, tőlük szignifikánsan nem különbözött a legtöbb interspecifikus fajta. A kontroll sárgadinnye fajta szignifikánsan kisebb gyökértömegű volt, mint az interspecifikus és *Lagenaria* alanyfajták, ellenben statisztikailag nem különbözött a *Cucurbita maxima*, *C. ficifolia* és *S. angulatus* vizsgált fajtáitól, továbbá a *Citrullus lanatus* 'Oyakkio' alanyfajtától sem. A legkisebb gyökértömeget a görögdinnye fajtáknál mértem.

Az egységnyi gyökértömegekre eső gubacsszám alapján megállapítottam, hogy sárgadinnyék alanyként használt interspecifikus fajták és a kontroll fajta egyformán fogékonyak a kertészeti gyökérgubacs-fonálféregre, sőt több gubacs képződött ezeken a fajtákon, mint a 'Donatello' fajtán. Ez alapján az interspecifikus alanyok használatát gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött talajon nem javasolom. Megállapítottam, hogy sem a *S. angulatus*, sem a *C. metuliferus* nem rezisztens, de szignifikánsan különbözik a legfogékonyabb interspecifikus fajtáktól, ezért alanyként való kipróbálásuk sárgadinnye-termesztésben indokolt. A görögdinnye fajták és az alanyként használt *Lagenaria* fajták nem különböztek fogékonyság tekintetében, legkevesebb gubacs egy gramm gyökerén a 'NUN 3001 RT' alanyfajtán képződött. Ennek ellenére a *Lagenaria* fajták nagy gyökértömegüknél fogva képesek lehetnek a kártételt tolerálni. A görögdinnye fajták gyökere erősen fertőződött. Egységnyi gyökértömegekre eső gubacsszám alapján megállapítottam, hogy a görögdinnye a sárgadinnyéhez hasonlóan kedvelt tápnövénye a *Meloidogyne incognita* fajnak. A görögdinnye fajtákon végzett kísérlet eredményei alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a gyökérgubacs-fonálféreg rezisztencia értékeléséhez pontosabb mérőszám az egységnyi gyökértömegekre eső gubacsszám, mint a gyökerenkénti gubacsszám. Az *Echinocystis lobata* (süntök) fogékonyságára nem találtam irodalmi hivatkozást. Saját vizsgálataink szerint hasonló mértékben fertőződött az uborka *Meloidogyne incognita* elleni védekezésre alanyként használt *S. angulatus* fajhoz, ezért a nemes fajtákkal való kompatibilitási vizsgálatát érdemesnek tartom elvégezni.

Növényi rezisztencián alapuló védekezés a *Meloidogyne incognita* ellen paprikahajtásban

a) *Meloidogyne incognita* rezisztens paprikafajta és rezisztens alanyra történő oltás hatása a paprika termésmennyiségére és minőségére

A kiültetésre szánt oltott, illetve sajátgyökerű növényanyag fejlettsége mindhárom vizsgálati évben (2008., 2009., 2010.) egyöntetű volt. Megállapítottam, hogy az oltott növények neveléséhez a magokat mintegy három héttel korábban kell elvetni, hogy a sajátgyökerű növényekhez képest azonos fejlettségű növényeket egy időben tudjunk ültetni.

A 2008-ban tenyészidőszak végén a növények gyökereit kibontottam, és, a fogékony fajták esetén minden növényen súlyos kártételt figyeltem meg (a teljes gyökérfelület gubacsokkal borított volt). Az új nemesítésű rezisztens 'Cinema' fajta gyökerein 17 gyökérből 5 esetén enyhe (15-20 %-os) tojászsák-fedettséget észleltem, a többi 12 gyökéren nem alakult ki kártétel. 2009-ben a gyökereket a rajtuk képződött gubacsok száma alapján értékeltem, és megállapítottam, hogy a fogékony saját gyökerű növényeken a fertőzés közepes erősségű volt. A rezisztens 'Cinema' fajta jól ellenállt a *M. incognita* fajtának, a fertőzés csekély mértékű volt. 2010-ben a saját gyökerű paprikák gyökerein az előző évihez hasonló gyökérgubacs-fonálféreg kártételt figyeltem meg. Az alanyfajtákon egyik vizsgálati évben sem alakult ki kártétel.

2008-ben az összes kapott termésekre vonatkozó varianciaanalízis eredménye alapján megállapítottam, hogy a vizsgált fajták, illetve oltáskombinációk között szignifikáns különbség van. A *M. incognita* fajjal szemben rezisztens 'Cinema' fajta mind termésméreg, mind darabszám tekintetében statisztikailag igazoltan meghaladta a fogékony fajtákat. A másik rezisztens kísérleti fajta, bár darabszám tekintetében nem maradt el a 'Cinema' fajtától, a termésméreg tekintetében lényegesen alul maradt, a termések sok esetben a folyamatos termésritkítás ellenére is elaprósodtak. Az oltott paprikafajták rezisztens alanyon össztermés tömeg tekintetében változó mértékben ugyan, de minden esetben meghaladták a fogékony fajtákat, bár ezt nem minden esetben lehetett statisztikailag igazolni. Például sem a 'Cibere', sem a 'Citera' 'Robusto' alanyon nem mutatott szignifikáns különbséget a saját gyökerű növényekhez képest ($P=0,111$, ill. $P=0,108$), annak ellenére, hogy a különbség ebben az esetben 30, illetve 36 %-al a termésméregtel mutatkozott az oltvány javára. A 'Citera' 'Snooker' alanyon szignifikánsan többet termett. Összes termés darabszámát tekintve elmondható, hogy a 'Citera' fajta mindkét alanyon szignifikánsan több termést hozott, ellenben a 'Cibere' fajta esetén nem volt statisztikailag különbség az oltott és a saját gyökerű növények között. Az oltványo-

kat, és a rezisztens 'Cinema' fajtát összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy az összes termés tekintetében nem haladták meg a rezisztens fajtát, de statisztikailag nem maradtak el tőle ('Cibere' 'Robusto' alany; 'Citera' 'Snooker' alany kombináció).

A kilencven grammot meghaladó termések mennyiségét tekintve a 'Cibere' 'Robusto' alanyon kiemelkedő, a 'Cinema' fajtával statisztikailag meg egyező tömegű és darabszámú termést hozott. Saját gyökéren mindkét fajta kevesebb kilencven grammot meghaladó termést hozott, mint az oltottak. Az 'Cibere' fajta 'Snooker' alanyon mintegy 20, a 'Citera' fajta 'Snooker' alanyon csaknem 90 %-kal több kilencven grammnál nagyobb termést hozott, bár ez a különbség statisztikailag nem szignifikáns. Az oltványok és a 'Cinema' fajta között nem volt statisztikailag igazolható különbség, tőlük csak a saját gyökerű 'Citera' fajta és a rezisztens 2-es fajta maradt el. Ez is mutatja, hogy a rezisztens 2-es fajta termései bár nagy számban kötődtek, aprók maradtak.

Mivel a 'Cinema' az oltványoknál több, vagy statisztikailag azonos termésmennyiséget adott, a következő vizsgálatokban más, nagy termőképességű fajtákkal, ezek oltványaival hasonlítottam össze, a fajta termőképességének és a gyökérgubacs-fonálféreg terméskorlátozó szerepének pontosabb tisztázása céljából

2009-ben az egy töre eső összes terméstömeg tekintetében az azonos nemes fajtájú oltott növények és a saját gyökerűek között nem volt statisztikailag igazolható különbség. A 'Cibere' fajta 'Snooker' alanyon 18 %-kal többet termelt, a Verecke fajta pedig ugyanezen az alanyon 22 %-kal kevesebbet, bár ezek a különbségek nem voltak szignifikánsak. A 'Verecke' fajta saját gyökéren a legtöbb termést hozta, szignifikánsan többet termelt, mint a 'Cibere' és a 'Century' fajták saját gyökéren, de statisztikailag nem különbözött a 'Cinema', 'Creta', és 'Kurca' saját gyökerű egyedeitől. A 'Verecke', 'Kurca', és 'Creta' fajták saját gyökéren többet teremttek, mint az oltottak, de ezek a különbségek nem szignifikánsak. A 'Century' fajta mindkét alanyon mintegy 10 %-kal több termést hozott, bár a különbség statisztikailag nem volt igazolható.

2010. évben az oltott és a saját gyökerű növények összes terméstömege között nem volt szignifikáns különbség. Az átlagos termésmennyiség jelentősen emelkedett az előző évihez képest, valószínűleg a kiegyenlítettebb, hűvösebb nyár következtében. 2010-ben a növényeket az előző évihez képest mintegy három héttel később ültettem, így a kultúra rövidülése is csökkentette az alanyok előnyös tulajdonságainak érvényesülését. Az alanyok erősebb gyökérszete általi jobb víz-és tápanyag felvevő képesség így nem volt kimutatható.

A tövenkénti termések darabszáma tekintetében a 2009-es vizsgálatban a 'Verecke' fajta adta a legtöbb termést, de nem volt különbség sem a fajták

sem az alany-nemes kombinációk között, mindössze a saját gyökerű 'Cibere' fajta maradt el szignifikánsan néhány fajtától, illetve oltáskombinációtól, 'Snooker' alanyon viszont csaknem 20 %-kal több darab termést hozott, mint saját gyökerén. A 'Century' fajta 'Snooker' alanyon kb. 10 %-kal több darab termést hozott, de statisztikailag a különbség nem volt szignifikáns. A 2010-es vizsgálat eredményeként nem volt statisztikailag igazolható különbség a fajták, illetve kombinációk között a termések darabszáma tekintetében, a fajták és oltványaik közel azonos darabszámú termést hoztak.

A 2009-ben a kilencven grammnál nagyobb tömegű bogyók tömege tekintetében a 'Verecke' 'Snooker' alanyra oltva szignifikánsan kevesebbet termelt, mint a saját gyökerű fajta. A többi azonos fajtájú saját gyökerű és oltott között nem volt szignifikáns eltérés, bár az össztömeghez hasonlóan ebben az esetben is kevesebbet teremtek az oltványok. A legkevesebb kilencven grammnál nagyobb termést a 'Century' fajta adta. 2010-ben 'Creta' fajta hozta legnagyobb tömegben a kilencven grammnál nagyobb tömegű bogyókat, a gyökérgubacs-fonálféreg rezisztens 'Cinema' fajta a második legtöbbet adta. A 'Kurca' fajta ebben a tekintetben szignifikánsan elmaradt a 'Creta' fajtától. A 'Kurca' fajta 'Robusto' alanyon ebben az évben 20 %-kal több kilencven grammnál nagyobb tömegű bogyót hozott, de ez nem volt statisztikailag igazolható különbség. A 'Cibere', és 'Verecke' fajták az oltványaikkal csaknem azonos mennyiségű extra méretű bogyót teremtek.

b) *Meloidogyne incognita* rezisztens paprikafajta és rezisztens alanyra történő oltás hatása a paprika csúcsrothadásos betegségére

Az oltott paprikákkal végzett kísérletek során feljegyeztem a termesztés során a csúcsrothadásos tüneteken mutató termések számát. 2009-ben a 'Cinema' fajtán minden saját gyökerű fogékony fajtánál kevesebb kalciumhiányos bogyó képződött, de ez csak a 'Cibere' és a 'Kurca' fajta esetén volt szignifikáns. A paprika oltványok esetén az ebben az évben mind a két alanyon kevesebb volt a saját gyökerűekhez képest a kalciumhiány tüneteket mutató bogyó. A 2010-es eredmények vizsgálata megerősítette azt a megállapítást, hogy mindkét oltványkombináción a fele volt a kalciumfoltos bogyó előfordulása a saját gyökerű, fogékony növényekhez képest. A 'Kurca' és a 'Century' fajta 'Robusto' alanyon szignifikánsan kevesebb csúcsrothadásos termést hozott.

2010-ben az oltott növények a 'Creta' fajta kivételével kevesebb kalciumhiány tünetet mutató bogyót neveltek a saját gyökerű fajtáknál. Statisztikailag csak a 'Verecke' fajta és 'Robusto' alanyra oltott párja között volt szignifikáns különbség, annak ellenére, hogy több esetben az oltott paprikán megjelent kalciumhiány tünetes termések aránya kevesebb, mint a fele volt a saját gyökerű fajtán képződöttnél. A rezisztens 'Cinema' fajta ebben az évben há-

rom saját gyökerű fajtánál szignifikánsan kevesebb kalciumhiányos tünetet mutató bogyót nevelt. A sajátgyökerű, fonálféreg kártételre érzékeny fajták között a 'Creta' fajtán volt a legkevesebb kalciumhiányos bogyó, amelynek oka feltehetően a fajta kisebb érzékenységre vezethető vissza.

Az alanyok mind a gyökérgubacs-fonálféreg elleni rezisztenciájuk, mind a stressz tűrésük (sótartalom, hőmérsékleti ingadozások) miatt feltehetően hozzájárulnak a növények jobb tápanyagellátásához, ezáltal az oltott növényeken kisebb a kalciumhiányos tünetet mutató bogyók aránya. A 'Cinema' fajta esetén mind a fonálféreggel szembeni rezisztencia, mind a fajta kedvező tulajdonsága eredményezheti a kalciumhiány tünet kisebb arányú előfordulását, ezáltal növekszik az egészséges, piacos termés mennyisége.

IV. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Megállapítottam 80 paprikafajta, illetve nemesítési vonal hazai *Meloidogyne incognita* populációkkal szembeni ellenállóságát, segítve ezzel a paprikanemesítőket munkájukban, hogy mihamarabb gyökérgubacs-fonálféreg rezisztens paprika álljon a hazai termesztők rendelkezésére.
2. Megállapítottam a kereskedelemben kapható dinnye alanyok és néhány más, Cucurbitaceae családba tartozó potenciális alany hazai *Meloidogyne incognita* populációjával szembeni ellenállóságát.
3. Megállapítottam, hogy a Cucurbitaceae családba tartozó növényeknél a különböző fajok rendkívül nagy gyökértömegbeli eltérése miatt a gyökérgubacs-fonálféreg rezisztencia értékelésénél a gyökerekenkénti gubacsszám helyett az egységnyi gyökértömegre eső gubacsszám pontosabb mérőszám.
4. Megállapítottam az *Echinocystis lobata* (süntök) potenciális dinnye-alany *Meloidogyne incognita* érzékenységet. Vizsgálataim szerint az uborka *Meloidogyne incognita* elleni védekezésre alanyként használt *S. angulatus* fajhoz hasonlóan gyengén fertőződött. Ily módon a nemes fajtákkal való kompatibilitási vizsgálatát érdemesnek tartom elvégezni.
5. Megállapítottam, hogy az első, hazai kereskedelmi forgalomba került gyökérgubacs-fonálféreg ellenálló paprikafajta, a 'Cinema' termesztése a gyökérgubacs-fonálféreg elleni környezetkímélő védekezés egyik hatékony lehetősége hideghajtásban.
6. Megállapítottam, hogy a *M. incognita* rezisztenciával rendelkező paprika alanyok használatának előnyei a fonálféreg elleni védelemben a rövid tenyészidejű hideghajtásban nem érvényesülnek.
7. Kimutattam, hogy a gyökérgubacs-fonálféreg elleni, fajtahasználaton alapuló környezetkímélő védekezésnek szerepe van a paprika legjelentősebb élettani betegsége, a csúcsrothadás elleni védekezésben. Az olított palánták, illetve a rezisztens fajta használatával eredményesen csökkenthető a kalciumfoltos termések száma.

V. KÖVETKEZTETÉSEK és JAVASLATOK

Az általam vizsgált, *Capsicum annuum* fajba tartozó nemesítési vonalak közül többenél találtam rezisztenciát. A vizsgálati eredményeimet, az általam *M. incognita* fajjal szembeni ellenállóságban perspektivikusnak ítélt fajták eredményeit a kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg elleni rezisztencianemesítési projektben részvevő nemesítőknek az eredményes nemesítési munka elősegítése céljából átadtam. Az intenzív nemesítési munka eredményeként vizsgálataink megkezdése óta megjelent Magyarországon az első, édes fehér étkezési paprika fajtacsoportba tartozó gyökérgubacs-fonálféreg ellenálló fajta, és várhatóan egyre több fajtacsoportban lehet számítani melegigényes *Meloidogyne* fajokkal szemben ellenálló paprikafajták megjelenésére.

A *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajba vetett magvakról nevelt növényekkel végzett kísérletek felhívták a figyelmet a fertőzött közegben történő palántanevelés káros következményeire. A palántakorban fertőződött paprikák súlyos hátrányban vannak a palántaként egészséges, csak kiültetés-kor fertőződött növényekhez képest. Ezért különösen fontos, hogy fertőzéstől mentes palántákat ültessünk ki.

A Cucurbitaceae családba tartozó növények *M. incognita* ellenállóságának értékelése során az egységnyi gyökértömegre eső gubacsszám alapján megállapítottam, hogy a kontroll sárgadinnyefajta nagyon fogékony a kertészeti gyökérgubacs-fonálféregre. Eredményeim alapján az interspecifikus alanyok fogékonyságuk miatt nem javasolhatók gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött talajon, amelyet azóta termelői tapasztalatok is alátámasztottak.

Bár sem a *Sycios angulatus*, sem a *Cucumis metuliferus* nem rezisztens a *M. incognita* fajjal szemben. A kontroll sárgadinnyétől nem különbözött ugyan szignifikánsan e két alany, de a fertőzés mértéke kisebb volt. Ezért alanyként való kipróbálásukat a sárgadinnye-termesztésben indokoltnak tartom.

A *Lagenaria* fajták nagy gyökértömegüknél fogva képesek lehetnek a fonálféreg kártételt tolerálni.

Arra a következtetésre jutottam, hogy a gyökérgubacs-fonálféreg rezisztencia értékeléséhez pontosabb mérőszám az egységnyi gyökértömegre eső gubacsszám, mint a gyökerenkénti gubacsszám, hiszen a gyökértömeg veszteség miatt az összes gubacsszám is csökken, illetve a *Lagenaria* alanyok esetén a gyökértömeg rendkívül nagy.

Az *Echinocystis lobata* (süntök) fogékonyságára nem találtam irodalmi hivatkozást. Saját vizsgálataim szerint gyengén fertőződött, hasonló mértékben az uborka *Meloidogyne incognita* elleni védekezésre alanyként használt *S. angulatus* fajhoz, ezért a nemes fajtákkal való kompatibilitási vizsgálatát érdemesnek tartom elvégezni.

A *M. incognita* rezisztens 'Cinema' fajta 2008-ban mind termésmennyiség, mind darabszám tekintetében statisztikailag igazoltan meghaladta a saját gyökerű fogékony fajtákat. 2009. és 2010. években szintén kiemelkedő termésmennyiséget adott, de több saját gyökerű fogékony fajtával szemben nem volt szignifikáns a termésmennyiségbeli különbség. A kísérlet éve alatt a gyökérgubacs-fonálféreg kártétel a kísérlet szempontjából sajnálatosan csökkent, ennek oka a rezisztens fajták feltételezhető gyökérgubacs-fonálféreg populációcsökkentő hatása lehet, amelyet Thies et al. (2004) és Thies et al. (2005) munkájában igazolt. Mivel a kártétel jelentősen csökkent a 2008-as évhez képest, a rezisztens és fogékony fajták közötti különbségek is csökkentek. Ezt a kártétel-csökkentő hatást erősíthette a 2010-es év hűvösebb, csapadékosabb nyara is. Eredményeim alapján a paprikatermesztésben Magyarországon fűtetlen növényházi körülmények között *Meloidogyne incognita* elleni védekezésre elsősorban a rezisztens fajták használatát javaslom. Az oltás alanyhatásból eredő pozitív hatásai nem érvényesülnek kellőképpen a rövidebb időtartamú hideghajtásban, a szaporítással járó többletköltség fűtött körülmények között várhatóan jobban megtérül.

Megállapítottam, hogy a gyökérgubacs-fonálféreg elleni korszerű, környezetkímélő agrotechnikai védekezési eljárások (oltás, rezisztens fajta használata) elősegítik a fonálféreg kártétellel részben összefüggésben lévő csúcsrothadásos betegség tüneteinek mérséklését. Az alanyok mind a gyökérgubacs-fonálféreg elleni rezisztenciájuk, mind a stressz tűrésük (sótartalom, hőmérsékleti ingadozások) miatt feltehetően hozzájárulnak a növények jobb tápanyagellátásához, ezáltal az oltott növényeken kisebb a kalciumhiányos tünetet mutató bogyók aránya. Egyes fajták, mint pl. a jelen vizsgálatban a 'Creta' fajta esetén tapasztaltam, kevésbé hajlamosak a kalcium hiány tünetek kialakulására. 2010-ben mintegy 35 %-kal kevesebb kalciumot juttattam ki négyzetméterenként, ennek ellenére nem növekedett a hiánytüneteket mutató bogyók aránya. A 'Cinema' fajta esetén mind a fonálféreggel szembeni rezisztencia, mind a fajta kedvező tulajdonsága eredményezheti a kalciumhiány tünet kisebb arányú előfordulását, ezáltal növekszik az egészséges, piacos termés mennyisége.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT KÖZLEMÉNYEK

Nem IF-es folyóiratcikkek:

Mándoki Z., Haltrich A. és Péntes B. (2012): A kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg (*Meloidogyne incognita* Chitwood) elleni védekezés a paprika oltásával és rezisztens fajta termesztésével. *Növényvédelem* 48 (9): 397-404.

Mándoki, Z. and Péntes, B. (2012): Effects of using chemical-free root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) control methods on the occurrence of blossom-end rot in pepper. *Journal of Plant Protection Research* 52 (3): 337-341.

Mándoki, Z. (2010): Controlling the southern root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* Chitwood) with grafted and resistant pepper varieties. *International Journal of Horticultural Science* 16 (2): 33-37.

Mándoki Z. és Péntes B. (2010): A Cucurbitaceae fajok *Meloidogyne incognita* fajjal szembeni ellenállósága és alanykénti felhasználhatóságuk a dinnyetermesztésben. *Kertgazdaság* 42 (3-4): 149-154.

Mándoki, Z. (2009): Paprika nemesítési vonalak ellenállósága a *Meloidogyne incognita* fajjal szemben. *Kertgazdaság* 41 (4): 80-85.

Egyéb cikkek:

Mándoki, Z. (2010): Fonálféreg elleni rezisztencia vizsgálatok paprikán. *Agroinform* 19 (8): 35.

Mándoki, Z. (2006): Integrált növényvédelem a gyökérgubacs-fonálféreg ellen a paprikatermesztésben. *Agroinform* 15 (8): 14-15.

Hazai konferencia kiadvány:

Ács, T., Péntes, B., **Mándoki Z.**, Ruthner, Sz. és Fail, J. (2005): A paprika *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White, 1919) Chitwood, 1949 fajjal szembeni rezisztenciájának tesztelésére alkalmas módszerek. XV. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, (Keszthely, 2005. január 26-28.) pp. 5-7.

Mándoki, Z., Ács, T., Fail, J., és Péntzes, B. (2007): A paprika ellenállósága a *Meloidogyne incognita* (Chitwood, 1949) fajjal szemben. Növényvédelmi Tudományos Napok (Budapest, 2007. február 20-21.) p. 75.

Mándoki, Z., Szamosi, Cs., and Haltrich, A. (2007): Dinnye alanyok ellenállósága a *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White, 1919) Chitwood, 1949 fajjal szemben. The resistance of melon rootstocks against *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White, 1919) Chitwood, 1949. "Lippay János-Vas Károly" Tudományos Ülésszak (Budapest, 2007. november 7-8.) pp. 322-323.

Ács, T., Péntzes, B., **Mándoki Z.** and Fail, J. (2003): Tök- és uborkafélék rezisztenciája a *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White, 1919, Chitwood, 1949) fajjal szemben. The resistance of cucurbitaceous plants against *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White, 1919, Chitwood, 1949). "Lippay János-Vas Károly" Tudományos Ülésszak előadásainak és poszttereinek összefoglalója, (Budapest, 2003. november 6-7.) pp. 400-401.

Nemzetközi konferencia kiadvány:

Ács, T., Péntzes, B., **Mándoki Z.**, Ruthner, Sz. and Fail, J.(2004): The susceptibility of pepper lines and varieties to *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White, 1919) Chitwood, 1949. International Conference on Horticulture Post-Graduate Study System and Conditions in Europe, Proceedings of Abstracts, (Lednice, Check Republic, 16-19. November, 2004.) p. 8.

Ács, T., Péntzes, B., **Mándoki Z.** and Fail, J. (2003): The resistance of vegetable plants against *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White, 1919, Chitwood, 1949). 4th International Conference of PhD students, University of Miskolc, Hungary, 11-17. August 2003, pp. 169-173.