Budapesti Corvinus Egyetem
Kertészettudományi Kar
Rovartani Tanszék

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

A kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg (*Meloidogyne incognita* CHITWOOD, 1949) elleni környezetkímélő védekezés lehetőségei a zöldséghajtatásban

Írta
Mándoki Zoltán

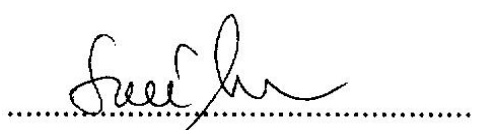
Témavezető:
Dr. Haltrich Attila CSc
egyetemi docens

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, Gyümölcstermő Növények Tanszék
Témavezető:	Dr. Hatrich 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 átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés védési eljárásra bocsátható.



Dr. Tóth Magdolna
Az iskolavezető jóváhagyása

Dr. Haltrich Attila
A témavezető jóváhagyása

A Budapesti Corvinus Egyetem Élettudományi Területi Doktori Tanácsának 2012. október 2-i határozatában a nyilvános vita lefolytatására az alábbi bíráló Bizottságot jelölte ki:

BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG:

Elnöke:

Balázs Sándor, MHAS

Tagjai:

Palkovics László, DSc
Terbe István, DSc
Tóth Ferenc, PhD

Opponensei:

Jenser Gábor, DSc
Budai Csaba, PhD

Titkár:

Szabó Árpád, PhD

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS 2

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS 4

2.1. A *Meloidogyne incognita* [(Kofoid et White, 1919) Chitwood, 1949] hazai jelentősége, kártétele 4
2.2. A *Meloidogyne incognita* elleni környezetkímélő védekezés lehetőségei 7
2.2.1. A növényi rezisztencián alapuló védekezési lehetőségek 7
2.2.1.1. A rezisztencia fogalma, értelmezése 7
2.2.1.2. A rezisztencia mechanizmusa 8
2.2.1.3. A rezisztencia vizsgálati módszerei 8
2.2.1.4. *Meloidogyne incognita* rezisztens paprikafajták kutatása 11
2.2.1.5. A paprika oltása gyökérgubacs-fonálféreg rezisztens alanyokra 15
2.2.1.6. *Meloidogyne* rezisztens kabakosok kutatása 16
2.2.1.7. A rezisztencia hőmérséklet függése paprika növényekben 19
2.2.2. Biológiai védekezés a *Meloidogyne* fajok ellen baktériumokkal és gombákkal 19
2.2.3. Növényi eredetű készítmények és kivonatok hatása a gyökérgubacs-fonálférgekre (*Meloidogyne* spp.) 23
2.2.4. Elővetemények, zöldtrágyanövények és a köztestermesztés hatása a gyökérgubacs-fonálférgekre (*Meloidogyne* spp.) 26
2.3. A paprika csúcsrothadásos betegségének lehetséges okai 30

3. ANYAG ÉS MÓDSZER 32

3.1. Rezisztencia vizsgálatok 32
3.1.1. Paprika fajták és nemesítési vonalak ellenállóságának vizsgálata a *Meloidogyne incognita* fajjal szemben 32
3.1.2. Potenciális dinnye alanyok ellenállóságának vizsgálata a *Meloidogyne incognita* fajjal szemben 36
3.2. *Meloidogyne incognita* rezisztens alanyra oltott és saját gyökerű rezisztens paprikafajtákkal végzett vizsgálatok hideghajtatásban 39
3.3. A vizsgálatokhoz használt gyökérgubacs-fonálféreg faj azonosítása 41
3.3.1. Morfológiai azonosítás 41
3.3.2. A vizsgálatokban használt gyökérgubacs-fonálféreg faj azonosítása PCR-technikával 42

4. EREDMÉNYEK 43

4.1. Rezisztencia vizsgálatok 43
4.1.1. Paprika fajták és nemesítési vonalak ellenállósága a *Meloidogyne incognita* fajjal szemben 43
4.1.2. Potenciális dinnye alanyok ellenállósága a *Meloidogyne incognita* fajjal szemben 49
4.2. Növényi rezisztencián alapuló védekezés a *Meloidogyne incognita* ellen paprikahajtatásban 56
4.2.1. *Meloidogyne incognita* rezisztens paprikafajta és rezisztens alanyra történő oltás hatása a paprika termésmennyiségére és minőségére 56
4.2.2. *Meloidogyne incognita* rezisztens paprikafajta és rezisztens alanyra történő oltás hatása a paprika csúcsrothadásos betegségére 69
4.3. Új tudományos eredmények 72

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK 73

5.1. Paprika fajták és nemesítési vonalak ellenállósága a *Meloidogyne incognita* fajjal szemben 73
5.2. Potenciális dinnye alanyok ellenállósága a *Meloidogyne incognita* fajjal szemben 74
5.3. Meloidogyne incognita elleni védekezés rezisztens alanyokra történő oltással és ellenálló fajta használatával 76
5.4. *Meloidogyne incognita* rezisztens paprikafajta és rezisztens alanyra történő oltás hatása a paprika csúcsrothadásos betegségére 77

6. ÖSSZEFOGLALÁS 78

7. SUMMARY 80

8. IRODALOMJEGYZÉK 82

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS 95

1. BEVEZETÉS és CÉLKITŰZÉS

A talajon történő zöldséghajtatásban a legnagyobb növényegészségügyi problémát a talajban jelen levő kórokozók és kártevők okozzák, köztük 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). Saját megfigyeléseink alapján a fűtetlen növényházakban évről évre számottevő károsodás nélkül áttelel, és egyre súlyosbodó problémákat okoz. A metil-bromidos gázosítás 2005. január 1-e után nem használható talajfertőtlenítésre, az egyéb növényvédő szeres védekezési módok igen költségesek, a környezetre és a felhasználóra nézve veszélyesek lehetnek, és hatékonyságuk sem tökéletes. A gyökérgubacs-fonálférgek elleni védekezés nélkül gazdaságos zöldségtermesztés nem lehetséges, ezért új, környezetbarát védekezési alternatívák fejlesztése szükséges. A talaj nélküli termesztés a gyökérgubacs-fonálféreg mellett más, talaj eredetű növényvédelmi probléma ellen is hatékony eljárás, azonban e fejlett, jelentős beruházást igénylő technológia a fűtetlen növényházakban nem gazdaságos. A melegigényes fonálférgek rendkívül széles tápnövénykörük miatt a kora tavaszi rövid tenyészidejű kultúrák (fejes saláta, hónapos retek) kivételével szinte minden hajtatott növényen súlyos kártétel alakul ki, ezért a kultúraváltás nem megoldás a kártevő ellen. Környezetkímélő, kemikáliamentes, 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 előállítása hatékony és környezetbarát alternatívát kínál a paprikahajtatásban is (Thies és Fery, 2003; Oka et al., 2004). Az oltás ugyan költséges eljárás, de megoldást jelenthet, 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. A kultúrák növényházba kerülésével új károsítók megjelenésével kell számolnunk. Az utóbbi években sárgadinnye hajtató felületünk növekedett, ezáltal a kertészek egyre gyakrabban szembesülnek a növényházak talajában elszaporodott melegigényes gyökérgubacs-fonálférgek 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 Dél-Koreában termesztett sárgadinnye mintegy 90 %-a oltott, míg Japánban ez az arány kb. 50 % (Lee és Oda, 2003). Az oltás oka a sárgadinnye termesztésben szabadföldön nem elsősorban a gyökérgubacs-fonálféreg ellenállóság, hanem az időjárás okozta stresszeknek (kiültetés utáni hideg, nyári meleg, aszály) való ellenállóság növelése (Balázs, 2008). A növényházi termesztés során gyakran jelentkező gyökérgubacs-fonálféreg kártétel miatt célszerű a jelenleg használatos és potenciális dinnye alanyok *Meloidogyne incognita* ellenállóságának vizsgálata. Bár Magyarországon görögdinnye termesztés során eddig nincs tudomásunk súlyos gyökérgubacs-fonálféreg kártételről, de melegedő klíma miatt számítani kell a behurcolt *Meloidogyne* fajok egyre nagyobb mértékű szabadföldi áttelelésére, kártételére. Mivel a görögdinnye kedvelt tápnövénye a *M. incognita* fajnak, és melegebb klímájú területeken jelenleg is nagy terméskiesést okoz (Thies és Levi, 2003), 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 hideghajtatásban
- Hogyan befolyásolja a kalciumhiányos bogyótünetek megjelenését a *M. incognita* elleni növényi rezisztencia paprikában
- A jelenlegi, és további potenciális dinnye alanyok *M. incognita* fonálféreg ellenállóságának vizsgálatát.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A *Meloidogyne incognita* [(Kofoid et White, 1919) Chitwood, 1949] hazai jelentősége, kártétele

Magyarországon jelenlegi tudomásunk szerint 6 *Meloidogyne* génuszba tartozó faj található meg (Amin, 1994). Husz 1941-ben a *Meloidogyne* fajok kártételét még *Heterodera marioni* fajnak tulajdonította, ami azzal magyarázható, hogy 1949-ig a gyökérgubacs-fonálférgeket egy fajnak tekintették, utolsó elfogadott tudományos neve *Heterodera marioni* volt, míg Chitwood 1949-ben leírt öt különböző fajt, amelyeket leválasztott a *Heterodera* génuszról, és a *Meloidogyne* génuszba sorolta (Christie, 1959). A *Meloidogyne incognita* hazai előfordulását Andrássy (1958) mutatta ki. Jávor (1974) már gyakori, elterjedt kártevőként említi. Dabaj et al. (1994) felmérése szerint növényházi körülmények között a legelterjedtebb kártevő gyökérgubacs-fonálféreg faj hazánkban a *Meloidogyne incognita* [(Kofoid et White, 1919) Chitwood, 1949], amely súlyos károkat okoz a legtöbb hajtatott zöldségfélén és dísznövényeken. A fajnak közel 700 egy- és kétszikű tápnövénye van (Karssen és van Hoenselaar, 1998). Hazánkban a legsúlyosabb károkat a paprikán, paradicsomon, uborkán és sárgadinnyén okozza. Amennyiben a palántanevelés *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajon történik, szabadföldön is súlyos termésveszteséget (**1. és 2. ábra**) okoz (Pénzes, 1997).

1. ábra: Az egészséges és a palántakorban fertőzött (balra) fűszerpaprika (Fotó: Pénzes B.)

2. ábra: *M. incognita* által súlyosan károsított fűszerpaprika állomány (Fotó: Pénzes B.)

A gyökereken a fonálféreg fertőzés hatására létrejött tünetek többek között a gazdanövénytől és a károsító fonálféreg fajtól függenek (Jepson, 1987). A *Meloidogyne incognita* a paprika gyökerén gyöngyfüzérszerűen megvastagodott apró gubacsokat képez, míg paradicsomon, uborkán, dinnyén szinte csicsókára emlékeztetően gubacsosodik a gyökérzet. A gubacsokban több nőstény található beágyazva (**3. ábra**). Az állatok szívogatása során képződött gubacsok gátolják a víz- és tápanyagszállítást, melynek következtében a növények lankadnak, hervadnak, hiánytünetek jelentkeznek rajtuk. Ez növekedésbeli visszamaradást, rossz kötődést, termésmennyiség csökkenését, illetve súlyos esetben a növények pusztulását eredményezi (**4. ábra**) (Andrássy és Farkas, 1988).

3. ábra: Gyöngyfüzérszerűen megvastagodott gubacsok paprika gyökerén (Fotó: Pénzes B.)

4. ábra: *Meloidogyne incognita* által súlyosan károsított 'Blondy ' paprikafajta (Fotó: Pénzes B.)

2.2. A *Meloidogyne incognita* elleni környezetkímélő védekezés lehetőségei

2.2.1. A növényi rezisztencián alapuló védekezési lehetőségek

2.2.1.1. A rezisztencia fogalma, értelmezése

Fassuliotis (1979) a növényeket gyökérgubacs-fonálféreg ellenállóság szempontjából az alábbiak szerint csoportosítja:

- immunis: az a növény, amely képes a fertőzést megakadályozni, tünetek nem jelennek meg rajta (abszolút rezisztencia)

- fogékony: az a növény, amely képtelen ellenállni a fertőzésnek, és a kártevőt teljes biológiai potenciáljában engedi kifejlődni

- rezisztens: az a növény, amelybe képes behatolni a kártevő, de a növény képes megakadályozni vagy korlátozni annak kifejődését

- toleráns: az a növény, amely képes elviselni a fertőzést észlelhető kártétel nélkül.

Taylor és Sasser (1978) szerint sok fokozata van a fogékonyságnak.

- Fogékony az a növény, amelybe a behatoló lárvák nagy százaléka kifejlődik és tojászsákot képez (nagyon fogékony és mérsékelten fogékony).

- Rezisztens: Azok a növények, amelyeken a „mérsékelten fogékony" kategóriánál kisebb arányban fejődnek ki a lárvák:

  - nagyon rezisztens növény, amelyen a fogékonyhoz képest az állatok kevesebb, mint 2 %-a fejlődik ki

- mérsékelten rezisztens növény, amelyen a fogékonyhoz képest az állatok 10-20 %-a fejlődik ki

- gyengén rezisztens növény, amelyen a fogékonyhoz képest az állatok legfeljebb 50 %-a fejlődik ki.

2.2.1.2. A rezisztencia mechanizmusa

Christie (1959) szerint a rezisztencia oka lehet, hogy a lárvák képtelenek a gyökérbe behatolni, vagy behatolás után nem tudnak kifejlődni. Ha a behantolás után az óriássejtek nem, vagy túl lassan alakulnak ki, a lárvák elpusztulnak.

Fassuliotis (1979) két alapvető rezisztencia típust különböztet meg. Az egyik típus a preinfekcionális (passzív) rezisztencia, amikor a fonálféreg be sem hatol a gyökérbe, aminek oka, hogy olyan gyökérváladékot választ ki a növény, ami a fonálféregre repellens, illetve toxikus. Ez a rezisztencia típus mindig csak egy adott faj ellen működik. A posztinfekcionális (aktív) rezisztencia esetén a fonálféreg behatol a növényi szövetekbe. A rezisztencia következtében a lárva nem fejlődik adulttá, az életciklusa meghosszabbodik, vagy az ivararányt oly módon változtatja meg a gazdanövény, hogy a hímek kerülnek jelentős túlsúlyba. Előfordul, hogy az inváziós lárvák néhány napon belül elhagyják a rezisztens növény gyökerét. A leggyakoribb rezisztencia kiváltó ok a hiperszenzitív reakció, amikor a megtámadott sejtekkel együtt a behatolt lárva is elpusztul. Ennek következtében akár jelentős gyökérfelület is elpusztulhat, amely később regenerálódik.

Andrássy és Farkas (1988) szerint a rezisztencia első jele, hogy a lárvák behatolásának közvetlen környezetében lévő sejtek gyorsan nekrotizálódnak, így a fonálférgek számára létfontosságú sejtek nem tudnak képződni, ezért a gyökérbe behatolt lárva elpusztul.

2.2.1.3. A rezisztencia vizsgálati módszerei

A rezisztencia vizsgálatára többféle módszert fejlesztettek ki. A hagyományos vizsgálati módszer esetén a növényeket fonálféreggel erősen fertőzött talajban nevelik. A magokat vethetik fertőzött földbe, vagy steril közegbe, ahonnan fertőzött talajba tűzdelik, vagy mesterségesen fertőzik. A vizsgált tételek között lennie kell fogékony kontroll fajtának is. 3-8 héttel a fertőzés után, mikor a gubacsok jól kifejlődtek, a növények a fertőződés mértéke alapján csoportosíthatók (Medina-Filho és Stevens, 1980). A rezisztencia mértéke megállapítható a gubacsok, a tojászsákok, illetve a gyökereken képződött tojások száma alapján, illetve a gyökérzet gubacsokkal történő fedettsége alapján is (Hussey és Janssen, 2002).

Fassuliotis (1967) szerint a legjobban az egységnyi gyökértömegre eső nőstények száma adja meg a fogékonyság mértékét.

Taylor és Sasser (1978) a gubacsok, illetve tojászsákok számának meghatározása után a növényegyedeket az **1. táblázat** alapján indexálja. Amennyiben az adott fajta egyedeinek átlagos indexe nem haladja meg a 2-es értéket, a fajta rezisztensnek tekinthető, amennyiben a fogékony kontroll indexe átlagosan meghaladja a 4-es értéket. A 2-es indexnél nagyobb értéket kapott fajtákat fogékonynak javasolt tekinteni. A gubacsok és a tojászsákok alapján kapott indexek a legtöbb esetben hasonlóak, azonban ha a tojászsák index kisebb a gubacs indexnél, a tojászsák index a mérvadó, hiszen a fogékonyságot a szaporodó képesség alapján mérjük.

1. táblázat: A Taylor és Sasser (1985) által javasolt gubacs-tojászsák indexek és jelentésük

Index	Jelentés
0	nincs gubacs vagy tojászsák
1	1-2 gubacs vagy tojászsák
2	3-10 gubacs vagy tojászsák
3	11-30 gubacs vagy tojászsák
4	31-100 gubacs vagy tojászsák
5	100-nál több gubacs vagy tojászsák

Hemeng (1985) a Taylor és Sasser (1978) által megállapított gubacs-tojászsák indexek mellé a **2 táblázat**ba foglalt rezisztencia fokokat rendeli.

2. táblázat: A gubacs/tojászsák indexekhez tartozó rezisztencia fokok Hemeng (1989) szerint

Index	Jelentés	rezisztencia foka
0	nincs gubacs vagy tojászsák	egészséges (He.)
1	1-2 gubacs vagy tojászsák	nagyon rezisztens (H. R.)
2	3-10 gubacs vagy tojászsák	rezisztens (R.)
3	11-30 gubacs vagy tojászsák	mérsékelten rezisztens (M.R.)
4	31-100 gubacs vagy tojászsák	fogékony (S.)
5	100-nál több gubacs vagy tojászsák	nagyon fogékony (H. S.)

Zeck (1971) 10-es értékelésű bonitálási skálát használ, amely a fertőzés erősségét fejezi ki (**3. táblázat**).

3. táblázat: A Zeck (1971) által használt bonitálási skála értékeinek jelentése

A gyökéren tapasztalható tünet	skálaérték
egészséges növény	0
nehezen megállapítható apró gubacs	1
nehezen megállapítható apró gubacsok	2
sok kis gubacs, némelyik sorozatban	3
egy-egy nagy gubacs, de a gyökérzet ép	4
a gyökérzet 25 %-a funkcióképtelen	5
a gyökérzet 50 %-a funkcióképtelen	6
a gyökérzet 75 %-a funkcióképtelen	7
a gyökérzet 100 %-a funkcióképtelen	8
a gyökér elrothadt, a növény pusztulófélben	9
a gyökérzet és a növény elpusztult	10

Hussey és Janssen (2002) hasonlóképpen a gyökerek gubacsokkal való borítottsága alapján, ötös skálán javasolja a fertőzés értékelését, a skálaértékeket a gyökerek gubacsokkal való borítottságának százalékos arányában adja meg (**4. táblázat**).

4. táblázat: A fertőzöttség értékelése a gyökerek gubacsokkal történő borítottsága alapján (Hussey és Janssen, 2002)

Index	Jelentés
0	nincs gubacs
1	enyhe fertőzés, kevés kis gubacs
2	a gyökerek <25%-át gubacsok borítják
3	a gyökerek 25-50%- át gubacsok borítják
4	a gyökerek 51-75%- át gubacsok borítják
5	a gyökerek >75%- át gubacsok borítják

2.2.1.4. *Meloidogyne incognita* rezisztens paprikafajták kutatása

A rezisztenciakutatás a paprikánál (*Capsicum* spp.) már több mint fél évszázada megkezdődött. Martin (1948) gyökérgubacs-fonálféreggel (faji hovatartozás nem ismert) szemben rezisztens Cayenne-típusú (piros, hegyes chili paprika) paprikákat szelektált, melynek eredményeképpen a 'Carolina Hot' 1958-ben forgalomba került. Hare (1956) 162 *C. frutescens* fajtát illetve vonalat tesztelt a *M. incognita acrita* ellen. Vizsgálataiban 4 fűszerpaprika-fajta rezisztensnek bizonyult. A *C. frutescens* 'Santanka xS' vonalnál 3 fajjal (*M. incognita, M. javanica* és *M. arenaria*) szemben rezisztenciáért felelős domináns gént (*N*) talált (Hare, 1957). A pimiento (cseresznyepaprika)-típusú 'Mississippi Nemaheart'-ot 1966-ban hozta forgalomba.
Di Vito és Saccardo (1986) vizsgálataiban a P.I. 159237 és P.I. 159256 *C. annuum* vonalakat rezisztensnek találta, de e vonalak 'Corno di Toro' fajtával képzett hibridjei fogékonyak voltak a *M. incognita* 1-es rasszával szemben. A *C. chinense* 'Surrinam-8'és a *C. frutescens* 'Tabasco' fajták magas rezisztenciát mutattak. Később Magyarországról származó mintákból 4 *C. chacoense*, 17 *C. chinense*, és 6 *C. frutescens* vonal bizonyult rezisztensnek a *M. incognita* fajjal szemben, de ezek közül csak 2 volt ellenálló a *M. hapla* fajjal szemben is. A *C. baccatum* vonalak kivétel nélkül fogékonyak voltak a vizsgált fonálféreg-fajokra (Di Vito et al.1989). Későbbi vizsgálatai ezt alátámasztották, a *Capsicum chacoense*, *C. chinense*, és a *C. frutescens* egyes vonalainál talált rezisztenciát különböző gyökérgubacs-fonálféreg fajokkal szemben (*M. arenaria*, *M. incognita* és *M. javanica*), ugyanakkor a *C. baccatum és C. pendulum* vizsgálataiban fogékonynak bizonyult. Megállapította, hogy a rezisztenciáért egy domináns gén felel, de a *C. chinense* esetén lehetséges két megduplázódott domináns gén (Di Vito et al. 1992). Később beszámol arról, hogy több mint 50 új nemesítési vonalat hoztak létre, melyek rezisztensek a *M. incognita*, *M. arenaria* és *M. javanica* fajokkal szemben (Di Vito és Saccardo, 1996). Termesztési kísérletben az újonnan létrehozott nemesítési vonalak *M. javanica* fajjal súlyosan fertőzött talajon 35-55 %-kal többet teremtek, mint a fogékony szülő fajták (Di Vito et al. 1993 cit. Di Vito és Saccardo, 1996).

Hendy et al. (1983) *C. annuum* vonalakat vizsgált, melyek közül a PM217 és PM687 vonalak rezisztensnek bizonyultak különböző gyökérgubacs-fonálféreg populációkkal szemben (*M. incognita, M. javanica és M. arenaria*). Később megvizsgálták (Hendy et al., 1985) a rezisztencia öröklődését a 2 vonalnál, melynek során a *Me1* és *Me2* nematóda rezisztencia-géneket találták a PM217, a *Me3* és *Me4* géneket a PM687 esetén. A *Me1* felelős a rezisztencia kialakításáért a *M. incognita, M. javanica* és *M. arenaria* fajokkal szemben, míg a *Me2* a *M. javanica* fajjal szemben alakít ki rezisztenciát. Az *Me3* gén felelős a rezisztencia kialakításáért a *M. arenaria*, *M. incognita* és *M. javanica* ellen, míg az *Me4* az *M. arenaria* Ain Toujdate

izolátumával szemben. Djian-Caporalino et al. (1999) az említett PM217 és PM687 vonalakon kívül a Criollo de Morelos 334 és Yolo NR vonalakat találta több fajjal szemben rezisztensnek.

Pandey és Trivedi (1990) indiai tájafajtákat vizsgált, a 10 fajtából csak a 'Pusa Jwala' fajta mutatott rezisztenciát, illetve két másik fajtánál mérsékel rezisztenciát állapított meg.

Khan (1990) 12 chili (*C. frutescens*) és 9 édes paprika (*C. annuum*) fajtát tesztelt a *M. ingognita* 1-es rasszával szemben, amelyeket Észak-Nigériában széleskörűen termesztenek. A chili fajták közül 5 rezisztens volt, az édes paprika fajták között csak toleránsakat talált (Canto-Saenz skála alapján), rezisztenst nem.

Kim és Lee (2001) Dél-Koreában a vizsgált 19 paprikafajtából hetet rezisztensnek talált a *M. incognita* fajjal szemben. Mind a 19 fajta rezisztens volt a *M. arenaria* fajra.

Magyarországon Amin (1994) a *C. annuum* 44 fajtáját vizsgálta, melyek közül 8 rezisztensnek bizonyult a *M. incognita* fajjal szemben. Budai et al. (1997) 10 fűszerpaprika-fajta és 5 csemegepaprika-fajta ellenállóságát vizsgálta a *M. incognita* fajjal szemben, és a 'Kalocsai merevszárú', illetve a 'Szegedi 80' fajtáknál rezisztenciát állapított meg.

Fery et al. (1986) egy, a fonálféreg-rezisztenciát tekintve heterogén 'Carolina Hot' populációból a *M. incognita* fajjal szemben rezisztens 'Carolina Cayenne' és 'Charleston Hot' fajtákat szelektálta. Zamora et al. (1994) a 'Carolina Cayenne' fajtát vizsgálta a *M. incognita* négy rasszával szemben, és megállapították, hogy valamennyi rasszal szemben rezisztens. Ugyanakkor a rezisztencia genetikai alapjairól nem közöltek adatokat. Fery és Dukes (1996) vizsgálatai során megállapította, hogy a 'Carolina Hot' rezisztenciáját a *M. incognita* fajjal szemben egy domináns és egy recesszív gén szabályozza. Ezzel szemben Souza-Sobrinho et al. (2002) monogénes rezisztenciát állapított meg a 'Carolina Cayenne' esetében. Az eltérést azzal magyarázza, hogy esetleg az ő *M. incognita* izolátumukkal szemben a recesszív gén hatástalan volt, illetve a porzó fajtaként használt 'Agronómico-8' fajtában ez a gén jelen van.

1997-ben hagyományos ismétlődő visszakeresztezéssel (hatszorosan) a 'Mississippi Nemaheart' fajtából a domináns N gént sikerült átvinni a 'Yolo Wonder B' és a 'Keystone Resistant Giant' fajtákba, így forgalomba hozták az első *M. incognita* rezisztens édes (blocky típusú) paprika fajtákat, 'Carolina Wonder'-t és a 'Charleston Belle'-t (Fery et al. 1998). Ezeket, és fogékony szüleiket vizsgálva a *M. arenaria, M. javanica* és *M. hapla* fajokkal szemben megállapították, hogy az N gén rezisztenciát okoz a *M. arenaria* és *M. javanica* fajok ellen is, de a *M. hapla* ellen nem működik (Thies és Fery, 2000).

E két rezisztens fajta, és a velük majdnem izogénes szülők ellenállóságát vizsgálták két szabadföldi kísérletben, ültetés előtt fertőzve *M. incognita* 3-as rasszával szemben. Az *N* rezisztenciagén hatékonyan működött mindkét rezisztens fajta esetén, bár charlestoni vizsgálatban a termésmennyiség szempontjából nem volt szignifikáns különbség a fajták között,

a blackville-i helyszínen a 'Charleston Belle' szignifikánsan többet termett (Thies et al. 2003). A rezisztens paprikafajták mind gazdasági, mind környezetvédelmi szempontból megfelelő alternatívái a metil-bromidos gázosításnak (Thies et al. 2002). Egy másik kísérletben Thies et al. (2004a) a csaknem izogénes rezisztens 'Charleston Belle' és fogékony 'Keystone Resistant Giant' fajtákat összehasonlítva megállapította, hogy a rezisztens fajta két különböző helyszínen (Blackville és Gainsville) 35, ill. 50 %-kal több termést adott.

Később a rezisztens 'Carolina Cayenne' paprikát hasonlította össze a fogékony 'Early Calwonder' és a 'PA136' fajtákkal. A rezisztens fajta 339 %-kal többet termett a szabadföldi vizsgálatban erősen fertőzött talajon (Thies et al. 2007). Egy újabb vizsgálatban két rezisztens fajtát ('Charleston Belle' és 'Carolina Wonder') és fogékony szüleiket ('Yolo Wonder B' és Keystone Resistant Giant') hasonlította össze szubtrópusi körülmények között a *M. ingognita* 4-es rasszával fertőzött talajban. A 2002 őszi vizsgálatban két rezisztens fajtán minimális gubacsosodást észleltek annak ellenére, hogy a talaj hőmérséklete 78 napon át meghaladta a 30 Celsius fokot. A fogékony fajták súlyos gubacsosodást mutattak. A rezisztens 'Charleston Belle' csaknem kétszer több termést hozott, és a termések tömege is 98,8 %-kal meghaladta a 'Keystone Resistant Giant' fajtáét. 2003 tavaszán a metil-bromiddal kezelt és kezeletlen talajokon vizsgálva ugyanezen fajtákat, a kezeletlen parcellákon az egységnyi gyökérre eső tojásszám szignifikánsan nagyobb volt a kezelt parcellákhoz képest a rezisztens fajták esetén is. Ennek ellenére ez biológiailag nem tekinthető szignifikánsnak, hiszen kevesebb, mint 400 tojás/gramm gyökér érték nagyon alacsony (fogékony fajta esetén 48, ill. 51 ezer tojás volt grammonként). A hőmérséklet 57 napon át haladta meg a 30 fokot, ennek ellenére a rezisztencia stabil volt Thies et al. (2008a).

Piedra Buena et al. (2006) Cuarentino paprikát (uruguayi tájfajta) vizsgálta 37spanyol és 11 uruguayi *M. incognita* populációval szemben, amely az izolátumok 18,2 %-ával szemben rezisztenciát mutatott. Az olyan izolátumok, amelyek képesek voltak megfertőzni az N gént hordozó paprikát, és a Cuarentino-t nem, jelzik, hogy a rezisztenciát több gén befolyásolhatja. Ez alapján javasolja a Cuarentino-t, mint rezisztenciaforrást a paprikanemesítők részére.

Castagnone-Sereno et al (2001) azt vizsgálta, hogy melyik Mi gén virulens izolátum képes áttörni az Me1 ill. Me3 gének rezisztenciáját. Az Me1 génes fajtát (HDA330) nem volt képes egy izolátum sem fertőzni, míg az Me3 gén rezisztenciáját (HDA 149) egy *M. arenaria*, és két *M. incognita* izolátum képes volt áttörni.

Robertson et al. (2006) 136 *Meloidogyne* populációt vizsgált Spanyolország és Uruguay különböző régióiból, és ezeknek a virulenciáját vizsgálta rezisztens és fogékony paprika és paradicsom fajtákon, illetve dohányon és gyapoton. A vizsgált *M.* hapla populációk mindegyike, mintegy 37 *M. incognita*, és egy *M. arenaria* populáció képes volt kifejlődni és táplálkozni a

rezisztens paprikafajtákon is, de a 37 populációból csak 20 fertőzte a rezisztens paradicsomfajtát is.

Fery és Thies (1996) 59 *C. chinense* tétel vizsgálata során 3-at talált, mely a *M. incognita* fajjal szemben rezisztens volt (PA-353, PA-398, PA-426). Kimutatták, hogy a rezisztenciáért a *C. annuum* vonalakhoz hasonlóan egy domináns gén a felelős. Az allél teszt alapján arra a következetésre jutottak, hogy ez a gén ugyanaz a domináns *(N)* gén, amely a rezisztenciáért felelős a 'Carolina Cayenne' fajtában (Fery és Thies 1998). Ezeknek a rezisztens vonalaknak fogékony fajtával történő keresztezés utáni hibridjei a rezisztens szülővel azonos mértékű rezisztenciát mutattak, az F2 generáció 3:1 (rezisztens : fogékony) arányban hasadt. Az F1xPA-426 egyedek kivétel nélkül rezisztensek voltak, míg az F1xfogékony fajta visszakeresztezés utódai 1:1 arányban hasadtak (Fery és Thies, 2000). Megvizsgálva ezeket a fajtákat a *M. arenaria, M. javanica* és *M. hapla* fajokkal szemben megállapították, hogy a rezisztens *C. annuum* vonalakhoz hasonlóan ezek is rezisztensek a *M. arenaria* és *M. javanica* fajjal szemben is, de a *M. hapla* fajra fogékonyak (Thies és Fery, 2001). 2006 januárjában az USDA egy új, *M. incognita*, *M. arenaria*, és *M. javanica* rezisztens havannai (habanero) típusú narancssárga termésű (*Capsicum chinense*) paprika fajtát hozott forgalomba 'TigerPaw-NR' néven. A chili alapanyagként felhasznált kínai paprikafajták között korábban nem állt rendelkezésre gyökérgubacs-fonálféreg rezisztens fajta. Szülei a rezisztens PA-426 és a fogékony PA-350 (Fery és Thies, 2007). A piros termésű PA-559 egy újabb nemesítésű, rezisztenciagénjét tekintve homozigóta domináns chili paprika fajta, amely szintén alkalmas termesztésre (Fery és Thies, 2008)

Thies et al. (2008b) öt paprika fajtát és talajkezeléseket hasonlított össze *Meloidogyne* fajok, valamint gyökérbetegségek elleni védekezés szempontjából. A metil-bromiddal kezelt talajon mindegyik paprika egészségesen fejlődött, a kezeletlen területeken a 'Paladin', a 'Keystone Resistant Giant' és a 'Jupiter' érzékeny volt, a 'Charleston Belle' és a CM-334 serrano (chili) paprika magas rezisztenciát mutatott a *M. incognita* fajjal szemben.

Chen et al. (2007) 5 paprikafajtát tesztelt, ezekből csak a 'PR 205' fajta mutatott rezisztenciát. Az ebben a fajtában található *CaMi*-nek nevezett rezisztenciagént klónozták, és vitték át fogékony paradicsomfajtákba, amelyekben a rezisztencia megjelent, sőt öröklődött is.

Piedra Buena et al. (2005) 33 uruguayi *M. incognita* populációt vizsgált, hogy megállapítsa a monokultúra illetve vetésforgó hatását a populációk fertőzőképességére rezisztens paprika és paradicsomfajtákon. A minták 36 %-a volt virulens rezisztens paradicsomon és paprikán egyaránt, 33,3% csak paradicsomon, paprikán nem, 6,1 % csak paprikán, és 24,2 % sem a paprikát, sem a paradicsomot nem fertőzte. Megállapította, hogy pozitív összefüggés van a monokultúra és a rezisztenciát áttörni képes populációk között.

2.2.1.5. A paprika oltása gyökérgubacs-fonálféreg rezisztens alanyokra

Paprika esetén az oltás alkalmazásáról kevés adat áll rendelkezésre. Dél-Koreában és Japánban a talaj eredetű növényegészségügyi problémák ellen a legelterjedtebb védekezési módszer az oltás uborka, padlizsán, sárgadinnye, görögdinnye és paradicsom esetén, ám a paprikáról nem tesz említést (Lee, 2003). Lee és Oda (2003) az oltott paprika termesztéséről, mint a Koreai Köztársaságban nem rég bevezetésre került eljárásról beszél. Adataik szerint mindössze a növények öt százaléka oltott. Az oltás célja a fitoftórás betegség megelőzése, a gyökérgubacs-fonálférgekről, illetve ezekre a kártevőkre rezisztens alanyokról nem tesznek említést.

Oka et al. (2004) kísérleteiben számos alanyt illetve nemes fajták rezisztenciáját vizsgálta először fitotronban, 1500 lárvával fertőzve. A tojások száma alapján a 'Charleston Belle' és a 'Carolina Wonder' fajták a kontroll fajtával azonos módon fogékonyak voltak a *M. incognita* 2-es rasszával szemben, a 'Carolina Cayenne' rezisztens volt. Rezisztenciát mutatott a *C. annuum* 'AR 96023' illetve a 'Snooker' alanyfajta is, valamit a *C. frutescens* és a *C. chacoense* vonalak. A 'Celica' fajtát az 'AR 96023'alanyra oltva fertőzött talajon kétszer annyit termett, mint a saját gyökerű, ugyanitt a 'Snooker' alanyfajta gyökere is károsodott, és a rá oltott fajta nem hozott jelentős terméstöbbletet sem a saját gyökerűhöz képest. Megállapították, hogy a 'Snooker' fajta gubacsosodását ebben az esetben a magas hőmérséklet okozhatta. Ebből arra következtettek, hogy az 'AR 96023' fajta rezisztenciája magas hőmérsékleten is stabil. Felhívja továbbá arra a figyelmet, hogy eredményei alapján néhány oltási kombináció esetén a termés mennyisége csökkenhet a saját gyökerű fajtához képest.

Morra és Bilotto (2006) 3 alanyfajtát próbált ki ('Graffito', a 'Gc1002' és az 'Arenaria',) melyekről azt vélték, hogy rezisztensek *M. incognita* ellen. 2002. évi vizsgálataikban két nemest oltottak ezekre az alanyokra, de nem volt különbség az oltott és oltatlan növények között, kivéve 'Arenaria' alanyon, amely gyenge növekedést mutatott. 2004-es kísérletükben, erősebb fertőzés mellett a 'Graffito' alanyra oltott fajta a jól fejlődött, mind a 'Gc1002' alanyra oltott, mind a saját gyökerű fajtánál szignifikánsan többet termett, és gyökerein is kevesebb gubacs volt található. Ennek alapján a 'Graffito' fajtát kiemelkedően toleránsnak tartja és javasolja alanyként való használatát *M. incognita* fajjal fertőzött talajon.

Bausher et al. (2007) öt rezisztens paprikafajtát használt vizsgálataiban alanyként, illetve négy fogékony fajtát kontrollként, amelyeket mesterségesen fertőzött *M. incognita* lárvákkal. Nemesként az 'Aristotle' fajtát használta, amelyet vizsgált önmagára oltva és saját gyökerén is. Megállapította, hogy az alanyként használt fajták megőrzik rezisztenciájukat az oltás után is. Az

önmagára oltott nemes gyökere nagyobb károsodást mutatott a saját gyökerűnél, amiből arra a következtésre jutott, hogy az oltás okozta stressz tette fogékonyabbá.

Colla et al. (2008) öt alanyfajta hatását vizsgálta két nemessel szemben a növénymagasságot, a termés mennyiségét és minőségét tekintve. Minden vizsgált alanyfajta ('RX600', '97.9001', 'DRO8801', 'Snooker', 'Tresor') szignifikánsan növelte a növénymagasságot, és a „piacos" termés mennyiségét is, mindkét nemes esetén.

2.2.1.6. *Meloidogyne* rezisztens kabakosok kutatása

A sárgadinnye egyike a fonálférgekre legfogékonyabb zöldségnövényeknek (Di Vito et al., 1983). Thomason és McKinney (1959) 34 sárgadinnye fajta gyökérgubacs-fonálféreg érzékenységét vizsgálta, de nem talált rezisztens fajtát. Ploeg és Phillips (2001) a *M. incognita* kártételét vizsgálta sárgadinnyén. Megállapították, hogy a sárgadinnye igen gyengén tolerálja a kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg kártételét, jelentős termésveszteséget okoz.

Zhang et al. (1989) felmérései alapján Kína bizonyos tartományaiban a görögdinnye termesztésben komoly problémát okoznak a melegigényes gyökérgubacs-fonálféreg fajok. Rezisztencia tesztjeiben a 'Mexico- 74' és a 'Chrimson Sweet' fajta magas rezisztenciát mutatott. Montalvo és Esnard (1994) 10 görögdinnyefajta érzékenységét tesztelte a *M. incognita* puerto ricói populációjával szemben. Megállapították, hogy az összes vizsgált fajta fogékony a kártevőre, de a fajták között a fogékonyság mértékében különbségek vannak. Legkevésbé érzékeny a 'Sugar Baby' fajta, a legtöbb gubacs a 'Charleston Gray' fajtán képződött. Thies és Levi (2003) szerint a melegigényes fonálféreg fajok az USA-ban és világszerte jelentős terméskiesést okoznak a görögdinnye termesztésben. 21 *Citrullus colocynthis*, 88 *Citrullus lanatus* var. *citroides*, és 156 *C. lanatus* var. *lanatus* vonalat vizsgáltak a *Meloidogyne arenaria* 1-es rasszával szemben. A *C. colocynthis* vonalak mind nagyon fogékonyak voltak, a *C. lanatus* var. *lanatus* vonalak közül egy mutatott nagyon alacsony rezisztenciát. 20 *C. lanatus* var. *citroides* tétel közepesen rezisztensnek bizonyult. Xing et al. (2006) előzőleg metil-bromiddal fertőtlenített talajt fertőzött különböző mennyiségű *Meloidogyne incognita* tojással, majd ebbe ültetett görögdinnyét. Megállapította, hogy a fertőzés erősségétől függően a görögdinnye biomasszája csökkent. Davis (2007) a 'Cooperstown' fajta termésmennyiségét hasonlította össze metil-bromiddal kezelt és kezeletlen talajon. Megállapította, hogy a kezelt területen az összes terméstömeg szignifikánsan, 30, illetve 24 %-kal több volt, mint a kezeletlen parcellákon. Hasonlókat tapasztalt a termés darabszáma esetén is. A gyökerek a kezeletlen talajon súlyosan károsodtak.

Az alanyként használt növényeknél, a talajlakó károsítókkal szembeni ellenálló képességük mellett fontos, hogy az oltott növény termésének paramétereire, valamint a környezeti tényezőkkel szembeni tűrőképességére is pozitív hatással legyenek. Chouka et al. (1999) az oltás hatásait vizsgálta a görögdinnye vegetatív és generatív fejlődésére, különböző alanyokra oltva. Az 'RS841' (*Cucurbita maxima* X *Cucurbita pepo*) interspecifikus fajta alanyként pozitív hatással volt a görögdinnye mind vegetatív, mind generatív fejlődésére. Sigüenza et al. (2005) 'Durango' sárgadinnyefajtát oltott *C. moschata* és *C. metuliferus* alanyra. Mindkét alany fertőződött, de kevésbé, mint a kontroll fajta. Az oltott növények hajtástömege szignifikánsan nagyobb volt.

Thies et al (2010) *Lagenaria siceraria* (lopótök) fajtákat, *Citrullus lanatus* var. *citroides* (vad dinnye) vonalakat és *C. maxima* X *C. moschata* 'Strongtosa' hibridet tesztelte görögdinnye alanyként, *M. incognita* elleni védekezés céljából. A fertőzésre legfogékonyabb a 'Strongtosa' interspecifikus alany volt, erősebben fertőződött a kontroll görögdinnye fajtáknál. A *Lagenaria* alanyok szintén erősebben fertőződtek, mint a kontroll fajta, a kontrollal azonos volt a fertőzés mértéke a *C. lanatus* var *citroides* 'Oyakkio' fajta esetén. A diploid nemes ('Fiesta') esetén a *C. lanatus* var. *citroides* alanyok jelentősen csökkentették a termés mennyiségét, aminek oka, hogy lecsökkent a nővirágok száma. A *Lagenaria* alanyok nem voltak negatív hatással a termésre. Triploid nemes esetén hasonló terméscsökkenés nem volt megfigyelhető a vad dinnye alanyokon, így a gyökérgubacs-fonálférgek elleni védekezésben ezeknek az alanyoknak fontos szerepe lehet.

Pofu et al. (2011) vad dinnye (*Cucumis africanus*) és vad uborka (*Cucumis myriocarpus*) fajokat használt görögdinnye fajták alanyául, *M. incognita* elleni védekezés céljából. Az alanyok jól ellenálltak a *M. incognita* 2-es rasszának, ennek ellenére az oltványok száraz tömegében és hajtáshosszában nem volt szignifikáns különbség.

A *Meloidogyne* fajokkal szemben ellenálló vad *Cucumis* fajok potenciális nemesítési alapanyagot jelentenek a rezisztencianemesítés számára. E fajok gyökérgubacs-fonálféreg fajokkal szembeni ellenállóságát számos kísérletben tesztelték

Fassuliotis (1967) 15 *Cucumis* faj ellenállóságát vizsgálta a *M. incognita acrita* fajjal szemben. A *C. ficifolius*-t, a *C. anguria*-t, a *C. metuliferus*-t, a *C. heptadactylus*-t és a *C. longipes*-t találta a legellenállóbbnak. Vizsgálata szerint kevésbé ellenálló fajok a *C. africanus,* a *C. myriocarpus,* a *C. zeyheri* és a *C. prophetarium*. Legfogékonyabbnak a *C. hardwickii,* a *C. sativus* és a *C. melo* fajokat találta. Később Fassuliotis (1970) a *C. melo, C. metuliferus,* és *C. ficifolius* rezisztenciáját vizsgálta, illetve a rezisztencia okait kutatta. A sárgadinnye gyökere súlyosan károsodott. Megállapította, hogy bár ugyanannyi L2 stádiumú lárva hatol be a gyökérbe, a rezisztens fajok gátolják a lárvák fejlődését, késleltetik a lárva-adult átalakulást, és

növelik a hímek arányát a populációban. Ezért a rezisztens fajokon szignifikánsan kevesebb gubacs alakul ki, mint a sárgadinnyén.

Jinfeng et al. (2001) a *Cucumis hystrix* fajt találta rezisztensnek a *M. incognita* fajjal szemben, és a rezisztenciát részben sikerült átvinni uborkába is.

Ács et al. (2002) megállapította, hogy az uborka alanyként használt *Sycios angulatus* és *Cucurbita ficifolia* fajokat károsítja a *M. incognita*. A *Cucurbita pepo* 'Alba', *Cucurbita maxima* 'Sárga óriás' és *Cucurbita moschata* 'Orange' fajtákat a rajtuk kialakult enyhébb fertőzés miatt potenciális uborka alanyként említi.

Shen et al. (2007) 444 fajtát vizsgált különféle Cucurbitaceae családba tartozó fajokból, amelyek közül 12 *Benincasa hispida* (viasztök) fajtát, 3 *Mormodica charantia* (keserű uborka), 7 *Luffa aegyptiaca* (szivacstök) és 5 *Citrullus lanatus* fajtát talált rezisztensnek.

Praaven és Gowda (2004) 7 *Cucumis anguria* fajtát vizsgált, minden fajta fogékonynak bizonyult (gubacs-index 3,5-5,0 között volt).

Walters et al. (1993) megállapította, hogy a *Cucumis metuliferus* rezisztens a *Meloidogyne incognita* 3. rasszával szemben.

Nugent és Dukes (1997) az általuk vizsgált *Cucumis* fajok közül a *Cucumis metuliferus* fajt találta a legellenállóbbnak, de megfigyeléseik szerint ez a faj sem immunis a kertészeti gyökérgubacs-fonálféreggel szemben. Walters et al. (1999) *Cucumis sativus var. sativus, Cucumis sativus var. hardwickii* és *Cucumis metuliferus* fajták ellenállóságát vizsgálta *Meloidogyne arenaria* 1. és 2. rasszával, *Meloidogyne incognita* 1. és 3. rasszával és *Meloidogyne hapla* populációival szemben, növényházi és szabadföldi körülmények között. A *C. metuliferus* fajtákat találták a legellenállóbbnak a gyökérgubacs-fonálférgekkel szemben, szabadföldi és növényházi körülmények között egyaránt.

A sárgadinnye és a rezisztens, vad *Cucumis* fajok életképes interspecifikus hibridjeinek előállítására irányuló kísérletek azonban mindezidáig nem jártak sikerrel (Chen and Adelberg, 2000).

Több fontos kertészeti növény esetében jelentős előrelépések történtek a fonálféreg ellenni rezisztencianemesítésben, de a sárgadinnye esetében érdemleges fejlődés nem említhető. Ugyanakkor a gyökérgubacs-fonálféreggel szemben ellenálló képességgel rendelkező nemesítési alapanyagok, alanyként használva, a fonálférgek elleni fitotechnikai védekezés alapjául szolgálhatnak.

2.2.1.7. A rezisztencia hőmérséklet függése paprika növényekben

A rezisztencia hőmérséklet függése jól ismert a paradicsom esetében. Kutatások bizonyítják, hogy az Mi-1 gén, amely a *M. incognita* elleni rezisztenciát adja, funkcióképtelenné válik 28 °C-nál magasabb talajhőmérsékleten. Az Mi-2 rezisztenciagén azonban független a hőmérséklettől (Ammati et al., 1986). A rezisztencia hőmérséklet függéséről a paprikánál azonban kevés adat áll rendelkezésre. Di Vito et al. (1995) vizsgálataiban azt találta, hogy a *M. incognita* elleni rezisztencia nem tört meg a vizsgált *C. annuum, C. chacoense, C. chinense* és *C. frutescens* vonalaknál. Valamennyi fajtánál minimális gyökérgubacsot és tojásprodukciót észleltek 26 °C, 30 °C, 34 °C illetve 38 °C-on. Ennek ellentmondó eredményeket kapott Thies és Fery (1997), akik a *M. incognita* elleni rezisztenciát nyújtó N rezisztenciagén hőmérséklet függését az és 'Carolina Wonder' fajtáknál 24 °C, 28 °C illetve 32 °C-on vizsgálták. Mindkét fajtánál részlegesen megtört a rezisztencia 28 °C, illetve 32 °C-on, amit az bizonyított, hogy a hőmérséklet emelkedésével szignifikánsan nőtt a gubacsok és tojászsákok száma a gyökereken. Ugyanakkor a kontroll fogékony fajtákhoz képest e két fajta gyökerén szignifikánsan kevesebb gubacs és tojászsák képződött (a fogékony kontroll fajtákon képződöttek 20 %-a). A két vizsgálat eredménye közötti ellentmondás abból adódhat, hogy Di Vito et al. (1995) nem azonosította a *M. incognita* elleni rezisztenciagéneket a tételekben, így nem kizárható, hogy a rezisztenciát a paradicsomhoz hasonlóan ezekben a tételekben több gén alakította ki. Thies és Fery (2000) megvizsgálta a *Capsicum chinense* fajba tartozó M. incognita rezisztens PA-426 jelű fajtát is, és megállapította, hogy hasonlóan a *C. annuum M. incognita*-rezisztens fajtához, a PA-426 esetén is megtört a rezisztencia. Thies és Fery (2002) később azt is bizonyította, hogy az N génre homozigóta *C. annuum* 'Charleston Belle' N génre nézve heterozigóta hibridjei hasonlóan viselkednek a homozigóta domináns szülőhöz, azaz rezisztenciájuk ugyanolyan hőmérsékleten ugyanolyan mértékben törik meg. Ez alapján bizonyította, hogy az N gén heterozigóta (Nn) formában teljesen funkcióképes.

Thies és Fery (1997, 2000, 2002) vizsgálatai azt bizonyítják, hogy a *M. incognita*-rezisztens paprika fajták magas talajhőmérséklet esetén is kevésbé károsodtak, mint a fogékony fajták, ezáltal kisebb kockázattal termeszthetők, mint a fogékonyak.

2.2.2. Biológiai védekezés a *Meloidogyne* fajok ellen baktériumokkal és gombákkal

Rhoades (1985) Florida államban végzett kísérleteket *Arthrobotrys amerospora* fajjal több fonálféreg, köztük a *M. incognita* faj ellen. Sem okra, sem szója kultúrában nem csökkentette a talajba juttatott gomba a talajban, illetve a gyökerekben lévő *M. incognita* számát.

Duponnois et al. (1995) két különféle szenegáli származású *Arthrobotrys oligospora* törzs tulajdonságait vizsgálta. Növekedési optimum hőmérsékletük 25 és 30 ºC között volt, a sótartalom növekedése gátolta a fejlődését. In vitro körülmények között hatékonyan pusztították a *M. mayaguensis* lárvákat. Megállapította, hogy in situ körülmények között a hatékonyság nagyban függ a környezeti tényezőktől. Mostafa (2005) szárított ricinus levél, *A. oligospora,* és oxamil kombinációjával cserépben nevelt paradicsom és napraforgó növényeken hatékonyan csökkentette a gyökérgubacs-fonálféreg kártételt, bár napraforgón a ricinuslevéllel önmagában kezelt talajon kisebb volt a gyökérgubacs-index, mint az *A. oligospora* gombával kezelt talajon. Paradicsom esetén a fenti kezelések együtt, illetve külön-külön történő alkalmazása között nem volt különbség, ugyanolyan mértékben csökkent a különböző kezelések hatására a gyökérkártétel. Magyarországon Amin és Budai (1993) izolált *A. oligospora* törzset gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött növényház talajából, amelyet laboratóriumi és üvegházi körülmények között egyaránt tesztelt *M. incognita* ellen. Petri-csészében végzett vizsgálataiban 28 nappal a fertőzés után több, mint 80 %-kal kevesebb volt a kinyerhető élő lárvák száma, mint a hurokvető gombanélküli kontrollban. Az üvegházi kísérletben cserépben nevelt, *M. incognita* fajjal fertőzött paradicsom talajából az *A. oligospora* izolátummal kezelt talajok esetén 70 %-kal kevesebb volt a kinyerhető élő lárva, mint a kezeletlen kontroll esetén. Később Antal (2003) végzett hurokvető gombákkal *M. incognita* elleni hatékonysági vizsgálatokat. Paradicsom gyökerét hurokvető gombák micéliumába mártotta, majd ezeket cserépbe elültetve fertőzte gyökérgubacs-fonálféreg lárvákkal. A leghatékonyabban az *Arthrobotrys superba* gomba csökkentette a gyökéren kialakult gubacsok számát, az *Arthrobotrys oligospora* izolátumok statisztikailag nem igazolhatóan csökkentették a kártételt.

Miao et al. 2003-ban izolált egy új fonálféreg-csapdázó gombafajt *M. incognita* lárvákról, amelyet *Dactylella pseudoclavata* fajként azonosított.

Esser és El-Gholl (1993) a *Paecilomyces lilacinus* gombafajt több fonálféreg, köztük számos *Heterodera* és *Meloidogyne* faj tojásparazitájaként mutatja be, és ígéretesnek tartja a biológiai védekezésben való felhasználásra. Azonban felhívja a figyelmet arra, hogy ennek a gombafajnak nincs agresszív csapdázó képessége, ezért közvetlenül találkoznia kell a konídiumoknak a fonálféreg tojásokkal, illetve a különböző izolátumoknak eltérő a fertőző fennmaradási képessége a talajokban. El-Shanshoury et al. (2005) cserepekben növényházi körülmények között mesterségesen fertőzött babon vizsgálta a *Pochonia (Verticillium) chlamydosporia*, *Paecilomyces lilacinus* és az *Arthrobotrys dactyloides* gombák *Meloidogyne incognita* elleni hatását. Mindhárom gomba szignifikánsan csökkentette a kialakult gubacsok, és a cserepekben lévő lárvák számát is. Piedra Buena et al. (2006) *Arthrobotrys oligospora, A. dactiloides, Dactylella* spp. *Harposporium anguillulae* és *Mycrothecium* sp. gombafajokat

tartalmazó Prosnema kereskedelmi nevű készítménnyel kezelte a növényház talaját. A kezelés után következő paprika kultúra gyökerein csökkent ugyan a kártétel, de ennek ellenére erős volt a gubacsosodás mértéke. Kiewnick és Sikora (2006) *Paecilomyces lilacinus* 251-es törzsét tesztelte fitotronban nevelt paradicsom növényeken. A kereskedelemben MeloCon WG néven kapható készítmény 0,08 g/500 ml talaj koncentrációban eredményesen csökkentette a gyökéren a gubacsosodást, és a tojászsákok számát.

Chen et al. (1997) *Meloidogyne arenaria* 1-es törzsével különböző mértékben mesterségesen fertőzött földimogyoró töveket kezelt *Pasteuria penetrans* baktériummal. A *P. penetrans* dózisának emelésével csökkent a gyökereken kialakult gubacsok száma. Később Carneiro et al. (1999) kimutatta, hogy a *Pasteuria penetrans* baktérium gyökérgubacs-fonálféreg fertőző képessége függ a baktérium izolátumtól, illetve a gyökérgubacs-fonálféreg fajától, rasszától, nemétől, és akár a populációtól is. Dabiré et al. (2006) emellett arra hívta fel a figyelmet, hogy a talajok fizikai félesége is befolyásolja a védekezés eredményességét. Vizsgálatában nagyobb volt a *P. penetrans* által fertőzött *M. javanica* lárvák aránya a homokos-agyagos talajban, mint a homoktalajban. Cho et al. (2000) egy koreai *P. penetrans* izolátum (98-35) hatékonyságát vizsgálta *M. arenaria* ellen paradicsomon és sárgadinnyén mesterséges fertőzéssel, edényes kísérletben. Paradicsom esetén mindkét baktériumdózis (100000 ill. 200000 endospóra/g közeg) statisztikailag jelentősen csökkentette a gubacsok számát, és a tojászsákok számát is, míg a sárgadinnye esetén a magasabb baktériumdózis adott statisztikailag igazolható gubacsszám csökkenést. A tojászsákok száma mindkét baktériumdózis mellet szignifikánsan, több mint 80 %-kal csökkent, ebből arra következtetett, hogy a *P. penetrans* a lárvák behatolását a gyökérbe kevésbé, míg a nőstények szaporodóképességét eredményesen gátolja. Talavera et al. (2002) által vizsgált, $5*10^{10}$ *P. penetrans* endospórával kezelt, *M. incognita* fajjal fertőzött paradicsom 46 %-kal többet termett, mint a kezeletlen kontroll. Yu et al. (2003) salátán és dinnyén vizsgálta a *Pasteuria penetrans* KW1 izolátumának hatékonyságát a *M. incognita* ellen zsákba töltött közegben. A mesterségesen fertőzött (5000 J2/zsák) közegbe juttatott 100000 illetve 200000 PP endospóra/g közeg csökkentette a beültetett saláta gyökerén a gubacsok számát (a 200000 PP endospóra/g közeg 34 %-kal). Ugyanebben a kezelt közegben nevelve a következő saláta állományt, mindkét *P. penetrans* kezelés szignifikánsan (54 %-kal és 77 %-kal) csökkentette a gubacsok számát. Ugyanezt figyelték meg dinnyén elvégzett kísérletükben.

Siddiqui et al. (2000) *Pseudomonas aeruginosa* baktéruimot és *Paecilomyces lilacinus* gombát tesztelt együtt és külön-külön paradicsomon, *M. javanica* ellen. Külön-külön alkalmazva és együtt is szignifikánsan csökkentették a paradicsomon kialakult gubacsok számát, a kombinált kezelés hatékonyabban csökkentette a tojászsákok számát, mint a *P. lilacinus* önmagában. A *P. aeruginosa* baktériumot sikerült újra izolálni a gyökerekből, míg a *P. lilacinus* nem kolonizálta a

gyökereket, de parazitálta a tojásokat és a nőstényeket. Siddiqui és Shaukat (2003) in vitro kísérletében a *Pseudomonas fluorescens* CHA0 törzsének szekunder metabolitja szignifikánsan csökkentette *M. javanica* tojások kelésének arányát. Mesterségesen *M. javanica* fonálféreggel fertőzött cserepes paradicsomokat *P. fluorescens* szuszpenzióval kezelve azt tapasztalták, hogy a kezelés szignifikánsan csökkentette a gyökérgubacsok számát. A paradicsom gyökerek egyik felét kezelve, a növény gyökerének másik felén csökkent a fertőzés mértéke, ebből arra következtetett, hogy *Pseudomonas fluorescens* szekunder metabolitja, a 2,4-DAPG szisztemikus gyökérgubacs-fonálféreg elleni rezisztenciát indukál a paradicsom gyökerében. Hasonló eredményeket kapott Hashem és Abo-Elyousr (2011). Vizsgálatában a *Pseudomonas fluorescens* baktérium és a *Paecilomyces liliacinus* gomba in vitro körülmények között 45, ill. 30 %-os mortalitást okozott a *M. incognita* lárvákon. Növényházi kísérletben a *P. fluorescens*, a *P. liliacinus* és a *Pichia guilliermondii* élesztőgomba csökkentette a paradicsom gyökerén kialakult kártételt. Együttes alkalmazásukkor a kártétel tovább csökkent az önálló alkalmazásukhoz képest. A fenti kezelések hatására növekedett a gyökér- és hajtástömeg egyaránt. A *Calothrix parietina* cianobaktérium együttes alkalmazása a fent említett fonálféreg-antagonista szervezetekkel csökkentette azok fonálféreg-ellenes hatását, és önmagában alkalmazva is elmaradt a hatása a fent említett szervezetekétől.

Youssef és Ali (1998) 3 különböző kékalga faj talajba juttatásával jelentősen csökkentette a *M. incognita* által okozott gubacsok számát cserepekben nevelt tehénborsón (*Vigna sinensis*).

A *Muscodor albus* gombafaj által termelt illékony szerves anyagok számos növényi és humán kórokozó ellenes hatását bizonyították. Hermetikusan zárt fülkékben elhelyezett *M. albus* tenyészet petricsészékben vízben tárolt *M. chitwoodi* fonálféreg lárvákon 72 óra alatt közel 100 %-os mortalitást okozott, míg a kontroll fülkében mindössze néhány százalék volt az elpusztult állatok aránya. Ezzel szemen *M. hapla* esetén mindössze 21 % volt a mortalitás, 69 %-ukon csak paralízist figyeltek meg. Cserepekbe ültetett mesterségesen fertőzött paprikán 0,5, ill. 1 % töménységben *M. albus* gombával kezelt talajban a *M. hapla* kártételét, illetve jelenlétét sem tudták kimutatni, ellenben a kontroll erősen fertőződött (Riga et al., 2008)

Söğüt és Elekçioğlu (2007) a metil-bromid alkalmazásának betiltása miatt alternatívákat keresett paprika kultúrában *M. incognita* ellen Törökország kelet-mediterrán régiójában fóliatakarású termesztő berendezésekben. A 6 héten át tartó szolarizáció kombinálva *Trichoderma harzianum* (T-22) és *T. koingii* talajkezeléssel hatékonyan csökkentette a juvenilis *M. incognita* lárvák számát, a növények gyökerén mért gubacs- index szignifikánsan kisebb volt, mint a kontroll parcellában. Hasonló eredményeket értek el a szolarizált talaj friss csirketrágyával történő kezelésekor (12,5 t/ha). Ezek a kezelések a szolarizált talaj 400 kg/ha dazomet hatóanyaggal történő kezelése a gyökérkártétel tekintetében nem adott jobb eredményt a

fenti kezeléseknél. Sahebani és Hadavi (2008) vizsgálataiban a *T. harzianum* BI törzsével történő kezelés szignifikánsan csökkentette a gubacsok számát a paradicsom gyökerén. A kezelt növényekben a rezisztencia kialakulásáért felelős enzimek (polifenol-oxidáz, peroxidáz, fenilalanin-ammónia liáz) mennyisége szignifikánsan megnövekedett. A kezelt növények gyökeréről gyűjtött fonálféreg tojások kelési aránya kisebb volt, mint a kezeletlen növények esetén. Ennek alapján megállapította, hogy a *Trichoderma harzianum* a fonálféreg tojások közvetlen parazitálásával és a növény ellenálló képességének növelésével egyaránt hozzájárul a *Meloidogyne javanica* kártétel csökkentéséhez. Magyarországon Bíró és Tóth (2009) vizsgálta a *M. hapla* elleni védekezés lehetőségét *T. asperellum* tartalmú készítmény kijuttatásával. Megállapították, hogy bár a gyökereken táplálkozó nőstények száma a kezeletlen kontrollhoz képest nem csökkent, de a kezelt növényekről betakarított termés mennyisége szignifikánsan nőtt.

Beauveria bassiana gombafajt tartalmazó biopreparátumok a növényvédelem számára rendelkezésre állnak, ám elsősorban kártevő rovarok ellen, fonálféreg-ellenes hatásukról kevés adat áll rendelkezésre. Magyarországon Naturalis-L néven van forgalomban *B. bassiana* gombát tartalmazó, közönséges takácsatka és üvegházi molytetű ellen engedélyezett készítmény (Ocskó, 2011). Liu et al. (2004) beszámolt arról, hogy a *B. bassiana* általuk vizsgált izolátuma erős nematocid aktivitást mutatott *M. hapla* ellen. Liu et al. (2008) cserepekben nevelt, mesterségesen *M. hapla* fonálféreggel fertőzött paradicsom növényekre különböző koncentrációban kijuttatva a gombát, azt tapasztalta, hogy az ötszörös hígítású koncentrátum a 10 μg/l koncentrációjú aldikarb hatóanyaggal történő beöntözéssel egyenértékű védelmet adott, a kontrollhoz képest szignifikánsan csökkentette a kialakult gubacsok számát.

2.2.3. Növényi eredetű készítmények és kivonatok hatása a gyökérgubacs-fonálférgekre (*Meloidogyne* spp.)

Natarajan et al. (2006) *T. patula* vizes kivonatával kezelt, *M. incognita* fajjal fertőzött fogékony paradicsom növényeken tapasztalta, hogy gyorsabban fejlődtek a növények, csökkent a gyökéren kialakult gubacsszám, nőtt a tövenkénti termés mennyiség a kezeletlen kontrollhoz képest. A *T. patula* kivonattal kezelt növényeken hasonló mértékben fejlődtek, károsodtak és teremtek, mint a karbofuránnal kezelt paradicsomok.

Haseeb et al. (1987) néhány nematocidet hasonlított össze a neem-fa (*Azadirachta indica*) magpogácsa hatásával. A nematocideket, illetve a neem-pogácsát talajba keverve megállapította, hogy a bazsalikom tesztnövényeken a mért gubacs-index kevesebb volt a neem pogácsával kezelt talajon, mint a karbofurán, illetve aldikarb hatóanyaggal kezelt talajok esetén. A neem-

pogácsa talajba dolgozása 80 %-kal csökkentette a gyökérben a 2. stádiumú lárvák számát a nematociddel nem kezelt kontrollhoz képest. Pandey (2000) vizsgálatában neem-fa magpogácsa, *Adhatoda vasica* (vasaka) és *Murraya koenigii* (kari) szárított, porrá őrölt levele *Mentha arvensis* növényeken tenyészedényes kísérletben szignifikánsan csökkentette a *M. incognita* által okozott gyökérkártételt. A bedolgozott növényi származékok kártétel csökkentő hazásával együtt nőtt a növények kinyerhető illóolaj-tartalma is. Caroppo et al. (2002) 32 g/l azadirachtin tartalmú neem-fa olaj kivonatot tartalmazó készítményt alkalmazott különböző dózisban cserepes paradicsom növényeken, a kezelés előtt mesterségesen *M. incognita* tojásokkal, lárvákkal fertőzve. Az egyszeri (0,2 liter készítmény/100 l víz) bemártás kombinálva 1,5 és 3 l/ha dózisú azadirachtin kezeléssel szignifikánsan csökkentette a gyökereken mérhető gubacsindexet a kezeletlen kontrollhoz képest. Ezzel szemben Oka et al (2007a) megállapította, hogy egy biokertészet növényházából származó talajon termesztett paradicsomon a neem-pogácsa egyáltalán nem csökkentette a *M. javanica* fonálféreg kártételét, viszont homoktalajon szignifikáns kártétel csökkenést tapasztalt cserepekben nevelt paradicsomon. Később megállapította, hogy a neem-fa kivonatot tartalmazó készítmény alkalmazása önmagában nem csökkenti a *M. javanica* kártételét. A neem-fa kivonat kombinálva ammónium-szulfáttal, csirketrágyával, cserepekben nevelt növényeken szignifikánsan csökkentette a gyökéren a gubacsosodás mértékét, ennek okát a neem-fa kivonat nitrifikáció gátlásának tulajdonította, bár kisparcellás kísérletben nem sikerült ugyanezt a hatást igazolnia (Oka et al., 2007b). Javed et al. (2007) vizsgálataiban a neem-fa levél és maghéjpogácsa vizes kivonatába áztatott paradicsom növények gyökerén 30 nappal a gyökérgubacs-fonálféregfertőzés után szignifikánsan kevesebb tojászsákot számlált, mint a kezeletlen kontrollon. Ugyanakkor Oka et al. (2007b) vizsgálatához hasonlóan az Aza nevezetű, azadirachtin tartalmú neem-fa magkivonat készítmény nem csökkentette a tojászsákok számát. *Pasteuria penetrans*, kombinálva neem-fa levél, és maghéjpogácsa talajba juttatásával szignifikánsan csökkentette a paradicsom gyökéren kialakult gubacsok számát. Három vizsgálati ciklus után, a harmadik ciklusban is 30 %-os volt a *P. penetrans* által fertőzött nőstények aránya (Javed et al., 2008a).

Piedra Buena et al. (2006) által vizsgált azadirachtin tartalmú készítmény nem csökkentette a paradicsom gyökerén kialakult kártételt. Javed et al. (2008b) szintén megállapította, hogy az Aza készítmény nem volt hatással a lárvák mobilitására, ellenben a különböző koncentrációjú neem-fa levél, és maghéjpogácsa kivonatok csökkentik az inváziós lárvák mobilitását és növelik a mortalitást, bár ezeknek a hatása is csökkent az idő elteltével. A kivonatok gátolták a lárvák tojásból kikelését, ellenben az Aza készítmény egyáltalán nem, bár a kivonatokból tiszta vízbe helyezett tojások újra kelésnek indultak. Ebből arra következtetett, hogy a kelés- és mozgásgátló hatás nem az azadirachtin hatóanyagnak köszönhető. Az Aza

készítmény 0,05 és 0,1 %-os dózisban talajba dolgozva csökkentette a paradicsom gyökerébe behatoló *M. javanica* inváziós lárvák számát, és a gyökéren kialakuló tojászsákok számát is, ezért valószínűsítette, hogy az azadirachtin a gyökér védekezőképességét fokozza az inváziós lárvákkal szemben. A neem-fa levél talajba dolgozva hasonló hatást ért el, valószínűleg a bomlástermékek, egyéb hatóanyagok lárvák fejlődésére, mozgására gátló hatása miatt. Elbadri et al. (2009) kilenc különféle porított növényi részt tesztelt *M. incognita* ellen, 15 cm átmérőjű cserepekbe ültetett görögdinnyén. A növényi porok közöl a neem-fa (*Azadirachta indica*) levél pora, az akácia (*Acacia nilotica*) porított hüvely és a mexikói ördögmák (*Argemone mexicana*) porított magja (7,5 g/cserép dózisban) szignifikánsan csökkentette a görögdinnye gyökerén kialakult gubacsosodás mértékét, a kontrollként a talajba juttatott 5 % fosztiazát hatóanyagot tartalmazó készítménnyel megegyező mértékben.

Oka et al. (2006) a mediterrán régióban általánosan elterjedt örménygyökér (*Inula viscosa*) (Asteraceae) levél acetonos és hexános kivonat nematocid hatását tesztelte uborkán, paradicsomon és salátán. Cserepes kísérletben a kivonatok talajba dolgozva 0,01 % koncentráció felett szignifikánsan csökkentették a *Meloidogyne javanica* gyökérkártételét uborkán. Ezt az eredményt kapták nagy edénybe ültetett paradicsom növényeken is 26 g/m^2 dózisú hexán kivonat mellett. Szabadföldi kísérletben salátán ültetés előtt csepegtető rendszerrel kiöntözve gyenge nematocid hatást tudtak csak megállapítani, amit azzal magyaráztak, hogy nem jutott le a talaj mélyebb rétegeibe a kivonat. Megállapították, hogy a kivonatok növényvédő szerként való felhasználásához további fejlesztésekre van szükség.

Zasada et al. (2006) bársonybab (*Mucuna pruriens*) különböző részeinek vizes kivonatának *M. incognita* elleni hatását vizsgálta. Megállapította, hogy a gyökerének vizes kivonata kevésbé toxikus a *M. incognita* lárvákra, a legnagyobb mortalitás a szár kivonat hatására volt megfigyelhető. Kimutatták a különböző növényi részek paradicsom és saláta növényekre kifejtett allelopatikus hatását is.

Onifade et al. (2008) *Haplophyllum tuberculanum* (Rutaceae) és *Plectranthus cylindraceus* (Lamiaceae) növények illóolajainak fonálféreg-ellenes hatását vizsgálta in vitro és in vivo körülmények között. A két növény illóolajának 1:1 arányú keveréke 12,5 µg/l koncentrációjú vizes oldatban teljesen meggátolta a tojások kelését, illetve 100 %-os mortalitást idézett elő a lárvák esetében. Növényházi edényes kísérletben 5500 inváziós lárva/növény dózissal fertőzött paradicsomon már a 0,6 µg illóolaj keverék /l talaj szignifikánsan csökkentette a gyökereken a gubacsosodást. Az illóolaj-keverék nem volt fitotoxikus még 5 µg/l talaj koncentrációban sem.

Abbas et al. (2009) in vitro kísérletekben fűszernövények vizes és alkoholos kivonatának *Meloidogyne javanica* tojások és lárvák elleni hatását vizsgálta. A gyömbér (*Zingiber officinale*)

és a konyhakömény (*Carum carvi*), illetve a római kömény (*Cuminum cyminum*) vizes kivonata gátolta a legnagyobb mértékben a lárvák kelését. Alkoholos kivonat esetén 1000 ppm töménységben a paprika (*Capsicum annuum*), a fahéj (*Cinnamonum tamala*) és a kurkuma (*Curcuma longa*) teljesen gátolta a lárvák kelését, bár a kurkuma kivonat 250 ppm és 500 ppm töménység mellett is erőteljes nematocid aktivitást mutatott. Az inváziós lárvák ellen a kurkuma, a nigella (fekete kömény) (*Nigella sativa*) és a feketebors (*Piper nigrum*) vizes és alkoholos kivonata egyaránt 100 %-os mortalitást okozott.

2.2.4. Elővetemények, zöldtrágyanövények és a köztestermesztés hatása a gyökérgubacs-fonálférgekre (*Meloidogyne* spp.)

Számos növényfaj fonálféreg-irtó és repellens, illetve kártétel csökkentő hatásának megállapítására történtek vizsgálatok világszerte.

Johnson és Motsinger (1990) rozs takarónövény talajba dolgozásával csökkentette a talajban lévő *M. incognita* inváziós lárvák számát, de a hatás nem volt hosszú távú, a következő fogékony kultúrákban újra elszaporodtak a fonálférgek. Zasada et al. (2005) kimutatta, hogy a rozs szekunder metabolitjai felelősek a nematocid hatásért, amelyet in vitro vizsgálatokkal igazolt. Később Zasada et al. (2007) megállapította, hogy a rozsfajták *M. incognita* szembeni ellenállósága eltérő, emellett figyelembe kell venni a fonálféreg ellen alkalmazott vetésforgóban a szekunder metabolit (benzoxazinoid) tartalmat, amely felelős a fonálféreg-ellenes hatásért.

Rodríguez-Kábana et al. (1992) Alabama államban végzett vizsgálatában a *M. arenaria* és *M. incognita* fajok nem fertőzték a *Mucuna deeringiana* fajt, és előveteményként vetésforgóban használva a tök és szója előveteményekhez képest a padlizsán gyökerén a gyökérgubacs-fonálférgek kisebb kártételét figyelte meg.

McSorley et al. (1994) ricinus (*Ricinus communis*), *Mucuna deeringiana*, szezám (*Sesamum indicum*), okra (*Hibiscus esculentus*), szudáni fű (*Sorghum sudanense*), szója (*Glycine max*) és gyomos ugar elővetemények hatását vizsgálta tök (*Cucurbita pepo*) és tojásgyümölcs (*Solanum melongena*) növényekre, és a rajtuk kialakult gyökérgubacs-fonálféreg (*Meloidogyne* spp.) kártételre. Az okra növelte a fonálféreg-populációt és a tökön kialakult kártételt, a szudáni fű, a ricinus és a *Mucuna deeringiana* és a szezám pedig szignifikánsan csökkentette. Tojásgyümölcs esetén szintén csökkent az előbbi elővetemények hatására a kártétel, de a különbség nem volt szignifikáns. Bár a tehénborsó (*Vigna unguiculata*), a *Mucuna deeringiana* és a szudánifű után következő tojásgyümölcs kultúrában sokkal kevesebb volt a talajban felszaporodott *M. incognita* száma, mint a fogékony okra után, az összes termés mennyiségében

azonban nem volt szignifikáns különbség az elővetemények között (McSorley és Dickson, 1995).

Ritzinger és McSorley (1998) *Mucuna deeringiana* és ricinus (*Ricinus communis*) szárított föld feletti részeit cserepekbe töltött talajba dolgozta, és mesterségesen fertőzte *M. arenaria* gyökérgubacs-fonálféreggel. A 8 g/cserép *Mucuna deeringiana* csökkentette a fonálféreg populációt, és a kártétel mértékét is a vizsgált okra növényeken).

Viaene és Abawi (1998) több zöldtrágyaként használható növény *M. hapla* fajjal szembeni fogékonyságát, illetve fonálféreg elleni hatását vizsgálta. Az olajretek, a sárga mustár és a facélia a fonálféreg populációt fenntartani képes növénynek bizonyult, míg a szudánifű és a rizs növényeken egyáltalán nem szaporodott a kártevő, így ezek nem gazdanövényei. A vizsgált elővetményeket cserépbe fertőzött talajba vetették, majd ugyanebbe a talajba bedolgozták, és salátát ültettek bele. Csak a szudánifű bedolgozás csökkentette a gyökerek gubacsosodását, de egyúttal a saláta tömege is csökkent, ami fitotoxikus hatásra utal. A három hónapos szudáni fű növények bedolgozása kevésbé volt hatékony, mint a két hónapos növények, amit azzal magyarázott, hogy a cianoglikozid-tartalom, amelyet a növény zöld részi tartalmaznak, és a fonálféreg-ellenes hatásért felelős, a növény korával és magasságával csökken. Kisparcellás kísérletben talajba dolgozott szudánifű elővetemény csökkentette a gyökérkártételt, és növelte a saláta fejek tömegét az elővetemény nélküli kontrollhoz képest. Erősebb fonálféreg fertőzés mellett a különbség a nagyobb volt, bár nem minden esetben volt szignifikáns.

Kratochvil et al. (2004) szudánifű zöldtrágyanövény bedolgozásával ugyanolyan csökkenést mért a talajban lévő gyökérgubacs-fonálférgek számában, mint a diklórpropén nematocid szer hatására, ezért nyár végi-kora őszi zöldtrágyanövényként javasolja a vetésforgóba való beillesztését a gyökérgubacs-fonálféreg fogékony zöldségkultúrák elé.

Siddiqui és Alam (1988) cserépben nevelt paradicsom és tojásgyümölcs mellé *Tagetes tenuifolia* növényeket ültetett. Megállapította, hogy a társítás jelentősen csökkentette a *M. incognita* által okozott gyökérkártételt a bársonyvirág nélküli kontrollhoz képest. Ploeg (1999) bársonyvirág fajok (*Tagetes* spp.) és hibridek elővetemény hatását vizsgálta négy gyökérgubacs-fonálféreg fajra (*M. hapla, M. incognita, M. arenaria, M. javanica*). A *Tagetes* fajok csökkentették az inváziós lárvák számát a talajban, illetve az utánuk következő paradicsom növények gyökerén tapasztalt kártétel is elmaradt a kontroll paradicsom elővetményhez képest. A *Tagetes signata* 'Tangerine Gem' fajtán mind a négy fonálféreg faj szaporodott, de több *T. erecta* és *T. patula* fajta ellenállt a kártételnek, és csökkentette a következő paradicsom állomány gyökerén a gubacsosodás mértékét. A melegigényes fajok okozta gubacsosodást a paradicsom gyökerén a *Tagetes* fajok jobban csökkentették, mint a *M. hapla* kártételét. A *M. hapla* több *T. patula* fajtán is szaporodott. Ezzel szemben El-Hamawi et al. (2004) vizsgálatában egyik

bársonyvirág faj gyökerén sem alakult ki kártétel. *Tagetes erecta* és *T. patula* növényeket szójababbal együtt vetett együtt 25 cm átmérőjű cserépbe. A növények kelése után egy héttel cserepenként 1500 *M. incognita* lávával fertőzött növények gyökerén nem alakult ki kártétel, míg a bársonyvirágokkal nem társított szója növények gyökerén súlyos kártétel alakult ki. Tsay et al. (2004) 56 tesztelt fészkesvirágzatú növény közül kilenc fajt immunisnak talált a *M. incognita* fajjal szemben, többek között a *Tagtes erecta* fajt is, amelyek elővetemény hatását vizsgálta *Ipomoea reptans* növényre. Cserepenként 500 lárvával fertőzte a kiválasztott rezisztens növényeket (*Cosmos bipinnatus, Galillardia pulchella, Tagetes erecta, Thitonia diversifolia, Zinnia elegans*), majd eltávolította őket a cserépből, és helyükre a vizsgálandó kontroll *Ipomoea reptans* növényt ültette. Megállapította, hogy azok a növények, amelyeknek a cserepében rezisztens növény volt előzőleg, alig fertőződtek, míg a kontroll cserepekben erős fertőzés alakult ki. Ugyanezeket a rezisztens növényeket együtt ültetve *I. reptans* fajjal, az *I. reptans* gyökerén kialakult a kártétel, de a *T. erecta, G. pulchella*, és a *T. diversifolia* fajokkal társított növényeken szignifikánsan kisebb volt a kártétel a kontroll (nem társított) növényhez képest, a *C. bipinnatus* és a *Z. elegans* növényekkel való társítás ellenben nem csökkentette a *M. incognita* által okozott gubacsok számát. A *G. pulchella* növényi részek cserepek talajába dolgozva csökkentették a kialakult gyökérkártételt a kontrollhoz képest. Adekunle (2011) 20000 tő/ha *Tagetes erecta* 'Jublilee' fajtát *M. incognita* fajjal fertőzött területre ültetett, majd 4 hét múlva talajba dolgozta. Az azt követő tehénborsó (*Vigna sinensis*) és szója állományok magtermése a kezeletlen kontrollhoz képest szignifikánsan, két-háromszorosára emelkedett.

Rodríguez-Kábana és Kloepper (1998) megállapította, hogy a sziki kender (*Crotalaria juncea*) talajba dolgozva növeli néhány fonálféreg-antagonista mikroorganizmus aktivitását. Wang et al. (2004) különböző típusú talajművelésben részesített talajokba dolgozott *C. juncea* szénát. A talajokba ültetett tök gyökerén a gubacsok száma kisebb *M. incognita* fertőzési nyomás mellett csökkent, amennyiben megfelelő mennyiségű fonálféreg-antagonista gomba is jelen volt. A nagy mennyiségű antagonista gombát tartalmazó talajban a *C. juncea* bedolgozás tovább növelte e gombák mennyiségét. Ez alátámasztja Rodríguez-Kábana és Kloepper (1998) eredményeit. Adekunle (2011) Nigéria trópusi területein végzett vizsgálatában a parcellánként 6, ill. 12 darab *C. juncea* növény talajba dolgozása növelte a termés mennyiségét tehénborsó (*Vigna unguiculata*) és szója (*Glycine max*) növények esetén.

Bar-Eyal et al. (2006) 750 ml-es cserepek talajába dolgozott friss *Chrisanthemum coronarium* növényeket, amelyet előzőleg *Meloidogyne javanica* fonálféreggel fertőzött. A kezelt cserepekben nevelt paradicsomok gyökerén szignifikánsan csökkent a fonálféreg kártétel. Kisparcellás kísérletben 50 cm mélyre *M. javanica* fajjal fertőzött talajba dolgozott száraz és

friss *C. coronarium* szignifikánsan csökkentette a gyökérkártételt, és több mint kétszeresére nőtt a növényenkénti termés mennyisége.

Amin és Youssef (1999) 5 növény, a kapor (*Anethum graveolens*), datura (*Datura arborea*), lime (*Citrus aurantiifolia*) olajfa (*Olea europaea*) és ammi (*Ammi majus*) száraz és friss leveleinek talajba dolgozásával sikeresen csökkentette cserépben nevelt napraforgón a talajban élő *M. javanica* lárvák számát. A gyökereken kialakult gubacsok számát leginkább a szárított datura levele csökkentette.

A káposztafélék ellenállósága a *Meloidogyne* fajokkal szemben eltéréseket mutat. Legellenállóbbnak kelkáposzta (*Brassica oleracea* var. *acephala*) és a brokkoli (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) mutatkozott (McSorley és Frederick,1995). Ploeg és Stapleton (2001) talajba dolgozott brokkoli levelek *M. incognita* és *M. javanica* elleni hatását vizsgálta. A brokkoli bedolgozása után 20 napig 20 ºC hőmérsékleten tartott talajokba vetett sárgadinnyén nem csökkent a kártétel mértéke, ellenben 25 ºC-on már 10 nappal a bedolgozás után vetett növényeken szignifikánsan csökkent a kártétel. A bomlásra rendelkezésre álló idő és a hőmérséklet növelésével folyamatosan csökkent a kártétel, a bedolgozatlan, azonos hőmérsékleten tartott talajokhoz képest. 10 napon át 40 ºC-on tartva a talajt, bedolgozás nélkül is minimálisra csökkent a kártétel, tehát ezen a hőmérsékleten az állatok a hőmérséklet hatására nagyrészt elpusztultak. Hasonló kártételcsökkentő hatásról számolt be Roubtsova et al. (2007). Talajba dolgozott brokkoli nematocid hatását vizsgálták a *M. incognita* ellen. 50 cm magasságban, csövekben elhelyezett fertőzött talajba juttattak különböző elosztásban apróra vágott brokkoli darabokat, három hét elteltével megállapították, hogy a 200 gramm talajba bedolgozott 20 gramm brokkoli jobban redukálta a kinyerhető 2. stádiumú lárvák számát, mint a 4 gramm. A teljes talajrétegbe bedolgozott brokkoli részek jobban csökkentették a fonálférgek egyedszámát, mint az oszlop különböző rétegeibe elhelyezve, bár a réteges elhelyezkedésű növénydarabok fonálféreg-ellenes hatása talaj távolabbi rétegeiben is kimutatható volt. A kezelt talajokba fogékony sárgadinnyét ültetve a brokkolival kezelt talajokban nevelt növények gyökerén szignifikánsan kisebb kártételt tapasztaltak a kezeletlenhez képest.

Piedra Buena et al. (2006) a paprika maradványok becserepezett talajba dolgozásával szignifikánsan csökkentette a *M. incognita* lárvák számát a talajban, és a bedolgozás után 20 nappal a talajba ültetett fogékony paradicsomon is szignifikánsan csökkent a gyökérgubacs-index. Növényházi termesztés során birka és csirketrágya és paprika maradványok együttes talajba dolgozásával, a talaj kezelés utáni fóliás takarásával 3 éves kísérletben szignifikánsan csökkentette a termesztett paprika kultúra gyökerén kialakult gyökérgubacs-fonálféreg kártételt. A takarás nélkül nem volt különbség a kezeletlen és a kezelt talajon termelt paprika állomány fertőzöttsége között.

A gyökérgubacs-fonálféreg rezisztens növényfajták termesztése váltva fogékony növényekkel, eredményesen csökkentheti a fogékony kultúrában a kártételt. Hanna et al. (1993) megállapította, hogy a rezisztens paradicsomfajta után ültetett uborka szignifikánsan többet termett és nagyobb zöldtömeget nevelt, mint a fogékony paradicsom után ültetett. A rezisztens paradicsomfajta talajában mintegy ötödére csökkent a fonálféreg lárvák száma. Ezt további vizsgálatai is megerősítik (Hanna et al., 1994). Felhívják továbbá a figyelmet arra, hogy a palántázott növényeken kisebb mértékű a kártétel és a termés kiesés, mint a helyre vetett uborkán, hiszen a palántanevelés fonálféreg-mentes közegben történik. Coyler et al. (1998) kísérletében szintén hasonló eredményre jutott. A rezisztens paradicsomfajta után ültetett uborkán kialakult *M. incognita* gyökérkártétel szignifikánsan kevesebb volt, mint a fogékony paradicsom után. Megállapította továbbá, hogy az etoprop hatóanyaggal történő kémiai védekezésnél a rezisztens paradicsomfajta jobban csökkenti a *M. incognita* kártételét. Spanyolországban Ornat et al. (1997) számolt be a Mi-rezisztens paradicsom elővetemény *M. javanica* fonálféreg kártétel csökkentő hatásáról uborkában. Hasonló eredményeket ért el Hanna (2000) sárgadinnye kultúrában. Ahol az elővetemény rezisztens paradicsom volt, szignifikánsan több volt a termés és kevesebb a gyökereken kialakult gubacs, mint a fogékony paradicsom után ültetett sárgadinnyén. Carneiro et al. (2000) szintén rezisztens növények vetésforgóban való termesztését javasolja a gyökérgubacs-fonálférgek elleni védelemben: *M. incognita* fertőzés esetén a karfiol és spenót kultúrákat, mint ellenálló növényeket javasolja.

Thies et al. (2004b) rezisztens paprikafajta fonálféreg-kártételcsökkentő hatását igazolta. Rezisztens paprikafajta után ültetett uborka 85 %-kal több termést hozott, amelyek tömege 87 %-kal több volt, mint a fogékony paprika elővetemény̋ű uborkáé. Hasonló eredményeket tapasztalt tökkel végzett kísérleteiben is. A gubacsosodás mértéke mind tök, mind uborka esetén szignifikánsan kevesebb volt, ha rezisztens paprika volt a korábbi kultúra. A rezisztens paprika elővetemény kombinálva metám-nátrium hatóanyagú szerrel történő talajkezeléssel, hatékony védekezési eljárásnak bizonyult uborka kultúrában (Thies et al., 2005).

Tekintettel arra, hogy a védekezési eljárások közül ismereteink alapján a rezisztencián alapuló eljárások a legcélravezetőbbek, és a rendelkezésre álló adatok alapján az említett védekezési eljárások közül a legeredményesebbek, kutatásaimat rezisztens fajták felkutatása és alkalmazhatósága körében végeztem.

2.3. A paprika csúcsrothadásos betegségének lehetséges okai

A növényházi paprika élettani betegségei közül a legnagyobb terméskiesést a csúcsrothadás okozza. A csúcsrothadás oka nagyon gyakran a kalcium hiányára vezethető vissza.

A fajták közül a fehér bogyójú, intenzív növekedésű paprikafajták a legérzékenyebbek. A kalcium felvételét gátolhatja a talaj magas ammónium-és káliumtartalma, a talaj levegőtlensége, illetve a gyökér-tenyészőcsúcsok különféle okokból történő pusztulása. A kalcium felvételét lassítja a levegő magas páratartalma, kórokozó eredetű szártőbetegségek, a talaj szárazsága, illetve a talaj magas sótartalma is (Terbe és Szabó, 2003). A hajtatott paprika legjelentősebb gyökérkártevője a *Meloidogyne incognita*. A fonálféreg gyökérkárosítása révén gátolja a víz-és tápanyagfelvételt, emiatt a növény föld feletti részén lankadás, hervadás, olykor tápanyaghiány tünetei (klorózis, csökkent növekedési erély és termésmennyiség) jelentkeznek (Eisenback et al., 1981). Bakó et al. (2010) szerint a gyökérgubacs-fonálféreg által károsított növényeken gyengébb fertőzésnél tápelem-hiánytünetek (foszfor, vas, kalcium) jelentkeznek. Alexander és Clough (1998) arra kereste a választ, hogy a fátyolfóliás takarás, illetve a kalcium nitrát adagolása hogyan hat az összes termés mennyiségére, a csúcsrothadásos és napégéses bogyók mennyiségére. A takarás szignifikánsan csökkentette a kalciumhiányos és napégéses bogyók mennyiségét, és növelte a termés mennyiségét mind a korai időszakban, mind a teljes tenyészidőszak során. Ellenben a kalcium nitrát 34 kg/ha, illetve 68 kg/ha dózisban adagolva a kezeletlen kontrollhoz képest csak a kiváló minőségű paprika termések esetén okozott lineáris termésnövekedést, de nem növelte szignifikánsan a piacos termés mennyiségét, és egyik dózis sem csökkentette szignifikánsan a csúcsrothadásos bogyók mennyiségét. Lantos (2007) megállapította, hogy a kijuttatott kalcium mennyisége nem feltétlenül csökkenti a kalciumhiány okozta terméskiesést. Kimutatta, hogy bizonyos fajták alacsonyabb kalciumtartalom mellett is megőrzik egészséges formájukat, ezért keresztezéses nemesítési eljárással próbált kalciumfoltosságra kevésbé hajlamos fajtát előállítani. Lantos et al. (2009) szerint a paprika gyökérzóna hőmérséklete jobban befolyásolja a kalciumhiányos bogyók megjelenését, mint a léghőmérséklet. A kalcium hiány kialakulásban fontos szerepet játszik a hosszabb ideig tartó 20 ºC feletti hőmérséklet a gyökérzónában, a 86 % feletti páratartalom, a kicsi gyökértömeg, és a fajta érzékenysége is. Megállapította, hogy a gyökérzóna 22 ºC feletti hőmérséklete már gátolja a kalcium-ionok felvételét, kőzetgyapoton, perlitben és talajon történő termesztés esetén egyaránt (Lantos et al., 2010). Parađiković et al. (2004) megállapították, hogy az 5 naponkénti kalciumtartalmú lombtrágyázás megszüntette a kalciumhiány tüneteket a Cecil fajtánál. Hochmuth és Hochmuth (2009) szerint a gyökér mechanikai sérülései, betegségek, fonálférgek csökkentik a víz felvételét, ezáltal kalciumhiányt idézhetnek elő. A csúcsrothadás megelőzése céljából ezért a gyökérbetegségek és a fonálférgek ellen védekezni szükséges. Munkánk célja volt, hogy megállapítsuk, hogy van-e szerepe a kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg elleni növényi rezisztencián alapuló védekezéseknek növényházi paprika kultúrában a kalciumhiányos bogyók mennyiségére.

3. ANYAG és MÓDSZER

3.1. Rezisztencia vizsgálatok

A *M. incognita* fajjal szembeni ellenállóság kutatását paprika fajtákkal, illetve nemesítési vonalakkal, valamint különböző Cucurbitaceae fajokkal végeztem.

3.1.1. Paprika fajták és nemesítési vonalak ellenállóságának vizsgálata a *Meloidogyne incognita* fajjal szemben

Kutatásaimat a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Kísérleti Üzem növénynevelőjében, valamint Röszkén, egy nagylégterű fűtetlen fóliaházban végeztem. 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 vizsgálatok időpontjait és az alkalmazott fertőzési módot az **5. táblázat** tartalmazza. A vizsgált fajták illetve vonalak a *Capsicum annuum* L, *C. chinense* Jacq. és *C. bacchatum* L. var. *pendulum* fajokból kerültek ki. A származtató cégek illetve nemesítők a köztük folyó verseny miatt az adatokat titkosan kezelik, ezért bizonyos fajták, illetve nemesítési vonalak neve helyett jelölésükre csak számokat használhattunk.

5. táblázat: A paprika *M. incognita* fajjal szembeni ellenállóságának vizsgálati időpontjai

Vizsgálat száma	Vetés időpontja	Értékelt növények	Értékelés időpontja	Tételek száma	Fertőzés módja
1.	2003. 10. 03.	7	2004. 01. 26.	45	inváziós lárvák kijuttatása
2.	2004. 01. 15.	10	2004. 04. 05.	33	fertőzött talajba vetés
3.	2004. 05. 20.	12	2004. 10. 11.	38	fertőzött talajba ültetés
4.	2008. 07. 30.	10	2008. 10. 27.	8	fertőzött talajba ültetés

Az 1. vizsgálatban a tesztelendő tételek (**6. táblázat**) magját steril bányahomokkal megtöltött hungarocell tálcákba vetettem. 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 nőstények tojászsákjait a paprika gyökeréről bonctű segítségével leválasztottam, a tojászsákban lévő tojásokat csapvízben keltettem, majd a tesztelt növények tövéhez mikropipettával növényenként kb. 800 db inváziós lárvát juttattam ki. A növényeket a kelés után 1‰-es Volldünger műtrágya oldattal tápoldatoztam.

6. Táblázat: Mesterséges fertőzéssel és fertőzött talajba vetéssel vizsgált fajták, tételek

Kódszám	Faj/Fajta	Származási hely
1.	*C. annuum*	nemesítő
2.*	*C. annuum*	Törökország
3.*	*C. annuum*	Bulgária
4.*	*C. annuum*	Farmer Kft.
5.*	*C. annuum*	Farmer Kft.
6.*	*C. annuum*	Farmer Kft.
7.*	*C. annuum* 'Tizenegyes'	ZKI
8.*	*C. annuum* 'Fehérözön'	ZKI
9.*	*C. annuum* 'Táltos'	ZKI
10.*	*C. chinense*	ZKI
11.*	*C. annuum* ' HRF'	Royal Sluis
12.*	*C. annuum* 'Kápia'	Royal Sluis
13.	*C. annuum*	nemesítő
14.	*C. annuum*	nemesítő
15.	*C. annuum*	nemesítő
16.	*C. annuum*	nemesítő
17.*	*C. annuum* 'Century'	ZKI
18.*	*C. annuum* 'Apolló'	ZKI
19.	*C. annuum*	Syngenta Seeds Kft.
20.*	*C. annuum*	Bulgária
21.*	*C. annuum*	Törökország
22.	*C. annuum*	nemesítő
23.*	*C. annuum* 'Snooker'	Syngenta Seeds Kft.
24.*	*C. annuum*	India
25.*	*C. annuum*	India
26.*	*C. annuum*	India
27.*	*C.baccatum* var. *pendulum*	Royal Sluis
28.*	*C. annuum*	India
29.*	*C. annuum*	Magyarország
30.*	*C. annuum*	India
31.	*C. annuum*	nemesítő
32.*	*C. annuum* 'Ciklon'	ZKI
33.	*C. annuum*	nemesítő
34.	*C. annuum*	nemesítő
35.	*C. annuum*	nemesítő
36.*	*C. annuum*	Royal Sluis
37.*	*C. annuum*	ZKI
38.*	*C. annuum*	Farmer Kft.
39.*	*C. annuum*	Bulgária
40.*	*C. annuum*	ZKI
41.	*C. annuum*	nemesítő
42.*	*C. annuum*	Bulgária
43.*	*C. annuum*	India
44.*	*C. annuum*	Távol-Kelet
45.*	*C. annuum*	Dél-Amerika

[* A 2. számú vizsgálatban fertőzött talajba vetett tételek (2004. január 15.- április 5.)]

A növényeket a Kertészettudományi Kar Kísérleti Üzem növénynevelőjében neveltük, a hőmérsékletet 25-30 ºC-ra állítottuk be. Az értékelést a fertőzés után 9 hét elteltével végeztem, tételenként 6-7 növényegyedet értékeltem. Kontrollfajtaként a *Capsicum annuum* 'HRF' fajtát használtam.

A 2. számú vizsgálatban magokat a fent említett röszkei növényházból származó *M. incognita* gyökérgubacs-fonálféreggel súlyosan fertőzött talajba vetettem. A vizsgálatokat 33 tétellel (**6. táblázat**, *-gal jelölt fajták) végeztem. Kontrollfajtaként a 11-es számú 'HRF' fajtát használtam. A kikelt növényeket 2 lombleveles állapotban ritkítottam, így tételenként 10 növényt hagytam meg. A növényeket kelés után kétnaponta 1 ‰-es Volldünger műtrágyaoldattal öntöztem. A fitotron hőmérsékletét 25-30 ºC-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 található, *M. incognita* fajjal erősen fertőzött talajú, nagylégterű fóliaházban is megvizsgáltam. A megelőző vizsgálatok fertőzési forrása ebből a növényházból származott. A vizsgált tételeket a **7. táblázat** tartalmazza. Kontrollfajtaként a 29(=11)-es számú 'HRF' fajtát használtam. A vizsgálandó fajták magjait steril homokkal töltött hungarocell tálcákba vetettem a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Kísérleti Üzem növénynevelőjében. Kelés után 1 ‰ töménységű Volldünger oldattal rendszeresen tápoldatoztam, majd 4-6 lombleveles állapotban 2004. július 14-én a fertőzött növényház talajába kiültettem. Minden tételből 12-12 növényt ültettem ki.

A 4. kísérlet során öt új kísérleti alanyfajtát, illetve két blocky típusú termő kísérleti fajtát vizsgáltunk kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg ellenállóság tekintetében (**8. táblázat**). Kontrollként a 'Kaméleon' paprikafajtát használtam (1-es fajta). 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. A növényeket Scotts Universol 16:5:25 összetételű, 1,5 ‰-es töménységű műtrágyával tápoldatoztuk. A talajhőmérsékletet a vizsgálat teljes ideje alatt 15 percenként mértük, Tiny Tag digitális talajhőmérő készülék segítségével.

7. táblázat: A növényházi (3.) kísérletben vizsgált tételek

	Faj	**Származás**
1.	*C. annuum*	nemesítő
2.	*C. annuum*	nemesítő
3.	*C. annuum*	nemesítő
4.	*C. annuum*	nemesítő
5.	*C. annuum*	nemesítő
6.	*C. annuum*	nemesítő
7.	*C. annuum*	nemesítő
8.	*C. annuum*	nemesítő
9.	*C. annuum*	nemesítő
10.	*C. annuum*	nemesítő
11.	*C. annuum*	nemesítő
12.	*C. annuum*	nemesítő
13.	*C. annuum*	nemesítő
14.	*C. annuum*	nemesítő
15.	*C. annuum*	nemesítő
16.	*C. annuum*	nemesítő
17.	*C. annuum*	nemesítő
18.	*C. annuum*	nemesítő
19.	*C. annuum*	nemesítő
20.	*C. annuum*	nemesítő
21.	*C. annuum*	nemesítő
22.	*C. annuum*	nemesítő
23.	*C. annuum*	nemesítő
24.	*C. annuum*	nemesítő
25.	*C. annuum*	nemesítő
26.	*C. annuum*	nemesítő
27.	*C. annuum*	nemesítő
28.	*C. annuum*	nemesítő
29(=11)	*C. annuum* 'HRF'	Royal Sluis
30(=28)	*C. annuum*	India
31(=43)	*C. annuum*	India
32(=24)	*C. annuum*	India
33.	*C. chinense*	ZKI
34(=10)	*C. chinense*	ZKI
35(=23)	*C. annuum* 'Snooker'	Syngenta Seeds Kft
36(=45)	*C. annuum*	Dél-Amerika
37(=44)	*C. annuum*	Távol-Kelet
38(=19)	*C. annuum*	Syngenta Seeds kft.

A zárójelben szereplő számok az 1. és 2. vizsgálatban kapott kódszámot jelentik.

8. tábázat: A 4. vizsgálatban szereplő tételek

sorszám	faj	felhasználás cél	származás
1	*Capsicum annuum*	'Kaméleon ', kontroll	kereskedelem
2	*Capsicum annuum*	alany	Farmer Kft.
3	*Capsicum annuum*	termő fajta	Farmer Kft.
4	*Capsicum annuum*	alany	Farmer Kft.
5	*Capsicum annuum*	alany	Farmer Kft.
6	*Capsicum annuum*	termő fajta	Farmer Kft.
7	*Capsicum annuum*	alany	Farmer Kft.
8	*Capsicum annuum*	alany	Farmer Kft.

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 tizedgramm 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.

3.1.2. 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 (**9. táblázat**). 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, és hagyományos szaporító ládában 8 növényt neveltem (**5. ábra**). A cserepeket a növények mérete miatt tíz nappal ültetés után szétraktam, ládánként négy növényt hagytam. A értékelést 8 héttel a cserepezés után végeztem el 2006. szeptember 11-étől. Mértem a növények gyökértömegét, sztereomikroszkóp segítségével számoltam a gyökereken képződött gubacsokat,

illetve a bennük található nőstényeket. A kapott adatokat Games-Howell statisztikai próbával értékeltük.

9. táblázat: A vizsgált potenciális dinnye alanyok (2006)

Sorszám	Fajtanév	faj	származás/forgalmazó
1	Kublai	interspecifikus	Syngenta Seeds Kft.
2	Emphasis	*Lagenaria siceraria*	Syngenta Seeds Kft.
3	Dinero	*Cucumis melo*	Syngenta Seeds Kft.
4	Ojakkyo	*Citrullus lanatus* var. *mostarda*	Syngenta Seeds Kft.
5	Kazako	interspecifikus	Syngenta Seeds Kft.
6	BN 221	interspecifikus	Syngenta Seeds Kft.
7	Pal Kang	*Lagenaria siceraria*	Syngenta Seeds Kft.
8	Sycios angulatus	*Sycios angulatus*	Syngenta Seeds Kft.
9	Beton	*Cucurbita moschata*	Farmer Kft.
11	Sárga óriás	*Cucurbita pepo* var. *pepo*	Rédei Kertimag Zrt.
12	No. 3.	interspecifikus	Farmer Kft.
13	Shintosa Camelforce	interspecifikus	Nunhems Hungary Kft.
14	RS 841improved	interspecifikus	Royal Sluis
16	Marina di Chioggia	*Cucurbita maxima*	Olaszország
18	Téli zöld	*Cucurbita ficifolia*	Rédei Kertimag Zrt.
21	Donatello	*Cucumis melo*	Royal Sluis

5. ábra: A vizsgált növények értékelés előtt

A 2008. évi vizsgálatban nyolc különböző, Cucurbitaceae családba tartozó faj 13 fajtáját vizsgáltam kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg érzékenység szempontjából (**10. táblázat**). Sárgadinnye kontrollként a ’Donatello’ fajtát használtuk, görögdinnye kontrollként a ’Chrimson Sweet’ fajtát. A magokat 2008. július 8-án vetettük 4 cm lyukátmérőjű Teku JP 44 típusú tálcákba Hawita Traysubstrat 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, amelyből a fonálféreg fajt előzetesen az ott termesztett ’Pitenza’ paradicsomfajta gyökeréből azonosítottam. A növényeket a Budapesti Corvinus Egyetem Budai Arborétum üvegházában neveltem, hetente Scotts Universol Orange (16:5:25+mikroelemek) komplex műtrágyával öntöztem. A növények lombozatát a károsítók ellen szükség szerinti egységes növényvédelmi permetezésben részesítettem. Fajtánként 10-12 növény gyökerén a fertőzöttség mértékét szeptember 30-ától értékeltem. A gyökereket a talajtól megtisztítottam, tömegüket tizedgramm pontossággal mértem, majd mikroszkóp segítségével megszámoltam a rajta képződött gubacsokat. Nagyméretű gubacsok esetén a gubacsokat lándzsatű segítségével felbontottam, és a benne található nőstényeket megszámoltam. Meghatároztam a gyökereken a grammonkénti gubacsszámot. A kapott adatokat Games-Howell statisztikai próba segítségével értékeltük.

10. táblázat: A vizsgált potenciális dinnye alanyok (2008)

Sorszám	Fajta	Faj	Származás/Forgalmazó
1	Kazako	interspecifikus	Syngenta Seeds Kft.
2	Suha	interspecifikus	Farmer Kft.
3	ES 30301	interspecifikus	Farmer Kft.
4	Donatello	*Cucumis melo*	Nunhems Hungary Kft.
5	Chrimson Sweet	*Citrullus lanatus*	Rédei Kertimag Zrt.
6	Oyakkio	*Citrullus lanatus*	Syngenta Seeds Kft.
7	No. 7.	*Citrullus lanatus*	Farmer Kft.
8	Sycios angulatus	*Sycios angulatus*	Syngenta Seeds Kft.
9	*Cucumis metuliferus*	*Cucumis metuliferus*	Távol-Kelet
10	NUN 3001 RT	*Lagenaria siceraria*	Nunhems Hungary Kft.
11	Macis	*Lagenaria siceraria*	Nunhems Hungary Kft.
12	FR Strong	*Lagenaria siceraria*	Monsanto Hungária Kft.
13	Emphasis	*Lagenaria siceraria*	Syngenta Seeds Kft.
14	Alba	*Cucurbita pepo*	Rédei Kertimag Zrt.
15	*Echinocystis lobata*	*Echinocystis lobata*	vad (gyűjtött)

3.2. *Meloidogyne incognita* rezisztens alanyra oltott és saját gyökerű rezisztens paprikafajtákkal végzett vizsgálatok hideghajtatásban

Három vegetációs periódusban végeztem vizsgálatokat gyökérgubacs-fonálféreg rezisztens fajtákkal illetve fajtajelöltekkel, valamint gyökérgubacs-fonálféregre rezisztens alanyokra oltott paprikafajtákkal. A vizsgálatok különböző műveleteinek időpontjait a **11. táblázat** tartalmazza.

11. táblázat: Oltott és saját gyökerű paprikafajtákkal végzett vizsgálatok időzítése

év	vetés	oltás	ültetés növényházba	Szedés kezdete
2008.	2008. 04. 04.	—	2008. 05. 17.	2008. 06.28.
	2008. 03. 13.	2008. 04. 11.		
2009.	2009. 03. 31.	—	2009. 05. 10.	2009. 06. 20.
	2009. 03. 09.	2009. 03. 31.		
2010.	2010. 04. 24.	—	2010. 06. 01.	2010. 07. 19.
	2010. 03. 30.	2010. 04. 27.		

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

A vizsgált fajták mind édes fehér étkezési paprika fajtacsoportba tartoztak (**12.** és **13. táblázat**).

12. táblázat: A vizsgált paprikafajták, illetve oltáskombinációk (2008)

Sorsz.	Nemes fajta	Alany
1	Cibere	—
2	Citera	—
3	Cibere	Snooker
4	Cibere	Robusto
5	Citera	Snooker
6	Citera	Robusto
7	Cinema	—
8	rezisztens vonal 2.	—

13. táblázat: A vizsgált paprikafajták, illetve oltáskombinációk (2009-2010)

Sorszám	Fajta	Alany
1.	Cinema	—
2.	Cibere	—
3.	Century RZ	—
4.	Creta	—
5.	Kurca RZ	—
6.	Verecke	—
7.	Cibere	Snooker
8.	Century RZ	Snooker
9.	Creta	Snooker
10.	Kurca RZ	Snooker
11.	Verecke	Snooker
12.	Cibere	Robusto
13.	Century RZ	Robusto
14.	Creta	Robusto
15.	Kurca RZ	Robusto
16.	Verecke	Robusto

2008. évi vizsgálatban még csak fajtajelöltként szerepelt a 7-es sorszámú tétel, azóta 'Cinema' néven fajtaelismerést kapott, amely a nemesítőktől származó információ szerint az *N* rezisztenciagént hordozza. A többi vizsgált saját gyökerű kereskedelemben kapható fajták fogékonyak a kertészeti gyökérgubacs-fonálféregre.

Az oltáshoz két, a fajtatulajdonosok és a korábbi rezisztencia vizsgálataink alapján *M. incognita* ellenálló alanyt használtunk. A 'Snooker' alanyfajta az *Me7* rezisztenciagént tartalmazza. 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 lettek ültetve. 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 léghőmérsékletet 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 tápoldatoztuk. 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.

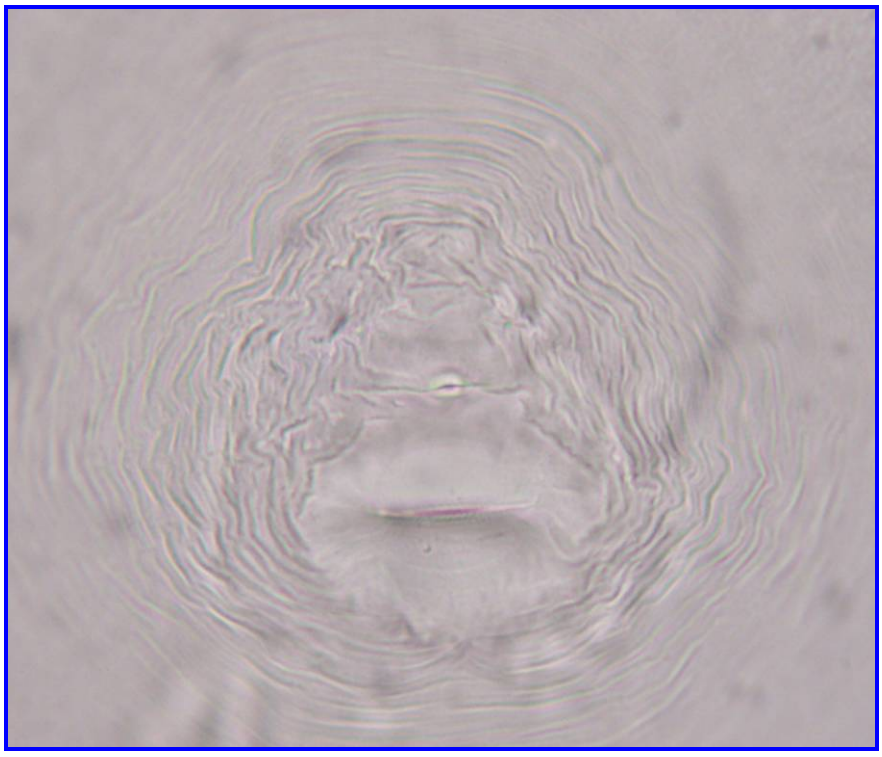
A fent részletezett oltott paprikákkal végzett vizsgálatokban 2009-2010-ben a szedések során feljegyeztem a csúcsrothadásos tüneteket mutató termések számát. A kalciumhiány tüneteit mutató bogyókat tövenként külön gyűjtöttem, számoltam, meghatároztam a tüneteket mutató bogyók arányát. 2009. évben 45 g/m^2, 2010. évben 29 g/m^2 kalcium-oxid (CaO) hatóanyagot juttattunk ki tápoldat formájában. A tenyészidőszak végén megvizsgáltam a gyökerek fonálféreg-fertőzöttségét, amelyet 2009. évben egységnyi gyökértömegre eső gubacsszámmal, 2010. évben pedig a gyökérfelület százalékos gubacsborítottságával jellemeztem. A kapott adatokat a szükséges feltételek ellenőrzése után Mann-Whitney U-próbával értékeltem.

3.3. 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.

3.3.1. Morfológiai azonosítás

A fertőzéshez használt faj azonosítása céljából a fertőzéshez használt talajban termesztett növény gyökerében lévő nőstények vulvakúpjából preparátumot készítettem, és a fajt ez alapján határoztam meg Jepson (1987) határozókulcsa alapján. A nőstények hátulsó végét pengedarabbal levágtam ügyelve arra, hogy a vulva a lemetszett gömbszelet közepére essen. A kimetszett vulvakúpot tárgylemezre helyezett glicerincseppbe tettem úgy, hogy a metszési felület a tárgylemez felé essen, majd kereteztem. A perineum rajzolata alapján meghatároztuk a gyökéren élősködő *Meloidogyne* fajt (**6. ábra**). Vizsgálataimat minden esetben *Meloidogyne incognita* fajjal végeztük.



6. ábra: A *Meloidogyne incognita* perineuma

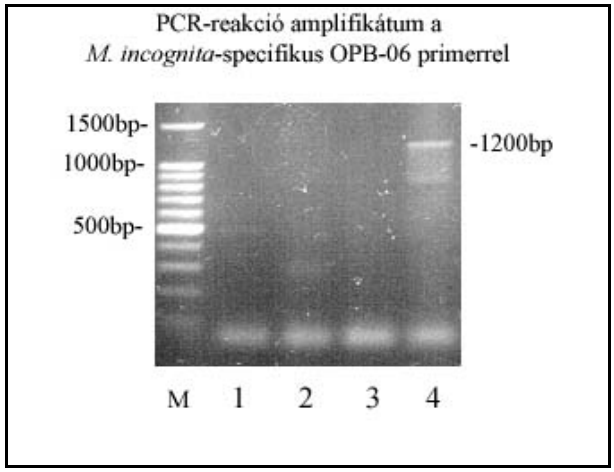
3.3.2. A vizsgálatokban használt gyökérgubacs-fonálféreg faj azonosítása PCR-technikával

A morfológiai fajmeghatározás nagy gyakorlatot igényel, valamint egy fonálféreg populáción belül a nőstények közötti variabilitás olyan mértékű lehet, hogy a faji hovatartozás nem mindig állapítható meg egyértelműen (Zijlstra et al., 2000). A DNS-alapú vizsgálati módszerek azonban függetlenek a környezeti tényezőktől és a fonálféreg fejlődési stádiumától.

Ma a fajazonosság ellenőrzésére a PCR-technika a legbiztosabb molekuláris szintű vizsgálati módszer. Ennek jövőbeni szélesebb körű használata lehetőséget nyújt arra, hogy a fajmeghatározás bonyolult morfológiai módszereit felváltsuk.

A fonálféreg tenyészetek fajazonosságának ellenőrzésére a PCR módszer a legbiztosabb molekuláris szintű vizsgálati módszer. A kísérletekben használt röszkei populációból vett mintákon elvégeztük a minták fajspecifikus primerekkel történő azonosítását. A vizsgálatokat a Genetika és Növénynemesítés Tanszéken Ruthner Szabolcs segítségével bvégetük.

A növények gyökeréről csipeszzel leemelt tojászsákokat csapvízbe helyeztük, és a kikelt L2-es lárvákból ill. tojásokból a DNS-t Qiagen DNEasy Tissue Kit felhasználásával vontuk ki a megadott protokoll szerint. A *M. incognita* DNS-ének 1200 bp nagyságú szakaszát a 5'-CTC TGC CCA ATG AGC TGT CC-3'(OPB-061200 Finc) és a 5'-CTC TGC CCT CAC ATT AAG-3' (OPB-061200 Rinc) primer párokkal amplifikáltuk Zijlstra et al. (2000) leírása alapján. A PCR reakció 25 µl reakció térfogatban a következőket tartalmazta: 10 mM Tris (pH 9), 1,5 mM $MgCl_2$-t, 50 mM KCl-t, 200 µM minden dNTP-ből, 0,5 egység Taq DNS polimeráz, 0,24 µM a két primerből, és 10 ng templát DNS. A reakciót 94 ˚C-on (2 perc) indítottuk, majd 35 ciklust futtattunk (94 ˚C-30 mp, 54 ˚C-30 mp, 72 ˚C-1 perc). A keletkezett fragmentumokat 1,5 %-os agaróz gélen elválasztottuk. A kész ethidium bromidos festési eljárással kezelt géleket UV fény alatt polaroid kamerával archiváltuk (**7. ábra**). A morfológiai határozás helyességét így PCR-es fajmeghatározással igazoltuk. Megállapítottuk, hogy a vizsgált mintában valóban a *M. incognita* faj van jelen.



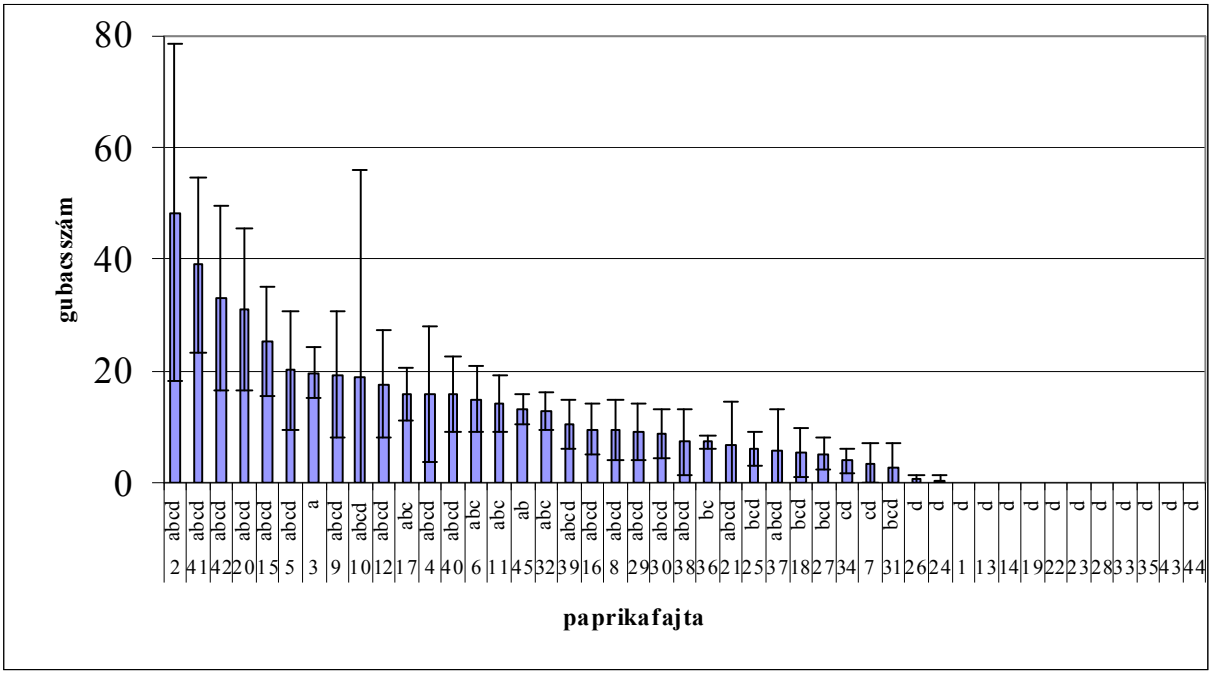
7. ábra: PCR-reakció amplifikátum a *M. incognita*-specifikus OPB-06 primerrel

4. EREDMÉNYEK

4.1. Rezisztencia vizsgálatok

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

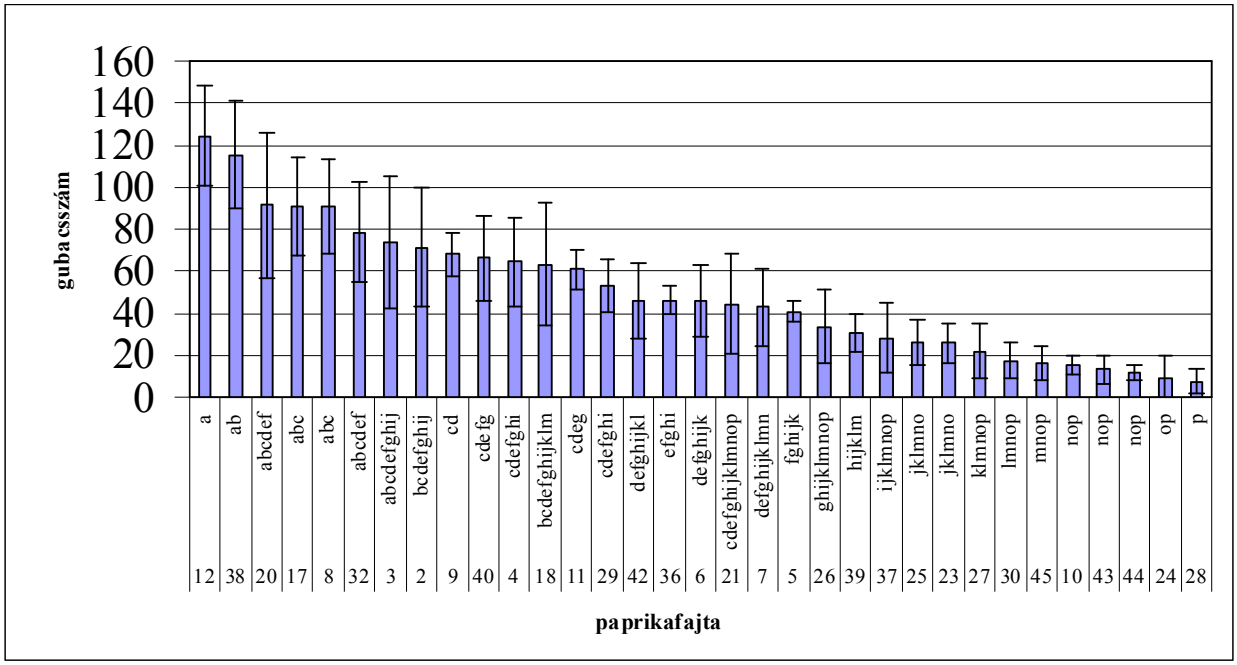
Az 1. számú vizsgálatban a steril bányahomokba vetett, később mesterségesen fertőzött növényekből tételenként 6, ill. 7 egyeden számoltam a gubacsokat, illetve tojászsákokat. A 10. tételből 10 növényt értékeltem, mert a gubacsok száma egyedenként nagyon nagy elérést mutatott (10 növényből hét gyökerén nem volt gubacs, ellenben három egyeden 18, 69, és 104 gubacsot találtam). A Games-Howell statisztikai próba eredményét a **9. ábra** mutatja. A grafikonon látható oszlopok a gubacsok átlagát, a szakaszok a szórást jelölik.A statisztikai értékelés szerint a legfogékonyabb („a" kód) a 3-as fajta. A vizsgált tételek közül több (1., 13., 14., 19., 22., 23., 28., 33., 35., 43., 44.) rezisztenciát mutatott a *M. incognita* fajjal szemben, azaz e növények gyökerein nem találtam sem gubacsot, sem tojászsákot. A fent rezisztensként említett tételek mellett a 24. és 26. fajta is ellenállónak mondható („d" kód). A legtöbb gubacs átlagban a 2., 41., és a 42. számú fajtán volt található, viszont e fajták esetén a szórás nagy volt.



9. ábra Paprika fajták és nemesítési alapanyagok érzékenysége *M. incognita* fonálféreg fajjal szemben a gyökerenkénti gubacsszám alapján (szuszpenzióval fertőzve) (a különböző betűjelek szignifikáns differenciát (P=0,05) jeleznek)

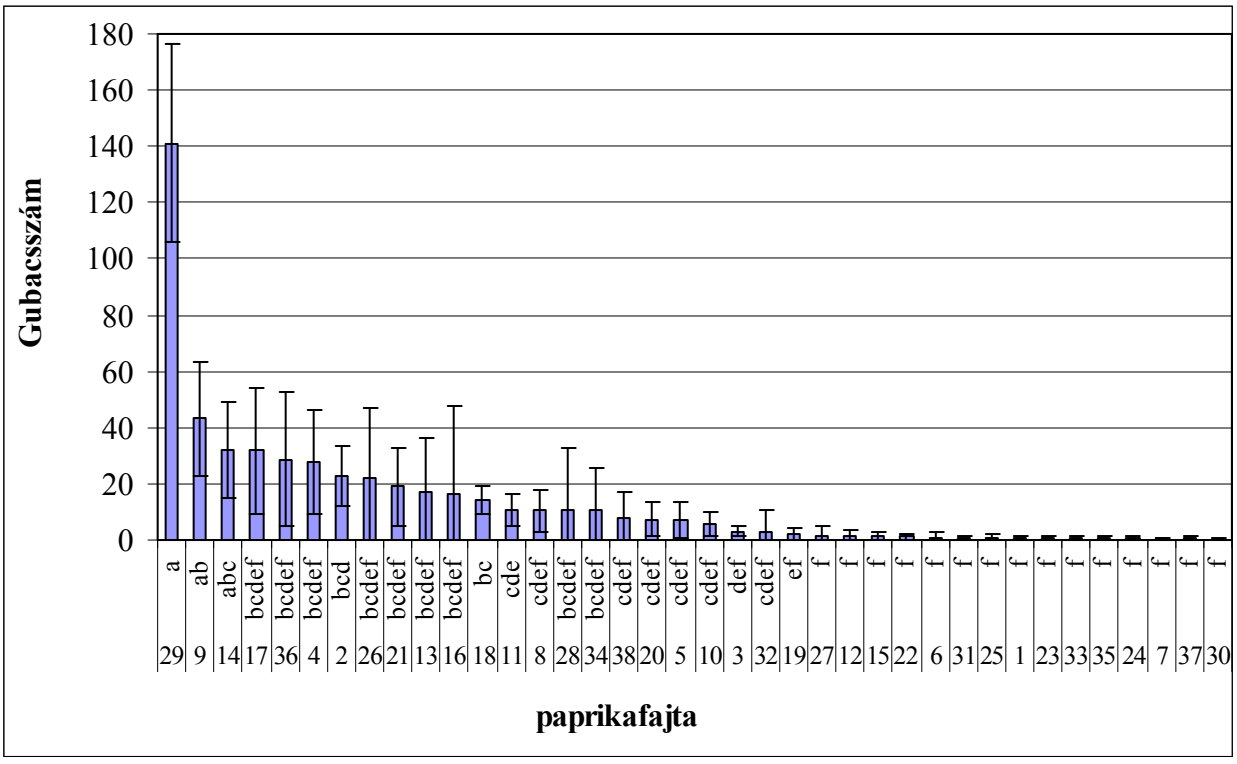
A 2. vizsgálat során a fertőzött talajba vetett paprika növényekből tételenként 10-10 egyed gyökerén számoltam a gubacsokat, illetve tojászsákokat. Kivételt képez a 7. számú fajta,

amelyből egy elpusztult, így csak 9 gyökér állt rendelkezésre. A *M. incognita* fajjal erősen fertőzött talaj jó tesztközegnek bizonyult, mivel a fajták közötti érzékenységbeli különbségek jól kimutathatók voltak. A Games-Howell statisztikai próba eredményei a **10. ábrán** láthatók. A kapott adatok megerősítik az előző, *M. incognita* szuszpenzióval történt mesterséges fertőzés eredményeit, azaz a legjobban ellenálló tételek megegyeztek a mesterséges fertőzés esetén rezisztensnek bizonyuló tételekkel, de a mesterséges fertőzéssel végzett kísérlettel ellentétben nem találtam olyan tételt, amelynek gyökere gubacstól mentes lett volna. A gubacsok száma az előző kísérlethez képest lényegesen nagyobb volt, ami alapján valószínűsíthetjük, hogy a természetes fertőzési forrásban nagyobb egyedszámban volt jelen a gyökérgubacs-fonálféreg, valamint, hogy a talajhőmérséklet meghaladhatta Thies és Fery (1998) által megállapított kritikus 28 ºC-t. A statisztikai próba alapján a 10-es, 23-as, 24-es, 27-es, 28-as, 30-as, 43-as, 44-es, illetve 45-ös kódszámmal jelölt tételek bizonyultak ellenállónak. A növények fejlettsége, mérete jelentősen elmaradt a steril homokba 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.



10. ábra: Paprikafajták és nemesítési alapanyagok érzékenysége *M. incognita* fonálféreg fajjal szemben a gyökerenkénti gubacsszám alapján (fertőzött talajba vetve) (a különböző betűjelek szignifikáns differenciát (P=0,05) jeleznek)

A növényházi kísérlet (3. vizsgálat) során eddig még nem vizsgált nemesítési vonalakat, valamint azokat a fajtákat vizsgáltam, amelyek az előző két vizsgálat során ellenállóságot mutattak a *M. incognita* fajjal szemben. A Games-Howell statisztikai próba eredményei a **11. ábrán** láthatók. A kontroll 29(=11)-es számú 'HRF' fajtán kiemelkedően sok gubacsot találtam. Két tételt kivéve (9-es és 14-es) minden további tétel szignifikánsan különbözött a kontrolltól. A többi korábban vizsgált tétel termesztési körülmények között is ellenállónak bizonyult a fonálféreg-fertőzéssel szemben. A 36(=45)-os fajta fogékonysága az előző két vizsgálat alapján nem volt egyértelmű. E vizsgálat eredményeképpen fogékonynak találtam. Az újonnan vizsgált nemesítési vonalak közül tízet rezisztensnek találtam. Ezek a tételek: 1-es, 6-os, 7-es, 12-es, 15-ös, 22-es, 23-as, 24-es, 25-ös, 27-es. A három különféle vizsgálati módszer eredményei egybevethetők, fedik egymást, ezért mind a mesterséges fertőzés steril talajon, mind a fertőzött talajba ültetés, illetve vetés alkalmas a fonálféreg-érzékenység vizsgálatára, abban az esetben, ha a fonálféreg-populáció faji hovatartozásának meghatározása pontosan megtörtént.



11. ábra: Paprikafajták és nemesítési alapanyagok érzékenysége a *M. incognita* fonálféreg fajjal szemben a gyökerenkénti gubacsszám alapján (növényházi kísérletben) (a különböző betűjelek szignifikáns differenciát (P=0,05) jeleznek)

A 4. vizsgálatban a tesztelt alanyok, illetve kísérleti termő fajták jelentős ellenállóságot mutattak a kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg (*Meloidogyne incognita)* vizsgált magyarországi populációjával szemben. A statisztikai elemzés alapján mind a gyökerenkénti, mind az egységnyi

gyökértömegre eső gubacsszám összehasonlításával ugyanazt az eredményt kaptam (**13. táblázat**). A kontrollként választott 'Kaméleon' fajta (1-es kód) gyökerén súlyos kártételt figyeltem meg, a kártétel következtében a gyökér barnult, pusztulásnak indult (**12. ábra**). A vizsgált alanyok illetve kísérleti fajták nagyfokú rezisztenciát mutattak, legtöbbjükön nem, vagy alig fordult elő fonálféreg által okozott gubacs, gyökerük erőteljes, egészséges volt (**13. ábra**). A 2-es alanyfajta és a 3-as termő fajta gyökere teljesen fertőzésmentes volt, ezek szignifikánsan különböztek a 8-as alanyfajtától. Az ellenállónak talált tételekben az egyes növények gyökerén sok esetben 1-3 gubacsot találtam. Egyedül a 8-as fajta néhány egyedén tapasztaltam ettől nagyobb mértékű (3-30 gubacs/gyökér) gubacsképződést.

14. táblázat: A vizsgált paprika tételek érzékenysége a *Meloidogyne incognita* fajjal szemben (a különböző betűjelek szignifikáns differenciát (P=0,05) jeleznek)

kód	átlagos gyökerenkénti gubacsszám	átlagos gubacsszám/ g gyökér	szignifikáns differencia
1	471,3	48,26	**a**
8	4,4	0,33	**b**
5	0,6	0,10	**bc**
6	0,6	0,08	**bc**
4	0,5	0,07	**bc**
7	0,2	0,03	**c**
2	0,0	0,00	**c**
3	0,0	0,00	**c**

12. ábra: A kontrollként használt fogékony paprikafajta gyökere

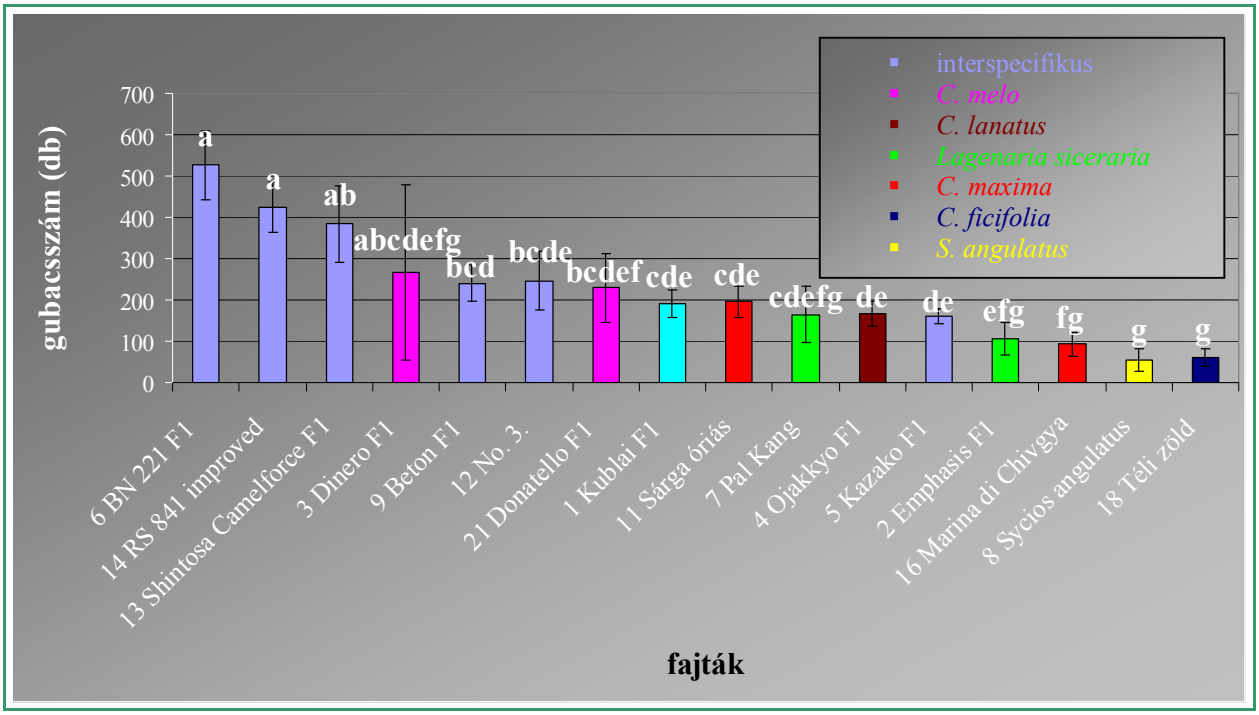
13. ábra: A 2-es számú rezisztens alanyfajta gyökere

A talaj hőmérséklete a vizsgálat időtartama alatt mintegy 70 mérési alkalommal haladta meg a 28 ºC-t (kb. 18 óra időtartam). Ez a minimális fertőzés feltehetően annak tudható be, hogy a hőmérséklet ugyan rövid ideig, de meghaladta a Thies és Fery (1998) által megállapított rezisztencia megtöréséhez szükséges értéket.

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 gyökérgubacs-fonálférgeknek ellenálló paprikafajta közül választhatnak a termelők.

4.1.2. Potenciális dinnye alanyok ellenállósága a *Meloidogyne incognita* fajjal szemben

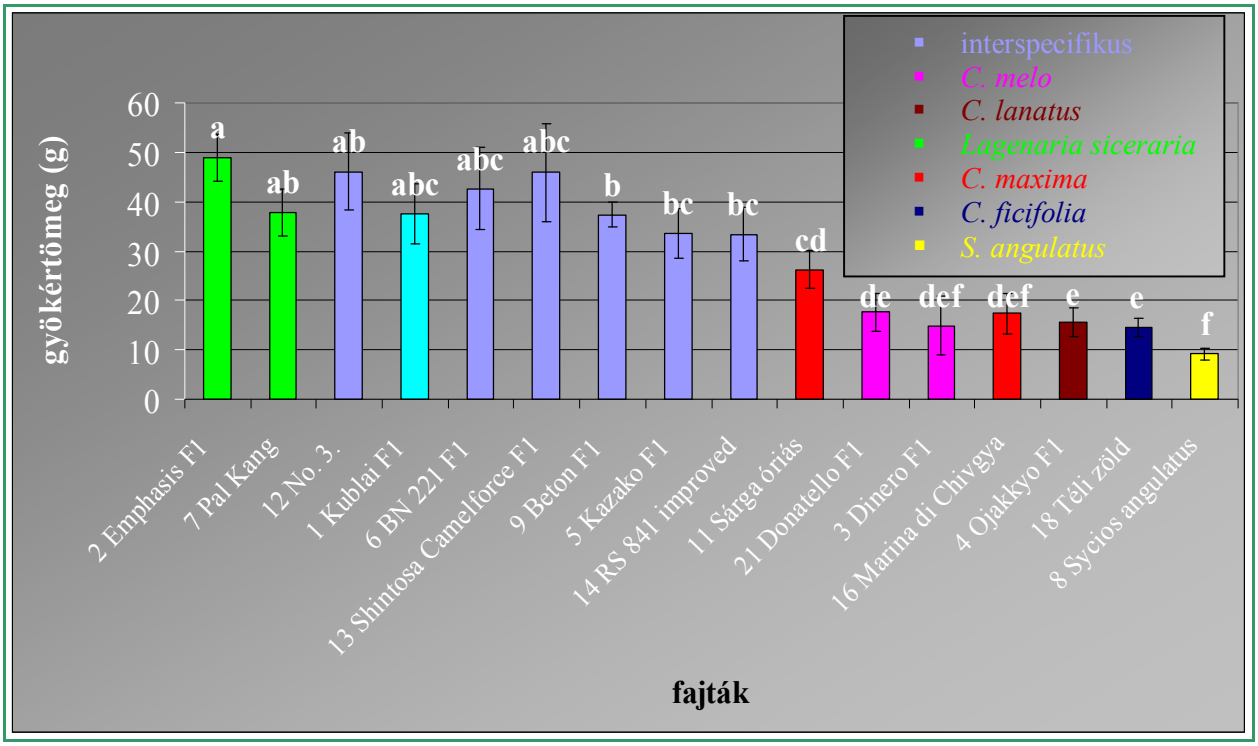
A vizsgált potenciális alanyok *Meloidogyne incognita* fajjal szembeni érzékenysége mindkét vizsgálatban eltérő volt, de rezisztens tételt nem találtam. A 2006. évi vizsgálatban a gubacsok száma alapján a legfogékonyabbak a *M. incognita* fajra az interspecifikus (*Cucurbita maxina* X *Cucurbita moschata*) hibridek voltak. Tőlük szignifikánsan nem különbözött a kontroll 'Donatello' sárgadinnyefajta, amely szintén súlyosan károsodott (**15. ábra**). A *Lagenaria* alanyfajták a kontroll sárgadinnyefajtától nem különböztek, ellenben a legfogékonyabb interspecifikus fajtáknál (6., 14., 13. számú fajták) szignifikánsan kevesebb gubacs képződött. A *Sycios angulatus* és a *Cucurbita ficifolia* gyökerén a kontrolltól szignifikánsan kevesebb gubacs képződött (**14. ábra**).



14. ábra: A *Meloidogyne incognita* gyökerenkénti gubacs-, illetve nősténység (2006, Soroksár)(a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek

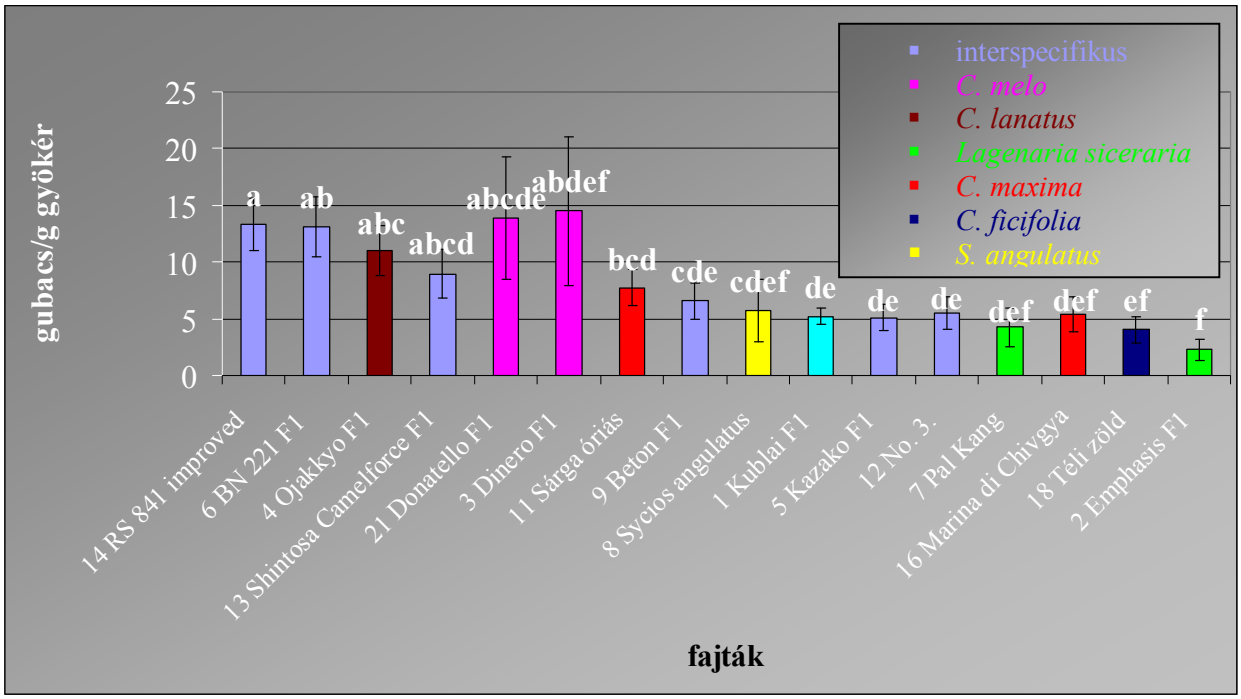
15. ábra: A *Meloidogyne incognita* kártétele a ’Donatello’ sárgadinnyefajtán

A legnagyobb gyökértömeget 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 (**16. ábra**).



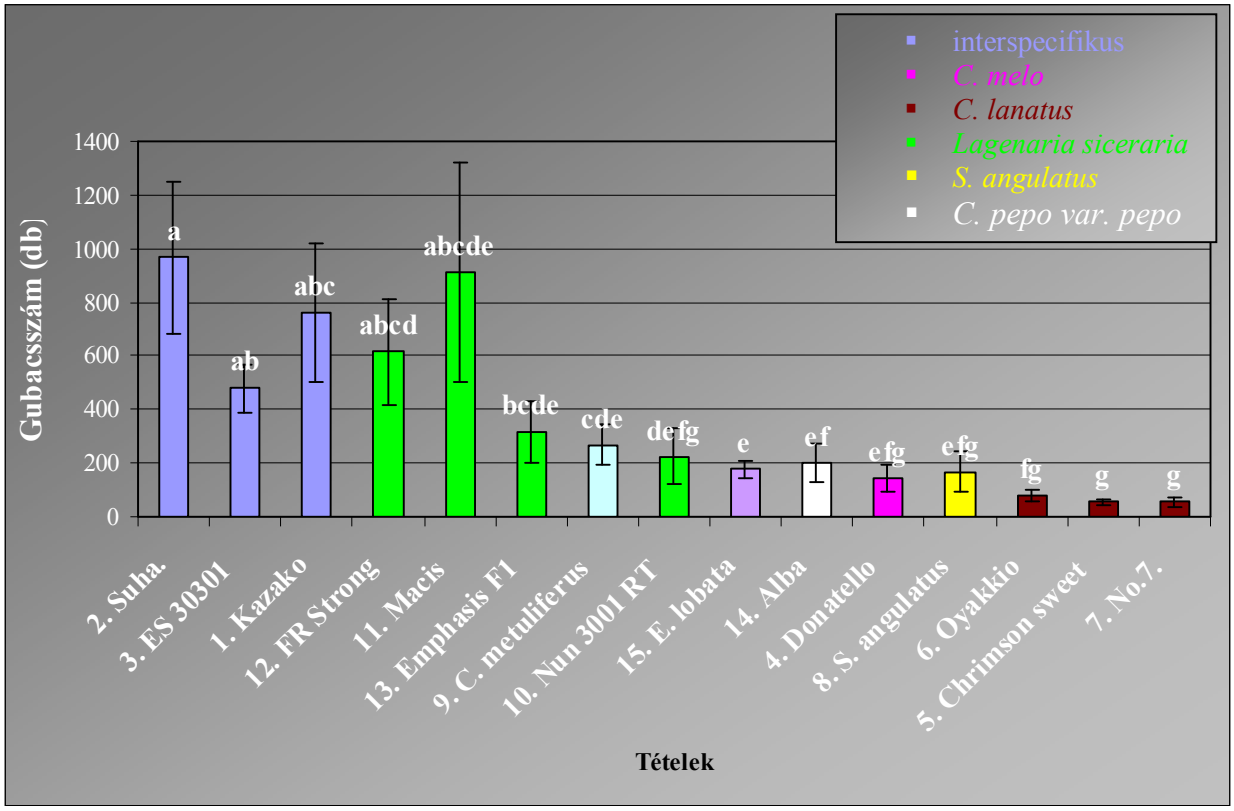
16. ábra: A potenciális alanyok átlagos gyökértömege (2006, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek)

Az egységnyi gyökértömegre eső gubacsszám alapján a *Lagenaria* fajták mutatták a legkisebb fogékonyságot a *M. incognita* fajra. Az Emphasis fajta szignifikánsan kevésbé volt fogékony, mint a kontroll fajta. Az összes többi, vizsgált tétel statisztikailag nem különbözött a kontrolltól. Mivel a gubacsszám alapján kevésbé fogékony *S. angulatus* és *C. ficifolia* gyökértömege is kisebb volt, így ezek az egységnyi gyökértömegre eső gubacsszám alapján nem különböztek statisztikailag a kontrolltól, annak ellenére sem, hogy a grammonkénti gubacsszám esetükben kevesebb, mint fele volt a kontrollénak, hasonlóan a *C. maxima* és néhány interspecifikus fajtához (**17. ábra**).



17. ábra: Az 1 gramm gyökérre eső *Meloidogyne incognita* gubacs-, illetve nősténysszám (2006, Soroksár)(a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek)

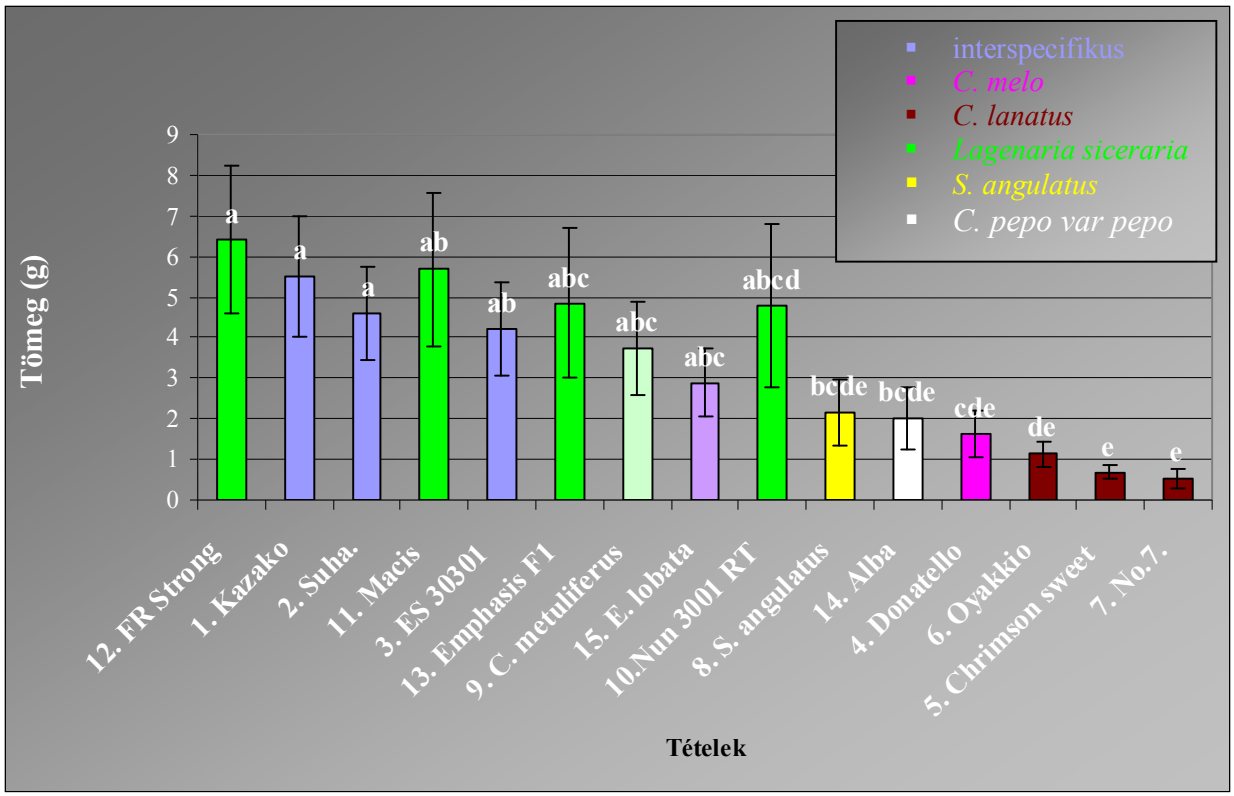
A 2008. évi vizsgálat eredményeként gubacs-, ill. nősténys zám alapján elmondható, hogy a legtöbb gubacs a 2006-os vizsgálathoz hasonlóan az interspecifikus (*Cucurbita maxima* X *Cucurbita moschata*) fajtákon képződött, szignifikánsan több, mint a kontroll 'Donatello' sárgadinnyefajtán. Kisebb volt a gubacsszám a *Lagenaria* fajtákon (**18. ábra**), a legkevesebb gubacsot a görögdinnyefajtákon találtam, a kontroll görögdinnye fajta ('Chrimson sweet') és a két alanyfajta ('Oyakkio', 'No.7') között nem volt szignifikáns differencia. A *C. metuliferus*, a *S. angulatus* és a *C. pepo* 'Alba' statisztikailag nem különbözött a kontroll 'Donatello' fajtától (**18. ábra**).



18. ábra: A *Meloidogyne incognita* által képzett gyökerenkénti gubacsszám, ill. nőstények száma (2008, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek)

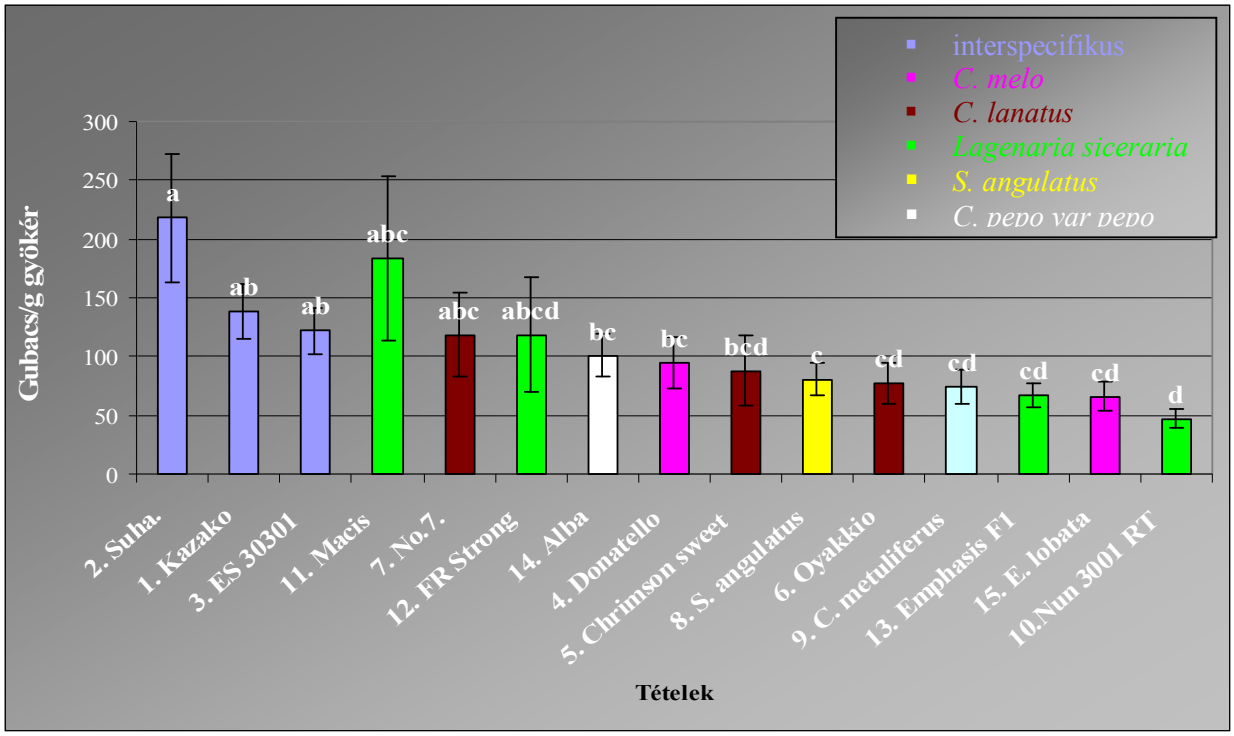
19. ábra: A *M. incognita* fajjal fertőzött *Lagenaria* 'Macis' fajta gyökere

A legnagyobb gyökértömeget a *Lagenaria* ('FR Strong', 'Macis') és az interspecifikus ('Suha', 'Kazako') fajták adták, szignifikánsan többet, mint a kontroll fajták (**20. ábra**). Legkisebb gyökértömeget a görögdinnye fajtáknál mértem, bár ennek oka lehet, hogy a görögdinnye nehezen tolerálta a kis cserépben történő nevelést, illetve öntözési igénye is eltér a többi fajétól, ezért a növények gyökere pusztulásnak indult.



20. ábra: A potenciális dinnye alanyok átlagos gyökértömege (2008, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek)

Az egységnyi gyökértömegre eső gubacsszám alapján megállapítottam, hogy sárgadinnyék alanyaként használt interspecifikus fajták és a kontroll fajta egyformán fogékonyak a kertészeti gyökérgubacs-fonálféregre, sőt több gubacs képződött ezeken a fajtákon, mint a 'Donatello' fajtán (**21. ábra**). Ez alapján az interspecifikus alanyok nem javasolhatók gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött talajon. 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 gyökéren a 'NUN 3001 RT' alanyfajtán képződött. Ennek ellenére a *Lagenaria* fajták nagy gyökértömegüknél fogva képesek lehetnek a kártételt tolerálni. Mivel a görögdinnye fajták gyökere erősen pusztult, gyökértömegük kicsi volt, de erősen fertőződtek. Ezért egységnyi gyökértömegre eső gubacsszám alapján megállapítottam, hogy a görögdinnye a sárgadinnyéhez hasonlóan kedvelt tápnövénye a *Meloidogyne incognita* fajnak. A görögdinnye fajták kísérleti eredményei alapján 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. 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.



21. ábra: Az 1 gramm gyökérre eső *Meloidogyne incognita* gubacs-, illetve nőstényszám (2008, Soroksár)(a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek)

4.2. Növényi rezisztencián alapuló védekezés a *Meloidogyne incognita* ellen paprikahajtatásban

4.2.1. *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.

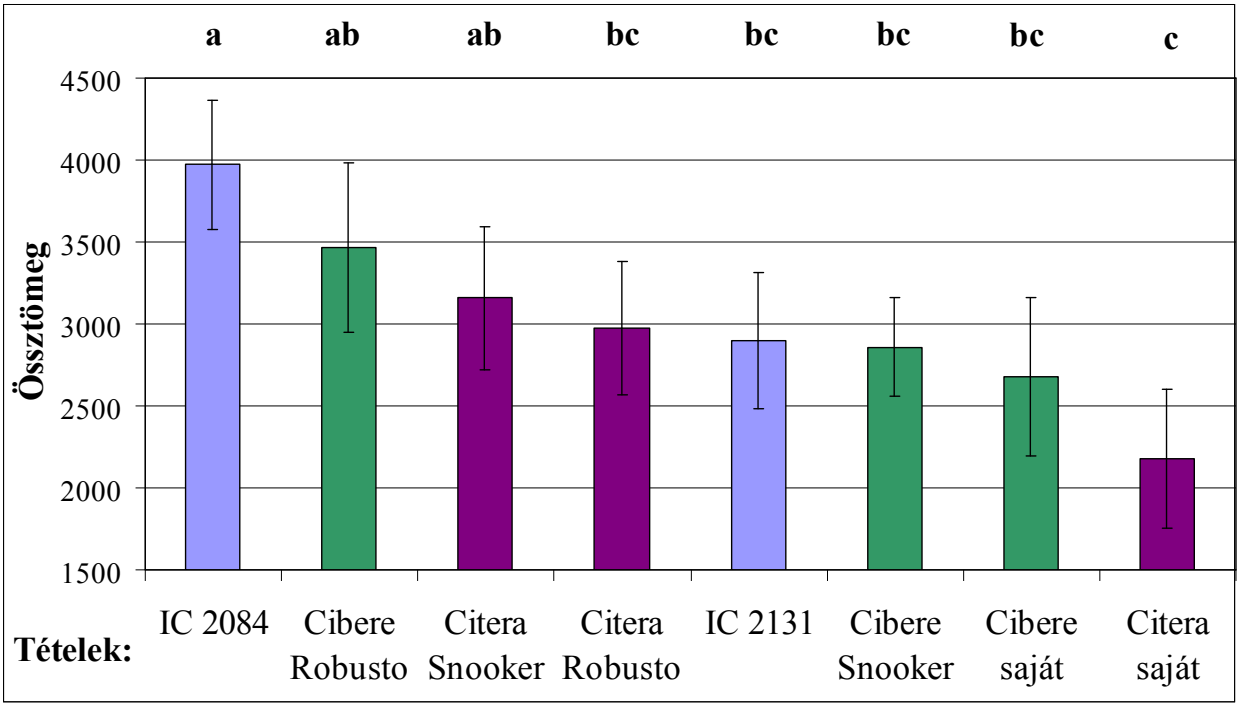
A 2008-ban tenyészidőszak végén a növények gyökereit kibontottam, és bár a képződött gubacsokat nem számláltam, a fogékony fajták esetén minden növény esetén súlyos kártételt figyeltem meg (a teljes gyökérfelület gubacsokkal borított volt). Az alanyok esetén egyáltalán nem tapasztaltam gubacsosodást. 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 (**22. és 23. ábra**).

22. ábra: A fogékony ’Cibere’ fajta gyökere

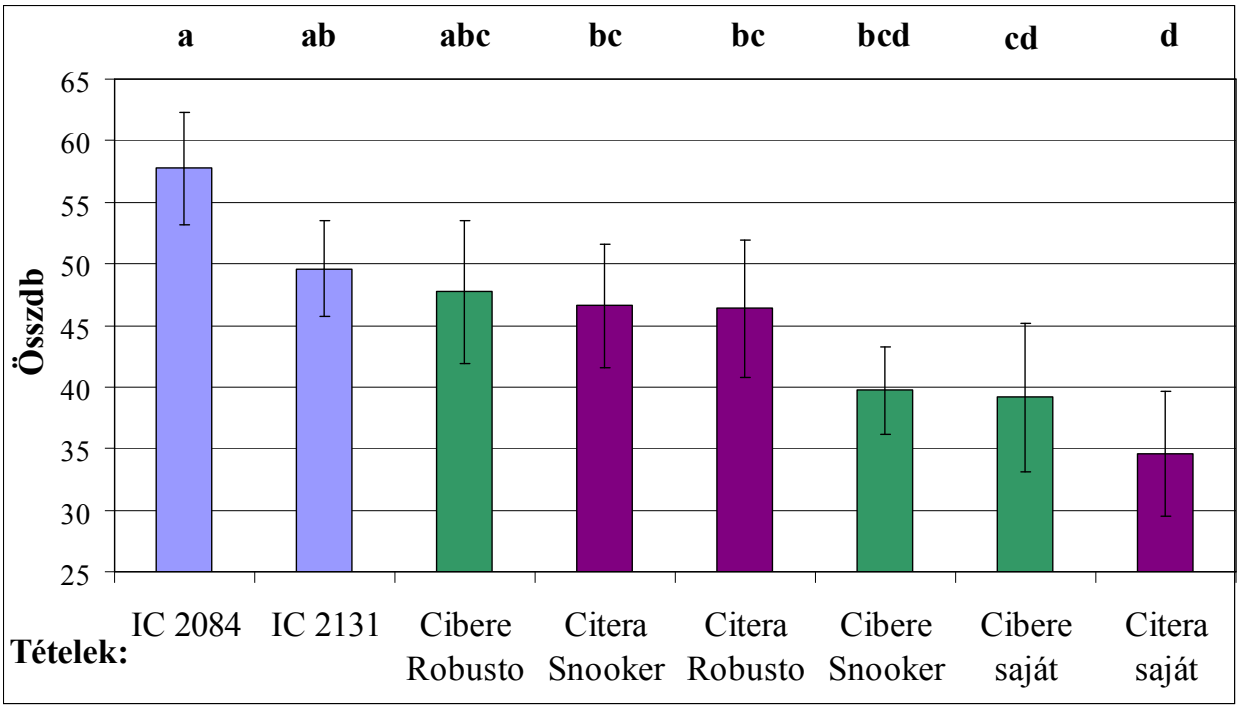
23. ábra: A ’Cinema’ fajta gyökere

A tenyészidő végén az összes kapott termésekre vonatkozó adatokat értékeltem. A varianciaanalízis eredménye alapján megállapítottam, hogy a vizsgált fajták, illetve oltáskombinációk között szignifikáns különbség van. A *M. incognita* fajjal szemben rezisztens ’Cinema’ fajta mind terméstömeg, mind darabszám tekintetében statisztikailag igazoltan meghaladta a fogékony fajtákat. A másik rezisztens kísérleti fajta, bár darabszám tekintetében nem maradt el a ’Cinema’ fajtától, a terméstömeg 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 lehetetett 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 terméstöbbletet mutatkozott az oltvány javára. A ’Citera’ ’Snooker’ alanyon szignifikánsan többet termett (**24. ábra**). 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 oltványokat, 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) (**25. ábra**).



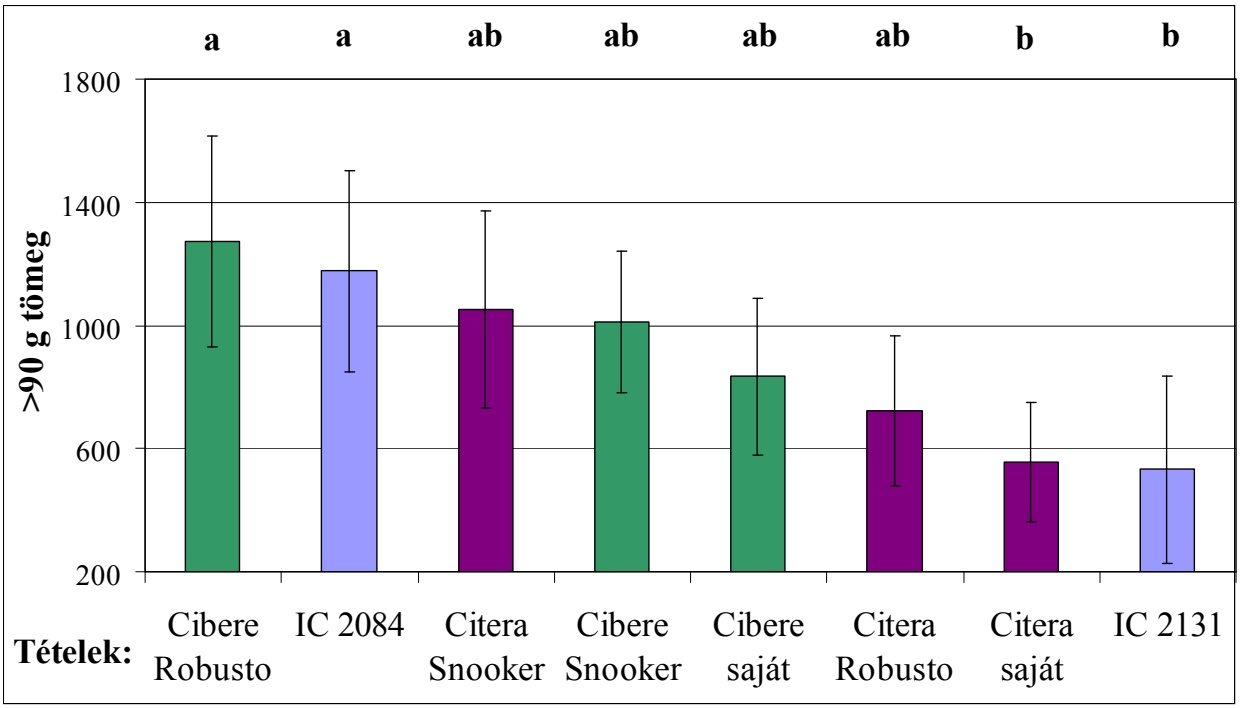
24. ábra: Az összes termésmennyiség tövenkénti átlaga paprikán *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajon (2008, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek)



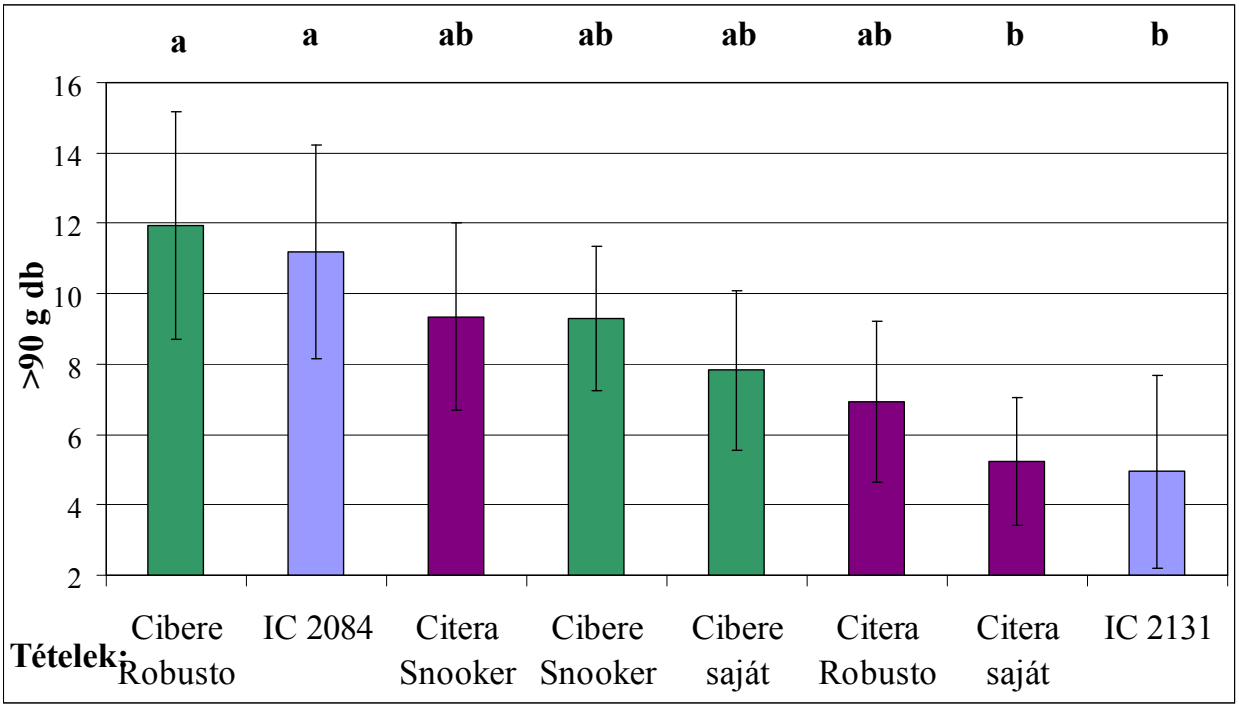
25. ábra: A paprika tövenkénti összes termés darabszám átlaga *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajon (2008, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek)

A kilencven grammot meghaladó termések mennyiségét tekintve a ’Cibere’ ’Robusto’ alanyon kiemelkedő, a ’Cinema’ fajtával statisztikailag megegyező 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 (**26. és 27. ábra**).

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.

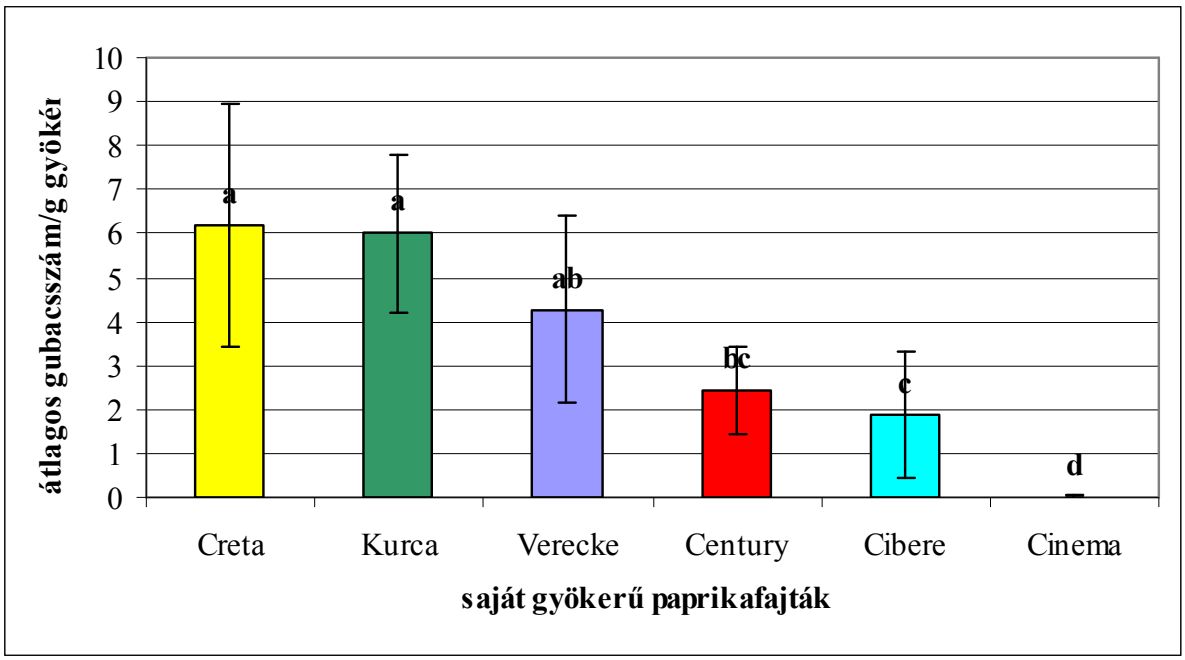


26. ábra: A 90 grammnál nagyobb tömegű paprikatermések össztömegének tövenkénti átlaga *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajon (2008, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek)



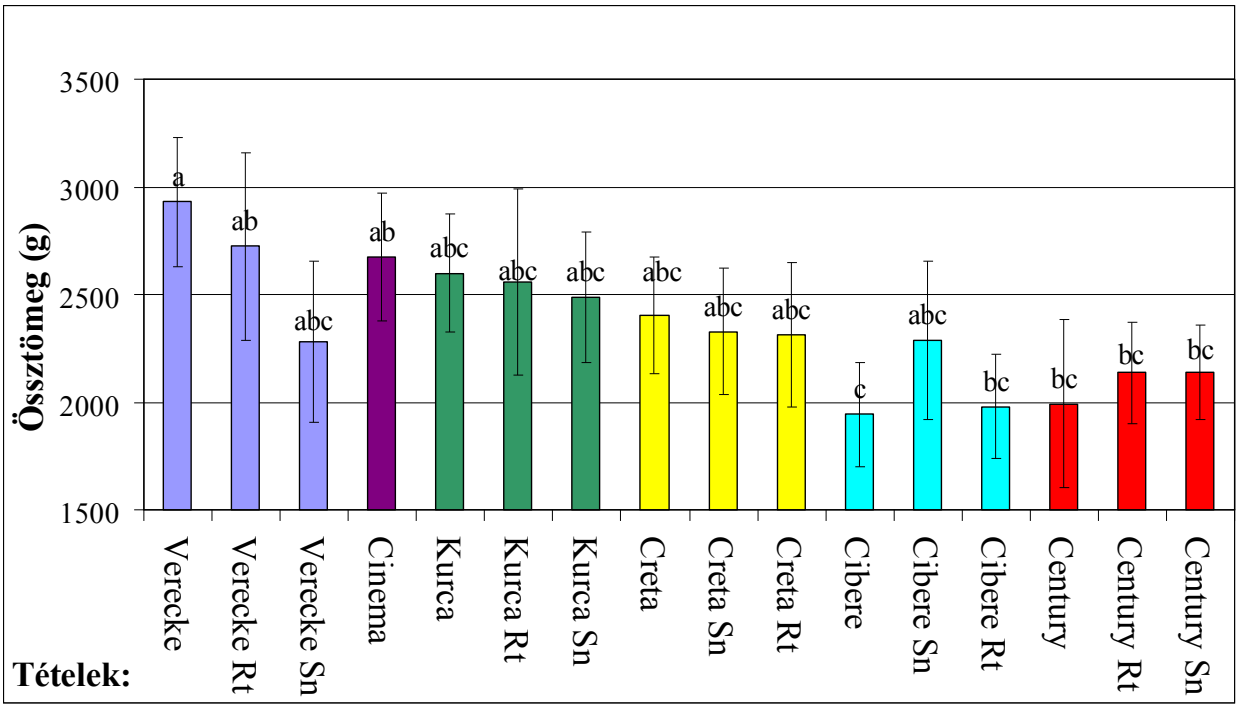
27. ábra: A 90 grammnál nagyobb tömegű paprikatermések darabszámának tövenkénti átlaga *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajon (2008, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek)

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* fajnak, a fertőzés csekély mértékű volt (**28. ábra**). A két alanyfajtán nem volt kártétel megfigyelhető (nincs ábrázolva).



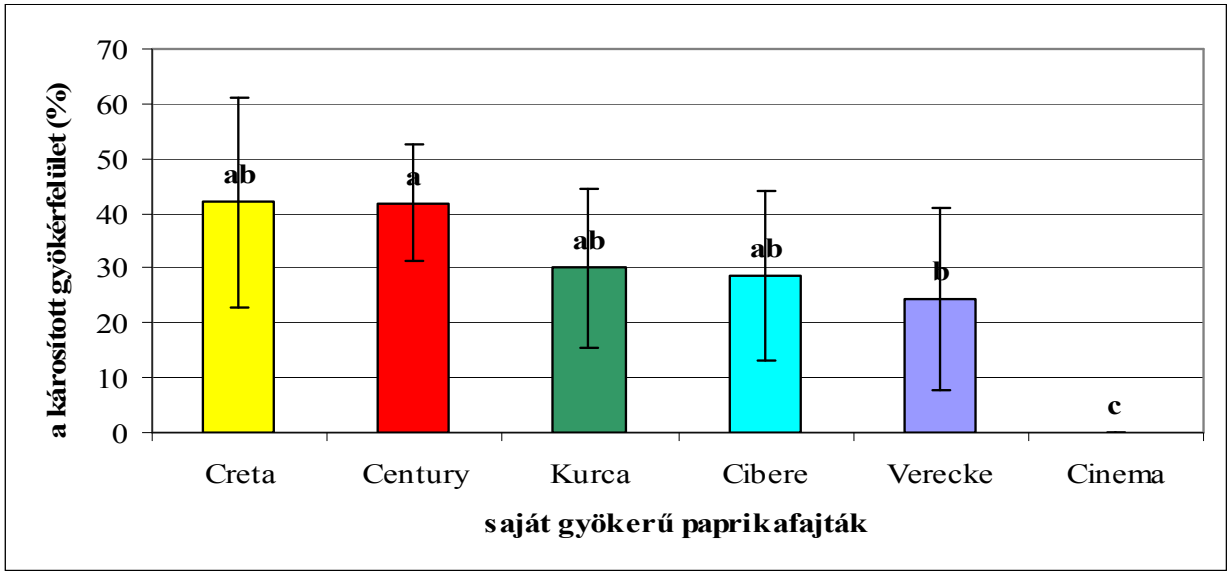
28. ábra: A *Meloidogyne incognita* kártétele a saját gyökerű paprikafajtákon az egységnyi gyökértömegre eső gubacsszám alapján (2009, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek)

Az egy tőre eső összes terméstömeg tekintetében az oltott növények és a saját gyökerűek között nem volt statisztikailag igazolható különbség. A 'Cibere' fajta 'Snooker' alanyon 18 %-kal többet termett, a Verecke fajta pedig ugyanezen az alanyon 22 %-kal kevesebbet, bár ezek a különbségek nem voltak szignifikánsak. A 'Snooker' alanyra oltott 'Verecke' fajta saját gyökerű növényekhez viszonyított terméscsökkenésében jelentős szerepet játszhatott az oltott növényekkel beültetett parcellákban a vakondok által okozott kártétel. A 'Verecke' fajta saját gyökéren a legtöbb termést hozta, szignifikánsan többet termett, 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 teremtek, 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 (**29. ábra**).



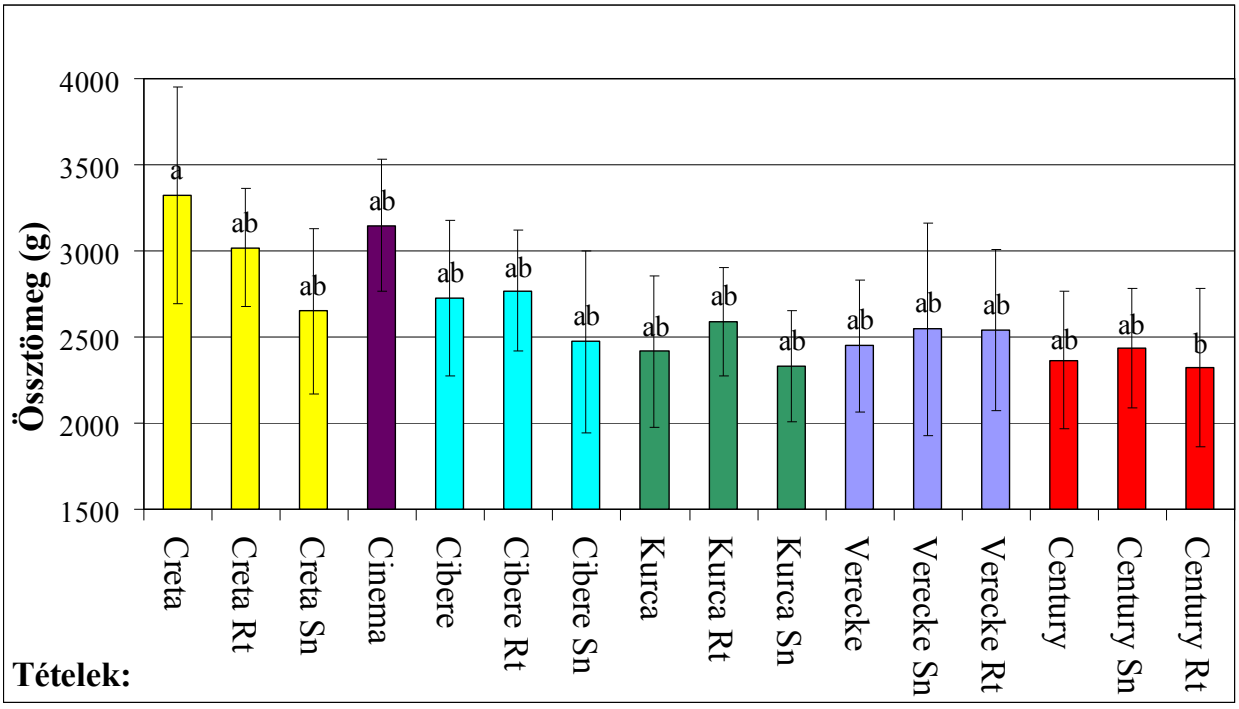
29. ábra: Az összes termésmennyiség tövenkénti átlaga paprikán *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajon (2009, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek, Sn=Snooker, Rt=Robusto alanyra oltott fajta)

2010-ben a saját gyökerű paprikák gyökerein az előző évihez hasonló gyökérgubacs-fonálféreg kártételt figyeltem meg. A károsított gyökérfelület százalék alapján történő értékelés eredményeként a 'Verecke' és a 'Century'fajta kivételével nem volt szignifikáns különbség a fogékony fajták között. A 'Cinema' fajtán nem volt számottevő kártétel, az alanyfajták egyáltalán nem károsodtak (**30. ábra**).



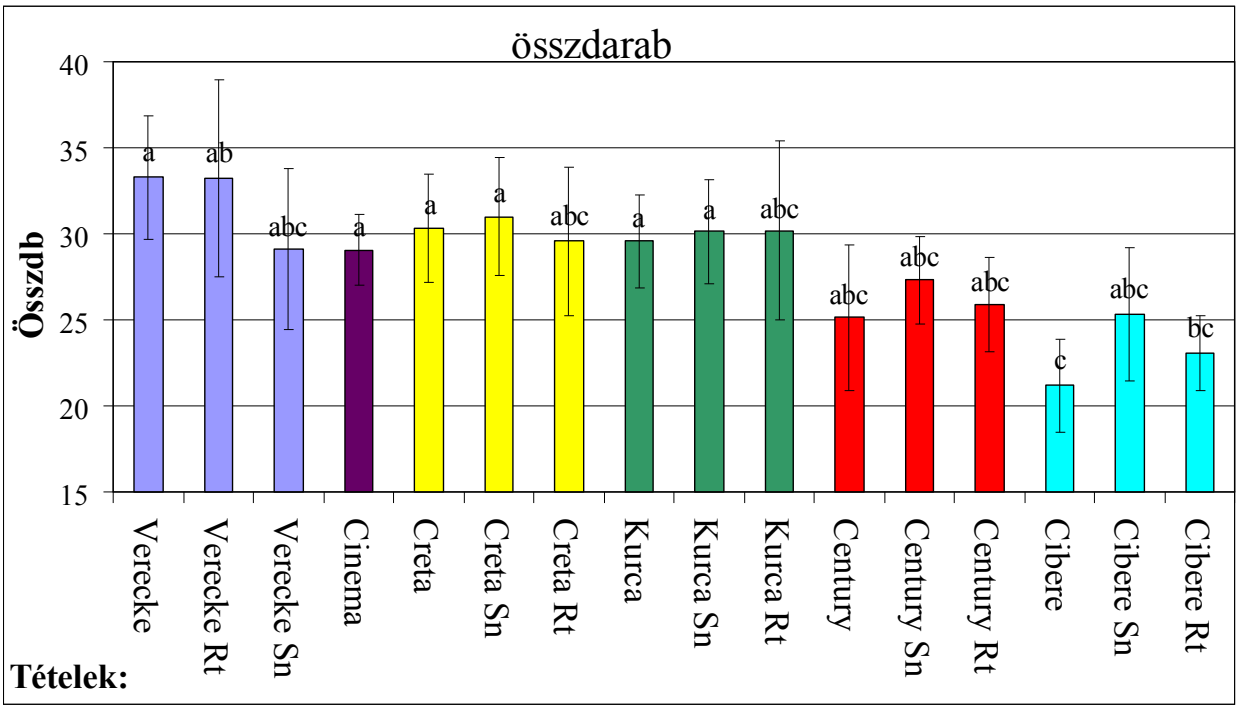
30. ábra: A *Meloidogyne incognita* kártétele a saját gyökerű paprikafajtákon a károsított gyökérfelület alapján (2010, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek)

2010. évben nem volt szignifikáns különbség az oltott és a saját gyökerű növények között az összes terméstömeg szempontjából, és a saját gyökerű fajták között sem. Az átlagos termésmennyiség jelentősen emelkedett az előző évihez képest, valószínűleg a kiegyenlítettebb, hűvösebb nyár következtében. 2009-ben a rendkívül meleg nyár miatt a jelentős terméselrúgást tapasztaltunk a teljes növényállományban. Így a fajták is kiegyenlítetten teljesítettek, a növények az alacsonyabb hőmérséklet miatt kisebb kártételt szenvedtek a gyökérgubacs-fonálférgek miatt, ennek köszönhetően nem alakultak ki jelentős különbségek a termésmennyiség tekintetében. 2010-ben a növényeket az előző évihez képest mintegy három héttel később ültettem, így a kultúra rövidülése is csökkenthette az alanyok előnyös tulajdonságainak érvényesülését. Az alanyok erősebb gyökérzete általi jobb víz-és tápanyag felvevő képesség így nem volt kimutatható. A legnagyobb terméstömeget 2010. évben a 'Creta' fajta hozta saját gyökéren, a második legtöbb termést a gyökérgubacs-fonálféreg rezisztens 'Cinema' fajta adta. A 'Verecke' fajta ebben az évben mindkét alanyon megközelítőleg ugyanannyi termést hozott, így az előző évi terméscsökkenés 'Snooker' alanyon minden bizonnyal a vakondok kártételének tudható be (**31. ábra**).



31. ábra: Az összes termésmennyiség tövenkénti átlaga paprikán *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajon (2010, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek, Sn=Snooker, Rt=Robusto alanyra oltott fajta)

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 gyökéren. A ’Century’ fajta ’Snooker’ alanyon kb. 10 %-kal több darab termést hozott, de statisztikailag a különbség nem volt szignifikáns. (**32. ábra**).

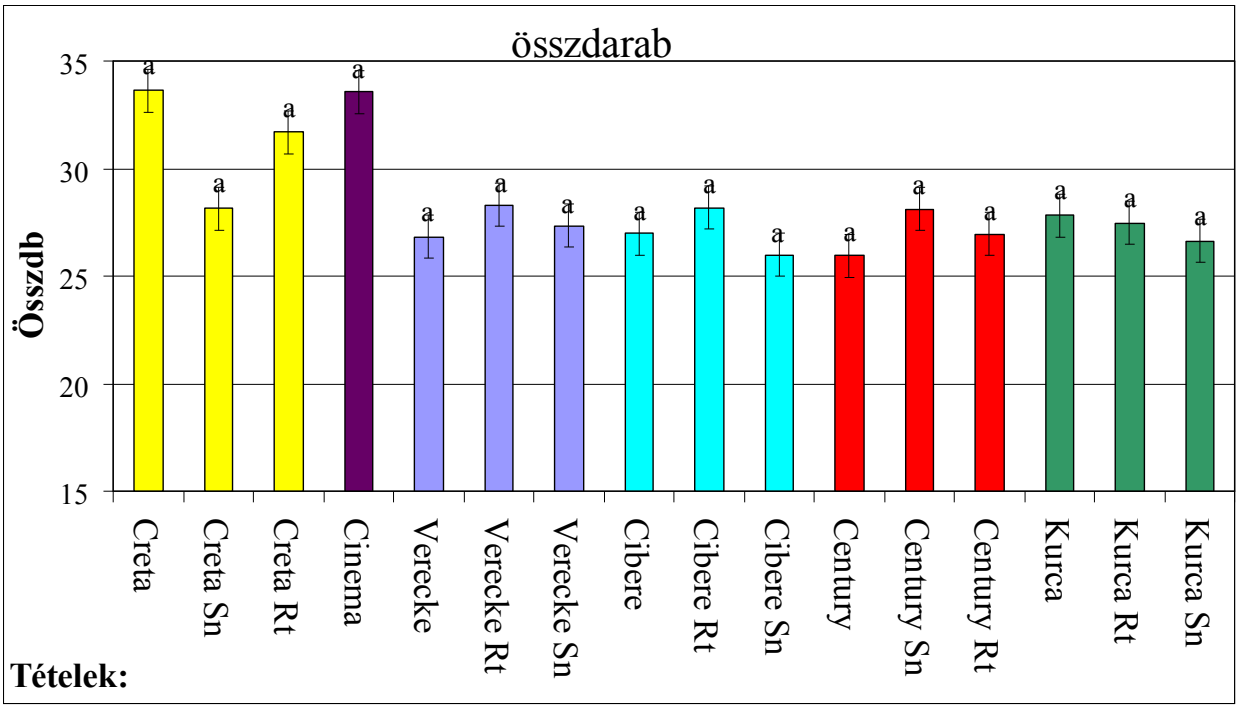


32. ábra: A paprika tövenkénti összes termés darabszám átlaga *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajon (2009, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek, Sn=Snooker, Rt=Robusto alanyra oltott fajta)

33. ábra: Kötődött termések a ’Cinema’ fajtán

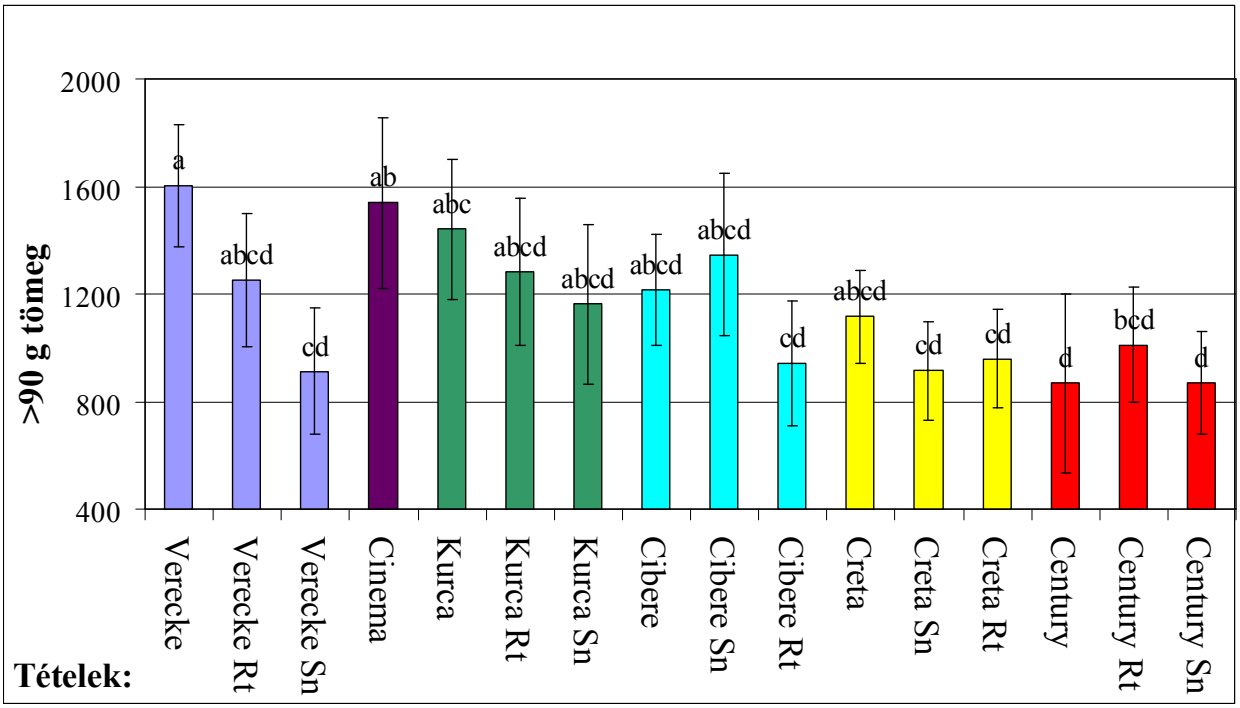
34. ábra: A ’Cinema’ fajta termése

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 2010-es összes termésmennyiséghez hasonlóan a 'Creta' fajta és a rezisztens 'Cinema' fajta hozta a legtöbb darab termést (**35. ábra**).



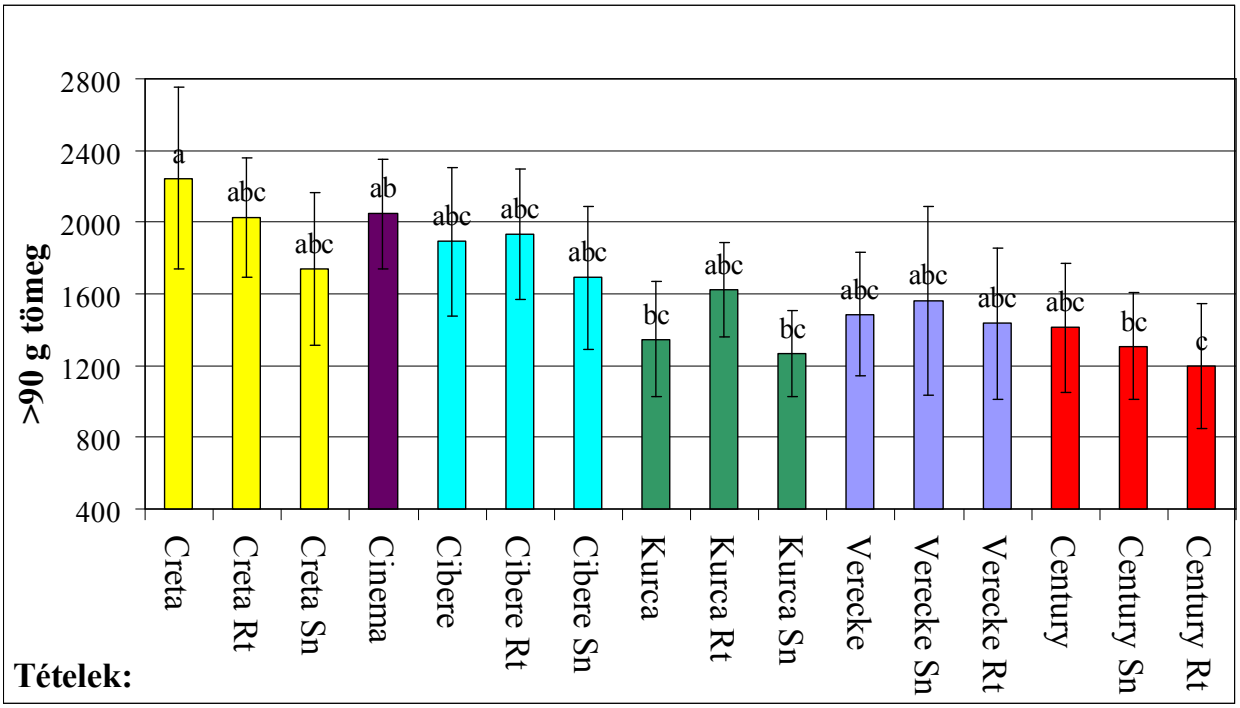
35. ábra: A paprika tövenkénti összes termés darabszám átlaga *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajon (2010, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek, Sn=Snooker, Rt=Robusto alanyra oltott fajta)

A 2009-ben a kilencven grammnál nagyobb tömegű bogyók tömege tekintetében a ’Verecke’ ’Snooker’ alanyra oltva szignifikánsan kevesebbet termett, mint a saját gyökerű fajta. A többi azonos fajtájú saját gyökerű és oltott között nem volt szignifikáns differencia, bár az össztömeghez hasonlóan ebben az esetben is kevesebbet teremtek az oltványok. A legkevesebb kilencven grammnál nagyobb termést a ’Century’ fajta adta. A ’Cinema’ és ’Verecke’ fajták szignifikánsan többet teremtek a ’Century’ fajtánál és annak ’Snooker’ alanyra oltott egyedeinél, illetve a ’Creta’ fajta oltáskombinációinál. E tekintetben a saját gyökerű ’Kurca’ fajta is szignifikánsan meghaladta a ’Century’ fajtát és annak ’Snooker’ alanyú oltványait (**36. ábra**).



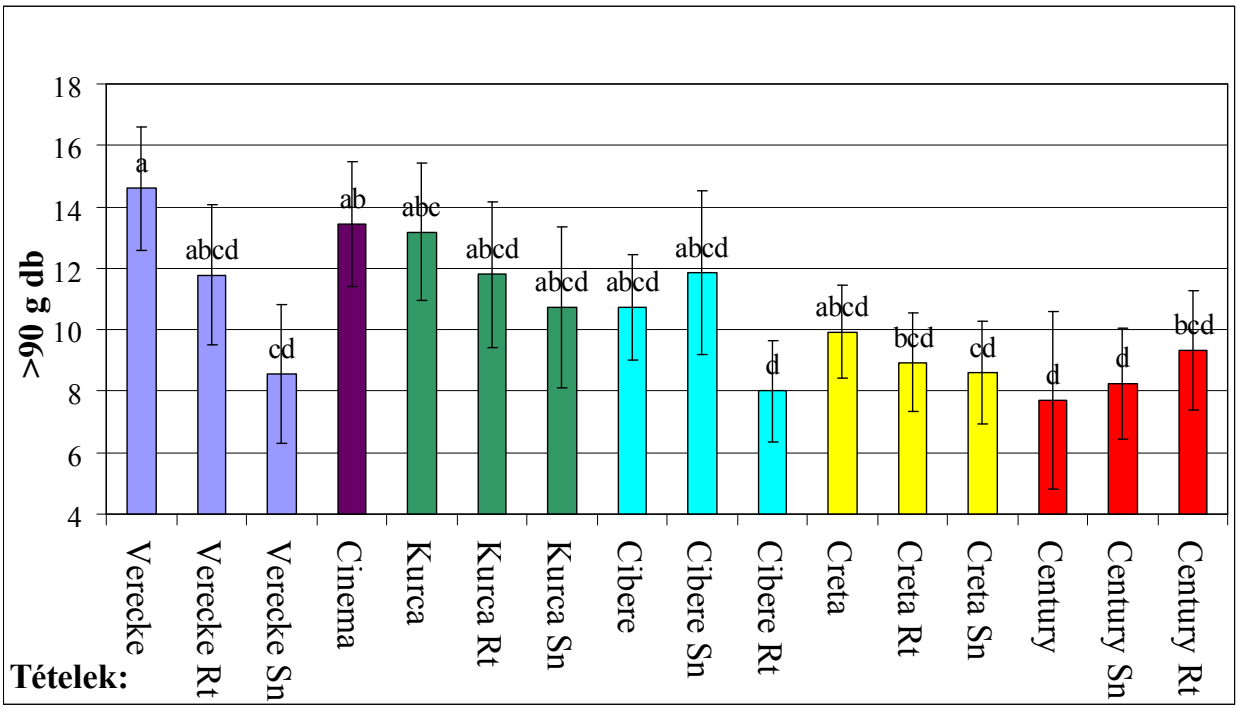
36. ábra: A 90 grammnál nagyobb tömegű paprikatermések össztömegének tövenkénti átlaga *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajon (2009, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek, Sn=Snooker, Rt=Robusto alanyra oltott fajta)

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 (**37. ábra**).

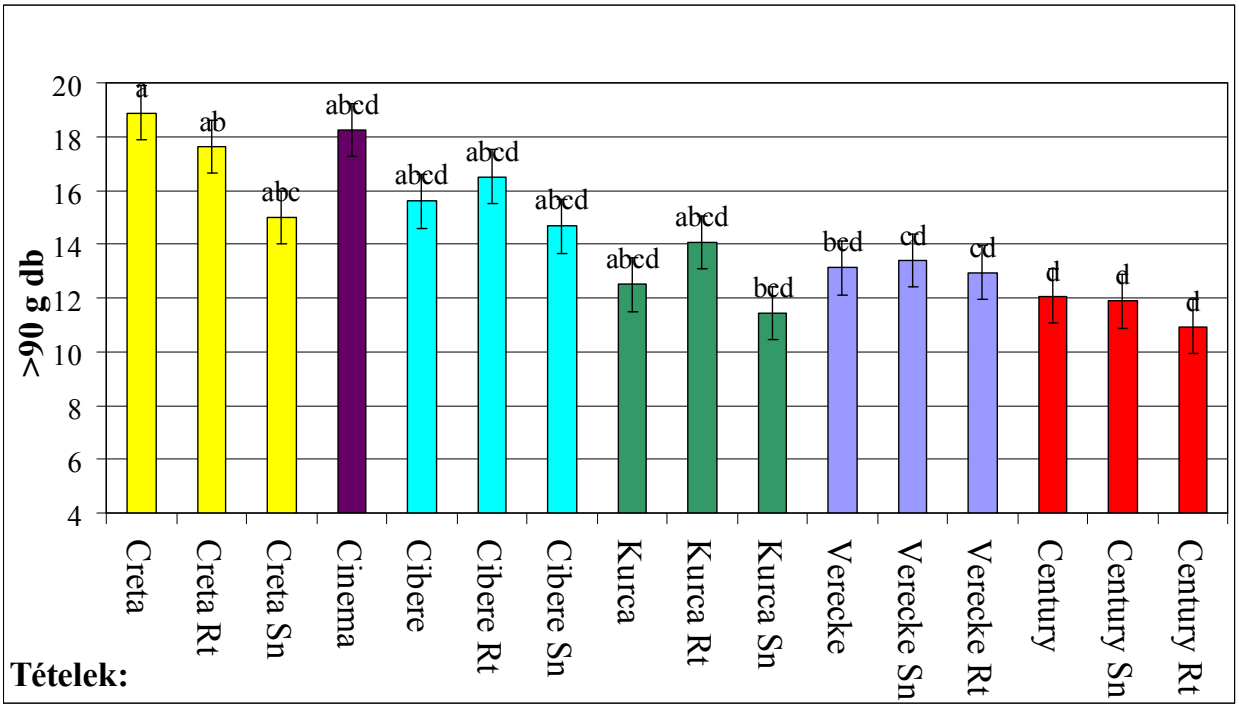


37. ábra: A 90 grammnál nagyobb tömegű paprikatermések össztömegének tövenkénti átlaga *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajon (2010, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek, Sn=Snooker, Rt=Robusto alanyra oltott fajta)

A kilencven grammot meghaladó termések darabszáma tekintetében hasonló különbségek voltak kimutathatók (**38. és 39. ábra**).



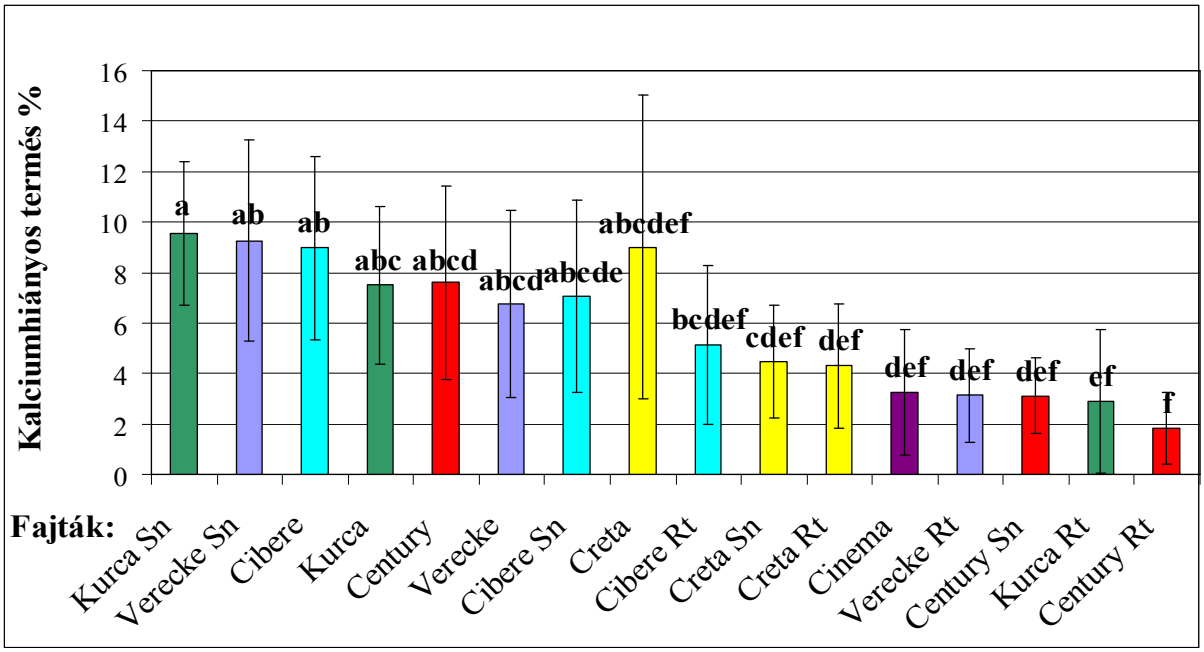
38. ábra: A 90 grammnál nagyobb tömegű paprikatermések darabszámának tövenkénti átlaga *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajon (2009, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek, Sn=Snooker, Rt=Robusto alanyra oltott fajta)



39. ábra: A 90 grammnál nagyobb tömegű paprikatermések darabszámának tövenkénti átlaga *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajon (2010, Soroksár) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek, Sn=Snooker, Rt=Robusto alanyra oltott fajta)

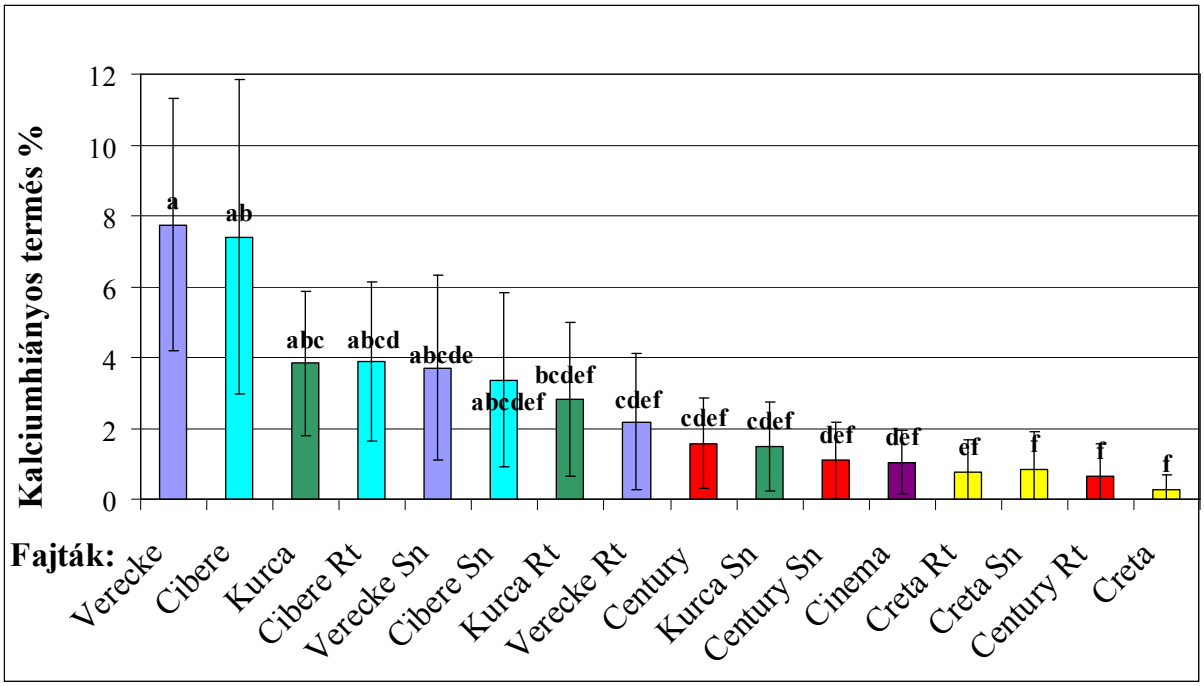
4.2.2. *Meloidogyne incognita* rezisztens paprikafajta és rezisztens alanyra történő oltás hatása a paprika csúcsrothadásos betegségére

Az oltott paprikákkal végzett kísérletek során feljegyeztem a termesztés során a csúcsrothadásos tüneteken mutató termések számát. A gyökerek vizsgálata során a saját gyökerű, fonálféreg-érzékeny fajtákon mindkét évben közepes mértékű kártételt figyeltem meg. A *M. incognita* rezisztens 'Cinema' fajta gyökerén minden egyéb sajátgyökerű fajtához képest szignifikánsan kisebb volt a kártétel mértéke, a gyökereken csak elvétve találtam gubacsokat (**28. és 30. ábra**). A rezisztens paprika alanyok gyökérzete egyáltalán nem károsodott. 2009-ben a 'Cinema' fajtán minden saját gyökerű fogékony fajtánál kevesebb kalciumhiányos bogyó képződött, de ez csak a 'Cibere' és a 'Kurca RZ' 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, kivéve a 'Snooker' alanyra oltott 'Verecke' és 'Kurca RZ' növényeket (**40. ábra**). Az utóbbi kombinációkat a vakondok kártétele miatt bekövetkezett gyökérsérülések miatt ki kellett zárni az értékelésből, tekintettel arra, hogy kártételük a tenyészidő második felével megnövelhette kalcium hiánytünet kialakulásának lehetőségét. Ezt feltételezést igazolják a 2010-es eredmények, ugyanis ebben az évben mindkét oltványkombináción a fele volt a kalciumfoltos bogyó (**41. ábra**) előfordulása a saját gyökerű, fogékony növényekhez képest.



40. ábra: A kalciumhiány tüneteit mutató termések %-os aránya saját gyökerű és oltott paprikán *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajon (Soroksár, 2009).(a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek, Sn=Snooker, Rt=Robusto alanyra oltott fajta)

Hasonló okkal magyarázható a 2009-es évben a ’Creta’ fajtán a foltos bogyók számában mutatkozó nagy szórásnak, bizonyos töveken elvétve, más töveken jelentős arányban jelentek meg a csúcsrothadásos bogyók. A ’Kurca RZ’ és a ’Century’ fajta ’Robusto’ alanyon szignifikánsan kevesebb csúcsrothadásos termést hozott (**40. ábra**).



41. ábra: A kalciumhiány tüneteit mutató termések %-os aránya saját gyökerű és oltott paprikán *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajon (Soroksár, 2010) (a különböző betűk P≤0,05 szignifikancia szinten szignifikáns differenciát jeleznek, Sn=Snooker, Rt=Robusto alanyra oltott fajta)

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 három 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 (**41. ábra**), amelynek oka feltehetően a fajta kisebb érzékenységére 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.

Megállapítottam, hogy a gyökérgubacs-fonálférgek elleni korszerű, környezetkímélő agrotechnikai védekezési eljárások (oltás, rezisztens fajta használata) elősegítik a fonálféreg kártétellel részben összefüggésben lévő csúcsrothadásos betegség tüneteinek mérséklését. A vizsgálatokban szereplő alany-nemes kombinációk kompatibilisek egymással, egyéb alany és fajtakombinációk használatakor előfordulhat, hogy az alany hatása előnytelen a nemesre. Oltott növények ültetésével nem csak a gyökérgubacs-fonálférgek okozta terméskiesés mérsékelhető, hanem az egészséges, piacképes termések aránya is növekszik.

4.3. 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 gyökerenkénti gubacsszám helyett az egységnyi gyökértömegre eső gubacsszám pontosabb mérőszám.

4. Megállapítottam az *Echinocystis lobata* (süntök) potenciális dinnyealany *Meloidogyne incognita* érzékenységét. 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-fonálférgek elleni környezetkímélő védekezés egyik hatékony lehetősége hideghajtatásban.

6. Megállapítottam, hogy a *M. incognita*-rezisztens paprika alanyok használatának előnyei a fonálféreg elleni védelemben a rövid tenyészidejű hideghajtatásban nem érvényesülnek.

7. Kimutattam, hogy a gyökérgubacs-fonálférgek elleni, fajtahasználaton alapuló környezetkímélő védekezésnek szerepe van a paprika legjelentősebb élettani betegsége, a csúcsrothadás elleni védekezésben. Az oltott palánták, illetve a rezisztens fajta használatával eredményesen csökkenthető a kalciumfoltos termések száma.

5. KÖVETKEZTETÉSEK és JAVASLATOK

5.1. 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 gyökérgubacs-fonálféreggel *(M. incognita)* szemben.

A 'Snooker' (23-as számú) fajtát a termesztésben *M. incognita* ellen rezisztens fajtaként tartják számon, és alanyként használják, a forgalmazó cég által közölt leírás szerint a fonálféreg elleni rezisztenciája közepes erősségű. Mindhárom kísérletemben ellenálló fajtának bizonyult, a mesterséges fertőzés során egyáltalán nem, a növényházi kísérletben pedig nem vagy csak jelentéktelen mértékben fertőződött. A későbbiekben oltott paprikákkal végzett kísérleteimben szintén ellenállónak bizonyult. Ez ellentmond Oka et al. (2004) eredményeinek, akik súlyos gyökérkárosodást tapasztaltak a 'Snooker' fajta gyökerén termesztési kísérletükben. Az ellentmondás oka lehet, hogy a tenyészidő alatt vizsgálatunkban egyszer sem haladta meg a talajhőmérséklet a 30°C-ot, míg Oka et al. (2004) kísérletében esetenként magasabb volt 32°C-nál. Oka et al. (2004) fitotronban 27±2 ºC-on kontrollált körülmények között végzett kísérleteiben a 'Snooker' fajta rezisztensnek mutatkozott. Ily módon megállapítható, hogy a 'Snooker' paprikafajta *Meloidogyne incognita* érzékenysége hőmérsékletfüggő.

Eredményeim megerősítik Di Vito et al. (1992), valamint Fery és Thies (1996) korábbi eredményeit, miszerint a *Capsicum chinense* fajban léteznek rezisztens vonalak a melegigényes *Meloidogyne* fajokkal szemben. Az általam vizsgált *C. chinense* (1. vizsgálat 10. fajta, és a növényházi (3.) vizsgálatban a 33-as számú tétel) vonal szintén értékelhető ellenállóságot mutatott a *M. incognita* fajjal szemben.

Az általam vizsgált *Capsicum baccatum var. pendulum* tétel (27-es számú) nem volt gubacsoktól mentes. A mesterséges fertőzés során átlagosan 5,14, fertőzött talajba vetéssel 21,9 gubacsot találtam a gyökerén. Ennek alapján gyengén fogékonynak minősítem. Így ezen eredményem megegyezik Di Vito et al. (1992) eredményével, aki a *C. baccatum* és *C. pendulum* tételeket fogékonynak tartotta, de az általam tapasztalt fertőződés gyengesége miatt újabb vizsgálatok elvégzését tartom indokoltnak.

A talaj hőmérséklete a 4. vizsgálat időtartama alatt mintegy 70 mérési alkalommal haladta meg a 28 ºC-ot (kb. összességében 18 óra időtartam). Az ellenállónak talált tételekben az egyes növények gyökerén sok esetben 1-3 gubacsot találtam. Egyedül a 8-as fajta néhány

egyedén tapasztaltam ettől nagyobb mértékű (3-30 gubacs/gyökér) gubacsképződést. Ez a minimális fertőzés feltehetően annak tudható be, hogy a hőmérséklet ugyan rövid ideig, de meghaladta a Thies és Fery (1998) által megállapított rezisztencia megtöréséhez szükséges értéket.

A *Meloidogyne incognita* fajjal fertőzött talajba vetett növényekkel végzett kísérletek felhívták a figyelmet a fertőzött közegben történő palántanevelés káros következményeire. A palántakorban fertőződött paprikák súlyos hátrányban vannak a palántaként egészséges, csak kiültetéskor fertőződött növényekhez képest. Ezért különösen fontos, hogy fertőzéstől mentes palántákat ültessünk ki. Erre a problémára hívja fel a figyelmet Hanna et al. (1994) uborka növényekkel végzett kísérleteinek eredményei alapján.

Az általam vizsgált, *Capsicum annuum* fajba tartozó nemesítési vonalak közül többnél 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.

5.2. Potenciális dinnye alanyok ellenállósága a *Meloidogyne incognita* fajjal szemben

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. Ez az eredmény lényegében megerősíti a Di Vito et al. (1983) által megállapítottakat. A termesztési gyakorlatban sárgadinnye alanyaként használt interspecifikus (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) fajták és a kontroll fajta egyformán fogékonyak a kertészeti gyökérgubacs-fonálféregre, sőt több gubacs képződött ezeken a fajtákon, mint a 'Donatello' fajtán. Thies et al. (2010) eredményeinkhez hasonlóan nagyon fogékonynak találta az interspecifikus 'Strongtosa' fajtát. Eredményeim alapján az interspecifikus alanyok nem javasolhatók gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött talajon, amelyet azóta termelői tapasztalatok is alátámasztottak.

Sigüenza et al. (2005) és Nugent és Dukes (1997) vizsgálataihoz hasonlóan kimutattam, hogy sem a *Sycios angulatus*, sem a *Cucumis metuliferus* nem rezisztens a *M. incognita* fajjal

szemben, de szignifikánsan különbözik a legfogékonyabb interspecifikus fajtáktól. 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 görögdinnye fajták és az alanyként használt *Lagenaria* fajták nem különböztek fogékonyság tekintetében, legkevesebb gubacs egy gramm gyökéren a 'NUN 3001 RT' alanyfajtán képződött. Ennek ellenére a *Lagenaria* fajták nagy gyökértömegüknél fogva képesek lehetnek a fonálféreg kártételt tolerálni. Mivel a görögdinnye fajták gyökere erősen pusztult, gyökértömegük kicsi volt, de erősen fertőződtek. Ezért egységnyi gyökértömegre eső gubacsszám alapján megállapítottam, hogy a görögdinnye az irodalmi adatoknak megfelelően, a sárgadinnyéhez hasonlóan kedvelt tápnövénye a *Meloidogyne incognita* fajnak (Zhang et al., 1989, Xing et al., 2006). Zhang et al. (1989) szerint a 'Chrimson sweet' jelentős ellenállóságot mutat a *M. incognita* fajjal szemben. Ez lehet az oka annak, hogy az 'Oyakkio' fajtával statisztikailag azonos mértékben, annál kevésbé fertőződött, bár Thies et al. (2010) saját vizsgálatunkhoz hasonlóan megállapította, hogy az 'Oyakkio' fajta a kontroll görögdinnyéhez hasonlóan fogékony. A görögdinnyefajtákkal végzett kísérlet eredményei alapján Fassuliotis (1967) megállapításához hasonlóan 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. Ez lehet az oka annak, hogy Thies et al. (2010) szerint a *Lagenaria* alanyok fogékonyabbak a gyökérgubacs-fonálférgek kártételére, mint a görögdinnye kontroll, ugyanis a gubacsszám alapján történő értékeléskor ezzel megegyező eredményeket kaptam.

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 *Cucurbita maxima* fajták Ács et al. (2002) eredményeihez hasonlóan kevésbé fertőződtek, ezért alanyként való tesztelésük érdemes lenne. A *Cucurbita pepo* 'Alba' fajta a kontrollal azonos mértékben fertőződött.

5.3. Meloidogyne incognita elleni védekezés rezisztens alanyokra történő oltással és ellenálló fajta használatával

2008-ban még kóddal ellátott kísérleti fajtaként vizsgáltam a 2009-ben 'Cinema' nevet kapott fajtát. 2008-ban a 'Cinema' fajta gyökerein 17 gyökérből 5 esetén enyhe (15-20 %-os) tojászsák-fedettséget észleltem, a többi 12 gyökéren nem tapasztaltam fertőzést. Ez megfelel a fajtatulajdonos cég által használt közepes rezisztencia (IR= Intermediate resistance) kategóriának (Anonymus, 2012). Thies és Fery (2003) vizsgálataiban a szintén N génes 'Carolina Wonder' és 'Charleston Belle' fajtákon hasonló, enyhe károsodást tapasztalt. Bár Oka et al. (2004) eredményei ellentmondanak Thies és Fery (2003) eredményeinek (a fent említett két fajtát fogékonynak találta), ennek oka szintén a fent említett magas hőmérséklet lehet, valamint a *M. incognita* rasszai közötti eltérés, hiszen a vizsgálatunkban szerepelt rezisztens 'Cinema' fajta szintén az *N* rezisztenciagént hordozza. A rezisztencia spektrumának pontosítása miatt szükséges az általam használt populáció rassz szintű azonosítása is.

A *M. incognita* rezisztens 'Cinema' fajta 2008-ban mind terméstömeg, mind darabszám tekintetében statisztikailag igazoltan meghaladta a saját gyökerű fogékony fajtákat. Thies et al. (2004a) hasonlót tapasztalt erősen fertőzött talajon végzett gyökérgubacs-fonálféreg rezisztens és fogékony fajtákkal végzett kísérletben. 2009. és 2010. években szintén kiemelkedő termésmennyiséget adott, de több saját gyökerű fogékony fajtával szemben nem volt szignifikáns a termésmennyiségbeli különbség. A kísérlet évei 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. (2004b) 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.

Az oltvány növények 2008-ban rezisztens alanyon össztermés tömeg tekintetében változó mértékben ugyan, de minden esetben meghaladták a fogékony fajtákat. Ez egybevág Colla et al. (2008) eredményeivel. Morra és Bilotto (2006) *M. incognita* fajjal erősen fertőzött talajon oltott paprikákkal végzett vizsgálatának eredményei szintén megerősítik eredményeinket. Több vizsgálat alkalmával megállapították, hogy csak nagyon erős fertőzés mellett jönnek ki az alanyhasználat előnyei. Oka et al (2004) oltott paprikákkal végzett kísérlete felhívja a figyelmet arra, hogy egy inkompatibilis alany-nemes kombináció esetén a nemes teljesítőképessége romolhat a saját gyökerűekhez képest. Saját vizsgálatunkban alany-nemes kombinációknál jelentős terméscsökkenést ugyan nem tapasztaltunk, de azt megállapítottuk, hogy az alany nem

járult hozzá jelentős terméstöbblet kialakulásához. A 'Snooker' alanyon termesztett Verecke fajtánál 2009-ben megfigyelt, a következő évben ismétlődően nem jelentkező terméscsökkenés, minden bizonnyal a növényházban helyenként, így a nevezett fajta területén észlelt vakondok gyökérzóna alatti járatának tudható be.

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 hideghajtatásban, a szaporítással járó többletköltség fűtött körülmények között várhatóan jobban megtérül.

5.4. *Meloidogyne incognita* rezisztens paprikafajta és rezisztens alanyra történő oltás hatása a paprika csúcsrothadásos betegségére

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. Ez a megfigyelés megerősíti (Lantos, 2007) korábbi közlését, miszerint a kijuttatott emelt dózisú kalcium adagolás nem csökkenti a hiánytünetek kialakulását. Hochmuth és Hochmuth (2009) megállapítását, miszerint a gyökér mechanikai sérülései hozzájárulhatnak a kalciumhiány tünetek fokozódásához, az általam megfigyelt vakondokok kártétele alapján csak megerősíteni tudom.

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.

Megállapítottam, hogy a gyökérgubacs-fonálférgek elleni korszerű, környezetkímélő agrotechnikai védekezési eljárások (oltás, rezisztens fajta használata) elősegítik a fonálféreg kártétellel részben összefüggésben lévő csúcsrothadásos betegség tüneteinek mérséklését. A vizsgálatokban szereplő alany-nemes kombinációk kompatibilisek egymással, egyéb alany és fajtakombinációk használatakor előfordulhat, hogy az alany hatása előnytelen a nemesre (Oka et al., 2004). Oltott növények ültetésével nem csak a gyökérgubacs-fonálférgek okozta terméskiesés mérsékelhető, hanem az egészséges, piacképes termések aránya is növekszik.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Munkám során a hazai növényházakban leggyakrabban előforduló gyökérgubacs-fonálféreg, a *Meloidogyne incognita* elleni hatékony, és egyben környezetkímélő védekezési lehetőségeket vizsgáltam. Munkám során a fonálférgek által veszélyeztetett növények közül a paprikára, mint hazánkban legnagyobb felületen hajtatott zöldségfélére, továbbá a dinnyefélékre, ezen belül is a sárgadinnyére, mint egyre gyakrabban növényházban termesztett zöldségfajra koncentráltam. Kutatómunkám során a növényi ellenálló képességben rejlő védekezési lehetőségeket vizsgáltam.

A kabakosokkal végzett vizsgálataim *Meloidogyne incognita* fajjal szemben ellenálló potenciális dinnye alanyok kutatására irányultak, mivel sajnos e tápnövények esetén jelen tudomásunk szerint a közeljövőben nincs ellenálló fajta előállítására remény. Értékeltem a kereskedelmi forgalomban kapható sárga- és görögdinnye alanyként használatos fajtákat, illetve számos más Cucurbitaceae családba tartozó faj, illetve fajta *M. incognita* ellenállóságát. Megállapítottam, hogy a vizsgált tételek ellenállósága eltérő ugyan, de kivétel nélkül fertőződtek kertészeti gyökérgubacs-fonálférgekkel. A sárgadinnye alanyként használt interspecifikus fajták nem alkalmasak *M. incognita* elleni védekezésre. A görögdinnye alanyként használt lopótök (*Lagenaria siceraria*) alanyok kevésbé fertőződtek a kontroll fajtánál. Hasonlóképpen ellenállóságot mutattak az uborka alanyként ismert *Sycios angulatus* és *Cucurbita ficifolia* fajok is, amelyeknek dinnye alanyként való felhasználhatóságát megvizsgálni mindenképpen indokolt.

A paprikafajtákkal végzett vizsgálataim egy része a rezisztens nemesítési vonalak, illetve fajták felkutatására irányult, mivel vizsgálataim megkezdésekor rendkívül intenzív nemesítési munka folyt a gyökérgubacs-fonálféreg ellenálló paprikafajták előállítása céljából. Munkám célja volt, hogy a nemesítőket segítsem, hogy a lehető leghamarabb a termelők rendelkezésére álljanak gyökérgubacs-fonálféreg ellenálló fajták. Számos nemesítési vonal ellenállóságát igazoltuk, amelyeket ellenálló alanyként termesztésben lehet használni, illetve megállapítottuk termő fajtajelöltek ellenállóságát, amelynek eredményeként megjelent hazánkban az első édes, fehér húsú étkezési paprika fajtatípusba tartozó, gyökérgubacs-fonálféreg ellenálló ’Cinema’ fajta.

Megvizsgáltam a paprikafajták *M. incognita* rezisztens alanyra oltásának alkalmazhatóságát, mint környezetkímélő védekezési eljárást fűtetlen fóliaházban, *M. incognita* fajjal fertőzött talajon. Összehasonlítottam a fogékony fajtákat saját gyökéren, és rezisztens alanyra oltva, valamint a gyökérgubacs-fonálféreg ellenálló ’Cinema’ fajtát a termésmennyiség és minőség szempontjából. Arra a következtetésre jutottam, hogy az oltás előnyös tulajdonságai

a kultúra hosszának növekedésével mutatkoznak meg, rövidebb termesztési ciklus alatt az oltás előnyei nem kimutathatók. Csak erős gyökérgubacs-fonálféreg fertőzés esetén igazolható a rezisztens alanyra oltás okozta terméstöbblet. Egy jó termőképességű rezisztens fajta előnyei hideghajtatásban, rövidebb kultúrában terméstöbblet és a paprika termések tömegének növekedése formájában mutatkoznak meg. Az oltott növények használatával járó többletköltség eredményeim alapján csak a korai ültetésű, fűtött hosszú kultúrában térül meg.

Az oltott paprikákkal végzett vizsgálat során megállapítottam, hogy a paprika csúcsrothadásos betegségének előfordulása összefüggésben van a gyökérgubacs-fonálféreg okozta kártétellel. Az oltott növényeken kisebb arányban képződött kalciumhiány tüneteit mutató bogyó, mint a saját gyökerű fajtákon, hasonlóképpen a *M. incognita*-ellenálló fajtán is kisebb volt a csúcsrothadásos termések aránya. Eredményeim alapján melegigényes gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött talajon fűtetlen körülmények között legeredményesebben ellenálló fajta használatával védekezhetünk, ezáltal eredményesen csökkenthetjük a növényvédő szerek alkalmazásával járó környezetterhelést, és egy újabb lépéssel közelebb jutottunk a növényvédő szer hatóanyag-maradéktól mentes zöldség előállításához.

7. SUMMARY

The aim of my work was to carry out research on the effective and environmentally friendly control methods of *Meloidogyne incognita*, the most widespread root-knot nematode species in Hungarian greenhouses. Pepper, which has the largest growing area regarding forced vegetables in Hungary, and cucurbits, especially melon, which is grown increasingly in greenhouses, were studied amongst the vegetable species which are sensitive to the pest. Possible control methods based on resistance characteristics of the plants were investigated.

As according to currently available information there is no chance, at least in the near future, to breed melon cultivars resistant to *M. incognita*, one of my main objectives was to find resistant rootstocks for melon. Commercially available rootstock cultivars for melon and watermelon, and several other species and cultivars belonging to the family Cucurbitaceae were assessed for their resistance to *M. incognita*. I found that all the studied plants were infested with the pest, although differencies in their susceptibility could be established. Rootstock cultivars of interspecific hybrids used for melon turned out to be inadequate to control *M. incognita*. In comparison, calabash (*Lagenaria siceraria*) rootstocks used for watermelon were less infested than the control cultivar. A similarly remarkable level of resistance was observed in the case of *Sycios angulatus* and *Cucurbita ficifolia*, which species are commonly used as rootstocks in cucumber growing. Hence the investigation of the latter species as rootstocks for melon is recommended.

Because of the intensive breeding research to develop pepper cultivars resistant to root-knot nematodes, some of my studies related to pepper cultivars focused on finding resistant breeding lines. My aim was to help breeders' work so that root-knot nematode resistant cultivars might become available for growers as soon as possible. The resistance of many breeding lines has been proved. They might be used as resistant rootstocks in pepper growing. The resistance of several candidate varieties has also been established which resulted in finding 'Cinema', the first pepper cultivar of the white-fleshed sweet type characterized by resistance to root-knot nematodes in Hungary.

As an alternative environmentally friendly method for the control of root-knot nematodes, the possibility of grafting pepper cultivars onto *M. incognita* resistant rootstocks was also studied under unheated conditions in a polyethylene tunnel the soil of which was infested with the pest. Susceptible non-grafted and grafted cultivars together with the resistant cultivar 'Cinema' were compared to assess the quantity and quality of the yield. I found that the real advantages of using grafted plants might be reflected if the growing period is extended. During a short growing season these advantages can not be taken. Increase in the yield quantity of the grafted plants could be observed only in the case of growing pepper on soils infested heavily with root-knot

nematodes. The advantages of using a highly productive and resistant cultivar might be reflected in more yield and increase in the weight of the fruits if grown in cold forcing-houses for a short growing period. According to my results, the extra costs of using grafted plants recovered only in the case of growing early-planted peppers in heated greenhouses for an extended period.

During my further studies on grafted peppers I also found that the occurrence of blossom-end rot (BER) in pepper was associated with the damage caused by *M. incognita*. The rate of fruits showing the symptoms of BER was less in the case of grafted plants compared to the non-grafted ones. Similarly good results have been obtained in the case of the *M. incognita* resistant cultivar. On the basis of my results, in an unheated greenhouse, the root-knot nematodes which require high temperature for their development may be controlled the most effectively by using a resistant cultivar. By applying this alternative root-knot nematode control method, the negative environmental impact of using pesticides might be decreased, and this might be another step forward to produce vegetables free of pesticide residues.

8. IRODALOMJEGYZÉK

Abbas, S., Dawar, S., Tariq, M., and **Zaki, M. J.** (2009): Nematicidal activity of spices against *Meloidogyne javanica* (TREUB) CHITWOOD. Pak. J. Bot. 41 (5): 2625-2632.

Ács, T., Pénzes, B., Elekes, M., Ferenczy, A., and **Fail, J**. (2002): The susceptibility of cucurbitaceous plants to *Meloidogyne incognita.* Nematology 4 (2): 209.

Adekunle, O. K. (2011): Amendment of soil with African marigold and sunn hemp for management of Meloidogyne incognita in selected legumes. Crop Protection doi:10.1016/j.cropro.2011.07.007

Alexander, S. E. and **Clough, G. H.** (1998): Spunbonded rowcover and calcium fertilization improve quality and yield in bell pepper. HortScience 33 (7): 1150-1152.

Amin, W. A. (1994): Ecological and biological studies for the control of root-knot nematodes, *Meloidogyne* species in Hungary. Candidate Thesis. Budapest 68-69.

Amin, W. A. és **Budai, Cs.** (1993): Fonálférgek elleni védekezés *Arthrobotrys oligospora* Fres. parazita gombával. Növényvédelem 29 (9): 418-422.

Amin, W. A. and **Youssef, M. M. A.** (1999): Comparative study on the efficiency of dry and green manuring of certain plant leaves against *Meloidogyne javanica* and *Rotylenchus reniformis* infecting sunflower. J. Pest. Science 72: 166-168.

Ammati, M., Thomason, I. J., and **McKinney, H. E.** (1986): Retention of resistance to *Meloidogyne incognita* in *Lycopersicon* genotypes at high soil temperature. J. Nematol. 18: 491-495.

Andrássy, I. (1958): Szabadon élő fonálférgek. Nematoda libera. Fauna Hung. 36. Akadémiai Kiadó, Budapest

Andrássy, I. és **Farkas, K.** (1988): Kertészeti növények fonálféreg kártevői. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 1-419.

Antal, A. K. (2003): Tanulmányok a gyökérgubacs-fonálférgek elleni biológiai védekezési eljárások kidolgozásához, hurokvető gombákkal. Doktori (PhD) értekezés. Keszthely

Bakó, D., Bakó, L., Csilléry, G., Dimény, J. Kassai, T., Meszlényi, A., Szarka, J., Sztáray, Z., Tégla, Cs., Zentai, Á. (2010): Duna Vetőmag Katalógus 2010-2011. [Duna Seed Catalogue] Duna-R Kft. Budapest. p. 53.

Balázs, G. (2008): Az oltás hatása a sárgadinnye terméseredményére. Kertgazdaság 40 (4): 3-7.

Bar-Eyal, M., Sharon, E. and **Spiegel, Y.** (2006): Nematicidal activity of *Chrisanthemum coronarium*. European Journal of Plant Pathology 114: 427-433.

Bausher, M., Burelle, N. and **Rosskopf, E.** (2007): Evaluation of rootstocks for management of *Meloidogyne incognita* on grafted bell pepper. Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions: [proceedings]. 2007 Jan., p. 1-112 (p.3)

Bíró, T. és **Tóth, F.** (2009): A Trifender (*Trichoderma asperellum*) hatása a szabadföldi gyökérgubacs-fonálféreg (*Meloidogyne hapla* Chitwood) paprikában okozott kártételének mértékére. Növényvédelem 45 (10): 535-541.

Budai, Cs., Nádasy, M. és **Antal, A.** (1997): Magyar paprikafajták rezisztenciavizsgálata *Meloidogyne incognita* gyökérgubacs-fonálféreg fajjal szemben. Növényvédelem 33 (10): 509-512.

Budai, Cs., Somogyi, E. és **Illés, M.** (2005): A kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg (*Meloidogyne incognita* Chitwood) szabadföldi áttelelése Magyarországon. Növényvédelmi Tudományos Napok 2005. február 22-23. Budapest, p. 2.

Carneiro, R. M. D. G., Randig, O., Freitas, L. G., and **Dickson, D. W.** (1999): Attachment of endospores of *Pasteuria penetrans* to males and juveniles of *Meloidogyne* spp. Nematology 1 (3): 267-271.

Carneiro, R. M. D. G., Randig, O., Almeida, M. R. A. and **Campos, A. D.** (2000): Resistance of vegetable crops to *Meloidogyne* spp.: Suggestion for a crop rotation system. Nematologia Brasileira 24 (1): 49-54.

Caroppo, S., Ambrogioni, L., and **Capella, A.** (2002): Valutazione dell'efficacia di azadiractina a (32 g/l) nel controllo di *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) Chitwood su pomodoro in ambiente protetto. REDIA 85: 121-130.

Castagnone-Sereno, P., Bongiovanni, M. and **Dijan-Caporalino, C.** (2001): New data on the specificity of the root-knot nematode resistance genes *Me1* and *Me3* in pepper. Plant Breeding 120: 429-433.

Chen J. F. and **Aldenberg, J.** (2000): Interspecific hybridization of in *Cucumis* - progress, problems and perspectives. HortScience 35: 11-15.

Chen, R., Li, H., Zhang, L., Zhang, J. Xiao, J. and **Ye, Z.** (2007): *CaMi*, a root-knot nematode resistance gene from hot pepper (*Capsicum annuum* L.) confers nematode resistance in tomato. Plant Cell Rep 20: 895-900.

Chen, Z. X., Dickson, D. W., Mitchell, D. J., McSorley, R. and **Hewlett, T. E.** (1997): Suppression mechanisms of *Meloidogyne arenaria* race 1 by *Pasteuria penetrans*. Journal of Nematology 29 (1): 1-8.

Cho, M. R., Na, S. Y., and **Yiem, M. S.** (2000): Biological control of *Meloidogyne arenaria* by *Pasteuria penetrans*. J.Asia-Pacific Entomology 3 (2): 71-76.

Chouka, A. S. and **Jebari, H.** (1999): Effect of grafting on watermelon vegetative and root developmnet, production, and fruit quality. Acta Horticulturae 492.

Coyler, P. D., Kirkpatrick, T. L., Vernon, P. R., Barham, J. D. and **Bateman, R. J.** (1998): Reducing *Meloidogyne incognita* injury to cucumber in a tomato-cucumber double-cropping system. Journal of Nematology 30 (2): 226-231.

Christie, J.R. (1959): Plant Nematodes. Their Bionomics and Control. Agricultural Experiment Stations, University of Florida. 56-77.

Colla, G., Rouphael, Y., Cardarelli, M., Temperini, O., Rea, E., Salerno, A., Pierandrei, F. (2008): Influence of grafting on yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown under greenhouse conditions. Acta Horticulturae 782: 359-363.

Dabaj, K. H., Jenser, G. and **Farkas, K.** (1994): Distribution and host plants of root-knot nematodes (*Meloidogyne*) in Hungary. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae 40 (2): 125-131.

Dabiré, R. K., Ndiaye S., Mounport, D., and **Mateille T.** (2006): Relationships between abiotic soil factors and epidemiology of the biocontrol bacterium *Pasteuria penetrans* in a root-knot nematode *Meloidogyne javanica*-infested field. Biological Control 40: 22-29.

Davis, R. F. (2007): Effect of *Meloidogyne incognita* on watermelon yield. Nematropica 37 (2): 287-293.

Di Vito, M., Greco, N. and **Carella, A.** (1983): The effect of population densities of *Meloidogyne incognita* on the yield of cantaloupe and tobacco. Nematologica Mediterranea 11: 169-174.

Di Vito, M. and **Saccardo, F.** (1986): Response of inbred lines of *Capsicum* to root knot nematode (*Meloidogyne* spp.) Proceedings of the VIth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding on Capsicum and Eggplant. 21-24. October 1986, Zaragoza, Spain. 119-123.

Di Vito, M. and **Saccardo, F.** (1996): Resistance of pepper to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.): Present and future. National Pepper Conference, December, 1996, Naples, Florida, USA. 55-56.

Di Vito, M., Saccardo, F., Errico, A., Zaccheo, G. and **Catalano, F**. (1992): Genetic of resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in *Capsicum chacoense*, *C. chinense* and *C. frutescens*. VIIIth Meeting "Genetics and Breeding on *Capsicum* and Eggplant". 7-10 September 1992, Rome, Italy. 205-209.

Di Vito, M., Saccardo, F. and **Sasanelli, N.** (1989): Reaction of lines of *Capsicum* spp. to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Proccedings of the EUCARPIA VIIth Meeting on Genetics and Breeding on Capsicum and Eggplant. 27-30. June 1989, Kragujevac, Yugoslavia. 171-175.

Di Vito, M., Zaccheo, G., Catalano, F., and **Oreste, G.** (1995): Effect of temperature on stability of resistance to root-knot nematode *(Meloidogyne spp.)*. EUCARPIA IXth Meeting on Genetics and Breeding on *Capsicum* and Eggplant, Budapest, Hungary, 21-25 August 1995, 230-232.

Djian-Caporalino, C., Pijarowski, L., Januel, A., Lefebvre, V., Daubéze, A., Palloix, A., Dalmasso, A. and **Abad, P.** (1999): Spectrum of resistance to root-knot nematodes and inheritance of heat-stable resistance in pepper (*Capsicum annuum* L.) Theoretical and Applied Genetics 99: 496-502.

Duponnois, R., Mateille, T, and **Gueye, M.** (1995): Biological characteristics and effects of two strains of *Arthrobotrys oligospora* from Senegal on *Meloidogyne* species parasitizing tomato plants. Biocontrol Science and Technology 5: 517-525.

Eisenback, J. D., Hirschmann, H., Sasser, J. N., and **Triantaphyllou, A. C.** (1981): A guide to the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). A Cooperative Publication of the Departments of Plant Pathology and Genetics, North Carolina State University and the United States Agency for International Development: Raleigh, NC.

Elbadri, G. A. A., Lee, D. W., Park, J. C. and **Choo, H. Y.** (2009): Nematicidal efficacy of herbal powders on Meloidogyne incognita (Tylenchida: Meloidogynidae) on potted watermelon. Journal of Asia-Pacific Entomology 12: 37-39.

El-Hamawi, M. H., Youssef, M. M. A. and **Zawam, H. S.** (2004): Management of Meloidogyne incognita, the root-knot nematode, on soybean as affected by marigold and sea ambrosia (damsisa) plants. J. Pest. Sci. 77: 95-98.

El-Shanshoury, A. E. R. R., El-Sayed, S. A., Yehia, A. G. M. and **Khalefa, D. M.** (2005): Evaluation of *Pochonia chlamydosporia*, *Paecilomyces lilacinus* and *Arthrobotrys dactyloides* as biocontrol agents for *Meloidogyne incognita* under green house condition. Pakistan Journal of Biological Sciences 8 (11): 1511-1516.

Esser, R.P. and **El-Gholl, N.E.** (1993): Paecilomyces lilacinus, a fungus that parasitizes nematode eggs. Nematology Circular No.203 Fla. Dept Agric. & Consumer Serv. Division of Plant Industry

Fassuliotis, G. (1967): Species of *Cucumis* resistant to the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita acrita*. Plant Dis. Rpt. 51: 720-723.

Fassuliotis, G. (1970): Resistance of *Cucumis* spp. to the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita acrita.* Journal of Nematology 2 (2): 174-178.

Fassuliotis, G. (1979): Plant breeding for root-knot nematode resistance. In: Lamberti, F. and Taylor, C.E. (eds.): Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Systematics, Biology and Control. Academic Press INC. LTD. London. Pp. 425-453.

Fery, R.L. and **Dukes, P.D.** (1996): The inheritance of resistance to the southern root-knot nematode in 'Carolina Hot' Cayenne pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121 (6): 1024-1027

Fery, R.L., Dukes, P.D. and **Ogle, W.L.** (1986): 'Carolina Cayenne' pepper. HortScience 21:330.

Fery, R. L., Dukes, P. D., and **Thies, J. A.** (1998): Carolina Wonder and Charleston Belle: Southern root-knot nematode resistant bell peppers. HortScience 33: 900-902.

Fery, R. L. and **Thies, J. A.** (1996): Evaluation of *Capsicum chinense* cultivars for resistance to *Meloidogyne incognita*. In: Proceedings of the national pepper conference. Alexandria, VA: American Society for Horticultural Science. p. 34-35.

Fery, R. L. and **Thies, J. A.** (1998): Genetic analysis of resistance to the southern root-knot nematode in *Capsicum chinense* Jacq. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123 (69): 1008-1011.

Fery, R. L. and **Thies, J. A.** (2000): Inheritance of resistance to the southern root-knot nematode in hot pepper (*Capsicum chinense*) J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125 (5): 615-618.

Fery, R. L. and **Thies, J. A.** (2007): 'TigerPaw-NR', a root-knot nematode resistant, habanero-type pepper. HortScience 42(7):1721-1722.

Fery, R. L. and **Thies, J. A.** (2008): Notice of release of PA-559, a root-knot nematode resistant, red-fruited, habanero-type pepper. Germplasm Release. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington, D.C. 20350, 19 September, 2008.

Hanna, H. Y. (2000): Double-cropping muskmelons with nematode resistant tomatoes increases yield, but mulch color has no effect. HortScience 35 (7): 1213-1214.

Hanna, H. Y., Colyer, P. D., Kirkpatrick, T. L., Romaine, D. J. and **Vernon, P. R.** (1993): Improving yield of cucumbers in nematode-infested soil by double-cropping with a resistant tomato cultivar, using transplants and nematicides. Proc. Florida State Hort. Soc. 106: 163–165.

Hanna, H. Y., Colyer, P. D., Kirkpatrick, T. L., Romaine, D. J. and **Vernon, P. R.** (1994): Feasibility of improving cucumber yield without chemical control in soils susceptible to nematode buildup. HortScience 29: 1136–1138.

Hare, W.W. (1956): Resistance in pepper to *Meloidogyne incognita acrita*. Phytopathology 46: 98-104.

Hare, W.W. (1957): Inheritance of resistance to root knot nematodes in pepper. Phytopathology 47:455-459.

Haseeb, A., Pandey, R., and **Husain, A.** (1987): A comparison of nematicides and oilseed cakes for control of Meloidogyne incognita on Ocimum basilicum. Nematropica 18 (1): 65-69.

Hashem, M. and **Abo-Elyousr, K.A.** (2011): Management of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato with combinations of different biocontrol organisms. Crop Protection 30:285-292.

Hemeng, O.B. (1989): Screening cultivars/lines of cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp for resistance to *Meloidogyne incognita*. Int. Nematol. Network Newsl. 6 (1): 6-7.

Hendy, H., Dalmasso, A. and **Cardin, C.** (1985): Differences in resistant *Capsicum annuum* attacked by different *Meloidogyne* species. Nematologica, 31: 72-78.

Hendy, H., Pochard, E. and **Dalmasso, A.** (1983): Identification de 2 nouvelles sources de résistance aux nématodes du genre *Meloidogyne* chez le piment *Capsicum anuum* L. Comptes rendus de l' Académie d' Agriculture 817-822.

Hochmuth, G. J., and **Hochmuth, R. C.** (2009): Blossom-end rot in bell pepper: Causes and prevention. Soil and Water Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 5 pp. http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/SS/SS49700.pdf

Hussey, R. S. and **Janssen, G. J. W.** (2002): Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species. In: Starr, J. L., Cook, R. and Bridge, J. (eds.): Plant Resistance to Parasitic Nematodes. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, Oxon, UK. 43-71.

Husz, B. (1941): A beteg növény és gyógyítása. Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest 82-84.

Javed, N., Gowen, S. R., Inam-ul-Haq, M., Abdullah, K., Shahina, F. (2007): Systemic and persistent effect of neem (*Azadirachta indica*) formulations against root-knot nematodes, *Meloidogyne javanica* and their storage life. Crop Protection 26: 911-916.

Javed, N., El-Hassan, S., Gowen, S., Pemproke, B., and **Inam-ul-Haq, M.** (2008a): The potential of combining *Pasteuria penetrans* and neem (*Azadirachta indica*) formulations as a management system for root-knot nematodes on tomato. European Journal of Plant Pathology 120: 53-60.

Javed, N. Gowen, S. R., El-Hassan, S. A., Inam-ul-Haq, M., Shahina, F. and **Pembroke, B.** (2008b): Efficacy of neem (*Azadirachta indica*) formulations on biology of root-knot nematodes (*Meloidogyne javanica*) on tomato. Crop Protection 27: 36-43.

Jávor, I. (1974): Kis nematológia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 1-142.

Jepson, S. B. (1987): Identification of root-knot nematodes (Meloidogyne species). Oxon, Wallingford, CAB International

Jinfeng, C., Maosong, L., Chuntao, Q., Feiyun Z. and **Lewis, S.** (2001): Identification of *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood resistance in *Cucumis hystrix* Chakr.and the progenies of its interspecific hybrid with cucumber (*C. sativus* L.). Journal of Nanjing Agricultural University http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-NJNY200101005.htm

Johnson, A. W. and **Motsinger, R. E.** (1990): Effects of planting date, small grain crop destruction, fallow, and soil temperature on the management of *Meloidogyne incognita*. Journal of Nematology 22 (3): 348-355.

Karssen, G. and **van Hoenselaar, T.** (1998): Revision of the genus Meloidogyne Goldi, 1892 (Nematoda: Heteroderidae) in Europe. Nematologica 44: 713-788.

Khan, F. A. (1990): Host status of commonly grown cultivars of chillies (*Capsicum frutescens*) and sweet pepper (*C. annuum*) to the root-knot nematode (*Meloidogyne ingognita*) in northern Nigeria. Tropical Pest Management 36 (4): 329-331.

Kiewnick, S. and **Sikora, R. A.** (2006): Biological control of the root-knot nematode Meloidogyne incognita by *Paecilomyces lilacinus* strain 251. Biological Control 38:179-187.

Kim, D. G. and **Lee, J. K.** (2001): Resistance of pepper cultivars to two species of root-knot nematodes. Korean J. Appl. Entomol. 40 (2): 143-147.

Kratochvil, R. J., Sardanelli, S., Everts, K. and **Gallagher, E.** (2004): Evaluation of crop rotation and other cultural practices for management of root-knot and lesion nematodes. Agronomy Journal 96: 1419-1428.

Lantos, F. (2007): A kalcium növényélettani szerepének, jelentőségének vizsgálata a paprikatermesztésben, hiánytüneteinek visszaszorítása növénynemesítői eljárásokkal. Agrár- és Vidékfejlesztési Szemle 2 (2): 25-129.

Lantos, F., Pék, Z., és **Helyes, L.** (2009): A hajtatott paprika gyökérzóna hőmérsékletének hatása a kalciumhiányos termések megjelenésére. Kertgazdaság 41 (2): 9-13.

Lantos, F., Pék, Z., Monostori, T. and **Helyes, L.** (2010): Studies on the effects of growing substrates and physical factors in sweet pepper forcing in context with the generation of calcium deficiency symptoms. International Journal of Horticultural Science 16 (2): 61-65.

Lee, J. M. (2003): Advances in vegetable grafting. Chronica Horticulturae 43: 13-19.

Lee, J. M. and **Oda, M.** (2003): Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. Horticultural Reviews 28: 104-105.

Liu, T., Duan, X.-Y., and **Chen, L.-J.** (2004): Studies on the selective toxin of fungus metabolites to nematode. The XVth International Plant Protection Congress, Beijing, China. Foreign Language Press 420.

Liu, T, Wang, L., Duan, X.-Y., and **Wang, X.** (2008): Nematicidal activity of culture filtrate of *Beauveria bassiana* against *M. hapla*. World J: Microbiol. Biotechnol. 24: 113-118.

Martin. J. A. (1948): Breeding of pungent peppers. South Carolina Agr. Expt. Sta. Ann. Rpt. (1946-47) 60: 64-67.

McSorley, R. and **Dickson, D. W.** (1995): Effect of tropical rotation crops on Meloidogyne incognita and other plant-parasitic nematodes. Journal of Nematology 27 (4S): 535-544.

McSorley, R., Dickson, D. W., De Brito, J. A. and **Hochmuth, R. C.** (1994): Tropical rotation crops influence nematode densities and vegetable yields. Journal of Nematology 26 (3): 308-314.

McSorley, R. and **Frederick, J. J.** (1995): Responses of some common Cruciferae to root-knot nematodes. Supplement to the Journal of Nematology 27 (4S): 550-554.

Medina Filho, H. P. and **Stevens, M. A.** (1980): Tomato breeding for nematode resistance: Survey of resistant varieties for horticultural characteristics and genotype of acid phosphatase. Acta Hort. 100:383-393.

Miao, Z.-Q., Liu, X.-Z., Li, S.-D. and **He, M.-X.** (2003): *Dactyella pseudoclavata* sp. nov., a new nematode-trapping fungus. Can. J. Bot. 81: 452-456.

Montalvo, A. E. and **Esnard, J.** (1994): Reaction of ten cultivars of watermelon (*Citrullus lanatus*) to a Puerto Rican population of *Meloidogyne incognita.* Journal of Nematology 26 (4S): 640-643.

Morra, L. and **Bilotto, M.** (2006): Evaluation of new rootstocks for resistance to soil-borne pathogens and productive behavior of pepper (*Capsicum annuum* L.). Journal of Horticultural Science & Biotechnology 81 (3): 518-524.

Mostafa, F. A. M. (2000): Integrated control of root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. infecting sunflower and tomato. Pakistan Journal of Biological Sciences 4 (1): 44-46.

Natarajan, N., Cork, A., Boomathi, N., Pandi, R., Velavan, S. and **Dhakshnamoorthy, G.** (2006): Cold aqueous extract of African marigold, *Tagetes erecta* for control tomato root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Crop Protection 25: 1210-1213.

Nugent, P. E. and **Dukes, P. D.** (1997): Root-knot nematode resistance in *Cucumis* species. HortScience 32 (5): 880-881.

Ocskó, Z. (2011): Növényvédő szerek, termésnövelő anyagok. Agrinex Bt., Budapest. 296.

Oka, Y., Ben-Daniel, B. H. and **Cohen, Y.** (2006): Control of *Meloidogyne javanica* by formulations of *Inula viscosa* leaf extracts. Journal of Nematology 38 (1): 46-51.

Oka, Y., Offenbach, R. and **Pivonia, S.** (2004): Pepper rootstock graft compatibility and response to *Meloidogyne javanica* and *M. incognita.* Journal of Nematology 36(2):137-141.

Oka, Y., Shapira, N., and **Fine, P.** (2007): Control of root-knot nematodes in organic farming systems by organic amendments and soil solarization. Crop Protection 26: 1556-1565.

Oka, Y., Tkachi, N., Shukker, S., and **Yerumiyahu, U.** (2007b): Enhanced nematicidal activity of organic and inorganic ammonia-releasing amendments by *Azadirachta indica* extracts. Journal of Nematology 39 (1): 9-16.

Onifade, A. K., Majekodunmi, O. F., Deadman, M. L., and **Al-Kindy, S. M. Z.** (2008): Nematicidal activity of *Haplophyllum tuberculatum* and *Plectranthus cylindraceus* oils against *Meloidogyne javanica*. Biochemical Systematics and Ecology 36: 679-683.

Ornat, C., Verdejo-Lucas, S., and **Sorribas, F. J.** (1997): Effect of the previous crop on population densities of Meloidogyne javanica and yield of cucumber. Nematropica 27 (1): 85-90.

Pandey, R. (2000): Additive effect of three organic materials and nematicides on the reproduction of *Meloidogyne incognita* and yield of *Mentha arvensis*. Nematropica 30 (2): 155-160.

Pandey, R. and **Trivedi, P. C.** (1990): Response of chilli cultivars to *Meloidogyne incognita* and its effect on morphometrics of female. Nematologica Mediterranea 18: 219-220.

Parađiković, N., Lončarić, Z., Bertić, B., and **Vukadinović, V.** (2004): Influence of Ca-foliar applications on yeald and quality of sweet pepper in glasshouse conditions. Poljoprivrede/Agriculture 10 (2): 28-31.

Pénzes, B. (1997): A paradicsom kártevői. In: Glits, M., Horváth, J., Kuroli, G., Petróczi, I. (szerk.): Növényvédelem. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 329-335.

Piedra-Buena, A., Díez-Rojo, M. A., Bello, A., Robertson, L., López Pérez J. A., Escuer, M., and **de León, L.** (2005): Comportamiento de *Meloidogyne ingognita* sobre tomate y pimiento resistente en Uruguay. Nematropica 35: 111-120.

Piedra Buena, A., García-Álvarez, A., Díez-Rojo, M. A., Ros, C., Fernández, P., Lacasa, A., and **Bello, A.** (2006): Use of pepper crop residues for the control of root-knot nematodes. Bioresource Technology doi: 10.1016/j.biortech.2006.09.042

Ploeg, A. T. (1999) Greenhouse studies on the effect of marigolds (*Tagetes* spp.) on four root-knot nematode species (*Meloidogyne* spp.). Journal of Nematology 31(1):62-69.

Ploeg, A.T. and **Stapleton, J. J.** (2001): Glasshouse studies on the effects of time, temperature, and amendment of soil with broccoli plant residues on the infestation of melon plants by *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. Nematology 3 (8): 855-861.

Piedra-Buena, A., López Pérez J. A., Bello, A., Díez-Rojo, M. A., Robertson, L., Escuer, M., and **de León, L.** (2006): Screeninig of Cuarentino pepper (C*apsicum annuum* L.) for resistance to *Meloidogyne ingognita*. Nematropica 36: 13-24.

Ploeg, A. T. and **Phillips, M. S.** (2001): Damage to melon (*Cucumis melo* L.) cv. Durango by *Meloidogyne incognita* in Southern California. Nematology 3 (2): 151-157.

Pofu, K. M., Mashela, P. W., and **Mphosi, M. S.** (2011): Management of Meloidogyne incognita in nematode-susceptible watermelon cultivars using nematode resistant Cucumis africanus and Cucumis myriocarpus rootstocks. African Journal of Biotechnology 10 (44): 8790-8793.

Praawen H. M. and **Gowda N.** (2004): Screening of gherkin (*Cucumis anguria* L.) cultivars against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Indian Journal of Nematology 34 (1): 109-111.

Rhoades, H. L. (1985): Comparison of fenamidophos and *Arthrobotrys amerospora* for controlling plant nematodes in central Florida. Nematropica 15 (1): 1-7.

Riga, E., Lacey, L. A., Guerra, N. (2008): *Muscodor albus*, a potential biocontrol agent against plant-parasitic nematodes of economically important vegetable crops in Washington State, USA. Biological Control 45: 380-385.

Ritzinger, C. H. S. P. and **McSorley, R.** (1998): Effect of castor and velvetbean organic amendments on Meloidogyne arenaria in greenhouse experiments. Journal of Nematology 30 (4S): 624-631.

Robertson, L., López Pérez J. A., Bello, A., Díez-Rojo, M. A., Escuer, M., Piedra-Buena, A., Ros, C., Martinez, C. (2006): Characterization of *Meloidogyne ingognita*, *M. arenaria* and *M.* hapla populations from Spain and Uruguay parasiting pepper. Crop Protection 25: 440-445.

Rodríguez-Kábana, R. and **Kloepper, J. W.** (1998): Cropping systems and the enhancement of microbial activities antagonistic to nematodes. Nematropica 11: 175-186.

Rodríguez-Kábana, R., Pinochet, J., Robertson, D.G., and **Wells, L.** (1992): Crop rotation studies with velvetbean (*Mucuna deeringiana*) for the management of *Meloidogyne* spp. Journal of Nematology 24 (4S): 662-668.

Roubtsova, T., López-Pérez, J. A., Edwards, S., and **Ploeg, A.** (2007): Effect of broccoli (*Brassica oleracea*) tissue, incorporated at different depths in a soil column, on *Meloidogyne incognita*. Journal of Nematology 39 (2): 111-117.

Sahebani, N. and **Hadavi, N.** (2008): Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. Soil Biology & Biochemistry 40: 2016-2020.

Shen D., Li X., Feng, L., Wang H., Song, J., Yang C., Gong, H. (2007): Evaluation on Resistance of Cucurbitaceae Germplasm Resources to Root-knot Nematode. Journal of Plant Genetic Resources. http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-ZWYC200703020.htm

Siddiqui, M. A. and **Alam M. M.** (1988): Control of plant parasitic nematodes by *Tagetes tenuifolia*. Revue Nématol. 11 (3): 369-370.

Siddiqui, I. A. and **Shaukat, S. S.** (2003): Suppression of root-knot disease by *Pseudomonas fluorescens* CHA0 in tomato: importance of bacterial secondary metabolite 2,4 diacetylpholoroglucinol. Soil Biology & Biochemistry 35:1615-1623.

Siddiqui, I. A., Qureshi, S. A., Sultana, V., Ehteshamul-Haque, S. and **Ghaffar, A.** (2000): Biological control of root-knot disease complex of tomato. Plant and Soil 227: 163-169.

Sigüenza, C., Schochiow, M., Turini, T. and **Ploeg, A.** (2005): Use of *Cucumis metuliferus* as a rootstock for melon to manage *Meloidogyne incognita*. Journal of Nematology 37 (3): 276-280.

Söğüt, M. A. and **Elekçioğlu, I. H.** (2007): Methyl bromide alternatives for controlling *Meloidogyne incognita* in pepper cultivars in the eastern Mediterranean region of Turkey. Turk J Agric For. 31: 31-40.

Souza-Sobrinho, F., Maluf, W. R., Gomez, L. A. A., and **Campos, V. P.** (2002): Inheritance of resistance to *Meloidogyne incognita* race 2 in the hot pepper cultivar Carolina Cayenne (*Capsicum annuum* L.). Genetics and Molecular Research 1 (3): 271-279.

Talavera, M., Mizukubo, T., Ito, K., and **Aiba, S.** (2002): Effect of spore inoculum and agricultural practices on the vertical distribution of the biocontrol plant-growth-promoting bacterium *Pasteuria penetrans* and growth of Meloidogyne incognita-infected tomato. Biol Fertil Soils 35: 435-440.

Taylor, A. L. and **Sasser, J.N.** (1978): Biology, identification, and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). North Carolina State University Graphics, Raleigh, U.S.A.

Terbe, I., és **Szabó, Zs.** (2003): A paprika csúcsrothadásos betegségét kiváltó okok megelőzése és megszüntetése. Kertgazdaság 35 (1): 100-104.

Thies, J. A., Ariss, J. J., Hassell, R. L., Olson, S., Kousik, C. S., and **Levi, A.** (2010): Grafting for management of southern root-knot nematode, Meloidogyne incognita, in watermelon. Plant Disease 94: 1195-1199.

Thies, J. A., Davis, R. F., Mueller, J. D., Fery, R. L., Langston, D. B. and **Miller, G.** (2004b): Double-cropping cucumbers and squash after resistant bell pepper for root-knot nematode management. Plant Disease 88 (6): 589-593.

Thies, J. A., Davis, R. F., Mueller, J. D., Fery, R. L., Langston, D. B. and **Miller, G.** (2005): Host resistance and metam sodium for managing root-knot nematodes in a pepper-cucumber rotation. HortScience 40 (7): 2080-2082.

Thies, J. A., Dickson, D. W. and **Fery, R. L.** (2008a): Stability of resistance to root-knot nematodes in 'Charleston Belle' and 'Carolina Wonder' bell peppers in sub-tropical environment. HortScience 43 (1): 188-190.

Thies, J.A., Dickson, D. W., Hassell, R., Rosskopf, E. and **Mendes, M.** (2008b): Resistant pepper genotypes and soil treatments for managing root disease and root-knot nematodes in pepper. The 19th International Pepper Conference, Atlantic City, USA, 7-10 September, 2008. 27.

Thies, J. A. and **Fery, R. L.** (1997): Heat stability of root-knot nematode resistance in bell pepper. Proceedings of the Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emission Reductions, 32.1–32.2.

Thies, J. A. and **Fery, R. L.** (2000): Characterisation of resistance conferred by the *N* gene to *Meloidogyne arenaria* races 1 and 2, *M. hapla* and *M. javanica* in two sets of isogenic lines of *Capsicum annuum* L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125: 71-75.

Thies, J. A. and **Fery, R. L.** (2001): Characterisation of *Capsicum chinense* cultigens for resistance to *Meloidogyne arenaria, M. hapla* and *M. javanica*. Plant Disease 85 (3): 267-270.

Thies, J. A. and **Fery, R. L.** (2000): Heat stability of resistance to *Meloidogyne incognita* in scotch bonnet peppers (*Capsicum chinense* Jacq.) Journal of Nematology 32 (4): 356-361.

Thies, J. A. and **Fery, R. L.** (2002): Heat stability of resistance to southern root-knot nematode in bell pepper genotypes homozygous and heterozygous for the *N* gene. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127 (3): 371-375.

Thies, J. A., Fery, R. L., Dickson, D. W., Davis, R. F. and **Mueller, J. D** (2004a): Utility of resistant bell pepper for managing southern root-knot nematodes in Southeastern U.S. International Pepper Conference, Naples, Florida, USA, 14-16 November, 2004. p. 29.

Thies, J. A., Fery, R. L., Mueller, J. D. (2002): Root-knot nematode resistant bell peppers: An alternative to methyl bromide. Proceedings of the 16th International Pepper Conference Tampico, Tamaulipas, Mexico, 10-12. November, 2002.

Thies, J. A., Fery, R. L., Mueller, J. D., Miller, G. and **Varne, J.** (2003): Response of bell pepper cultivars near-isogenic for the *N* gene to *Meloidogyne incognita* in field trials. HortScience 38 (7): 1394-1396.

Thies, J. A. and **Levi, A.** (2003): Resistance of Watermelon Germplasm to the Peanut Root-knot Nematode. HortScience 38(7):1417-1421.

Thies, J. A., Mueller, J. D. and **Fery, R. L.** (2007): Effectiveness of resistance to southern root-knot nematode in 'Carolina Cayenne' pepper in greenhouse, microplot and field tests. Am. Soc. for Hort. Sci. 122 (2): 200-204.

Thomason, I. J. and **McKinney, H. E.** (1959): Reaction of some Cucurbitaceae to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Pl. Dis. Rep. 43:448-450.

Tsay, T. T., Wu, S. T. and **Lin, Y. Y.** (2004): Evaluation of Asteraceae plants for control of Meloidogyne incognita. Journal of Nematology 36 (1): 36-41.

Viaene, N. M. and **Abawi, G. S.** (1998): Management of Meloidogyne hapla on lettuce in organic soil with sudangrass as a cover crop. Plant Disease 82 (8): 945-952.

Walters, S. A., Wehner, T. C. and **Barker, K. R.** (1993): Root knot nematode resistance in cucumber and horned cucumber. HortScience 28: 151-154.

Walters, S. A., Wehner, T. C. and **Barker, K. R.** (1999): Greenhous and field resistance in cucumber to root-knot nematodes. Nematology 1 (3): 279-284.

Wang K.-H., McSorley, R. and **Gallaher, R. N.** (2004): Effect of *Crotalaria juncea* amendment on squash infected with *Meloidogyne incognita*. Journal of Nematology 36 (3): 290-296.

Xing, L., Kruger, G., Egel, D. S., and **Westphal, A.** (2006): Quantitative growth response of watermelon to infection by *Meloidogyne incognita*. Journal of Nematology 38 (2): 301-302.

Youssef, M. M. A. and **Ali, M. S.** (1998): Management of *Meloidogyne incognita* infecting cowpea by using some native blue green algae. Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 71:15-16.

Yu, Y. M., Cho, M. R., Zhu, Y. Z., Park, D. H. Hur, J. H. and **Lim, C. K.** (2003): Suppression of *Meloidogyne incognita* in lettuce and oriental melon by *Pasteuria penetrans* KW1. Plant Pathol. J. 19 (3): 177-180.

Zamora, E., Bosland, P. W. and **Thomas, S.** (1994): 'Carolina Cayenne' as a source of resistance to *Meloidogyne incognita* races 1, 2, 3, and 4. HortSience 29 (10): 1184-1185.

Zasada, I. A., Klassen, W., Meyer, L. F., Codallo, M., and **Abul-Baki, A. A.** (2006): Velvetbean (*Mucuna pruriens*) extracts: impact on *Meloidogyne incognita* survival and on *Lycopersicon esculentum* and *Lactuca sativa* germination and growth. Pest Manag Sci 62: 1122-1127.

Zasada, I. A., Meyer, S. L. F., Halbrendt, J. M. and **Rice, C.** (2005): Activity of hydroxamic acids from *Secale cereale* against the plant-parasitic nematodes *Meloidogyne incognita* and *Xiphinema americanum*. Phytopathology 95: 1116-1121.

Zasada, I. A., Rice, C. P. and **Meyer, L.F.** (2007): Improving the use of rye (*Secale cereale*) for nematode management: potential to select cultivars based on *Meloidogyne incognita* host status and benzoxazinoid content. Nematology 9 (1): 53-60.

Zeck W. M. (1971): Ein Bonitierungsschema zur Feldauswertung von Wurzelgallenbefall. Pflanzenschutz – Nachrichten Bayer 24 (1): 144–147.

Zhang, X. W., Qian, X. L., and **Liu, J. W.** (1989): Evaluation of the resistance to root-knot nematode of watermelon germplasm and its control. Journal of Fruit Science 6 (1): 33-38.

Zijlstra, C., **Donkers-Venne, D. T. H. M**. and **Fargette, M.** (2000): Identification of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria* using sequence characterised amplified region (SCAR) based PCR assays. Nematology 2 (8): 847-853.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek, dr. Haltrich Attilának, valamint dr. Pénzes Bélának, a Rovartani Tanszék vezetőjének, hogy megteremtették a vizsgálataimhoz szükséges feltételeket, és szakmai irányításukkal segítették munkám létrejöttét.

Köszönet illeti Ács Tímeát, a Rovartani Tanszék egykori munkatársát, aki bevezetett a gyökérgubacs-fonálférgekkel szembeni rezisztenciavizsgálatokba, valamint gyakorlati segítséget nyújtott a gyökérgubacs-fonálférgek preparálási és határozási módszereinek elsajátításában.

Köszönöm nemesítőknek, és vetőmag-forgalmazó cégeknek, hogy rendelkezésemre bocsátották a rezisztenciavizsgálatokban tesztelt fajtákat és nemesítési vonalakat, továbbá lehetővé tették eredményeim nyilvános közlését.

Köszönöm Kiss Csabának, Barócsi Zsoltnak, és Rádi Lászlónak a Syngenta Seeds Kft-től, hogy a termesztési kísérleteimhez a szaporítóanyag rendelkezésemre bocsátásával segítették munkám megvalósulását.

Köszönöm a Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék segítségét, hogy a kísérleti növényanyag megnevelésével, a terület rendelkezésemre bocsátásával támogatták munkámat. Köszönet illeti a Budapesti Corvinus Egyetem Kísérleti Üzem és Tangazdaság zöldségtermesztési ágazat vezetőjét, Kis Krisztiánnét, aki biztosította a rezisztenciavizsgálatok helyszíneit, és minden dolgozóját, akik a növényápolási munkákban segítségemre voltak.

Ezúton szeretném megköszönni Szalma István és Tomoga Péter termelőknek, hogy növényházaikban lehetővé tették a fertőző anyag gyűjtéseket, mintavételezéseket, területet biztosítottak a növényházi kíséreltekhez, továbbá segítették és tűrték ottani ténykedésemet.

Köszönet illeti a Rovartani Tanszék munkatársait és hallgatóit, akik a gubacsok végtelennek tűnő számolásában, és a termések mérésében segítségemre voltak.

Köszönöm dr. Fail Józsefnek a statisztikai értékelésben nyújtott segítséget.