



**GYÖKÉRGUBACS-FONÁLFÉRGEK ELLENI VEGYSZERMENTES
VÉDEKEZÉS HAJTATOTT PAPRIKÁBAN**

Doktori (PhD) értekezés

DR. STINGLINÉ BIRÓ TÍMEA

**Gödöllő
2015**

Doktori iskola

Megnevezése: Növénytudományi Doktori Iskola

Tudományága: Növénytermesztési és Kertészeti tudományok

Vezetője: Dr. Helyes Lajos
egyetemi tanár, MTA doktora
Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi
Kar, Kertészeti Technológiai Intézet

Témavezető: Dr. Tóth Ferenc
egyetemi docens
Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi
Kar, Növényvédelmi Intézet

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	6
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	10
2.1. A fonálférgék (Nematoda) általános jellemzése	10
2.2. A gyökérgubacs-fonálférgék jellemzése	11
2.2.1. <i>Meloidogyne</i> nem taxonómiája	11
2.2.2. A hazánkban előforduló <i>Meloidogyne</i> fajok	11
2.2.3. A hazai <i>Meloidogyne</i> fajok morfológiája	12
2.2.4. <i>Meloidogyne</i> fajok biológiája	14
2.2.5. <i>Meloidogyne</i> fajok kártétele, gazdanövényei és a fertőzés tünetei	19
2.3. A gyökérgubacs-fonálférgék elleni védekezés	23
2.3.1. Biológiai védekezés fonálférgék ellen	27
2.3.2. Zöldtrágyanövények	29
2.3.3. Bionematicidek	32
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	39
3.1. A kutatómunka körülményei	39
3.1.1. A pusztamonostori termőhely jellemzése	39
3.1.2. Helyszíni talajvizsgálatok Pusztamonostoron és kapcsolódó laboratóriumi vizsgálatok	40
3.1.3. A röszei termőhely jellemzése	41
3.2. A Jászfényszarun végzett zöldtrágya- és riasztó növényes kísérletek módszere	42
3.3. A Gödöllőn, zöldtrágya- és riasztónövényekkel végzett tenyészedényes kísérlet módszere	45
3.4. A Röszkén végzett zöldtrágya- és riasztónövényes kísérletek módszere	46
3.5. A Pusztamonostoron végzett biológiai védekezési kísérletek (Trifender és <i>A. oligospora</i> kezelések) módszere	49
3.6. A Zsámbokon végzett fóliasátras biológiai védekezési kísérlet (Trifender és Artis kezelések) módszere	52
3.7. A Zsámbokon végzett tenyészedényes biológiai védekezési kísérlet (Trifender és Artis kezelések különböző kombinációkban) módszere	54
3.8. A jászági paprikatermesztés, valamint a talajlakó kártevők elleni védekezés felmérése	56
4. EREDMÉNYEK	57
4.1. A Jászfényszarun végzett zöldtrágya- és riasztó növényes kísérletek eredményei	57

4.2. A Gödöllőn, zöldtrágya- és riasztó növényekkel végzett tenyészedényes kísérlet eredményei	61
4.3. A Röszkén végzett zöldtrágya- és riasztó növényes kísérletek eredményei	62
4.3.1. A fóliasátrak gyökérgubacs-fonálféreg fertőzöttségének vizsgálata (2005-2006)	62
4.3.2. Termésmennyiség	64
4.4. A Pusztamonostoron végzett biológiai védekezési kísérletek (Trifender és <i>A. oligospora</i> kezelések) eredményei	65
4.4.1. Előzetes gyökérgubacs-fonálféreg fertőzöttség felmérés	65
4.4.2. A fóliasátorban előforduló <i>Meloidogyne</i> faj meghatározása	68
4.4.3. <i>Meloidogyne hapla</i> nőtények egyedszámának megállapítása	68
4.4.4. A paprika növények magassága	73
4.4.5. Termésmennyiség	78
4.5. A Zsámbokon végzett fóliasátras biológiai védekezési kísérlet (Trifender és Artis kezelések) eredményei	80
4.6. A Zsámbokon végzett tenyészedényes biológiai védekezési kísérlet (Trifender és Artis kezelések különböző kombinációkban) eredményei	82
4.7. A jászági paprikatermesztés, valamint a talajlakó kártevők elleni védekezés felmérésének eredményei	86
4.8. Új tudományos eredmények	88
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	89
5.1. Következtetések a Jászfényszarun végzett zöldtrágya- és riasztó növényes kísérletek és a Gödöllőn, zöldtrágya- és riasztó növényekkel végzett tenyészedényes kísérlet eredményei alapján	89
5.2. Következtetések a Röszkén végzett zöldtrágya- és riasztó növényes kísérletek eredményei alapján	89
5.3. Következtetések a Pusztamonostoron végzett biológiai védekezési kísérletek (Trifender és <i>A. oligospora</i> kezelések) eredményei alapján	90
5.4. Következtetések a Zsámbokon végzett fóliasátras biológiai védekezési kísérletek (Trifender és Artis) eredményei alapján	92
5.5. Következtetések a Zsámbokon végzett tenyészedényes biológiai védekezési kísérlet (Trifender és Artis kezelések különböző kombinációkban) eredményei alapján	92
5.6. A jászági paprikatermesztés, valamint a talajlakó kártevők elleni védekezés felmérésének következtetései	93
6. ÖSSZEFOGLALÁS	94
7. SUMMARY	98

8. MELLÉKLETEK	102
8.1. Irodalomjegyzék	102
8.2. Egyéb mellékletek	113
8.2.1. Táblázatok	113
8.2.2. Ábrák	136
9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	146

1. BEVEZETÉS

Az egyoldalú kémiai növényvédelem veszélyezteti az emberek egészségét, a környezetet és más élőlényeket. Sok növényvédő szer a káros szervezeteken kívül a hasznosakat is elpusztítja. Mindezek mellett kártevők, kórokozók válhatnak a különféle kémiai szerekkel szemben tűrőképessé, illetve rezisztenssé (Czáka et al. 2000, Bent et al. 2008).

Ezzel szemben az integrált és az ökológiai termesztés – mint környezetkímélő és fenntartható mezőgazdálkodási gyakorlat – egyrészt egészséges, biztonságos élelmiszert biztosít a fogyasztók részére, másrészt, mint környezetkímélő gazdálkodási mód jelenik meg (Czáka et al. 2000, Roszik 2004).

Az integrált és az ökológiai növényvédelemben kulcsfontosságú szerep jut a károsítók és a növénybetegségek természetes ellenségeinek is (Steiner 1985).

A gyökérgubacs-fonálféreg (Meloidogynidae) kártétele (különböző méretű gubacsok a növények gyökerén) általános problémát jelent zárt termesztő berendezésekben, hazánkban és a külföldi országokban egyaránt. Károsításukkal azonban nemcsak a növényházakban kell számolnunk, hanem szabadföldön is. A legtöbb gondot a melegigényes hajtattott zöldségfélék közül az uborkán, a paradicsomon és a paprikán okozzák.

Az ellenük való védekezést nehezíti, hogy nem lehet teljesen kipszítani őket az adott területről. Napjainkban ezt még nehezebbé teszi a növényvédő szerek folyamatos kivonása is, hiszen az ellenük felhasználható készítmények száma jelentősen csökkent. Vizsgálatunk során ezért arra törekedtünk, hogy ezen vegyszerek helyettesítésére biológiai védekezési megoldásokat keressünk.

Ezen megoldások közül a zöldtrágyanövények, a *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckfeldt et Nirenberg (Trifender) és az *Arthrobotrys oligospora* Fresenius (Artis) gombák hatását vizsgáltuk gyökérgubacs-fonálféreg paprikában okozott kártételének mértékére.

A zöldtrágyanövények talajjavító- és tápanyagutánpótló szerepének vizsgálata, az érdeklődés- és a kutatás középpontjában állt már a múlt század első felében is, melyből esetenként kiderült, hogy az alkalmazott növényeknek hatása van a terrikol károsítók (elsősorban növényparazita fonálféreg) népességi viszonyaira is (Budai é.n.).

A zöldtrágyanövények előtérbe kerülhetnek a szántóterületek egy részének tervezett kivonása esetén is. Termesztésük Nyugat-Európában egyre inkább elterjedt. Szerepük sokoldalú, többek között olcsó tápanyag utánpótlást, talaj- és vízgazdálkodást javító hatást, hasznos előveteményt jelentenek (Budai et al. 2004).

Mindezek mellett a zöldtrágyázás az egyik legkevésbé költséges eljárás. Nincsenek szállítási, kiszórási, logisztikai feladatok és ezzel járó magas költségek. Bonyolult,

üzemszervezési feladatokkal járó, azonnal végzendő kapcsolódó munkák sem jellemzőek. Kényelmesen tervezhető és módszeresen alkalmazható eljárás, ami találkozik az egyre inkább teret nyerő ökológiai szemlélettel és a fenntartható mezőgazdaság gondolatával.

A zöldtrágyanövények közül a facélia (*Phacelia tanacetifolia* Benth) gyéríti a talajban lévő fonálférgeket. Igénytelen növény, gyors növekedése, hosszú virágzási ideje napszakoktól független, ezért az egyik legkedveltebb köztes- és zöldtrágyanövény (Nagy 2003).

A *Meloidogyne* fajok ellen alkalmazható eljárások másik lehetséges formája a mikrobiológiai készítmények (Trifender és Artis) alkalmazása.

A nyugati országokban a mikrobiológiai növényvédelem már évtizedek óta nemcsak kis biotermesztő gazdaságokban terjedt el, hanem a szántóföldi növénytermesztésben is bevált gyakorlat (Gulyás 2008). Ezen készítmények közül az egyik lehetséges megoldás a Trifender (hatóanyaga a *Trichoderma asperellum* antagonista gomba) használata. A *Trichoderma* fajok a leggyakoribb talajmikrobák közé tartoznak. A legtöbb izolátum képes parazitálni más gombákat a természetben is, biológiai védekezésre való alkalmasságuk szempontjából pedig kedvező, hogy a nemzetségben nincsenek növénykórokozó fajok (Harcz 2004). Közvetlenül hatnak a termesztett növényekre is, úgy hogy juvenilis (zöldítő) hatást váltanak ki bennük, azaz ellenállóvá teszik a növényeket egyes gyengültségi kórokozók támadásával szemben (Gulyás 2008). A Trifender ezen tulajdonságát kihasználva választ kerestünk arra, hogy a növények habitusának illetve gyökerének erősítésén keresztül, ellenállóbbakká válnak-e a *Meloidogyne* fertőzéssel szemben.

Az *A. oligospora* nematofág gomba, tapadóhifa rendszerének segítségével fogja el a fonálférgeket. A talajban mozgó fonálféreg érintésének hatására a gombafonalak hurkot képeznek, melyek megfogják az állatokat. A fonálféreg elpusztul és a gomba táplálékként felhasználja (Hataláné 2002, Olthof és Estey 1963).

A biológiai védekezésre alapozott technológia fő gazdasági előnye a tünet- és szermaradvány-mentes, biztosabban és magasabb áron értékesíthető minőségi termék.

A technológia általánossá válása esetén lehetőség nyílik márkázott integrált paprika piaci bevezetésére. Ez elősegítheti más zöldség- és gyümölcsfélék növényvédelmi technológiájának biológiai alapokra terelését is.

A gyökérgubacs-fonálféreg elleni zöldtrágyanövényekkel, *A. oligospora*-val, illetve *Trichoderma* fajokkal történő védekezési módszerekről megfelelő számú külföldi szakirodalom ad tájékoztatást, azonban paprikában való alkalmazhatóságáról mind külföldi, mind hazai kutatási eredmények csekély mértékben állnak rendelkezésre. Kutatási eredményeim segíthetnek a környezetkímélő növényvédelem feltételeinek megteremtésében.

Kutatásaimat a „Biológiai védekezésre alapozott paprikahajtatási technológia fejlesztése és elterjesztése a Jászságban” című kutatási program (GAK ALAP1-00052/2004) keretében kezdtem meg.

A pályázat közvetlen szakmai célja volt a jászsági paprikahajtásban uralkodó gyakorlat és szemlélet megváltoztatása, biológiai alapokra helyezése annak érdekében, hogy a leszedett paprika szermaradvány-mentes legyen. Közvetett céljainkhoz tartozott, hogy az általunk összeállított technológia elterjesztésével a lakosság vegyszerkitettséget és a természeti környezet vegyszerterhelését is számottevően csökkentsük. A gyökérgubacs-fonálférges elleni védekezést a pályázat keretében zöldtrágyanövényekkel kívántuk megoldani (Tóth 2004), majd a pályázati időszak lezárása után mikrobiológiai készítménnyel, illetve nematofág gombával egészítettük ki a vizsgálatokat.

A fóliasátras kísérletek helyszíne Jászfényszaru Kollár Ferenc, Röszkén Szalma István, Pusztamonostoron Langa József, valamint Zsámbokon Szabó Géza termelőknél volt. A laboratóriumi értékeléseket Budapesten a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központi Károsító Diagnosztikai Laboratóriumának (KKDL) Nematológiai Laboratóriumában és Gödöllőn a Szent István Egyetem Növényvédelemtani Tanszékén (ma Növényvédelmi Intézet) végeztem. A tenyészedényes kísérletek paprika növényekkel a Fővárosi- és Pest Megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat hajtatóházában történt Gödöllőn, illetve Zsámbokon, fűtetlen fóliasátorban.

Célkitűzések:

- Gyökérgubacs-fonálféreggel erősen fertőzött fóliasátrak kiválasztása a Jászságban, előzetes fertőzöttség felmérés
- A fóliasátorban (Jászfényszaru) a mézontófű (*Phacelia tanacetifolia*), a mustár (*Sinapis alba*), az olajretek (*Raphanus sativus*) és a körömvirág (*Calendula officinalis*); illetve (Röszke) mézontófű, mustár és a körömvirág, mint köztes védőnövény fonálféreg-gyérítő szerepének vizsgálata
- A fenti kísérlet kiegészítéseként az említett köztes védőnövények fonálféreg gyérítő szerepének vizsgálata tenyészedényes paprika növényeken (Fővárosi- és Pest Megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat)
- A kiszállásainkon a jászsági paprikatermesztők:
 - természetesi szokásainak, talajlakó kártevők elleni vegyszerhasználatának megismerése

- a gyökérgubacs-fonálféreg által okozott kár felmérése, az ellenük alkalmazott védekezési módszerek megismerése (biológiai védekezési módszerek, zöldtrágyanövények – facélia, mustár, olajretek – használata)
 - gyökérgubacs-fonálféreg ellen vegyszermentesen hatékonyan védekező termelő keresése
- A Trifender (mikrobiológiai termésnövelő anyag) és az *A. oligospora* (kísérleti mikrobiológiai készítmény a kísérlet idején) fonálféreg gyérítő hatásának vizsgálata fűtetlen fóliasátorban, Pusztamonostoron
 - A Trifender és az Artis mikrobiológiai készítmények fonálféreg gyérítő hatásának vizsgálata fűtetlen fóliasátorban, Zsámbokon
 - A fenti kísérlet kiegészítéseként tenyészedényes vizsgálat fűtetlen fóliasátorban, Zsámbokon

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A fonálférgék (Nematoda) általános jellemzése

A fonálférgék (Nematoda) osztálya a hengeresférgék (Nemathelminthes) törzsébe tartozik, három alosztályát különböztetjük meg: Torquentia, Penetrantia és Secernentia.

Két nagy csoportra oszthatjuk őket, szabadon élőkre (*Nematoda libera* vagy *errantia*) és élősködőkre (*Nematoda parasitica*) (Andrássy és Farkas 1988).

Változatos életmódúak és fajokban gazdagok (Andrássy 1988). Az állatvilág harmadik legnagyobb csoportja közé tartoznak fajszámukat tekintve (több százezer taxon). A puhatestűek és az ízeltlábúak előzik csak meg őket (Budai et al. 2005b). Szabadon élő fajai benépesítik a tengereket, a folyó- és állóvizeket és a szárazföld minden lehetséges élőhelyét (Andrássy 1988, Guereña 2006).

A Nematoda tudományos elnevezés Rudolphitól (1809) származik, a szó görög eredetű (nema), és fonalat, szálát jelent. A „Nematoda” a szó többes száma, jelentése „fonalak”, és az állatok karcsúságára, külalakjára utal (Andrássy és Farkas 1988).

Az első, fonálférgéről szóló írásos feljegyzés több mint négy és fél ezer éves (Andrássy és Farkas 1988). A magyar fonálféreg faunát Andrássy István írta le 1972-ben. Ez az összeállítás 448 fajt tartalmaz, de azóta kiderült, hogy számuk ennek sokszorososa (Budai et al. 2005b).

A fonálférgék komoly problémát okozhatnak a legtöbb mezőgazdasági növényen, komoly termés kiesést okozva ezzel világszerte (Pérez és Lewis 2004, Barker 1985). Az általuk a növénytermesztésben okozott kár a világviszonylatban megtermelhető növényi termékek értékének 5-15%-ára becsülhető, ezen belül egyes kultúráknál ennek a többszöröse is előfordul. Főleg a csapadékos klímát kedvelik, a trópusi területeken jelentenek nagy gondot. Hazánk ebben a tekintetben földrajzi helyzeténél fogva szerencsésnek mondható, de növénytermesztésünknek vannak olyan területei, ahol jelentősek a fonálférgék által okozott veszteségek (Budai et al. 2005b).

A fonálférgék többsége apró, szabad szemmel nem látható, karcsú testű, szelvényezetlen, testük csaknem üvegszerűen átlátszó. Termetüknél fogva (zömük átlagosan 1 mm) szinte sohasem látjuk őket, pedig Andrássy és Farkas (1988) szerint: „mindenütt, ahol élet van, a fonálférgéket találjuk a legnagyobb tömegben, és megfordítva: ahol élet egyáltalán lehetséges, ott ezek az állatok okvetlenül előfordulnak” (Andrássy és Farkas 1988, Budai et al. 2005b).

A növény minden részét megtámadhatják, lehetnek külső és belső élősködők. Kártételük vagy a megtámadott növény teljes pusztulásában mutatkozik meg, vagy abban, hogy a növényt visszavetik a fejlődésben (szár- és levélfonálférgék), a szemtermést csökkentik (pl. búza-

fonálféreg), a gyökéren, gumón torzulásokat okoznak, ami miatt az nem kerülhet kereskedelembe (ciszta- és gyökérgubacsképző fonálféreg), vagy élvezhetetlenné teszik a fogyasztásra szánt növényi terméket (gumórontó fonálféreg). Másodlagos élősködőként is felléphetnek, amikor a másfajta kórokozók által megtámadott, legyengített növényeket tovább pusztítják (Andrássy 1988, Sasser 1990, Ingham 1996).

A fonálféreg közvetett kártétele sokszor még jelentősebb, mint közvetlen kártételük, mert gombás és vírusos betegségek terjesztése révén a látszólag jelentéktelen populációk is súlyos kárt okoznak. A közvetett kártétel során elsősorban egyéb kórokozókat vihetnek a növényre (Andrássy és Farkas 1988, Guereña 2006).

Magyarországon mintegy 70 olyan fonálféreg fajt ismerünk, amelyek kultúrnövényeken élnek, és kisebb-nagyobb gazdasági kárt okozhatnak (Andrássy és Farkas 1988).

2.2. A gyökérgubacs-fonálféreg jellemzése

2.2.1. *Meloidogyne* nem taxonómiája

A gyökérgubacs-fonálféreg a hengeresféreg (Nemathelminthes) törzsébe, a fonálféreg (Nematoda) osztályába, a Secernentia alosztályba, Tylenchida rendbe, a Tylenchina alrendbe és a Meloidogynidae családba tartoznak.

A Meloidogynidae családba 3 nemet sorolunk: *Meloidogyne*, *Meloidoderella* és *Meloinema*. A két utóbbi nem fajai Európán kívül élnek (Farkas 1988a).

2.2.2. A hazánkban előforduló *Meloidogyne* fajok

A *Meloidogyne* nemnek közel száz fajt írták le. Ezek nagy része trópusi, a Föld melegebb, csapadékos tájain él (Andrássy és Farkas 1988). Mindenhol megtalálhatóak ahol növények élnek, sokféle kultúrnövény gazdanövényük lehet (Sasser et al. 1983, Sikora és Fernandez 2005). A gyökérgubacs-fonálféreg (*Meloidogyne spp.*) a növényparazita fonálféreg egyik legpolifágabb nemét képviselik (Elling 2013).

Hazánkban a gyökérgubacs-fonálféreg közül növényházakban a *M. incognita* (= *M. acrita*), a *M. arenaria* (= *M. thamesi*), és a *M. javanica* előfordulását és kártételét bizonyította Andrásy (1972), Budai (1980), Andrásy és Farkas (1988), valamint Dabaj (1990). Szántóföldön pedig a *M. hapla* általános károsításáról számolt be Jávor (1974), Budai (1979), Elekesné (1981), Andrásy és Farkas (1988) és Dabaj (1990), de a *M. incognita* előfordulására is vannak adatok (Amin 1994), (Budai et al. 1997). 1993-ban Gyula város egyik növényházi kertészetében paradicsomon egy, ún. „óriás” gyökérgubacs-fonálférget alfajként regisztráltak és *Meloidogyne thamesi gyulai* névvel jelölték (Budai et al. 2005b).

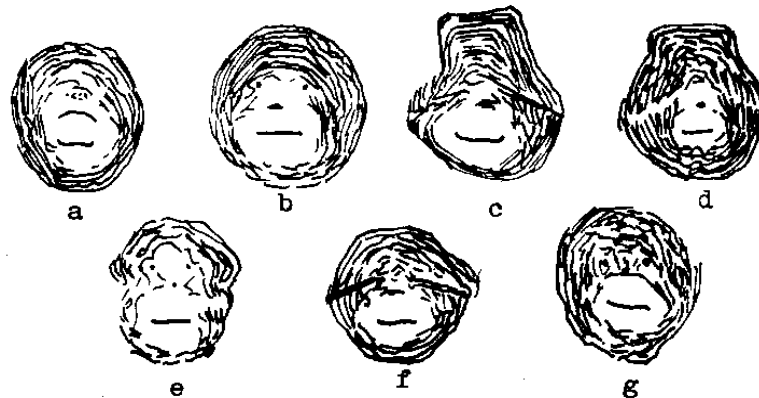
Amin és Budai (1992b) a *M. naasi* (gabonarontó gyökérgubacs-féreg) fajt 1991 és 1992 nyarán a Szeged környéki Forráskút helység határában homoktalajon, két pázsitfűféle gyomnövény, a pirók ujjasmuhar (*Digitaria sanguinalis*) és a fakó muhar (*Setaria glauca*) gyökerén képződött gubacsokból izolálta, majd identifikálta. A fonálféregnek az első ismert gazdanövénye az árpa (*Hordeum vulgare*), de azóta több mint 60 tápnövénye vált ismertté, melyek egyharmada a pázsitfűfélékhez tartozik (Amin és Budai 1992b).

A karanténlistán (európai) szereplő hidegtűrő kolumbiai gyökérgubacs-fonálféreg (*Meloidogyne chitwoodi* Golden et al. 1980) és az ál kolumbiai gyökérgubacs-fonálféreg (*Meloidogyne fallax* Karssen, 1996) veszélyes (karantén), mert a *M. hapla*-hoz viszonyítva, kettőnél több (3-4) nemzedéke fejlődik ki szabadföldön (www.eppo.int).

2.2.3. A hazai *Meloidogyne* fajok morfológiája

A gyökérgubacs-fonálférgekre jellemző az ivari dimorfizmus. Az érett nőstény gömbölyded, rövid nyaki résszel, mérete 1 mm körüli. A lágy kutikula fehér színű vagy halványsárga, átlátszó, nem barnul és nem keményedik meg, mint a Heteroderidae családban, azaz nem képez cisztát (Budai et al. 2005b, Andrásy és Farkas 1988, Budai 2006).

A kutikula a test hátsó részén, a vulva-anus struktúra körül ovális-kör alakban redőzött (perineum), amelynek rajzolata fontos faji határozó bélyeg (**1. ábra**).



150. ábra: *Meloidogyne* fajok perineuma

a = *Meloidogyne hapla* b = *M. arenaria* c = *M. thamesi*
d = *M. incognita* e = *M. artiellia* f = *M. javanica* g =
M. naasi

1. ábra. A *Meloidogyne* fajok (nőstény) határozóbélyegei (Decker 1969 nyomán)

A *Meloidogyne* fajok elkülönítésében a perineum (a vulva és a végbélnyílás körüli mező) alakján kívül segítséget nyújthat a szájszurony méretének, az inváziós lárvák (L2) morfológiai adatainak az ismerete (**1. táblázat**).

1. táblázat. A Magyarországon élő (és várható) *Meloidogyne* fajok összehasonlítása (Andrássy és Farkas 1988 nyomán)

Fajok	♀Szájszurony (μm)	♀Perineum íve	2. st. lárva L=testhossz (mm)	2. st. lárva c=L/farokhossz	Tenyéshely
<i>M. arenaria</i>	14-16	lekerekített	0,45-0,5	6-7	melegház
<i>M. artiellia</i>	12-16	lekerekített	0,33-0,37	13-16	szabadszántó, melegház
<i>M. hapla</i>	10-13	lekerekített	0,31-0,35	7-10	szabadszántó
<i>M. incognita</i>	13-16	kipúposodó	0,33-0,4	7-10	szabadszántó, melegház
<i>M. javanica</i>	14-18	lekerekített	0,39-0,46	7-11	melegház
<i>M. naasi</i>	11-15	lekerekített	0,41-0,46	5-7	szabadszántó
<i>M. thamesi</i>	15-18	kipúposodó	0,41-0,48	8-9	szabadszántó, melegház

A duzzadt nőtény gubacsot képez a gyökéren és feji végével rögzülve, a gyökér belsejében marad (**2. ábra**).



2. ábra. *Meloidogyne hapla* nőstény a paprika gyökerén képzett gubacsban
(fotó: Stingliné 2009)

A nőstény kiválasztónyílása a középbulbusz magasságában, vagy az előtt található. A petefészkek párosak, fejlettek. A végbélnyílás és a vulva a test vége felé, vagy teljesen terminálisan helyezkedik el, a farok teljesen hiányzik (Andrássy és Farkas 1988).

A hím fonál alakú, hosszúsága akár a 2 mm-t is eléri. Egyes populációkban gyakori, másokban ritka, vagy teljesen hiányzik (Budai et al. 2005b).

A lárvák és a hímek szokásos fonálféreg alakúak, szájszuronyuk jól fejlett. Az ún. bazális lemezek a fejet 6 szektorra osztják, amelyek közül az oldalsók a legszélesebbek. Párvótáska, azaz burza nincs, a párvótüskék (szpikulum) hosszúak (Andrássy és Farkas 1988).

2.2.4. *Meloidogyne* fajok biológiája

Életmódjuk és egyedfejlődésük

A *Meloidogyne* fajok a fonálféreg ökológiai csoportosítása szerint a fitopatogénekhez tartoznak, amelyekhez a növényeken vagy a növényekben élő és azokban károsító fajok tartoznak. A növényeken élő fonálfégeket két nagy csoportra oszthatjuk, fakultatív és obligát fitonematodák. Az obligát fitonematodákat tovább lehet osztályozni aszerint, hogy a növény mely részén károsítanak. Vannak gyökér-, szár-, levél-, virág-, és termés- fonálféreg. A gyökér-fonálféreghez tartoznak a helyhez kötött életű, nem vándorló fajok a Meloidogynidae (*Meloidogyne*, *Meloidoderella* és *Meloinema*) család tagjai (Andrássy és Farkas 1988).

A *Meloidogyne* fajok esetében csak a nőstények kötődnek szorosan a gazdanövényhez, a hímek és részben az inváziós lárvák is szabadon élnek (Andrássy és Farkas 1988).

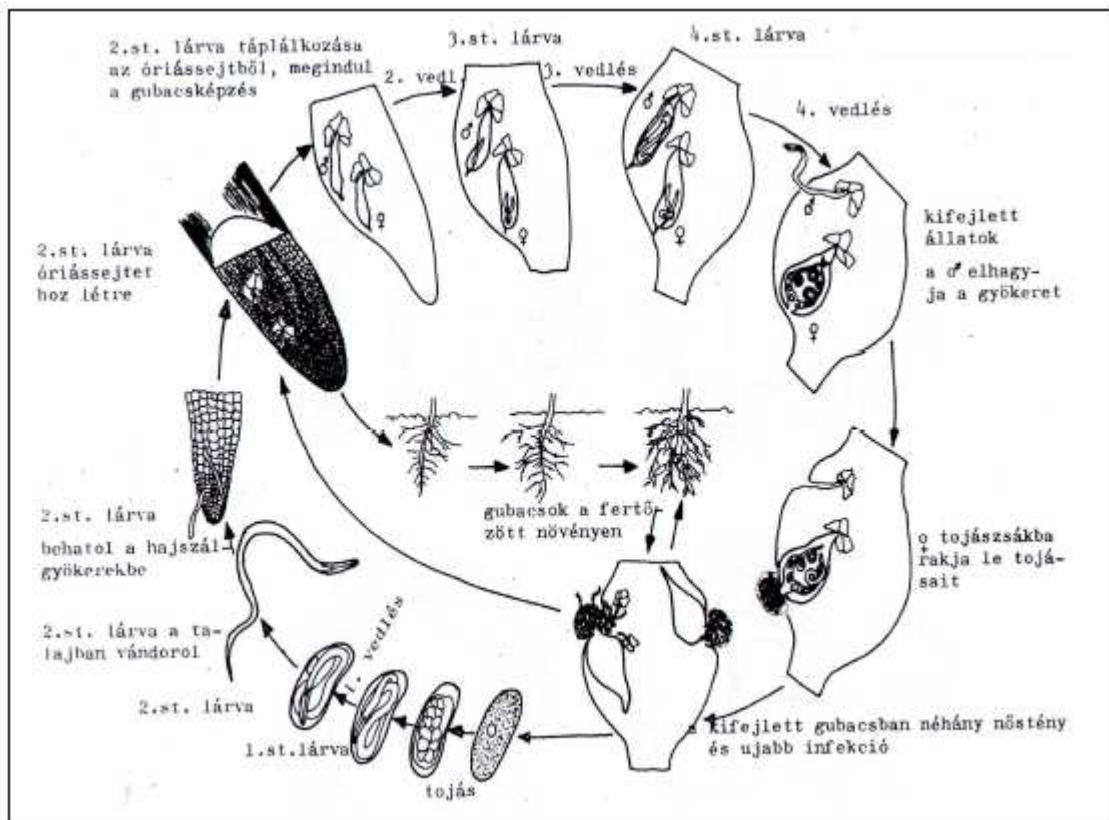
Belső élősködők, a gyökerek tönkretételével nagy károkat okoznak a legkülönbözőbb növénykultúrákban. A klíma általános melegedésével feltűnőbb megjelenésükre és kártételükre

lehet számítani a jövőben. Jelenlétükre a gyökéren előidézett kárkép hívja fel a figyelmet (Budai et al. 2005b, Whitehead 1999, Taylor és Sasser 1978).

Fejlődésmenetüket tekintve a nőtény petéit zselatinszerű anyagba ágyazva a szabadba teszi. A lárvák első vedlése már a tojásban megtörténik, így a kártevő L2 (inváziós), talajban vándorló lárvái rajzanak ki a zselatinszerű anyagba „csomagolt” tojászsákból. Ez a tojászsák rendkívül ellenálló a környezeti behatásokkal szemben, és hosszú évekig biztosítja a faj fennmaradását a talajban (Andrássy és Farkas 1988; Budai et al. 2005b; Hemaprabha és Balasaraswathi 2008, Hussey és Grundler 1998).

A frissen kelt lárvák hosszabb ideig kibírják táplálkozás nélkül, mert még a petéből tartalék tápanyagot hoznak magukkal a bél falának sejtjeiben. Az is előfordul, hogy egy darabig a gyökerek közelében a talajban maradnak és ektoparazita módon, csupán a szuronyukat öltik a gyökér epidermiszébe, hogy annak nedveit szívogassák (Andrássy és Farkas 1988) (3. ábra).

Az inváziós lárvák behatolnak a gazdanövények gyökerébe, közvetlenül a tenyészőcsúcs közelében. A lárvák az általuk létrehozott óriássejtekből táplálkoznak, a 3. és 4. stádiumú lárvák tömlő alakúak, kis farokkal, majd a kikelő hímek fonál alakúak. A nőtények ezzel szemben megduzzadnak, gömb alakúak lesznek és a gyökér felületéhez nyomulva a tojászsákokat kipréselik magukból (Budai et al. 2005b).



3. ábra. A gyökérgubacs-fonálférgek fejlődésmenete (Elekes és Budai 1979 nyomán)

A nemi érettség idejére a nőstény ivarnyílása kitolódik a gyökér felszínére a szabadba, hogy a mozgékony hímek felkereshessék és megtermékenyíthessék. Sok esetben azonban az állat szűznemzéssel is képes szaporodni. A nőstény-hím arány a táplálékviszonyok függvénye. Kisebb fertőzés és kedvező gazdanövény esetén szinte kizárólag nőstények fejlődnek, nagyobb fertőzés és a fajra kevésbé kívánatos gazdanövény mellett nagyobb számú hím is megjelenik (Andrássy és Farkas 1988).

A *Meloidogyne* fajoknál nem ritkák a köztes ivarok (intersex) sem. Akkor jelennek meg, ha a kedvező táplálékviszonyok kedvezőtlenre válnak, például ha a gazdanövény az erős károsodás következtében elpusztul. A köztes ivarok legnagyobb részét meddő állatok (Andrássy és Farkas 1988).

Az egy-egy nőstény által lerakott tojások száma több száz. Fajaik hőmérséklet igénye eltérő, általában 15-35 °C között fejlődnek. Nemzedékszámuk zárt térben 10-12 is lehet, míg szabadföldön 2-3 generáció alakul ki (Budai et al. 2005b, Andrássy és Farkas 1988, Budai 2002, Hemaprabha és Balasaraswathi 2008).

***Meloidogyne hapla* (Chitwood 1949) (szabadföldi gyökérgubacs-fonálféreg) jellemzése**

Leírása

Az érett nőstény gömbölyded, rövid nyaki résszel. 0,4-0,8 mm hosszú és 0,4-0,45 mm széles. A kutikula fehér színű, vastag, különösen a test hátulsó felén. A fej két gyűrűből áll, nem különül el. A szájszurony gombjai kerekdedek. A gömbölyű középbulbusz a nyaki rész tövében található. A kiválasztónyílás 14-20 gyűrűvel van a fej mögött. A vulvanyílás kb. 20 µm széles. A perineum a vulva körül sima, felette (dorzálisan) laposan ívelt. A fazmidiumok olyan távolságra vannak egymástól, mint a vulvarés hossza. Az oldalmező legtöbbször elmosódott, alig töri meg a perineum rajzolatát. A petefészkek páros, az egész testüreget kitölti (Andrássy és Farkas 1988).

A hím egyes populációkban gyakori, másokban ritka vagy teljesen hiányzik. A fej alig különült el, két gyűrűs. Teste gyűrűzött, fonálszerű, 0,8-1,33 mm nagyságú. A szurony 17-22 µm, másfélszer akkora, mint a fej átmérője. A fazmidiumok a kloáka magasságában vannak. A farok igen rövid, az anális szélességének alig a fele, tompa. A hímek egyes populációk esetén – különösen szamócán – az átlagosnál sokkal kisebb termetűek. A *M. hapla* és egyéb szabadföldi *Meloidogyne* fajok (*M. chitwoodi*, *M. fallax*) pontosabb elkülönítésére szolgál a szuronyhossz, farokhossz, testhossz mérete (**1. melléklet**) (Andrássy és Farkas 1988).

A 2. stádiumú lárva fonálszerű, feje nem különült el, háromgyűrűs, mozgásuk a legdinamikusabb.

A *M. hapla*-t a perineum rajzolatáról (a vulva fölötti rajz lágy ívéről, az anális mező pontozottságáról), az elmosódott oldallemezről (♀), valamint a méreteiről lehet felismerni (Andrássy és Farkas 1988).

Elterjedése, gazdanövényei

Mind az öt földrészen előfordul, gyakori a mérsékelt égöv alatt is, és azon kevés fajok közé tartozik, amelyek szabadföldi viszonyok mellett is jól szaporodnak. Svédországtól Törökországig szinte mindenütt megtalálható, de leggyakoribb a mediterrán országokban, illetve azok környékén (Andrássy és Farkas 1988).

Magyarországon kimondottan gyakorinak mondható, széleskörűen elterjedt. Szabadföldön és növényházban egyaránt előfordul, utóbbi helyeken más *Meloidogyne* fajokkal gyakran alkot kevert populációt. Elekesné és Budai (1979) felmérése szerint kedveli a könnyen melegedő homokos talajt, és különösen Pest megye gyökérszöldséget termeszítő területein otthonos (Andrássy és Farkas 1988).

A *M. hapla* kifejezetten polifág faj, csaknem 600 gazdanövényét ismerjük. A mérsékelt égöv alatt elsősorban a zöldség- és gyökérszöldségfélék kártevőjeként ismert, de nem kíméli a szamócát, a takarmánynövényeket és a dísznövényeket sem. A meleg égöv alatt a fentieken kívül különösen kedveli a szóját és a földimogyorót. Nem támadja meg a kávé, gyapotot, kukoricát és a görögdinnyét. A pázsitfű- és gabonafélék nagy része sem szerepel gazdanövényei közt (Andrássy és Farkas 1988).

Hazánkban eddig a következő termesztett növényeken észlelték: sárgarépa, petrezselyem, cukorrépa, zeller, saláta, hagyma, paradicsom, paprika, uborka, tök, bab, burgonya, szamóca, dohány, lucerna, vöröshere, napraforgó, szőlő, alma, rózsa. Számos gyomnövényen is megél, leggyakrabban a tavaszi aggófűn (*Senecio vernalis*), de kimutatták a kicsiny gombvirágon (*Galinsoga parviflora*) is (Budai 1979). Növényházakban ritkán lép fel jelentős kártevőként, korántsem olyan veszélyes, mint a *M. incognita* és a *M. arenaria* (Andrássy és Farkas 1988).

Életmódja

A szabadföldi gubacs-fonálféreg nem hőigényes, sokkal jobban átvészeli a hideg évszakot, mint a rokon fajok. Előfordul, hogy a fagyott talajban napokig-hetekig kibírja, a teleket a szabadban is átvészeli. Ugyanakkor a melegebb hőmérsékletet nehezebben viseli el, mint a *M. incognita* és a *M. javanica*. A hőmérsékleti optimuma 25 °C körül van (Andrássy és Farkas 1988).

A nőtény belső élősködő, petéit kocsonyás masszában a gyökér szövetei közé rakja le. Egy-egy petecsomóban 25-500, ritkán 1000 pete van. A lárva először a petén belül vedlik, a kibújó alak tehát már a 2. stádium. Ez a lárva befurakodik az új gazdanövény gyökerébe, és a feje körül képződött óriássejteket szívogatja. Kezdeti karcsú alakja fokozatosan zsákszerűre, vaskosra változik. Háromszor vedlik, a 2. és 3. vedlés közt 11-12 nap telik el. Egy generáció kifejlődésének ideje a hőmérsékleten kívül a gazdanövénytől is függ, 20 °C-on 30-60 nap. Kifejlődése az oroszlánszájon (*Antirrhinum* sp.) 30-35, a paradicsomon 60 napig tart. Nálunk évente két nemzedéke lehet, a déli országokban több, a meleg égöv alatt akár 10-15 is (Andrássy és Farkas 1988, Farkas 1988b, Budai 2006).

***Meloidogyne incognita* (Kofoid et White, 1919) (Chitwood, 1949) (kertészeti gyökérgubacsfonálféreg) jellemzése**

Leírása

A nőtény tojásfehérje színű, gömbölyded testű, kis púpos nyaki résszel, alakja a korától függően változik. A vulváris tájék lekerekített vagy nagyon enyhén csúcsosodó. A fej két vagy három gyűrűs, nem különül el. A kutikula a fej mögött hirtelen megvastagszik (Andrássy és Farkas 1988).

A vulva széles, harántos rés, a perineum rajzolata változékony, a dorzális ív magas, félkörös. Az oldalmező kevésbé szembeötlő, a perineum cikkcakkos, illetve hullámos rajzolatának megszakítása jelzi. Az ún. „incognita” típus vonalkázottsága sűrűbb és erősebben hullámos, az „acrita” típusúé lágyabban ívelt és ritkásabb. A fazmidiumok aprók, olyan távolságra vannak egymástól, mint a vulva szélessége. Az anális mező nem pettyezett (Andrássy és Farkas 1988).

A hím csaknem 2 mm-es. A kutikula jól láthatóan gyűrűzött, az oldalmező három hosszanti sávból áll, a fej nem különül el (Andrássy és Farkas 1988).

Elterjedése, gazdanövényei

Melegkedvelő faj, egész Európában megtalálható, a skandináv államoktól kezdve Görög- és Törökorszáig (Andrássy és Farkas 1988). Észak-Európában főleg fólíasátrakban találták meg, míg szabadföldön Európa déli részein (Širca et al. 2004). Magyarországon mind szabadföldi, mind az üvegházi kertészetben meglehetősen gyakori, országos elterjedésű. Néhány megfigyelés szerint az enyhébb telet a szabadban is képes átvészelni. A laza talajt kedveli (Andrássy és Farkas 1988).

A kertészeti gubacs-fonálféreg igazi polifág faj, ezernél is több tápnövényét ismerjük. Leggyakrabban zöldségféléken található, de gyakori pázsitfűféléken, különféle kertészeti növényeken, fásszárúakon és dísnövényeken is. Nálunk a hajtatott zöldségféléken és dísnövényeken általánosan előfordul, de sok zöldséget, kertészeti növényt szabadföldön is megtámad (Andrássy és Farkas 1988).

Életmódja

Fejlődése 30-60 napig tart, a hőmérséklettől és a gazdanövénytől függően. Hőmérsékleti optimuma, inváziós képessége és fejlődésmenete populációnként eltérő lehet (Andrássy és Farkas 1988).

Az első vedlés a petén belül megy végbe, a 2. stádiumú lárva kel ki. Ez fertőz, illetve hatol a gazdanövénybe, pontosabban annak gyökereibe, kivételes esetben – magas hőmérsékleten és nagy páratartalmú környezetben – a föld feletti részekbe is. A szövetek közé furakodott lárva feje körül óriássejtek képződnek, az állat ezeket szívogatja. Fokozatosan elveszti karcsúságát, zsák alakúvá válik. A két további vedlés a kitágult 2. kori kutikulán belül történik. A 3. és 4. stádiumú lárva nem táplálkozik, szuronya is fejletlen, a 2. állapotban tartalékolt tápanyagokból él. Az utolsó vedlés során megjelenő nőtény szuronya ismét jól fejlett (Andrássy és Farkas 1988).

A *M. incognita* mindig szűznemzéssel szaporodik, pedig időről időre hímek is megjelennek. A másik ivar szerepe még nincs kellően tisztázva (Andrássy és Farkas 1988).

2.2.5. *Meloidogyne* fajok kártétele, gazdanövényei és a fertőzés tünetei

Károsításuk jelentkezik zöldségágazatban, szabadföldön és növényházakban egyaránt. Kártételük különösen paprikában és uborkában jelentkezik, a gyökerek gubacsosodása jelzi jelenlétüket és terméskorlátozó szerepüket. Fűszerpaprikában és paradicsomban is jelentős károkat okoznak (Budai 2004, Budai é.n.).

A gyökérszöszövény (sárgarépa, petrezselyem, zeller) esetében a rajtuk keletkezett látványos és kellemetlen kárkép a piacképességüket nagymértékben rontja. Leginkább a hajtatott és korai sárgarépaiban keletkeznek súlyos minőségi és mennyiségi károk (Budai 2004).

Kártételük akkor a legnagyobb, ha a növényt fiatalon, már palánta korban érte a támadás (Budai 2003, Budai 2002).

A gyökérgubacs-fonálféreg szúrásai nyomán a kibocsátott emésztőenzimek (váladék) (exkrétum) hatására a sejtfalak feloldódnak, így óriássejtek képződnek, melyek gátolják a víz- és tápanyagszállítást (Budai et al. 2005b, Lamberti 1997).

A károsítás a növényállományban általában foltszerűen jelentkezik, mert a fonálféreg mozgása korlátozott és a fertőzés kiszélesedése viszonylag lassú folyamat. Akár 1-1,5 m

mélységbe is eljutnak, de nagy részük a talaj felső 30 cm-es rétegében található, amely meghatározó a kártételt illetően. A veszélyességi számuk fajonként változó (Budai et al. 2005b).

A növényházak optimális körülményeket teremtenek számukra. Hazánkban a mintegy 5000 hektár területet kitevő üvegházi hajtás zömmel talajon folyik, ez a környezet nagyon kedvező élettér számukra. A zöldségnövények közül a sekélyen gyökerező uborka a legérzékenyebb, melynek hőmérsékleti igénye szinte teljesen megegyezik a kártevőével. Ezt követi a paradicsom, a paprika, a saláta, míg a dísznövényekből a gerbera és a szegfű a legmegfelelőbb gazdanövény. A fertőzött üvegházakban nevelt palántákkal a szántóföldre is könnyen kikerülnek és gyorsan visszafogják a növényt (Budai 2002, Budai et al. 2005b, Budai 2006).

A paprikatermesztésben néhány hosszú tenyészidejű fajta nagyon érzékeny. A növények csúcsi részén vashiány-tünetekhez hasonló kivilágosodás is jelzi a bekövetkezett fertőzést. A saláta jól elviseli a fonálféreg támadását, míg a káposztafélék általában nem fertőződnek (László 2005).

A gyökérgubacs-fonálféreg fajok gazdanövényei között a kultúrnövények mellett a gyomok is nagyszámban megtalálhatók, amelyek átmentik a populációt azokon az időszakokon, amikor vetésváltást alkalmaznak (Amin és Budai 1992a, Budai 2003, Budai et al. 2005b).

Hazai viszonyok között Andrassy és Farkas (1988) tesz említést néhány gyomfaj gazdanövény szerepére. Dabaj (1990), valamint Dabaj és Jenser (1990) számos növényfajt írt le a *M. hapla* tápnövényeként és közülük szabadföldi körülmények között különösen a fekete csucor (*Solanum nigrum*), az apró szulák (*Convolvulus arvensis*), a kövér porcsin (*Portulaca oleracea*), a kicsiny gombvirág (*Galinsoga parviflora*) és a fehér libatop (*Chenopodium album*) mutatkozott kedvező gazdanövénynek.

Amin és Budai (1992a) 1991 és 1992 nyarán gyomfelvételezéseket végzett Csongrád megye térségében. A felmérés során 22 növénycsaládból 41 gyomfajt találtak a gyökérgubacs-fonálféreg tápnövényeként. Az izolált *Meloidogyne* fajok a következők voltak: *M. arenaria* (Neal 1889) Chitwood, 1949, *M. acrita* Chitwood and Oteifa 1952, *M. hapla* Chitwood, 1949, *M. incognita* (Kofoid and White 1919) Chitwood, 1949 és *M. thamesi* Chitwood in Chitwood, Specht and Havis, 1952.

Talajtípusonként nézve a fonálféreg fajok előfordulását, a homoktalajon a *M. incognita*, *M. hapla*, *M. acrita*, *M. arenaria* és *M. thamesi*, míg vályogtalajon (Szentés, Hódmezővásárhely, Mindszent, Csongrád) a *M. incognita*, a *M. arenaria* és a *M. acrita* jelentkezett (Amin és Budai 1992a).

Kiemelt jelentőségű tápnövényként kezelhető a kicsiny gombvirág, fehér libatop és a kövér porcsin, melyekből több mintahelyen találtak a szerzők erősen fertőzött példányokat (Amin és Budai 1992a).

A gyom-gazdanövények száma, valamint egy-egy biotóp domináns gyomfajainak tápnövény szerepe jelentősen közrejátszik a fonálféreg fajok fennmaradásában és nehezíti az ellenük való védekezést. Különösen vonatkozik ez a herbicidekkel szemben toleráns gyomokra (*Amaranthus* spp. egyes biotípusai), melyek segítik a fonálféreg populációk kiszélesedését. Növényházi körülmények között ugyanez a szerepe a kicsiny gombvirágnak, mely nehezen leküzdhető, uralkodó gyomfaj ezen a területen (Amin és Budai 1992a).

A gyom-gazdanövények szerepe abban is megnyilvánul, hogy a tápnövények folyamatosságát biztosítják, ugyanis a kultúrák betakarítása után a gyomok általában tovább vegetálnak (Amin és Budai 1992a).

A **szabadföldi gyökérgubacs-fonálféreg** általános fertőzést okoz az ország homokos talajú területein (Budai 2006).

A gazdanövény gyökerén jól látható, bors, borsószem vagy néha mogyoró nagyságú, gömbölyded gubacsokat alkot, (**4. ábra**) a legnagyobb gubacsok a sárgarépán találhatóak. A fertőzött növény gyökérzete feldúsul, intenzív oldalgyökér-fejlődés indul meg, a répa, petrezselyem „szakállassá” válik (Andrássy és Farkas 1988).



4. ábra. *Meloidogyne hapla* kártétele paprika gyökerén
(fotó: Stingliné 2009)

A gyökéren lévő gubacsok könnyen összetéveszthetők a pillangósok nitrogéngyűjtő gümőivel, de ez utóbbiak felvágva egyneműek (Andrássy és Farkas 1988).

A gyengén fertőzött növény károsodása a föld feletti részeken nem látható. Erősebb fertőzés esetén a növény szemmel láthatóan visszamarad a fejlődésben, sárgul, meleg napokon hervadás is mutatkozik. Gumós növényeknél, hagymáknál, fás szárú növényeknél a tipikus gyökérgubacs képződése elmaradhat. Ez esetben a gyökerek felülete a megtámadott helyeken enyhén kidomborodik, rücskös lesz. Ha ezeket a kidomborodásokat felvágjuk, megtalálhatjuk

bennük – már egyszerű nagyító alatt is – az 1 mm-t alig elérő, gömbölyded, illetve körte alakú fehér nőstényeket (Andrássy és Farkas 1988).

A kártétel gazdanövényenként változó. Sárgarépan, petrezselymen, zelleren 50%-nál nagyobb lehet a termés kiesés, salátán, burgonyán megközelítheti az 50%-ot, karfiolon a 25%-ot, káposztán a 10%-ot. Cukorrépan 20-25%-os termés kiesés lehet (Andrássy és Farkas 1988, Farkas 1988b).

A *M. hapla* másodlagosan is károsít, amennyiben gyakran együttesen lép fel káros baktériumokkal, például a *Pseudomonas caryophylli*-vel, a *P. solanacearum*-mal, a *Corynebacterium insidiosum*-mal vagy a *Rhizobium japonicum*-mal. Kórokozó gombákkal is társulhat. Megfigyelték, hogy a *Fusarium oxysporum*-mal szemben rezisztensnek mutató paradicsomfajták elvesztik a gombával szembeni ellenálló-képességüket, ha egyidejűleg a *M. hapla* is megtámadja őket (Andrássy és Farkas 1988, Farkas 1988b).

A **kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg** jelenlétére a gyökéren kisebb-nagyobb gubacsok utalnak. A fiatal gubacsok bors vagy borsószem nagyságúak és többnyire füzérszerűen helyezkednek el, az idősebbek megvastagodnak, ököl nagyságot is elérhetnek. Apró gubacs képződik a paprikán (**5. ábra**) és több dísznövényen, nagyok a paradicsomon, uborkán és dinnyén, ahol szinte csicsókára emlékeztető lesz a gyökérzet (Andrássy és Farkas 1988). Képes akár 700 gazdanövényt is parazitálni, amelybe a gazdaságilag fontos növények is beletartoznak (Širca et al. 2004).



5. ábra. *Meloidogyne incognita* fertőzés paprika gyökerén
(fotó: Bozsó 2014)

A kártétel mértéke szabadföldön ritkán haladja meg a 15-20%-ot, növényházban viszont – főleg hőigényes növények, mint a paprika, paradicsom, uborka esetében – elérheti a 100%-ot. Ilyen kárra akkor kerül sor, ha a növényházban éveken át hajtattak hőigényes növényeket, vagy a talajfertőtlenítést nem szakszerűen végezték. Súlyos lehet a kár akkor is, ha fertőtlenítettek ugyan, de azt követően a talajba fertőzött palántákat ültettek (Andrássy és Farkas 1988).

A kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg gyakran lép fel *Fusarium*-, *Rhizoctonia*-, *Sclerotinia*-, *Botrytis*-, *Trichoderma*- és *Alternaria* fajokkal együtt. A fonálféreg a gomba kórokozók mellett baktériumokkal is társulhat, például *Pseudomonas caryophylli*-vel vagy *Agrobacterium tumefaciens*-szel (Andrássy és Farkas 1988).

2.3. A gyökérgubacs-fonálféreg elleni védekezés

A gyökérgubacs-fonálféreg ellen a védekezési módszerek Budai és mtsai (2005b) alapján a következők lehetnek:

- agrotechnikai védekezés (vetésváltás),
- termesztéstechnikai védekezés (rezisztens fajták és ellenálló/toleráns alanyra oltott növények termesztése),
- kémiai védekezés (üvegházi talajfertőtlenítés),
- talajtól elválasztott termesztés (növényházakban),
- biológiai védekezés

A **vetésváltás** beiktatása a fonálféreg elleni védekezésbe szántóföldi körülmények között megoldható, ha a fertőzött táblába 2-3 évig gabonaféléket vetnek, mert ezek nem tápnövényei a zöldségféléket károsító gyökérgubacs fonálféregnek. Beiktatásuk viszont csak abban az esetben lesz eredményes, ha a gazdanövényként számon tartott gyomnövények irtása is megoldott (Budai et al. 2005b). A zöldség- és dísznövény hajtásban a vetésváltásnak nincs jelentősége, mert a természetű növényfélések szinte kivétel nélkül gazdanövényei e kártevőknek (Budai et al. 2005b).

Az első kutató Hare (1957) volt, aki a **fonálféreg-rezisztenciára** felhívta a figyelmet (cit. Budai et al. 1997), amely lehetőséget ad a növénynek, hogy csökkentse a fonálféreg reprodukcióját (Roberts 2002). A rezisztencianemesítés területén különösen a hajtattott, folytonnövő paradicsomfajtáknál értek el jó eredményeket, sok az ellenálló változat. Ezek azonban csak a *M. incognita*-val szemben tűrőképesek. A paprika-köztermesztésben is van már rezisztens fajta, az első hazai, kereskedelmi forgalomba került gyökérgubacs-fonálféreg ellenálló paprikafajta a 'Cinema' (Mándoki 2012, Mándoki et al. 2012, Mándoki és Péntes 2012).

Mándoki (2012) kísérleteiben igazolta a fajtatulajdonos cég által is használt, *M. incognita*-val szembeni közepes rezisztencia (IR=Intermediate resistance) kategóriát. Az uborkafajták között nincs ellenálló változat (Budai et al. 2005b, Budai és Kormány 2003). A növények rezisztenciája azon alapszik, hogy a növénynevelés során keresztezéssel egy olyan gént visznek be a növénybe, amely megakadályozza az óriássejtek képződését, vagyis a gubacsosodást. Ezáltal a fonálféreg nem képesek táplálkozni (Budai 2006).

Budai és mtsai (1997) 15 paprikafajtát (fűszer- és csemegepaprika) minősítettek *M. incognita* gyökérgubacs-fonálféreg fajjal szembeni érzékenysége.

Az eredmények azt mutatták, hogy *M. incognita*-val való fertőzés esetén ebből a 15 paprikafajtából 3 a „nagyon érzékeny” kategóriába került, 9 fajta „érzékeny”-nek bizonyult, 1 fajta „közepesen rezisztens”-nek, a Kalocsa merevszárú és a Szegedi 80-as fajták pedig „rezisztens”-nek mutatkoztak (Budai et al. 1997).

Amin (1994) különböző zöldségfajták *M. incognita* fogékonyságának mértékét 44 paprika, 47 uborka és 73 paradicsomfajtán állapította meg. A paradicsomfajták közül 2 változat (Ve Mi I La 1822, Peto 86) volt rezisztens, 3 fajta kielégítő mértékben volt ellenálló. A paprikafajták közül 2 változat (Baladi hot, Golden heat) nem fertőződött, az uborkafajták között nem talált ellenállót.

Az **oltott-ellenálló** alanyra vitt nemes fajták termesztése uborka és paprika esetében már gyakorlattá vált. A kígyóuborkát tök alanyra oltják (Budai et al. 2005b, Budai és Kormány 2003, Hataláné 2002).

Mándoki és Szamosi (2008) kísérleteik során a dinnyeoltásra jelenleg használt, alanyként számításba jövő kabakosok családjába tartozó (17 féle) fajok, fajták kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg ellenállóságának vizsgálatát végezték. Eredményeik szerint a vizsgált magtétélek egyike sem rezisztens a kártevővel szemben.

Ács és mtsai (2003) kabakos növény ellenállóságát vizsgálták *M. incognita* fajjal szemben növényházi körülmények között. A kísérlet során megállapították, hogy valamennyi vizsgált növény gyökerén megjelentek a gubacsok, de a tesztelt fajták rezisztenciája szignifikánsan különbözött a statisztikai elemzés alapján.

A **kémiai védekezés** során mind általános talajfertőtlenítő szerek (fumigánsok), mind nematicid szerek felhasználhatóak (**2. táblázat**).

2. táblázat. Kémiai védekezés során használható talajfertőtlenítő szerek *Meloidogyne* fajok ellen (Ocskó et al. 2015)

	Készítmény	Hatóanyag	Szerforma
Általános hatású szerek	Nemasol 510	metám-nátrium	folyékony talajfertőtlenítő szer
	Ipam 40	metám-ammónium	folyékony talajfertőtlenítő szer
	Basamid G	dazomet	granulátumos talajfertőtlenítő szer
Nematicid szerek	Nemathorin 10 G	fosztiazat	granulátumos talajfertőtlenítő szer
	Vydate 10 G	oxamil	granulátumos talajfertőtlenítő szer
	Vydate 10 L	oxamil	vízoldható folyékony talajfertőtlenítő szer
	Nemacur 240 CS	fenamifosz	szuszpenzió koncentrátum talajfertőtlenítő szer

Az Ipam 40 és a Nemasol 510 folyékony talajfertőtlenítő szer speciális talajinjektorral juttatható ki a kívánt mélységbe. A Basamid G használata praktikus, nem igényel berendezést, ezért ez a legáltalánosabban alkalmazott módszer. A fertőtlenítésre a nyári, kultúraváltási időszakban nyílik jó lehetőség (Budai et al. 2005b).

További lehetőség a védekezésre paprikában és uborkában a Vydate 10 L (10% oxamil hatóanyag) csepegtető öntözőberendezésen keresztül történő kijuttatása. A kijuttatáshoz speciális, a biztonságos zárt rendszerhez kialakított berendezés (*Closed Transfer System*) elengedhetetlenül szükséges (Budai et al. 2005b).

A Vydate 10 G és a Nemathorin 10 G felszívódó szerek, a növények a gyökérzetük segítségével veszik fel a hatóanyagot a talajból, felületkezelésként alkalmazhatók (Budai 2002).

A metil-bromid felhasználását 2005-től betiltották, Giannakou és Anastasiadis (2005) a kivonása utáni helyettesítésre állítottak be 2001 és 2002-ben három kísérletet fóliasátrakban, amelyek természetes módon *M. javanica* és *M. incognita* kevert populációval voltak fertőzve. Nem használtak fumigáns szereket, sem kontakt nematicidet a kísérlet beállítása előtti 2 év során a kísérlethez használt üvegházakban. A parcellák 20 m² nagyságúak voltak, a kezelések véletlenszerű blokk elrendezésben, 4 ismétlésben történtek.

A kezelések előtt minden parcelláról gyűjtöttek talajmintát a fonálféreg populáció megállapítására. A metil-bromidot kontroll kezelésként alkalmazták. A juvenil egyedek és a gyökérgubacs-index szignifikáns csökkenését tapasztalták a metám-nátrium és kaduzafosz vagy az 1,3 dichloropropene és kaduzafosz-szal együttesen kezelt parcellákon is. A fonálféreg csökkenés nagyobb volt, amikor a kombinációkat alkalmazták (Giannakou és Anastasiadis 2005).

A vegyszeres talajfertőtlenítést fumigáns szerekkel minél előbb célszerű elvégezni, hogy a talaj a vetés vagy a palántázás megkezdéséig kellően kiszellőzzön. A fertőtlenített talajba csak fertőzésmentes növényanyag kerüljön (Andrássy és Farkas 1988).

A megelőzés alapja a fonálféregmentes talajban való palántanevelés és termesztés. Számos kísérlet során bebizonyosodott azonban, hogy legtöbbször nem az üvegház vagy a fóliasátor talaja fertőzött, hanem a palántanevelő, sokszor elég ennek talaját fertőtleníteni. A fonálféregmentes termesztőközeg (talaj) elérésének egyik módja a talaj nélküli termesztés (Budai et al. 2005b).

Az elmúlt 20 év alatt a **talajtól elválasztott termesztés** (kőzetgyapot, konténerek), illetve a szalmabálás uborkahajtás a talajban való termesztés helyett határozottan csökkentette a talajeredetű kórokozók és a fonálférgek károsítását (Budai et al. 2005b, van Lenteren 2000).

Biológiai védekezés

Bale és mtsai (2008) szerint a biológiai védekezés egyik élő szervezet felhasználása egy másik szervezet populációsűrűségének csökkentésére.

Napjainkban nagy szükség van a hatékony biológiai védekezésre, mert a kártevők szerrezisztenciája folyamatos problémát jelent, illetve a növényvédő szerek környezeti alapon való visszavonása megfelelő helyettesítés nélkül történik (Bale et al. 2008, van Lenteren 2000).

A biológiai védekezés előnyei és korlátai általában a növényvédő szerekkel való összehasonlításban nyilvánulnak meg.

A kémiai növényvédő szerek elleni érv az, hogy nemcsak a kártevőket pusztítja el, hanem sok nem célszervezetet, beleértve a hasznos élő szervezeteket is. Továbbá a kémiai védekezés arra a területre korlátozódik (illetve a talajmélységre), ahol alkalmazzák, így gyakori alkalmazás szükséges (Bale et al. 2008).

A biológiai védekezés fő korlátja az, hogy lassabb a kártevő populációk elnyomása, mint a legtöbb növényvédő szernél, mivel eltelhet pár nap, amíg a parazitált élőlény elpusztul, a predátoroknak pedig szükségük van időre, hogy gazdasági szempontból elegendő kártevőt pusztítsanak el. Előnyei közé sorolható a módszer természetes volta, az előállítás alacsonyabb

költségei, valamint pozitív környezetvédelmi és természetvédelmi megítélése (Bale et al. 2008, Fischl 2000).

A kártevők első természetes ellenségei Európa zöldségtermesztő növényházai számára az 1960-as években váltak elérhetővé. A kémiai növényvédelemről való átállás az integrált növényvédelmi programra (IPM) több év alatt ment végbe (van Lenteren 2000).

Az 1980-as évekig a kártevők elleni biológiai és integrált védekezést szinte kizárólagosan paradicsomban és uborkában alkalmazták. Napjainkban az IPM-et más fontos zöldségekre is használják, úgymint a paprika, tojásgyümölcs, dinnye, eper és a leveles zöldségek, mint például a saláta (van Lenteren 2000, Budai et al. 1998).

2.3.1. Biológiai védekezés fonálféreg ellen

A *Meloidogyne* fajok elleni környezetkímélő védekezési módokat a **3. táblázat** foglalja össze.

3. táblázat. *Meloidogyne* fajok elleni környezetkímélő védekezési módok

Szerves adalékanyagok	komposzt, istállótrágya, zöldtrágya (fonálféreg gátló hatás, a nematofág baktériumok és gombák szaporodását segítik) (Budai et al. 2005b) kitin (rákfélék páncélja) (elősegíti a kitinfogyasztó gombák szaporodását, melyek a kitintartalmú <i>Meloidogyne</i> tojásokat és lárvákat fogyasztják) (Mian et al. 1982)
Riasztó növények	takarónövény, köztes-növény, elővetemény (<i>Brassica</i> , <i>Tagetes</i> , <i>Chrysanthemum</i> , <i>Sorghum</i>) (hatásukat tekintve allelopátia, illetve fonálféreg antagonistáknak tartalmazzák) (Budai et al. 2005b, Gommers és Bakker 1988, Guerena 2006)
Botanikai nematocidok	<i>Azadirachta indica</i> Neem (növényi kivonat) (Abbasi et al. 2005, El-din Hassan Khalil et al. 2012)
Bionematicidok	Nematofág gombák ragadozó: <i>Arthrobotrys oligospora</i> , <i>A. dactyloides</i> , <i>Dactylaria</i> , <i>Monacrosporium</i> sp. (Kumar és Singh 2006) parazita és antagonista: <i>Paecilomyces lilacinus</i> , (El-din Hassan Khalil et al. 2012, Kiewnick és Sikora 2004), <i>Dactylella oviparasitica</i> , <i>Pochonia (Verticillium) chlamydospora</i> var. <i>catenulata</i> , <i>Trichoderma harzianum</i> (Budai 2006), <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Myrothecium verrucaria</i> , <i>Verticillium chlamydosporium</i> (Viaene és Abawi 2000, Zakaria et al. 2013) Nematofág baktériumok <i>Pasteuria penetrans</i> (parazita), <i>Burkholderia cepacia</i> , <i>Bacillus chitinosporus</i> (Guerena 2006), <i>Photorhabdus luminescens</i> (Zakaria et al. 2013) Fonálférgeket ragadozó fonálféreg <i>Mononchidae</i> (Wiratno et al. 2009) Rovarparazita fonálféreg <i>Steinernema riobrave</i> , <i>S. feltiae</i> (Guerena 2006)

A természetes eredetű nematicidek közül legismertebbek a bársonyvirág (büdöske) egyes fajai (*Tagetes patula*, *T. erecta*) melyeknek hatóanyagát, a tertienyl-t már izolálták és szintetizálásával is megpróbálkoztak, de gyakorlati felhasználására nem került sor magas költsége miatt (Budai et al. 2005b, Fischl 2000). A hazai uborka- és paprikahajtásban is megpróbálkoztak a sávós *Tagetes*-termesztéssel, azonban a lombozatának bőrirritáló (nyugtalanító, csípős) hatása miatt a folytatás elmaradt (www.uj szo.com). Varma és mtsai (1978) tojásgyümölcsön végzett kísérleteikkel bizonyították, hogy a *T. patula* csökkenti a gyökérgubacs-indexet, valamint a *M. incognita*, *M. javanica* és a *M. incognita* var. *acrita* populációit a talajban.

A neem fa (*Azadirachta indica*) (Család: Meliaceae) leveléből és magjából készített különböző termékek (olajak, növénypogácsák, kivonatok) hatékonynak bizonyultak fonálféreg ellen a bemeztéses módszer, valamint a mag (paradicsom, chili paprika, tojásgyümölcs, mungóbab, kukorica, búza) csávázása esetén is. A neem fa fonálféregre toxikus összetevői, különösen az azadirachtinok, a párolgás, kioldódás, talajba mosódás és a lebomlás során szabadulnak fel (Mohammad 2000).

A kender (*Cannabis sativa*) fonálféreg fajokra gyakorolt hatását elemző munkákat Benécsné (2003) a következők szerint foglalta össze:

Goswami és Vijaylakshmi (1986b) paradicsomban állította be tenyészedényes kísérleteit. Kilenc különböző növény és háromféle növényi olajpogácsa 3%-os koncentrációjú kivonatának hatását vizsgálták a *M. incognita* fajra. Az egyik legjobb eredményt a teljes kendernövényből készített kivonattal érték el. A kezelés hatására az 55. npra szignifikánsan csökkent a frissen kelt lárvák és az általuk okozott gubacsok száma.

Nazara és Nath (1989) a levélkivonat nematóda ölü hatását állapították meg a *M. incognita* és *M. javanica* fajok esetében.

Mojumder és Mishra (1991) a kender vizes levélkivonatában áztatta a csicseriborsót vetés előtt. A kezelés nagymértékben gátolta a *M. incognita* lárváinak penetrációját a csávázott magból kelt növénybe.

Khanna és mtsai (1999) paradicsomban végzett tenyészedényes kísérletében a ricinus és a kender növények kivonatai – a standard kontroll *forát* és *karbofurán* nematicides fertőtlenítésekhez hasonlóan – szignifikánsan csökkentették a talajban a *M. incognita* populációt.

A körömvirág (*Calendula officinalis*) egynyári, ritkán áttelelő, lágyszárú gyógynövény (Antal 2000). Káposzta, borsó, uborka, paradicsom alá, szamóca és málna közé is vetik. Riasztja a levéltetveket, hernyókat, csigákat, hangyákat és a fonálférgeket is (www.biokontroll.hu). Pérez és mtsai (2003) kísérletükben kimutatták, hogy a *C. officinalis* csökkentette a *M. artiellia* számát.

Goswami és Vijaylakshmi (1986a) tenyészedényes kísérletben vizsgálták többek között a *C. officinalis* hatását *M. incognita* ellen paradicsomon, és eredményeik szerint csökkentette a gubacsok számát.

2.3.2. Zöldtrágyanövények

A zöldtrágyanövényeknek a növénytermesztésben a több éves vetésváltás kialakításához a közeljövőben várhatóan nagy szerepük lesz. Termesztésükkel hozzá lehet járulni a fenntarthatóság biztosításához, az ökológiai gazdálkodási forma megtervezéséhez. Nem elhanyagolható hatás, hogy a jelenlegi folyamatos vegyszerkitettség egészségügyi következményei a helyi lakosság munkaképességének idő előtti leromlásához vezethetnek (Budai et al. 2004, Tóth 2004).

A zöldtrágyázás Antal (2000) szerint „a talajtermékenység javításának az a módszere, amikor az erre a célra vetett növényt, fejlődésének vegetatív szakaszában zölden beszántják.”

A zöld biomassza tömege (a növény gyökereivel együtt) és minősége függ a lehullott csapadék mennyiségétől, a talaj típusától, a talaj tápanyagellátásától és a termesztés szakszerűségétől. A zöldtrágyázás szerepe elsősorban a talajtermékenység fenntartásában és a talaj kultúrállapotának javításában számottevő (Antal 2000).

A keresztes virágú növények talajkímélők, a termőréteget kiváló fizikai és biológiai állapotban hagyják vissza (olajretek, fehér mustár, takarmányrepce). Másodvetésűek, továbbá az olajretek és a mustár rövidnappalos növények, ezért vetésidejük a nyárvégi időszakban esedékes. A hosszúnappalos facélia viszont minden időszakban sikeresen vethető, jó borítottságot ad és nagyon igénytelen növény. További lehetőséget kínál a pohánka, bíborhere, takarmányrepce vetése és a belőlük előállított zöldtrágyakeverékek, amelyeket az adott terület talajviszonyaira adaptáltan kell alkalmazni (Nagy 2005a, Antal 2000).

Az olajretek (*Raphanus sativus*) német nemesítésű Pegletta fajtája már nematóda rezisztenciával is rendelkezik, amely a talajban lévő cisztaképző fonálférgék szaporodási ciklusát szakítja meg, mérsékelve ezzel kártételüket. Kitűnő szervesanyagpótló zöldtrágya, nagytömegű gyökérzete lazítja a talajt. Alászántására szeptember végén vagy október elején kerülhet sor (Nagy 2005b, Antal 2000).

A fehér mustár (*Sinapis alba*) rövid tenézszeidejű, augusztusi vetését követően nagyon gyorsan kel. Állománya gátolja a talajeróziót és a bemosódó nitrogént a talajfelszín közelében visszatartja. Kiváló gyomelnyomó hatású, november közepén érdemes leszántani, ekkor gyökérrendszere is jelentős tömeget képvisel. Minél sűrűbb a vetés, annál jobb hatású az utónövények számára (Nagy 2005b).

Mulcstechnológiához is alkalmas lehet a mustár. A lefagyott, lesárgult szármaradvány révén egészen tavaszig megmarad a talajborítottság, amely gátolja a víz- és szélerezőt, megőrizve a talaj nedvességtartalmát. A zöldtrágyanövény jótékony hatása ebben az esetben a talajborítottság, gyomelnyomás formájában és főként a talajban hagyott és ott elbomló gyökértömeg kapcsán érvényesül (Nagy 2005a, 2005b).

A facélia vagy mézontófü (*Phacelia tanacetifolia*) őszi alászántása jelentős szervesanyag tömeget jelent, ciántartalmú bomlástermékei távol tartják a fonálférgeket, jó talajfertőtlenítő hatása van. Kezdeti fejlődése nem túl gyors, de később a teljes borítást adó állomány igen jó gyomelnyomó. Fonálféreggel fertőzött fóliában két kultúra között lehet alkalmazni zöldtrágyaként (Nagy 2005b, Budai 2006).

A zöldtrágyanövények talajfertőtlenítő hatását tekintve megállapították, hogy egyes keresztesvirágú (*Brassicaceae*) és más növények gyökérzete biológiailag aktív anyagot termel és választ ki. Ezek elsősorban izotiocianátok, amelyek hidrolizálnak, majd gázosodnak a talajban. Ezeket a hatóanyagokat a gázosodásuk miatt a külföldi szakirodalom biofumigánsoknak nevezi. A ciántartalmú vegyületek erőteljesen pusztítják a talajban található károsítókat, a kártevőket és a kórokozókat egyaránt (Budai et al. 2005b, Mennan és Melakeberhan 2006). A glükozinolát tartalom, valamint azok izotiocianát (ITC) származékainak fonálférgekkel szembeni toxicitási mértéke eltérő a különböző növények esetén. A növényparazita fonálférgek elleni izotiocianáttal történő védekezésben szükséges a glükozinolát-tartalmú biomassza talajba dolgozása. A biomassza, *Brassica hirta*, *B. juncea* talajba dolgozása (>2,9% w/w) csökkentette a *M. javanica* túlélését, függetlenül a bedolgozott növény glükozinolát koncentrációjától (Zasada és Ferris 2004).

Hazai és külföldi kutatók is végeztek kísérleteket a zöldtrágyanövényekkel, (Budai et al. 2005a, Budai et al. 2004, Morris és Walker 2002, Zahid et al. 2002, Crow et al. 1996, Bernard és Montgomery 1993, McSorley és Frederick 1995, Rahman és Somers 2005, Rod et al. 1999, McLeod et al. 2002, Mennan és Melakeberhan 2006) melyek közül csak néhány kerül részletezésre a továbbiakban.

Budai és mtsai (2005a) munkájuk során a mézontófü fonálféreg elleni hatását vizsgálták. Szeged környéki területeken a mézontófü termesztése és virágzáskezdeti talajba forgatása után sárgarépát vetettek. A betakarításkori fonálféreg-fertőzöttséget összehasonlították a facélia elővetemény nélküli parcellákéval. Látványosan javult a mézontófü elővetemény hatására a piacképesség.

Budai és mtsai (2005a) fonálféreggel (*M. incognita*) erősen fertőzött növényházban két paprikakultúra közé őszi facéliát iktattak be. A kelést követően tömeges zöld cserebogár (*Anomala vitis*) pajorpusztulás jelentkezett. A következő tavaszon, ugyanott hajtattott paprikában

hozamnövekedés volt mérhető, tehát a közbeiktatott facélia kedvezően hatott a terméseredményre a gyökérgubacs-fonálféreg jelentős visszaszorításával (Budai et al. 2005a).

A továbbiakban a fehér mustárt és az olajretket is bevonták a kísérletekbe. Üvegházi körülmények között, tenyészeményekben vizsgálták a zöldtrágyanövények hatását a májusi cserebogár (*Melolontha melolontha*) fiatal L3-as lárvái ellen. Jelentős pajorpusztulást tapasztaltak (Budai et al. 2005a, Budai et al. 2004).

Crow és mtsai (1996) üvegházi kísérletet állítottak be a káposztarepce zöldtrágya és a hozzáadott karbamid gyökérgubacs-fonálféregre (*M. arenaria* és *M. incognita*) kifejtett hatásának vizsgálatára. A zöldtrágyát *M. arenaria*-val fertőzött talajba dolgozták be. Sütőtököt használtak az eredmények elemzésére, a kiértékeléshez a gyökérgubacs-indexet és a növény szárazsúlyát is felhasználták. 200, 300 és 400 mg/kg N/talaj kg talajba dolgozásakor a káposztarepce zöldtrágya alkalmazása után csökkent a sütőtök gyökérzetén a *M. arenaria*-val fertőzött gubacsok száma.

Mennan és Melakeberhan (2006) az olajretket zöldtrágyanövényként és csalogató növényként használták a növényparazita fonálféreg ellen. Céljuk az volt, hogy összehasonlítsák az olajretek és a paradicsom gyökérváladékának hatását a *M. hapla* üvegházi populációjára. Eredményeik szerint, habár az olajretek gyökérváladéka csökkentette a *M. hapla* tojáskelését, nem volt statisztikai különbség a paradicsom és az olajretek gyökérváladéka között a *M. hapla* különböző populációinak tojáskelésére. Elmondható, hogy az olajretek nem volt hatással a *M. hapla* populációjára a tojások kelésének befolyásolása szempontjából, de lehet befolyása a fonálféreg reprodukciós szintjére.

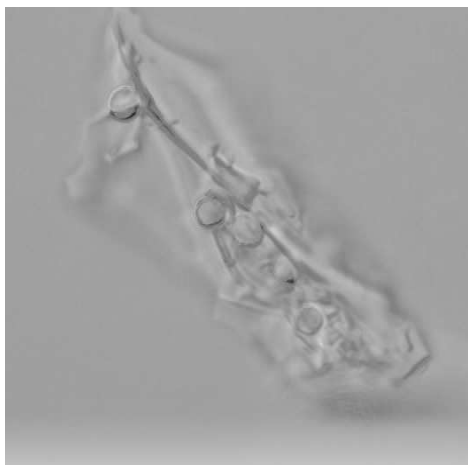
Bernard és Montgomery (1993) 5 növényparazita fonálféreg izolátumainak szaporodását vizsgálta különböző őszi káposztarepce fajtákon. Mindegyik fajta jó tápnövénynek bizonyult a *Helicotylenchus pseudorobustus*, a *M. hapla* és *M. incognita* számára.

A káposztafélék családjába tartozó 10 növényfaj fogékonyságát vizsgálták a *M. arenaria* 1-es rassa, a *M. incognita* 1-es és 3-as rasszai, valamint a *M. javanica* ellen, négy különálló üvegházi kísérletben. 62-64 nap elteltével néhány növényen mérsékelt, illetve súlyos gubacsképződés, valamint mérsékelt tojásképzés jelentkezett valamennyi fonálféreg faj és rassz esetében. Néhány köztermesztésben lévő káposztaféle tápnövénye bizonyos *Meloidogyne* fajoknak és rasszoknak, amelyet figyelembe kell venni a vetésforgók kialakításakor (McSorley és Frederick 1995).

2.3.3. Bionematicidek

Trifender (*Trichoderma asperellum*)

A kísérleteim során használt (másik) lehetséges védekezési eljárások egyike a mikrobiológiai készítmények alkalmazása. A nyugati országokban a mikrobiológiai növényvédelem már évtizedek óta nem csak kis biotermesztő gazdaságokban terjedt el, hanem a szántóföldi növénytermesztésben is bevált gyakorlat (Gulyás 2008). Ezen készítmények közül az egyik lehetséges megoldás a Trifender (hatóanyaga a *Trichoderma asperellum* antagonista gomba) használata (**6. ábra**). A *Trichoderma* fajok természetes talajlakó gombaszervezetek, a leggyakoribb talajmikrobák közé tartoznak, potenciális biológiai védekezési ágensek a növényparazita fonálférgek ellen (Bohár 2003, Jatala 1986, Spiegel és Chet 1998).



6. ábra. *Trichoderma* spórák a Trifender nevű készítményben (www.bioved.hu)

A talajban elsősorban bomló növényi anyagon, általában, mint szaprobionták fordulnak elő. A talaj felső, növényi gyökereket még nagy tömegben tartalmazó rétegéből izolálhatók (Bohár 2003, Budai 2006). A legtöbb izolátum képes kiszorítani az élőhelyükről más gombákat a természetben, biológiai védekezésre való alkalmasságuk szempontjából pedig kedvező, hogy a nemzetségben nincsenek növénykórokozó fajok (Harcz 2004, Howell 2003). Tipikus térparaziták, elfoglalják a teret és a tápanyagot, így a kórokozók nem tudnak elszaporodni (Budai 2006). A *Trichoderma* fajok talajba oltáskor gyorsan nőnek, mert rezisztensek több toxikus vegyülettel szemben, beleértve a gyomirtó, gombaölő és rovarirtó szereket, úgymint a DDT és a fenol vegyületek (Benitez et al. 2004). Összetett hatásspektrummal rendelkeznek, melyek mindegyike hasznos a termelő részére. Használatuk során az egyensúlyban lévő talajélet-közösség megvalósítható. Ahol a humuszképződés folyamatos, elszaporodnak a hasznos mikrobák és felvehetővé válnak a kötött állapotban lévő mikroelemek. Közvetlenül hatnak a termesztett növényekre is, juvenilis (zöldítő) hatást váltanak ki bennük, azaz ellenállóvá teszik a

növényeket egyes gyengültségi kórokozók támadásával szemben (Gulyás 2008). A *Trichoderma* fajok hatékonyságát több szerző is igazolta kísérleteivel.

Hazánkban, a 80-as években eredményes kísérletek folytak hazai *Trichoderma* izolátumokkal, melyek közül néhány, főleg a T-14-es izolátum (*Trichoderma harzianum*) hatékonynak bizonyult a zöldségfélék talajból fertőző kórokozói, így a palántadőlés ellen is (Budai 2006).

Harcz (2003) *T. harzianum* izolátummal különböző módon (magkezelés, talajoltás, beöntözés), illetve különböző *Trichoderma* törzsekkel (*T. harzianum* D/087, *T. virens* D/091, *T. hamatum* Tha-2 és *T. viride* Tv-5) kezelt paradicsom növényeket. A *T. harzianum*-mal kezelt parcelláról betakarított termés tömege mindhárom kezelési mód esetében szignifikánsan nagyobb volt a kontrollhoz képest. A vizsgált törzsek között is megfigyelt különbséget, mert a *T. harzianum* (D/087), *T. viride* (Tv-5) és a *T. virens* (D/091) törzsek szignifikánsan több termést eredményeztek, mint a *T. hamatum* (Tha-2).

Budai és Varjas (2008) uborkában végzett kísérleteket a Trifender-rel, illetve a Trifender és Basamid G készítmények kombinált alkalmazásával. Eredményeik szerint a Trifender önmagában nem hatott a fonálféreg ellen, viszont a Trifender-es kezelés hatására a lombozat mélyzöldre színeződött és a termések is hosszabbak, egyenesebbek voltak. A kombinált kezelés jelentősen növelte a terméserejét. Paprikában végzett kísérleteik is azt mutatták, hogy a Trifender és Basamid G együttes alkalmazása adta a legnagyobb termésmennyiséget, a készítmények önmagukban alkalmazva közel azonos eredményt adtak (Budai és Varjas 2008).

A *T. harzianum* hatékonyságát illetően biztató eredményeket értek el Sharon és mtsai (2001). A *M. hapla* elleni hatékonyság vizsgálata céljából végzett növényházi kísérleteikben a gyökérgubacs-index csökkent, a zöldtömeg növekedett a fonálféreggel fertőzött paradicsom *Trichoderma* tőzeg-búzakorpa vivőanyagú készítménnyel való talajkezelése után. (A *T. harzianum* által okozott fő fonálféreg-ellenes tevékenység a talajban zajlik, nem a gyökerekben).

A biológiai védekezés hatékonysága növelhető egy (vagy több) biológiai védekező ágenssel. Különböző *T. harzianum* és *T. lignorum* izolátumok nematocid aktivitását tesztelték a *M. javanica* gyökérgubacs-fonálféreg ellen, rövid és hosszú tartamú kísérletekben. A rövid időtartamú kísérleteknél a gyökérgubacs-index csökkent, a hosszú időtartamú kísérleteknél nem volt szignifikáns változás a gyökérgubacs-indexben (Spiegel és Chet 1998).

A különböző *Trichoderma* izolátumok (*T. asperellum*-203, 44 és GH11; *T. atroviride*-IMI 206040 és *T. harzianum*-248) biológiai védekezési aktivitását is vizsgálták, és különbséget tapasztaltak az izolátumok parazitáló képessége és in vitro kötődése között. A *T. asperellum*-203 és 44 bizonyultak a legkiemelkedőbb izolátumoknak a konídiumok kötődésének időszakában, valamint a tojászsákok és tojások parazitálását illetően is (Sharon et al. 2007).

További bízató eredményeket ért el Sahebani és Hadavi (2008). A melegégyövi gyökérgubacs-fonálféreg (*M. javanica*) elleni biológiai védekezést vizsgálták *T. harzianum* BI törzsével növényházi kísérletekben, és kimutatták, hogy egy lehetséges biológiai védekezési ágens.

A direkt gomba parazitizmus az egyik lehetséges mechanizmus, amellyel a gomba hatni tud a fonálféreg ellen, ez kimutatható in vitro, antitestek használatával, amelyek a *M. javanica* tojásaihoz és második stádiumú lárváihoz kötődnek. Ezen antitestek jelenléte növeli a konídiumok/spórák kötődését a fonálféreghez, amely szignifikánsan fokozott gomba parazitizmust eredményez a fonálférgeken (Spiegel et al. 2005).

Sharon és mtsai (2009) szintén *M. javanica* tojásokhoz és/vagy második stádiumú lárvákhoz kötődő mono- és poliklonális antitestek hatását vizsgálták a *Trichoderma* gomba és a *M. javanica* parazita interakciójára. A *Trichoderma* fajok és izolátumok közül a *T. atroviride*-t IMI 206040 (amelyet előzőleg *T. harzianum*-ként definiáltak) és a *T. asperellum*-203-at (előzőleg *T. harzianum*-203 néven) használták. Különbséget tapasztaltak az antitestek konídiumhoz való csatlakozásában, illetve interakcióit illetően ezen *Trichoderma* fajokkal.

Yücel és mtsai (2002) hat fóliasátras paprikában végezték vizsgálataikat. A fóliasátrak erősen fertőzöttek voltak *Meloidogyne spp.*-vel. A következő kezeléseket alkalmazták: szolarizálás + *Trichoderma*, szolarizálás + trágyázás (baromfitrágyával), szolarizálás + dazomet, metil-bromid, szolarizálás + szalmatakarás, valamint kontroll. A gyökérgubacs-index méréséhez a Zeck-skálát használták. A leghatékonyabbnak a szolarizálás kombinációja a dazomet-tel, a trágyával és a *Trichoderma*-val bizonyult. A másik két kezelés csak részben volt hatékony, bár elmondhatjuk, hogy mindegyik kezelés kontrollálta a fonálférgeket.

Al-Hazmi és TariqJaveed (2015) fóliasátras kísérletet állítottak be Szaúd-Arábiában, hogy megvizsgálják két helyi izolátum, a *T. harzianum* (27-es izolátum) és a *T. viride* (08-as izolátum) hatékonyságát *M. javanica* ellen, paradicsomban. Ezen gombafajokat laboratóriumi és fóliasátras kísérletekben tesztelt gombafajok közül választották ki. Négyféle töménységet (10^4 , 10^6 , 10^8 és 10^{10} spóra/g talaj) alkalmaztak mindkét gombánál. Az eredmények azt mutatták, hogy mind a négy inokulum töménység mindkét gombánál csökkentette a fonálféreg szaporodását és a gyökérgubacsosodást, és elősegítették a paradicsom növekedését a kontrollhoz viszonyítva. A hatékonyság az inokulum töménység növelésével együtt növekedett. Általában a *T. harzianum* hatékonysága jobb volt, mint a *T. viride* hatékonysága, különösen a legnagyobb töménységben.

A *Trichoderma* gombákból több növényvédelmi hatású mikrobiológiai készítményt gyártanak a világ különböző országaiban, például: a Rootshield, Plantshield vagy T-22 (*T. harzianum*) az USA-ban, Root Pro, Trichodex WP (*T. harzianum*) Izraelben, a Binap (több

Trichoderma faj) Svédországban, a Trieco (*T. viride*) Indiában. Ezeket a készítményeket a világ számos országában engedélyezték.

Ezek közül Magyarországon a Trichodex WP került engedélyezésre, elsősorban a lombzotot és a gyümölcsöt károsító szürkepenész (*Botrytis cinerea*) ellen, szamóca, málna, szőlő és paradicsom szürkerothadás ellen. Jelenleg (2015) a termék nincs forgalomban (Budai 2006). A kísérleteim során is alkalmazott Trifender mikrobiológiai készítmény termélnövelő anyagként 2007 óta engedélyezett (Ocskó et al. 2015).

Hurokvető gombák (*Arthrobotrys oligospora*)

A hurokvető ragadozó gombák (*Arthrobotrys* spp.) szinte minden talajtípusban megtalálhatóak, ahol képesek szaprofita módon is táplálkozni. Az első híradás róluk Drechsler (1933) nevéhez fűződik (Amin és Budai 1993).

A fonálféreggel való tartós érintkezés enzimatikus reakciót vált ki a gombában, ezek segítségével hatolnak be az állat testébe, majd ammónia kibocsátásával megölik a fonálférget. A gombák a táplálkozás megkezdése után a fonálféreg testén szaporító képleteket hoznak létre. Képesek elfogni a fonálféreg fajok széles rétegét. Alkalmazásuk a talaj, vagy a palánták gyökerének kezelésével valósulhat meg (Budai 2006). A gombát tartalmazó biopreparátumot a talaj termőrétegébe kell bedolgozni. Megfelelő körülmények között a gombafonalak fejlődésnek indulnak és sűrűn behálózzák a talajt. A talajban mozgó fonálféreg érintésének hatására a gombafonalak hurkot képeznek, melyek megfogják a fonálférget (**7. ábra**). A fonálféreg elpusztul, és a gomba táplálékként felhasználja a fent említett módon (Hataláné 2002, Cayrol és Frankowski 1979).

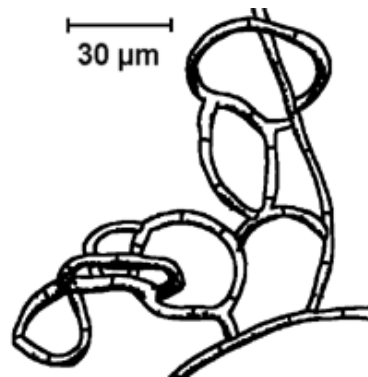


7. ábra. Három fonálféreg *Arthrobotrys* gombafonalak csapdájában (www.uoguelph.ca)

A fagyot jól viselik, csírázásuk 10 °C körül indul, a szaporodási optimum 22-25 °C. Tevékenységük 30 °C felett lelassul, 35 °C felett véglegesen leáll. A kijuttatást követően a napfényt jól tűrik, száraz talajra szórva sokáig életben maradnak, csak akkor kezdenek dolgozni, ha megfelelő a talaj nedvessége. A csírázást követően a talaj gyors kiszáradása jelentősen rontja a hatékonyságot (www.bioved.hu).

A ragadozó gombák a mozgó fonálférgeket pusztítják el, petéket, cisztákat, mozdulatlan lárvákat nem támadnak meg (Fischl 2000), csak a második stádiumú lárvákat és a hímeket képesek elpusztítani (Kerry 1988).

Az *A. oligospora* a leggyakrabban, széleskörűen és idáig a legjobban vizsgált nematofág gomba faj. A gomba több különböző tápközegből, úgymint komposzt, korhadó fa és állati trágya izolálható (Drechsler 1937, Barron 1977, Nordbring-Hertz 1973). Tapadó hifarendszerének segítségével fogja el a fonálférgeket, majd megemészti őket (Olthof és Estey 1963, Barron 1977) (**8. ábra**). Növekedési viselkedését és a csapdahálózat alakját illetően az *Arthrobotrys superba*-hoz hasonlóak (Drechsler 1937, Barron 1977).



8. ábra. Tapadó háromdimenziós *A. oligospora* hálózat (www.biological-research.com)

A hurokcsapda szerkezete, alakja nagyon változatos és nagyban függ a gomba környezetétől. Az *A. oligospora* nem csak ragadós csapdahálót képes létrehozni, hanem úgynevezett hurokcsapdákat (más gombafajok hifáit körülölelő hifaszerkezetek) is, valamint tapadóképleteket (appresszóriumokat) a gazdasági növények rizoszférájában (Nordbring-Hertz 2004). A függőlegesen álló konídiumtartók 20-30 csoport, 5-20 db kétsejtes, 16-30 µm hosszú és 8-16 µm széles konídiumot tartalmaznak (Haard 1968). A tapadó rendszer leszűkül egy háromdimenziós struktúrára (Tunlid et al. 1992).

Amin és Budai (1993) közleményükben újabb gombatörzsek izolálásával, a tömegszaporítás lehetőségeinek vizsgálatával és gyökérgubacs-fonálférgek (*Meloidogyne* spp.) elleni előzetes mérésekkel foglalkoztak.

Eredményeik szerint a magyar talaj-mikroflórában is fellelhetők hatékony hurokvető gomba törzsek. Sikerült izolálniuk a Szentesi-1 változatot. A gomba tömegszaporítása kukoricaliszt

táptalajon megoldható. A Szentesi-1 gombatorzs biológiai aktivitása megfelelőnek látszik gyökérgubacs-fonálféreg ellen. Talajba juttatva néhány héten belül 70-80%-kal képes csökkenteni a fonálféreg-népséget (Amin és Budai 1993).

Antal (2003) kutatásai során többek között különböző *Arthrobotrys* (*A. oligospora* és *A. superba*) és egyéb (*Monacrosporium gephyropagum*, *Monacrosporium parvicolle*) gombafajok növekedési erélyét és életképességét vizsgálta különböző hőmérsékleten. Megállapította, hogy a gombák növekedésének hőmérsékleti optimuma 25 °C.

Másik kísérletben a fonálféregelfogó-képességet vizsgálta steril táptalajon, 5 hurokvető gombafaj esetében (*Arthrobotrys oligospora* w., *A. superba*, *Monacrosporium gephyropagum*, *Monacrosporium parvicolle*, illetve az *A. oligospora* hu1 izolátum). A fertőzéshez *M. incognita* fonálférget használt. Meggyőződött arról, hogy az öt gombafajnak különböző mértékű nematóda elfogó képessége van. A két legjobbnak bizonyuló gombafaj az *A. superba*, illetve az *A. oligospora* w. volt. A kísérlet beállításától számított 96 órán belül az összes fonálférget elpusztították a gombák (Antal 2003).

Antal (2003) vizsgálta még továbbá a talajtípus hatását a hurokvető gombák hatékonyságára. A használt talajtípusok a csernozjom talaj, homoktalaj, réti öntéstalaj, szikes talaj és barna erdőtalaj voltak. A legjobb eredményt a homoktalaj hozta, a többi talajféleséghez képest 18-64%-kal csökkent a gyökérgubacsosodás. Ezt követte a csernozjom talaj és a barna erdőtalaj, ezek közt nem volt jelentős különbség. A következő a réti öntéstalaj volt, míg a legkevésbé a szikes talaj csökkentette a gyökérgubacsok számát.

Stirling és mtsai (1998) *Arthrobotrys dactyloides*-t tartalmazó készítményt használtak gyökérgubacs-fonálféreg ellen. Hét szabadföldi kísérletben a készítmény a *M. javanica* lárvák számát több mint 90%-kal csökkentette. Hét üvegházi kísérletben, ahol a talajt granulátummal kezelték és paradicsomot ültettek, a gubacsok száma 57-96%-kal csökkent.

Egy Indiában végzett kísérletben az *A. dactyloides* izolátumai szintén hatékonyak bizonyultak *M. incognita* ellen (Kumar és Singh 2006).

Az *A. superba* és *A. dactyloides* viselkedését vizsgálta többek között Jacobs (1997) is *Meloidogyne* fajok ellen. Eredményei szerint az *A. superba* szignifikánsan csökkentette a gubacsok számát a paradicsom gyökerén (in vivo).

Cayrol és Frankowski (1979) Royal 300 és Royal 350 néven állítottak elő preparátumot, amely rozs alapú, gombaspórákat tartalmazó granulátum. A Royal 300-as készítmény *Arthrobotrys robusta*-t, a Royal 350-es *Arthrobotrys irregularis*-t tartalmaz. Utóbbi a paradicsomot károsító *Meloidogyne* fajok ellen bizonyult hatásosnak. A paradicsom kiültetése előtt 30 nappal kell kiszórni a preparátumot és 8-10 cm mélyen a talajba forgatni. A készítmények csökkentették a fonálféreg-fertőzést, növelték a termésmennyiséget, javították a

minőséget és segítették a korai érést. A kedvező hatás az utóveteményeknél öt évig is megmaradt (Andrássy és Farkas 1988).

Hazánkban 2013-ban Artis néven kapott engedélyt termésnövelő anyagként a hurokvető gombát tartalmazó mikrobiológiai készítmény (Ocskó 2015).

Legújabb tapasztalatok az Artis és a Trifender készítményekkel

Bohár (Biovéd 2005 Kft.) termelői visszajelzései alapján mindkét készítmény esetében akkor érhetjük el a legjobb eredményt, ha a termelő ősszel és tavasszal is alkalmazza a készítményeket. Abban az esetben, ha a kijuttatott dózis 3 kg, a 2 x 1,5 kg kijuttatása jobb, mint az 1 x 3 kg ősszel vagy tavasszal.

Fontos megfigyelés és kísérleti eredmény, hogy a Trifender, illetve a hatóanyagaként szereplő *Trichoderma asperellum* alapvetően gomba antagonist, így együttes (Artis + Trifender) alkalmazás esetében teljesen képes lerontani az *Arthrobotrys oligospora* hatását. A két készítményt időben (esetleg térben) határozottan elkülönítve kell alkalmazni (www.kwizda.hu).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A kutatómunka körülményei

A fóliasátras kísérletek helyszínei Jász-Nagykun-Szolnok megyében, a Jászságban Jászfényszarun és Pusztamonostoron, Zsámbokon, (amely a Gödöllői-dombság és a Jászság találkozásánál fekszik) Pest megyében, illetve Röszkén, Csongrád megyében voltak (**9. ábra**).



9. ábra. A fóliasátras kísérletek helyszínei

A kísérletek laboratóriumi feldolgozását és kiértékelését Budapesten a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központi Károsító Diagnosztikai Laboratóriumának Nematológiai laboratóriumában és Gödöllőn, a Szent István Egyetem Növényvédelmi Intézetében (az akkori Növényvédelemtani Tanszéken) végeztem. A tenyészedényes kísérlet paprika növényekkel a Fővárosi- és Pest Megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat hajtatóházában történt Gödöllőn, illetve Zsámbokon fűtetlen fóliasátorban.

3.1.1. A pusztamonostori termőhely jellemzése

A kísérleti terület az Alföld nagytáj, Észak-alföldi hordalékkúp-síkság középtáj Hatvani-sík kistájába tartozik. A kistáj domborzati adottságait tekintve 99 és 209 m közötti tengerszint feletti magasságú, teraszos hordalékkúp-síkság. Mérsékelt meleg-száraz, nyugaton inkább mérsékelt meleg száraz éghajlatú kistáj. Az É-i részeken kevéssel 1950 óra fölött alakul az évi napfénytartam, de a D-i részeken megközelíti a 2000 órát is. Az évi középhőmérséklet 10,0-10,2 °C, de az É-i részeken kevéssel 10,0 °C alatt marad. A csapadék évi összege 540-580 mm, de a

kistáj Ny-i részein eléri a 600 mm-t is. A közepes hő- és a kis vízigényű növényi kultúráknak megfelelő az éghajlat.

A kistáj talajtakarója változatos. A legnagyobb területi részarányal (18%) a Tisza és Farnos között húzódó humuszos homoktalajok, továbbá a Zsámbok-Vácszentlászló és a Hatvantól nyugatra, a Galgától északra terülő magasabb térszíni elhelyezkedésű löszterületeken képződött vályog mechanikai összetételű, kedvező vízgazdálkodású és termékenységű csernozjom barna erdőtalajok szerepelnek. A gyenge termékenységű humuszos homoktalajok mintegy 45%-a szántó, 35%-a erdő, 15%-a szőlő. A csernozjom barna erdőtalajok szinte teljes egészükben szántóterületek. A Galgahévíz környéki futóhomok kiterjedése 4%, zömmel (55%) erdő. A csernozjom jellegű homoktalajok Hatvantól délkeletre és Szentlőrinc-káta környékén fordulnak elő (1%), gyenge termékenységű talajok. A Pusztamonostor környéki réti csernozjomok kiterjedése 6%-nyi, termékenységük a legkedvezőbb a kistáj talajtípusai között (Marosi és Somogyi 1990).

3.1.2. Helyszíni talajvizsgálatok Pusztamonostoron és kapcsolódó laboratóriumi vizsgálatok

A Pusztamonostor külterületén található kísérleti területen 2008. május 26-án és 2009. június 23-án a Trifender-es és *A. oligospora* kezelésekből talajhőmérséklet, talajnedvesség (FieldScout TDR-300-as típusú talajnedvességmérővel) és talajellenállás (szarvasi Penetronik típusú penetrométerrel) vizsgálatokat végeztünk (2-5. melléklet).

2009. november 5-én helyszíni talajvizsgálatokat végeztünk. A felvételezés a fóliasátrak közötti bolygatatlan, sík fekvésű területen történt (10. és 11. ábra).



10. és 11. ábra. A talaj helyszíni vizsgálata fűrt szelvényből Pusztamonostoron (fotó: Nagy 2009)

A felvételezett szelvény A-szintjéből (0-40 cm) vett talajminta laboratóriumi vizsgálatai alapján a talajszint kémhatása a gyengén savanyú tartományba tartozik (pH KCl 6,38), szén-savas meszet nem tartalmaz. Fizikai félesége homokos vályog, humusztartalma a szervesanyag-

tartalom meghatározására irányuló vizsgálatok alapján (3,09 SZA%) jó, összes sótartalma kedvező. A kétrétegű (löss, illetve homok) alapkőzetén kialakult talaj a helyszíni tapasztalatok és a laboratóriumi vizsgálatok alapján a kilúgozott csernozjom talajtípusba sorolható (**4. táblázat**).

4. táblázat. A fóliasátrak közötti terület felvételezése során mért talajparaméterek (Pusztamonostor, 2009)

Genetikai szint	Mélység (cm)	Szín	Textúra	CaCO ₃	Szerkezet	Egyéb
A	0-40	sötétbarna	homokos vályog	-	morzsás	
B	40-70	világos barna	homokos vályog	-	enyhén diós	60 cm-től enyhén meszes
C ₁	70-100	sárga	homokos vályog	+++	-	lössös üledék
C ₂	100-	sárga	homok	++	-	

A fóliasátrak kétféle kezeléssel érintett területének felső talajrétegéből (0-40 cm) 3-3 talajmintát vettünk, melyeket Gödöllőn a Szent István Egyetem Talajtani Tanszékének laboratóriumában értékeltünk ki (**6. melléklet**). A vizsgálati eredmények jól korrelálnak a fóliasátrak közötti területen mért értékekkel, így elmondható, hogy a fóliasátrak talajminősége megegyezik a környezet talajának minőségével, tehát a fóliasátrak területén a talajtani adottságokat befolyásoló beavatkozást (talajjavítás, talajcsere) nem végeztek, továbbá a kétféle kezeléssel érintett terület rész talajminősége egyező.

3.1.3. A röszei termőhely jellemzése

A kísérleti terület Csongrád megyében, a Szegedi kistérségben helyezkedik el, a Tisza és az országhatár mentén. Csongrád megye egész területe síkvidék, itt húzódnak az ország legmélyebb fekvésű területei. Csongrád megye az Alföld három eltérő talajadottságú vidékén fekszik. A Tiszától nyugatra a Duna-Tisza közti hátság alacsonyabb termőképességű homokvidéke terül el. A Tisza árteréhez kapcsolódik az Alsó-Tisza völgy, amely ár- és belvizek által leginkább veszélyeztetett, közepes termőképességű vidék. A megye keleti területei pedig a Békés-Csanádi löszhához tartoznak, amelyeket termékeny talajuk révén az ország kiváló mezőgazdasági termőhelyei között tartanak számon.

A terület éghajlatát a meleg, száraz nyár, és magyarországi viszonylatban kevés csapadék jellemzi. A legmelegebb hónap a július, a leghidegebb a január. A csapadék egyenetlen eloszlású, évi 500-600 mm csapadékösszeg jellemzi. Gyakori az aszály, a napsütéses órák éves mennyisége a megyében mindenütt meghaladja a 2050 órát. Rösze területén legnagyobb részben a feketeföldi homokvidék váltakozik a löszös síksági területekkel (www.roszke.hu).

3.2. A Jászfényszaru végzett zöldrágya- és riasztó növényes kísérletek módszere

A zöldrágyanövényekkel végzett védekezés egyik hátránya, hogy a tenyészidőszak jelentős részében nem termelhető árunövény az adott fóliasátorban, amit a termelők egy része nagy lemondásnak érez. Megoldásként azt a lehetőséget kívántuk tesztelni, hogy ha csak részben kell lemondani a termésről, azaz köztes növényként vetjük a zöldrágyanövényeket a paprikasorok közé, akkor vajon megközelíthető-e a kívánt fonálféreg-gyérítő hatás. A kísérlet beállítása előtt előzetes felmérés alapján került kiválasztásra a kísérlet helyszínét adó fóliasátor, amely gyökérgubacs-fonálféreggel erősen fertőzött volt.

A kísérletet Jászfényszaru állítottuk be, fűtetlen fóliasátorban, paprikában, 2006. május 11-én. A fűtetlen fóliasátor 50 m hosszú és 7,5 m széles (375 m²) (**12. ábra**). A kísérlet beállítása előtt, 2005 novemberében sávokban rozst vetettünk (összesen 60 m²-en), majd a talajba forgattuk. 2006 áprilisában ültették ki a paprikát, amely ZKI 11-es féldeterminált magyar fajta volt.



12. ábra. A kísérlet helyszíne (Jászfényszaru, fűtetlen fóliasátor)
(fotó: Stingliné 2006)

Köztes védőnövényként mustárt (**13. ábra**), körömvirágot (**14. ábra**), olajretket (**15. ábra**) és facéliát (**16. ábra**) vetettünk 2006. május 11-én.



13. ábra. Mustár (*Sinapis alba*)



14. ábra. Körömvirág (*Calendula officinalis*)

(fotó: Stingliné 2006, Jászfényszaru)



15. ábra. Olajretek (*Raphanus sativus*) **16. ábra.** Facélia (*Phacelia tanacetifolia*)
(fotó: Stingliné 2006, Jászfényszaru)

A növényeket minden harmadik sor után szórva vetettük el. A fóliasátrat 16 részre osztottuk. Négy ismétlést alkalmaztunk, így minden ismétlés négy részből (két kontrollból, rozsvetésből és köztes védőnövényből) állt. A sorrend kialakítását a már elvetett rozshoz, illetve a fóliasátor adottságaihoz is igazítani kellett, a sávokat merőlegesen alakítottuk ki (**17. ábra**).

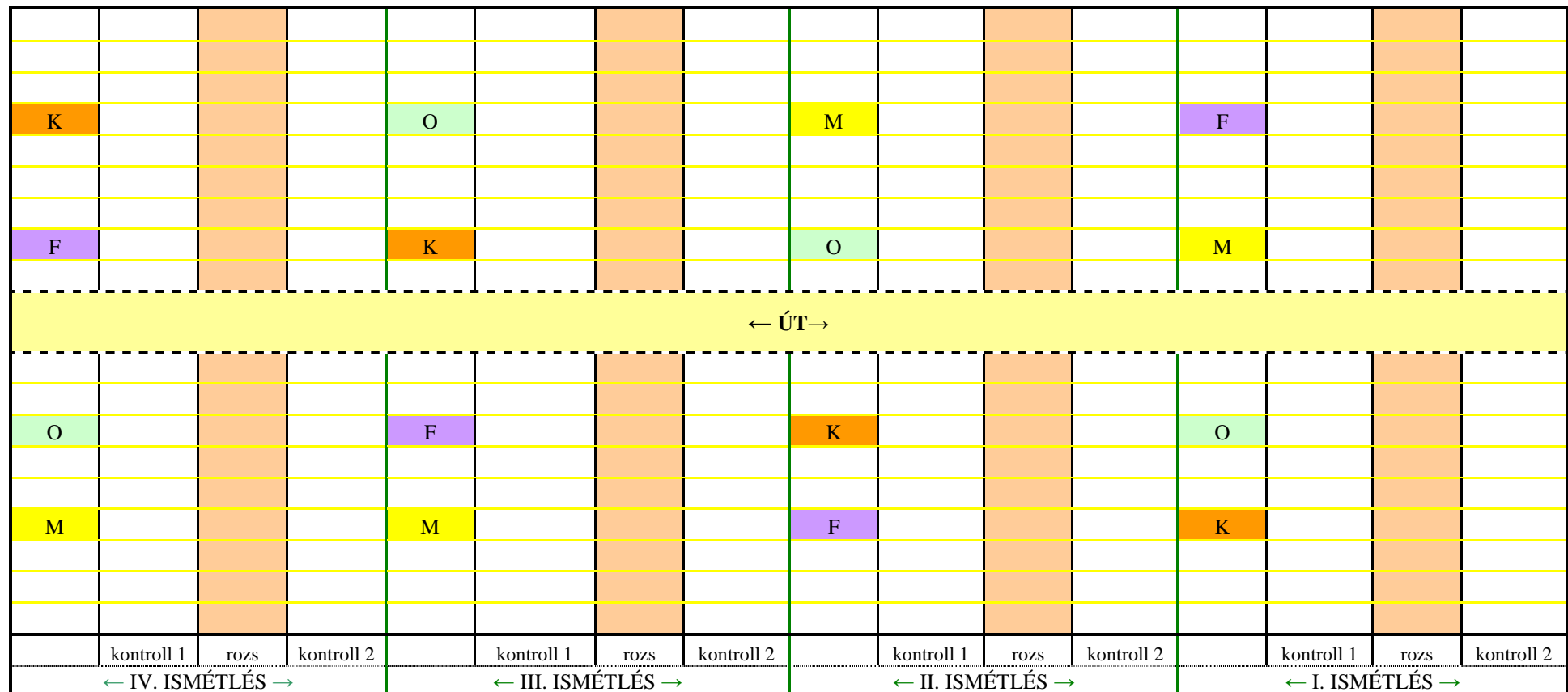
A paprika tőszáma ismétlésenként 180, az egyes ismétlések területe pedig 20 m² körül volt. Kiértékeléskor megállapítottuk az ismétlésenkénti fertőzöttség mértékét, vagyis a gyökerekenkénti gubacsfertőzés %-át.

Az első értékelést 2006. július 5-én, a másodikat 2006. szeptember 1-én, a harmadikat 2006. október 5-én végeztük. Az első értékeléskor 38, a másodiknál 37, a harmadiknál 34 helyről vettünk mintát.

A gubacsok számának (gyökérvárosodás mértéke) megállapítása a gyökéren (fonálféreg-fertőzöttség) Raviv és mtsai (2005) (cit. Garabedian és Van Gundy 1984) 0-5-ig terjedő skálája alapján történt. A kiértékeléskor a következő %-os értékeket használtuk:

- 0, ha nincs fertőzés;
- 1, ha 1-20%-os a fertőzés; (gyökérvárosodás mértéke)
- 2, ha 21-40%-os a fertőzés;
- 3, ha 41-60%-os a fertőzés;
- 4, ha 61-80%-os a fertőzés;
- 5, ha 81-100%-os a fertőzés

A kísérleti eredmények értékelését egytényezős varianciaanalízissel és Tukey-féle post-hoc teszttel végeztük.



K	körömvirág
F	facélia
O	olajretek
M	mustár
>→	paprika

17. ábra. A fóliasátor elrendezése (Jászfényszaru, 2006)

3.3. A Gödöllőn, zöldtrágya- és riasztónövényekkel végzett tenyészedényes kísérlet módszere

A Jászfényszarun végzett fóliasátras kísérlet kiegészítéseként tenyészedényes kísérletet végeztünk Gödöllőn, a Fővárosi- és Pest Megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat hajtatóházában. Azt vizsgáltuk, hogy a zöldtrágya- és riasztó növényeknek van-e hatása a gyökérgubacs-fonálféregre, laboratóriumi körülmények között.

A kísérlet beállítása 2006. július 7-én történt, 25 darab, 20,5 cm átmérőjű műanyag tenyészedény felhasználásával. A tenyészedényekbe azonos mennyiségű, fertőzéstől mentes tőzeget tettünk, majd paprika palántát ültettünk (ZKI 11-es féldeterminált magyar fajta), végül a zöldtrágya- és riasztó növények magját elvetettük (**18. ábra**).



18. ábra. A tenyészedényes kísérlet során ültetett paprika palánták Gödöllőn (fotó: Stingliné 2006)

A zöldtrágyanövények közül a facélia, az olajretek, a mustár illetve a körömvirág magját használtuk, melyek magjából 4 db-ot vetettünk a tenyészedényekbe.

A Jászfényszarun végzett kísérlet melletti fűtött fóliasátorból vettünk fel gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött paprikagyökereket. Minden edénybe 10 gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött gyökeret helyeztünk július 13-án. A kísérlet során öt ismétlést és öt kezelést alkalmaztunk (**19. ábra**).

K	Kont.	F	O	O
Kont.	M	K	Kont.	Kont.
M	K	O	M	F
O	F	Kont.	F	K
F	O	M	K	M
I. ism.	II. ism.	III. ism.	IV. ism.	V. ism.

K	körömvirág
M	mustár
O	olajretek
F	facélia
Kont.	kontroll

19. ábra. A tenyészedényes kísérlet elrendezése (Gödöllő, 2006)

A gubacsok számának (gyökérvárosodás mértéke) megállapítása a gyökéren, a Jászfényszarun végzett fóliasátras kísérlethez hasonlóan, Raviv és mtsai (2005) (cit. Garabedian és Van Gundy 1984) 0-5-ig terjedő skálája alapján történt. A kiértékeléskor itt is a %-os értékeket használtuk. A kísérleti eredmények értékelését egytényezős varianciaanalízissel és Tukey-féle post-hoc teszttel végeztük.

3.4. A Röszkén végzett zöldtrágya- és riasztónövényes kísérletek módszere

A Jászfényszarun végzett kísérlet összehasonlításaként, zöldtrágyanövényes kísérletet állítottunk be Röszkén, melynek kivitelezését Szalma István végezte saját családi gazdaságukban (Szalma 2008). A növények vetése itt is köztes növényként történt, egyidőben a másik kísérlettel. Köztes növényként a mustár, a körömvirág és a facélia hatása került kiértékelésre hajtatott paprikában.

A kísérlet beállítása előtt előzetes fonálféreg-fertőzöttség felmérés történt 2005. október 27-30. között az előző évi paprika állományban, soronként 20 paprika gyökérgubacs száma került értékelésre. A károsító faj, a területen korábban rezisztencia-összehasonlító kísérleteket végző Mándoki (2012) szerint, a *M. incognita*.

A kísérlet beállítása, a zöldtrágya- és riasztó növények (mustár, körömvirág, facélia) elvetése 2006. május 7-én történt 3 fűtetlen fóliasátorban (**20. ábra**), paprikában. A kísérlet helyét adó fóliasátrak (I. II. és III.) 50 m hosszúak és 7,5 m szélesek voltak.



20. ábra. A kísérletek helyszínei Röszkén
(fotó: Szalma 2006)

A paprika kiültetése 2006 április közepén történt. Mindkettő folytonnövény, nagybogyójú, édes, csüngő, vastaghúsú fehér paprika fajta volt. A fóliasátrakban nyolc sor került kialakításra. A palántázás körülményeit az **5. táblázat** tartalmazza. Talajfertőtlenítés nem történt egyik fóliasátorban sem a kísérletet megelőző években.

5. táblázat. A paprika palántázásának körülményei

A kultúrnövény neve	paprika
Fajta	Blondy és Bóbita
Palánta mennyisége	1400-1600 tő
Palántázás ideje	2006. április közepe
Sortávolság	70-80 cm
Tőtávolság	25 cm

A zöldtrágyanövények vetése szórva történt 2006. május 7-én, mindhárom növényházban egymással nem szomszédos sorközbe. A kijelölt sorköz a fólia teljes hosszában 25 egyenlő (2 m-es) szakaszra lett felosztva, melyekben felváltva történt a zöldtrágyanövények vetése (**21. ábra**) úgy, hogy minden szakasz között 2 m-es kontroll terület legyen. Az I-es és II-es fóliasátorban két-két sorközben került elvetésre a zöldtrágyanövény magja, majd homokkal lett beszórva (**42. és 43. melléklet**), a III-as jelzésűben viszont csak egy sorközben, homokszórás nélkül (**44. melléklet**), a növényház teljes hosszában.

(I. fóliasátor)

1-2.																									
2-3.	kont.	K	kont.	F	kont.	M	kont.	F	kont.	K	kont.	F	kont.	M	kont.	F	kont.	K	kont.	F	kont.	M	kont.	F	kont.
3-4.																									
4-5.																									
5-6.																									
6-7.	kont.	K	kont.	F	kont.	M	kont.	F	kont.	K	kont.	F	kont.	M	kont.	F	kont.	K	kont.	F	kont.	M	kont.	F	kont.
7-8.																									

(II. fóliasátor)

1-2.																									
2-3.	kont.	K	kont.	F	kont.	M	kont.	F	kont.	K	kont.	F	kont.	M	kont.	F	kont.	K	kont.	F	kont.	M	kont.	F	kont.
3-4.																									
4-5.																									
5-6.																									
6-7.	kont.	K	kont.	F	kont.	M	kont.	F	kont.	K	kont.	F	kont.	M	kont.	F	kont.	K	kont.	F	kont.	M	kont.	F	kont.
7-8.																									

(III. fóliasátor)

1-2.																									
2-3.	kont.	K	kont.	F	kont.	M	kont.	F	kont.	K	kont.	F	kont.	M	kont.	F	kont.	K	kont.	F	kont.	M	kont.	F	kont.
3-4.																									
4-5.																									
5-6.																									
6-7.																									
7-8.																									

K: körömvirág F : facélia M: mustár kont: kontroll

21. ábra. Az elvetett köztes növények elrendezése a fóliasátrokban (Röske 2006)

A köztes növények a körömvirág kivételével június végére a paprika fölé nőttek, láthatóan visszafogták a fejlődését, így 2006. július 21-én a mustár és a facélia levágásra kerültek, egy részük a talajon maradt, másik részük a talajba lett forgatva (**45-47. melléklet**). A körömvirág fejlődése lassabb volt, így ezen szakaszok talajba forgatása csak két héttel később történt, 2006. augusztus 4-én. A körömvirág lassabb fejlődése miatt gyomelnyomó képessége is sokkal kisebb volt.

A lekaszálás előtt és után a kísérleti szakaszokról leszedett paprika termése külön-külön került lemérésre. Az első szedés 2006. július 15-én, a második július 29-én, a lekaszálást követően történt.

2006 októberében a köztes növényekhez tartozó paprikában, 1-5-ig terjedő skála alapján került bonitálásra a *Meloidogyne* fertőzöttség (Budai et al. 1997). A skála a következő értékekből állt:

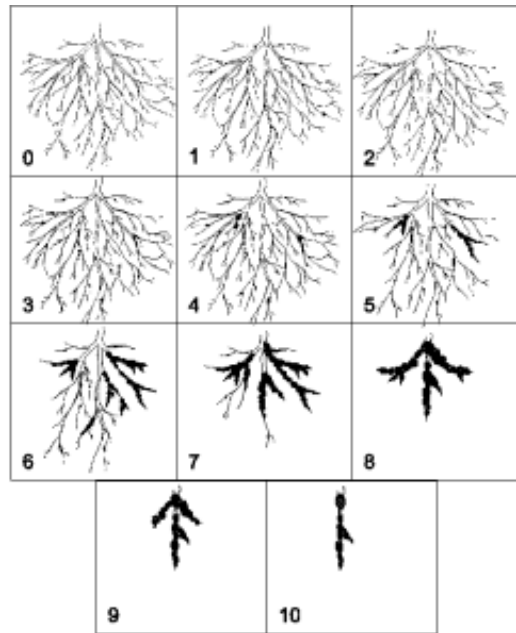
- 1: nem látható gyökérgubacs;
- 2: ritkán, de látható (legfeljebb 5 db/gyökérzet);
- 3: közepes mértékben (5-10 db/gyökérzet);
- 4: sűrűn látható (10-30 db/gyökérzet);
- 5: erősen fertőzött (30 db-nál több/gyökérzet).

Az I-es fóliasátorban a 8 sor külön-külön lett vizsgálva, a II-es és a III-as esetében már együtt lett értékelve 2-2 sor. A kísérleti eredmények értékelését egytényezős varianciaanalízissel és Tukey-féle post-hoc teszttel végeztük.

3.5. A Pusztamonostoron végzett biológiai védekezési kísérletek (Trifender és *A. oligospora* kezelések) módszere

A kísérletet Pusztamonostoron állítottuk be fűtetlen fóliasátorban, paprikában, 2008 és 2009-ben. A kísérlet során végzett fontosabb munkákat a **7. melléklet** tartalmazza.

A fóliasátorban, amelyben a kezelést végeztük, előzetes fertőzöttség felmérést végeztünk az előző kultúrákban (koktélparadicsom és Gaheris, folyton növekvő paradicsom) tüneti bonitálással, a 0-10-ig terjedő Zeck-skála alapján (Zeck 1971) (**22. ábra**).



22. ábra. Gyökérgubacs fertőzöttségi skála (Zeck 1971 nyomán)

A 0 fertőzési szint egészséges, fertőzésmentes gyökeret jelent, a 10-es elpusztult növényt, elpusztult gyökérrendszerrel. A bonitálás során 120 (*Trifender*) és 122 (*A. oligospora*) mintát (gyökeret) értékeltünk.

A kísérlet beállítása a **Trifender** esetében a paprika (*Claudius 2703*) palántázása után közvetlenül, 2008. április 25-én és 2009. április 30-án történt, véletlen blokk elrendezésben, 4 ismétlésben. Az *A. oligospora* esetében a kezelések 2008. május 2-án, 9 nappal a paprika ültetése előtt, és 2009. április 23-án, 3 nappal az ültetés előtt történtek (**6. táblázat**), szintén véletlen blokk elrendezésben, 4 ismétlésben (kezelt és kezeletlen parcellák kialakításával).

6. táblázat. A paprika palántázásának körülményei a *Trifender*-es és *A. oligospora* kezelésnél (Pusztamonostor, 2008 és 2009)

A kultúrnövény neve	paprika
Fajta	Claudius 2703 (Orosco Kft.)
Palánta mennyisége	
2008	970 tő x 2 (kezelt és kezeletlen rész)
2009	900 tő x 2 (kezelt és kezeletlen rész)
Palántázás dátuma	
Trifender	2008. április 25. és 2009. április 30.
<i>A. oligospora</i>	2008. május 11. és 2009. április 26.
Palántázás mélysége	sziklevélig
Palántázás módja	kézzel történt
Sortávolság	65 cm
Tőtávolság	25 cm

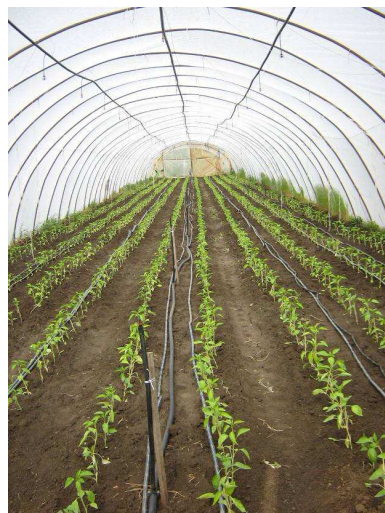
A vizsgálatba vont készítmény a Trifender (mikrobiológiai termésknövelő anyag); nedvesíthető por (WP), melynek hatóanyaga kb. 5% w/w *T. asperellum* antagonista gomba T1 (NCAIM 68/2006) törzsének konídiumai min. 5×10^8 db/g koncentrációban és az *Arthrobotrys oligospora* kísérleti mikrobiológiai készítmény, nedvesíthető por (WP), melynek hatóanyaga a nematofág gomba AO1 törzse.

Az egyes kezelések egyenként 350 m^2 területű, fűtetlen fóliasátor ugyanazon felén történtek (175 m^2) 2008 és 2009-ben is (**23. és 24. ábra**). A két fóliasátor négy-négy sarkának GPS koordinátáit a **8. és 9. melléklet**, a fóliasátrak rajzát a **34. melléklet** tartalmazza. A fóliasátorban 10 sor paprikát palántáztunk mindkét évben és mindkét kezelésnél. Az *A. oligospora* esetén a kezelés nedves talajban történt mindkét évben.

A Trifender-t 0,25%-os töménységben, $1,15 \text{ l/m}^2$ dózisban a palánták tövéhez locsoltuk. Az *A. oligospora* készítményből 25 g-ot 10 liter vízben feloldottunk, és (0,25%-os töménységben) $0,2 \text{ l/m}^2$ mennyiségben kézi permetezővel egyenletesen a fóliasátor felében a talajra permeteztük, majd közvetlenül ezután a talajba dolgoztuk.



23. ábra. A Trifender-rel végzett kísérlet helyszíne Pusztamonostoron (fotó: Stingliné 2008)



24. ábra. *Arthrobotrys oligospora*-val végzett kísérlet helyszíne Pusztamonostoron (fotó: Stingliné 2009)

A mintavétel 2008. július 2-án és 2009. június 23-án történt a Trifender-rel kezelt területen, *A. oligospora* esetében 2008. július 13-án és 2009. június 23-án, a *M. hapla* első nemzedékének teljes kifejlődésekor. A mintavételi pontokat a **38-41. melléklet** tartalmazza.

Minden ismétlésből 5 növénymintát vettünk, összesen 40 paprika növény gyökerét vizsgáltuk meg mindkét évben és mindkét kezelésnél (Trifender és *A. oligospora*).

A paprikagyökereket lemostuk, majd a szárát levágtuk, és műanyag tasakba helyeztük, amelyre 2%-os formalint öntöttünk tartósítás céljából. Ezután a gyökerek értékelését sztereomikroszkóppal végeztük, a nőstényeket mikroszkóp alatt megszámloltuk (**25. ábra**). A minták egy részéből fajhatározást végeztünk, a fóliasátorban lévő *Meloidogyne* faj pontos meghatározására, amely Whitehead (1968), Orton (1974), Jepson (1987) és Karssen (2002) munkája alapján történt. A *M. hapla*-ról a mikroszkópos felvétel a LEICA Image Maker program segítségével készült.



25. ábra. A paprikagyökerek értékelése sztereomikroszkóppal (fotó: Stingliné 2009)

A Trifender-es kísérlet esetében a növénymagasság mérés 2008. július 2-án és október 25-én, valamint 2009. június 12-én, június 23-án és augusztus 26-án történt.

Az *A. oligospora*-val végzett kísérlet esetén 2008. május 26-án, valamint 2009. június 12-én és augusztus 26-án végeztünk növénymagasság mérést, mindkét esetben ismétlésenként 10 növény méréseivel.

A *Meloidogyne* nőstények egyedszámlálás, növénymagasság és termésérés adatai esetén a kezelések és a kezeletlen kontroll eredményei közötti különbség statisztikai elemzését kétmintás t-próbával (Welch-teszt) végeztük. Termésmérés a Trifender-es kezelés esetében 2008-ban kettő, 2009-ben tizenegy alkalommal, *A. oligospora* kezelésnél 2009-ben szintén tizenegy alkalommal történt a kezelt és a kezeletlen kontroll teljes területéről, mely során a termelő külön ládába szedte a kezelt és a kezeletlen részről származó paprikát.

3.6. A Zsámbokon végzett fóliasátras biológiai védekezési kísérlet (Trifender és Artis kezelések) módszere

Fóliasátras (fűtetlen, 375 m²) kísérletünket 2014. május 3-án, Zsámbokon állítottuk be, amely az Alföld és az Északi-középhegység, illetve a Gödöllői-dombság és a Jászság találkozásánál fekszik Pest megyében. A kezelés a már kiültetett paprika állományban történt, a palántázás körülményeit a **7. táblázat** tartalmazza.

7. táblázat. A paprika palántázásának körülményei (Zsámbok, 2014)

A kultúrnövény neve	paprika
Fajta	Bravia (Rijks-Zwaan)
Palántázás dátuma	2014. március 2.
Palántázás módja	kézzel történt
Sortávolság	70 cm
Tőtávolság	23,5 cm

A vizsgálatba vont készítmény a Pusztamonostoron végzett kísérlethez hasonlóan, a Trifender (mikrobiológiai termésknövelő anyag); nedvesíthető por (WP), melynek hatóanyaga kb. 5% w/w *T. asperellum* antagonista gomba T1 (NCAIM 68/2006) törzsének konídiumai min. 5 x 10⁸ db/g koncentrációban és az Artis (*Arthrobotrys oligospora*) mikrobiológiai készítmény, amely ezen kísérlet idejére már engedélyt kapott, és kereskedelmi forgalomba került. Az Artis nedvesíthető por (WP), melynek hatóanyaga a nematofág gomba AO1 törzse. A Trifender-t 0,25%-os töménységben, 1,15 l/m² dózisban; az *A. oligospora* készítményből 25 g-ot 10 liter vízben eloszlattunk, és (0,25%-os töménységben) 0,2 l/m² mennyiségben, a palánták tövéhez locsoltuk (**26. ábra**).



26. ábra. A kísérlet helyszíne Zsámbokon
(fotó: Stingli 2014)

A kísérlet során nyolc ismétlést végeztünk, minden ismétlésben nyolc parcella került kialakításra, Trifender, Artis és kontroll váltakozásával. A kísérleti elrendezést a **27. ábra** mutatja.

K	A	K	T	K	A	K	T	K	A	K	T	K	A	K	T	K
K	T	K	A	K	T	K	A	K	T	K	A	K	T	K	A	K

K	kontroll
A	Artis
T	Trifender

27. ábra. Hajtatott paprikában gyökérgubacs-fonálféreg elleni kezelések elhelyezkedése az egyes ismétlésekben (Zsámbok, 2014)

A kísérlet kiértékelése 2014. augusztus 14-én a Zeck-skála alapján (Zeck 1971) történt. Az értékelés előtt a paprika szára levágásra került. A megtisztított gyökerek egy részét tartósítottuk 2%-os formalinban, mikroszkópos fajhatározás céljából.

A mikroszkópos felvételek LEICA MZ 75 mikroszkóppal és LEICA Application Suite V4.4 digitális képalkotó programmal készültek.

Növénymagasság mérés 2014. június 5-én történt, minden kezelésből négy növény mérésével, vagyis ismétlésenként 16 növényt mértünk le.

A kísérleti eredmények értékelését egytényezős varianciaanalízissel és Tukey-féle post-hoc teszttel végeztük.

3.7. A Zsámbokon végzett tenyészedenyes biológiai védekezési kísérlet (Trifender és Artis kezelések különböző kombinációkban) módszere

Tenyészedenyes kísérletünket szintén Zsámbokon állítottuk be, amely során 2014. május 18-án paprika palántákat (Senator fajta) ültettünk 5 literes tenyészedenyekbe fűtetlen fóliasátorban (**28. ábra**).



28. ábra. A tenyészedenyes kísérlet elrendezése Zsámbokon (fotó: Gódor 2014)

A palánták felét mesterségesen fertőztük, a gyökérzet mellé helyezett *Meloidogyne* spp. - vel fertőzött karalábégyökerekkel. A vegetációs idő alatt csepegtető öntözés biztosította a kiegyensúlyozott talajnedvességet.

A kezelésre a kiültetés után egy héttel került sor. A vizsgálatba vont készítmény a fóliasátras kísérlethez hasonlóan, a Trifender (mikrobiológiai terméskövelő anyag); nedvesíthető por (WP), melynek hatóanyaga kb. 5% w/w *Trichoderma asperellum* antagonista gomba T1 (NCAIM 68/2006) törzsének konídiumai min. 5 x 10⁸ db/g koncentrációban és az Artis (*Arthrobotrys oligospora*) mikrobiológiai készítmény, nedvesíthető por (WP), melynek hatóanyaga a nematofág gomba AO1 törzse.

Mindkét készítmény esetében 1%-os szuszpenziót készítettünk és tenyészedényenként 0,2 liternyi mennyiséget juttattunk ki. Nyolc különböző kezeléssel és nyolc ismétléssel dolgoztunk, tehát összesen 64 növényt vizsgáltunk (**8. táblázat**). A két készítmény felhasználásával kialakított kezelések a következők voltak:

- kontroll (K),
- fonálféreggel fertőzött (F),
- Trifender-rel kezelt (T),
- Trifender-rel kezelt, fonálféreggel fertőzött kezelés (FT),
- *Arthrobotrys oligospora*-val kezelt (A),
- *A. oligospora*-val kezelt, fonálféreggel fertőzött kezelés (FA),
- *A. oligospora*-val és Trifender-rel kezelt (AT), valamint
- *A. oligospora*-val és Trifender-rel kezelt, fonálféreggel fertőzött kezelés (FAT).

8. táblázat. Tenyészedényes kísérlet, Artis és Trifender alkalmazása különböző kombinációkban (Zsámbok, 2014)

FAT1	AT2	FA3	A4	FT5	T6	F7	K8
AT1	FA2	A3	FT4	T5	F6	K7	FAT8
FA1	A2	FT3	T4	F5	K6	FAT7	AT8
A1	FT2	T3	F4	K5	FAT6	AT7	FA8
FT1	T2	F3	K4	FAT5	AT6	FA7	A8
T1	F2	K3	FAT4	AT5	FA6	A7	FT8
F1	K2	FAT3	AT4	FA5	A6	FT7	T8
K1	FAT2	AT3	FA4	A5	FT6	T7	F8

K	Kontroll
F	Fertőzött (fonálféreg)
T	Trifender
A	Arthrobotrys
FT	Fertőzött + Trifender
FA	Fertőzött + Arthrobotrys
AT	Arthrobotrys + Trifender
FAT	Fertőzött + Arthrobotrys + Trifender

Az Artis és a Trifender együttesen nem alkalmazható a forgalmazó cég szerint (www.kwizda.hu), de mi szeretnénk volna megvizsgálni, hogy van-e mérhető következménye az együttes alkalmazásnak.

A kiültetéskor lemért növénymagasságok alakulását a tenyészidő során további négy alkalommal tanulmányoztuk, 2014. június 21-én, július 27-én, szeptember 7-én és október 15-én.

Két alkalommal (szeptember 7-én és október 15-én) rögzítettük a növények generatív produkcióját is, melynek során négy kategóriát hoztunk létre. Külön foglalkoztunk a bimbók és virágok számával, a termések nagyságával 3 cm-ig, 3 cm-től 10 cm-ig, valamint a 10 cm-nél nagyobb bogyók is külön kategóriába kerültek. A második időpontban (október 15-én) a 10 cm-nél nagyobb termések esetében a súlyuk alakulását is vizsgáltuk.

A tenyészidő végén minden tenyészedenyben található paprika gyökere kiértékelésre került, 2014. november 29-én, a 0-10-ig terjedő Zeck-skála alapján (Zeck 1971). A 0 fertőzési szint egészséges, fertőzésmentes gyökeret jelent, a 10-es fertőzési szint pedig elpusztult növényt, elpusztult gyökérrendszerrel. A kiértékelés előtt a paprika növények szárát levágtuk, a megmaradt paprikagyökereket vízzel lemostuk, hogy a rajta lévő földtől megtisztítsuk.

A megtisztított paprikagyökerek egy részéből, mikroszkópos fajhatározást végeztünk, a rajtuk található *Meloidogyne* faj pontos meghatározására. A fajhatározást PCR-es vizsgálat is megerősítette. A PCR-es vizsgálat Adam et al. (2007) munkája alapján történt. A kísérleti eredmények értékelését egytényezős varianciaanalízissel és Tukey-féle post-hoc teszttel végeztük.

3.8. A járszági paprikatermesztés, valamint a talajlakó kártevők elleni védekezés felmérése

A Járszáiban és a környező településeken (amely hazánk egyik legjelentősebb paprikatermesztő régiója) tett kiszállásainkon, 2007 nyarán a termelőket végigjárva termesztési szokásaikról kérdeztük őket, illetve megvizsgálva a fóliasátrakat, fonálféreg fertőzésre utaló tüneteket kerestünk paprikában. A felmérésben részt vevő termelők termesztési szokásaira és a talajlakó kártevők elleni vegyszerhasználatra kívántunk választ kapni. Fő célunk pedig annak kiderítése volt, hogy mekkora kárt okoznak a gyökérgubacs-fonálféreg, hogyan védekeznek ellenük, alkalmaznak-e biológiai védekezési módszereket, és használnak-e zöldtrágyanövényeket (facélia, mustár, olajretek) a védekezéshez. A feltett kérdéseket a **10. melléklet** tartalmazza. A felmérést 2015 nyarán megismételtük, annak kiderítésére, hogy változtak-e a 2007-ben tapasztaltak.

4. EREDMÉNYEK

4.1. A Jászfényszaru végzett zöldtrágya- és riasztó növényes kísérletek eredményei

Az előzetes fertőzöttség felmérés eredménye azt mutatta, hogy a fóliasátorban foltszerű volt a fertőzés. A köztes növények kelését és növekedését tekintve megfigyeltük, hogy az olajretek kelési erélye volt a legnagyobb, helyenként a paprikát is elnyomta, ezután következett a mustár, a körömvirág, majd a facélia. Utóbbi csak helyenként kelt ki.

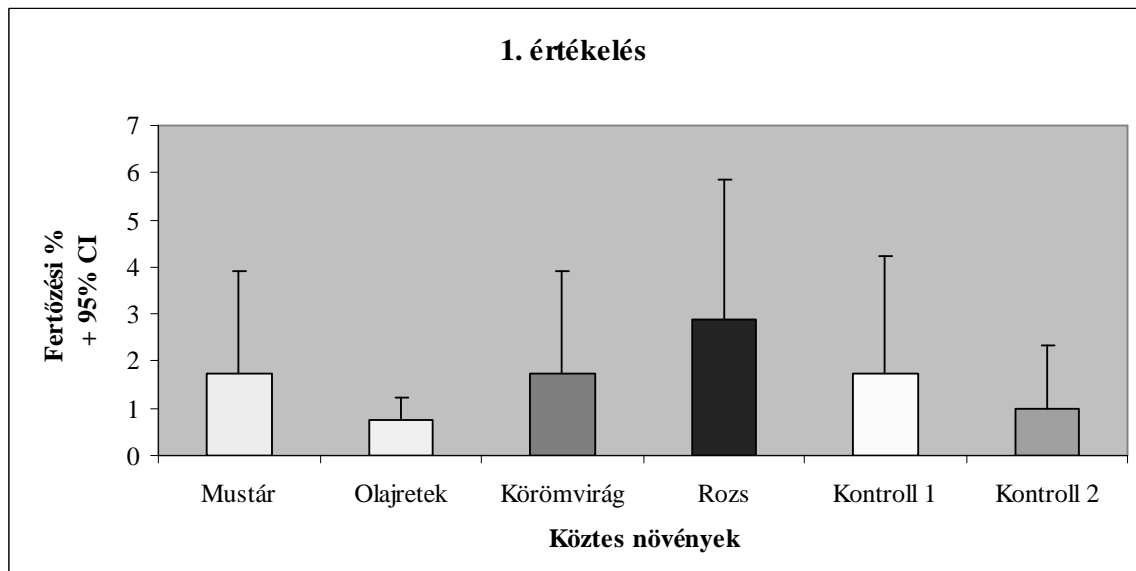
Többnyire 1 és 10% között mozgott a gubacsok számának %-os aránya. A fertőzés mértéke a széleken bizonyult a legkisebbnek, illetve 0-nak.

Az 1. értékelés során az egyes ismétlések esetében 0 - 5,5%-os értékeket tapasztaltunk (9. táblázat és 35. melléklet).

9. táblázat. A gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött paprikagyökerek %-os értékei az 1. kiértékelésnél ismétlésenként (Jászfényszaru, 2006)

Köztes növény	Fertőzési % ismétlésenként az 1. értékelés során (2006.07.05.)			
	I. ismétlés	II. ismétlés	III. ismétlés	IV. ismétlés
Mustár	5	0	1	1
Olajretek	0	1	1	1
Körömvirág	0	1	5	1
Rozs	0	5,5	5,5	0,5
Kontroll 1	0	1	5,5	0,5
Kontroll 2	0	0,5	3	0,5

Az 1. értékelés ismétléseinek átlagait tekintve a fertőzési % tekintetében, a legkisebb fertőzés az olajreteknel (0,75%), a legnagyobb a rozsnál volt (2,8%) a kontrollokhöz viszonyítva (29. ábra).



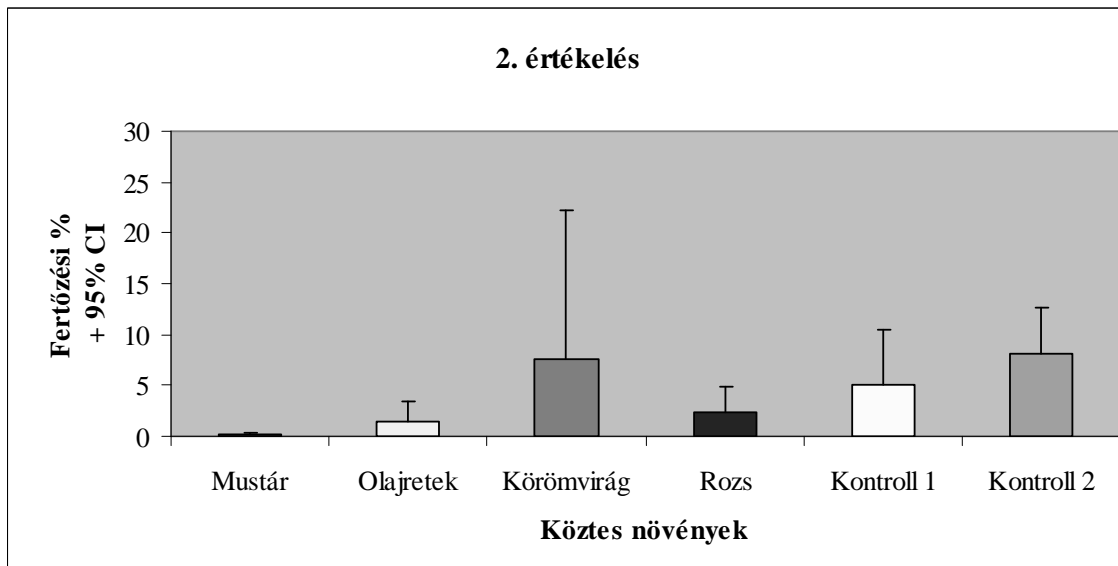
29. ábra. Köztes növények hatása hajtatott paprika növények *Meloidogyne* sp. ismétlésenkénti átlagfertőzöttségére (Jászfényszaru, 2006.07.05.)

A 2. értékelésnél a körömvirágnál kiugróan magas fertőzési %-ot (30%) tapasztaltunk (**10. táblázat** és **36. melléklet**).

10. táblázat. A gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött paprikagyökerek %-os értékei a 2. kiértékelésnél ismétlésenként (Jászfényszaru, 2006)

Köztes növény	Fertőzési % ismétlésenként a 2. értékelés során (2006.09.01.)			
	I. ismétlés	II. ismétlés	III. ismétlés	IV. ismétlés
Mustár	0	0,5	0	0
Olajretek	0	4	2	0
Körömvirág	0	30	0,5	0
Rozs	0,75	3,5	0	5,5
Kontroll 1	13	2,5	4,5	0,25
Kontroll 2	1,25	10,25	11	10,25

A 2. értékelés során az ismétlések átlagait tekintve, a legkisebb fertőzési % a mustárnál (0,125%) fordult elő, a kontroll 2-vel összehasonlítva (8,18%) (**30. ábra**).



30. ábra. Köztes növények hatása hajtatott paprika növények *Meloidogyne* sp. ismétlésenkénti átlagfertőzöttségére (Jászfényszaru, 2006.09.01.)

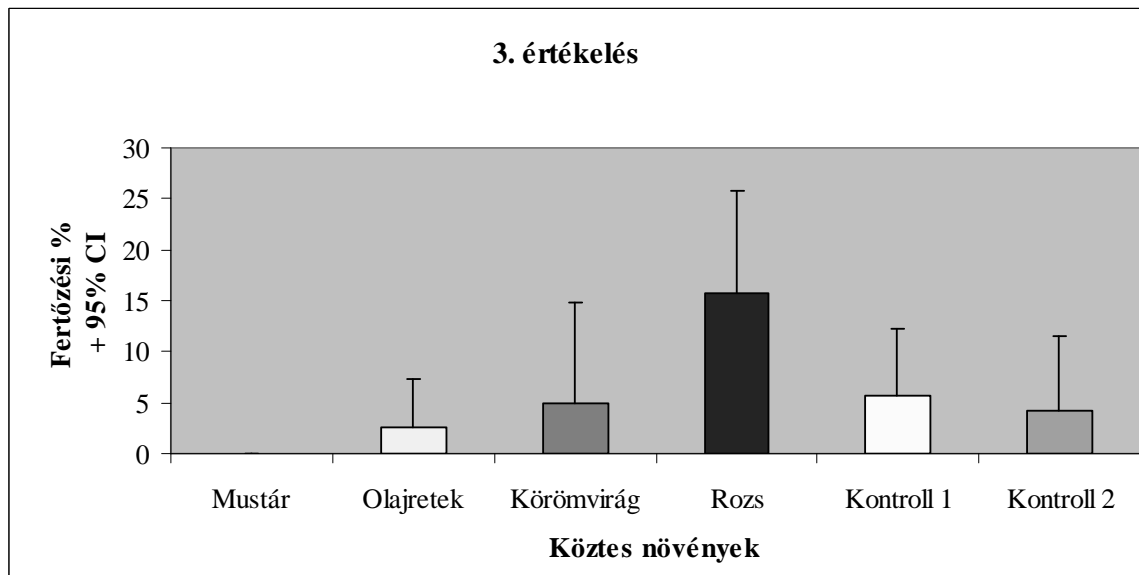
A 3. értékelés során a rozsnál tapasztaltunk kiugróan magas értéket (30,5%) (**11. táblázat** és **37. melléklet**).

11. táblázat. A gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött paprikagyökerek %-os értékei a 3. kiértékelésnél ismétlésenként (Jászfényszaru, 2006)

Köztes növény	Fertőzési % ismétlésenként a 3. értékelés során (2006.10.05.)			
	I. ismétlés	II. ismétlés	III. ismétlés	IV. ismétlés
Mustár	0	0	0	0
Olajretek	0	0	10	0
Körömvirág	0	0	20	0
Rozs	10,25	7,5	30,5	15
Kontroll 1	2,5	5,5	15	0
Kontroll 2	1,25	0,5	15,25	0

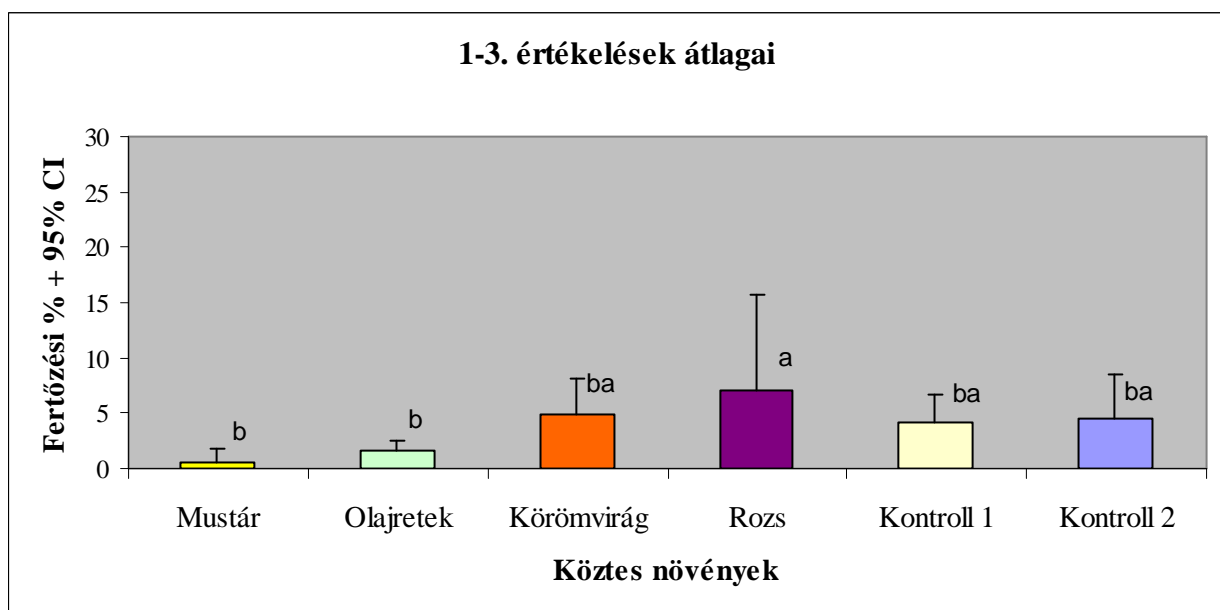
Az ismétlések átlagait nézve a fertőzési % tekintetében, a mustárnál nem tapasztaltunk fertőzést, a rozsnál viszont kimagaslóan nagy értéket tapasztaltunk (15,8%) (a 4. ismétléshez hasonlóan) (**31. ábra**).

A legtöbb helyen a rozs mellett találtunk kicsiny gombvirágot, amelyeknek közel fele közepesen fertőzött volt. A kicsiny gombvirág elnyomta a paprikát bizonyos helyeken, amelyek gyökerén 35% körüli gubacsfertőzést találtunk.



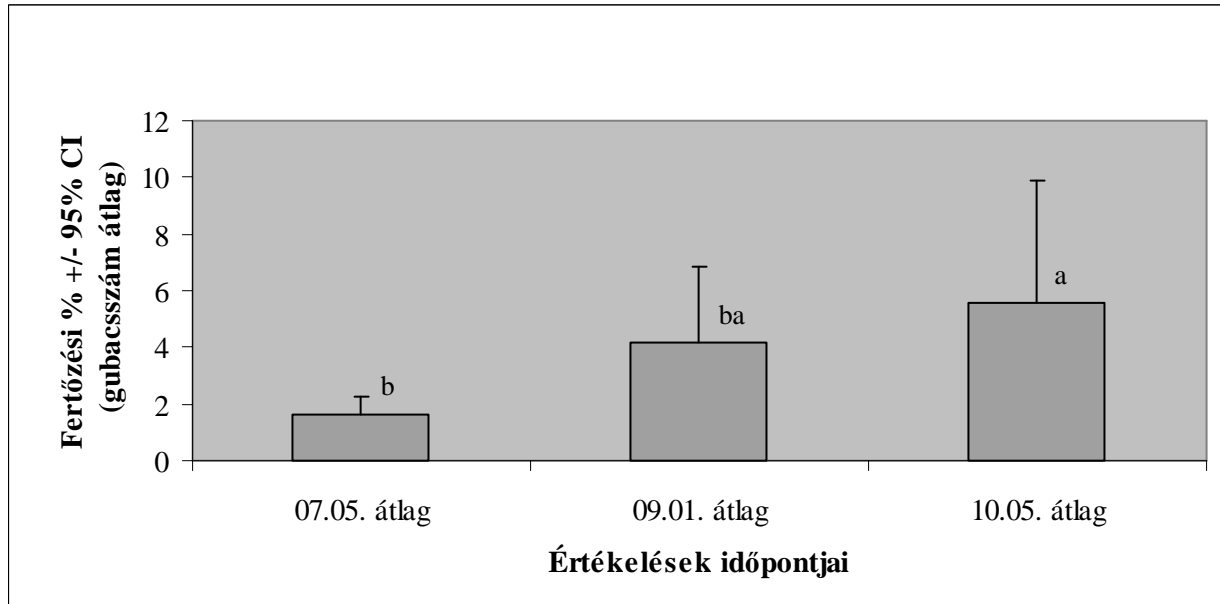
31. ábra. Köztes növények hatása hajtított paprika növények *Meloidogyne* sp. ismétlésenkénti átlagfertőzöttségére (Jászfényszaru, 2006.10.05.)

A három értékelés %-os eredményeinek összesítését a **11. melléklet** tartalmazza. A kezelés hatását tekintve az átlag gubacsszámra, a legmagasabb érték a rozsnál (7,04%), a legalacsonyabb a mustárnál (0,62%) fordult elő. A körömvirágnál tapasztalt erős fertőzöttség azonban megtévesztő, hiszen egyetlen kiugró érték okozta. Szignifikáns különbség volt a rozs és az olajretek (1,58%), illetve a rozs és a mustáron előforduló gubacsok száma között ($p < 0,05$) (**32. ábra**).



32. ábra. A köztes növények hatása az átlagos gubacsszámra (hajtított paprika, *Meloidogyne* sp. Jászfényszaru, 2006)

A zöldtrágyanövények átlagos gubacs %-ra gyakorolt hatását különböző időpontokban kiértékelve szignifikánsan nagyobb értéket tapasztaltunk az október 5-i (5,55%) értékeléskor, mint a július 5-i (1,64%) értékelésnél ($p < 0,05$) (**33. ábra**) (**12. melléklet**).



33. ábra. Zöldtrágyanövények hatása a hajtított paprika tövek *Meloidogyne* sp. fertőzöttségének időbeli alakulására (Jászfényszaru, 2006)

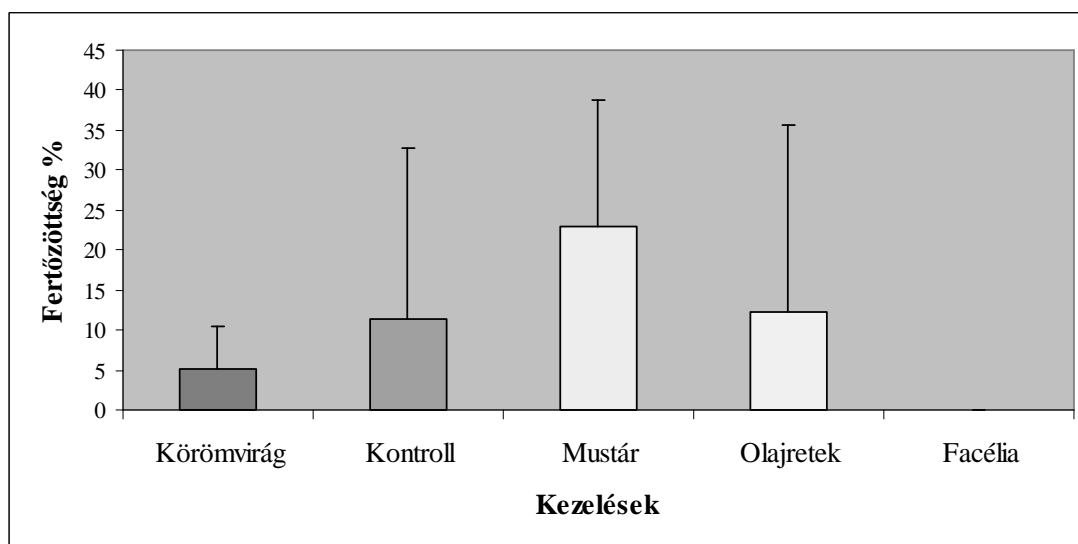
4.2. A Gödöllőn, zöldtrágya- és riasztó növényekkel végzett tenyészedényes kísérlet eredményei

A tenyészedényes kísérlet kiértékelése során az egyes ismétléseknél tapasztalt fertőzöttségi % értékek 0 és 60% között voltak (**12. táblázat**).

12. táblázat. A gubaccsal fertőzött paprikagyökerek %-os értékei a tenyészedényes kísérletben ismétlésenként (Gödöllő, 2006)

Zöldtrágya- és riasztó növények	Fertőzési % ismétlésenként a tenyészedényes kísérlet során (Gödöllő, 2006)				
	I. ismétlés	II. ismétlés	III. ismétlés	IV. ismétlés	V. ismétlés
Körömvirág	5	0	0,5	15	5
Kontroll	1	1	55	0	0
Mustár	25	0	50	20	20
Olajretek	1	0	60	0	0
Facélia	0	0	0	0	0

A facélia gyökereit tartalmazó talajban egyetlen paprikanövény gyökerén sem mutatkoztak gubacsok. A többi kezelésben a gubacsosodás mértéke nem tért el szignifikánsan a kontrolltól (**34. ábra**).



34. ábra. Az egyes kezelések hatása a gyökérgubacs-fonálféreg fertőzésére a tenyészedényes kísérletben (Gödöllő, 2006)

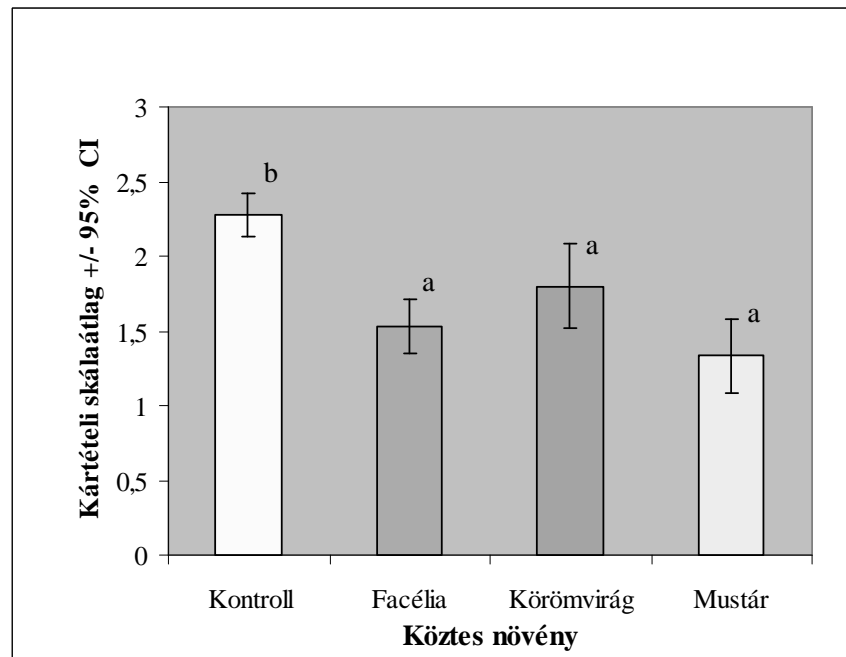
4.3. A Röszkén végzett zöldtrágya- és riasztó növényes kísérletek eredményei

4.3.1. A fóliasátrak gyökérgubacs-fonálféreg fertőzöttségének vizsgálata (2005-2006)

2005. október 27-30. között, a gubacsok számának értékelése során (előzetes fertőzöttség felmérés), az I-es fóliasátorban volt a legtöbb gubacs a paprikák gyökerein 3,36-os átlagértékkel, a másik két fóliasátorhoz viszonyítva. A II. és III. fóliasátorban megközelítőleg egyforma szintet mutatott a gyökérgubacs-fonálféreg fertőzés, 2,67 és 2,77-es átlagértékekkel (**13-15. melléklet**).

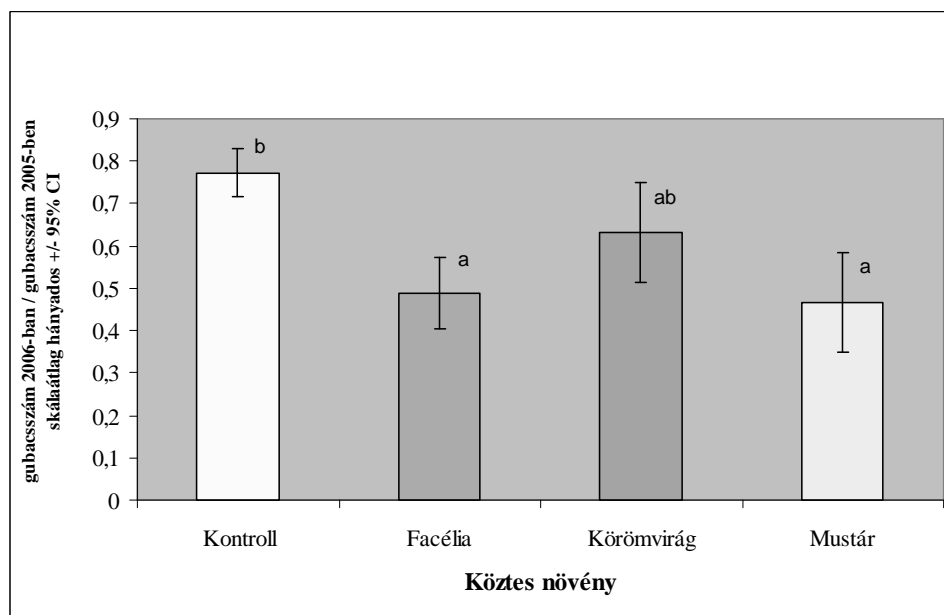
2006 októberében a már letermett paprika gyökerének gyökérgubacs-fonálféreg fertőzöttség vizsgálata közepes fertőzöttséget mutatott, a 4-es skálaérték csak egyszer fordult elő. Az I. fóliasátorban 2,16, a II.-ban 1,8, a III.-ban 1,72-es átlagértékeket tapasztaltunk (**16-18. melléklet**).

A gubacsosodás mértékének alakulását nézve az egyes szakaszokon megállapítható, hogy szignifikáns különbség volt a köztes növények (vagyis a facélia, körömvirág és mustár esetén is) és a kontroll területek között (**35. ábra**). A legtöbb gubacs a kontroll területeken lévő paprika gyökerén volt, a legkevesebb a mustár és a facélia szakaszokban.



35. ábra. A köztes növények hatása a gyökérgubacs-fonálféreg károsítására (hajtított paprika, *Meloidogyne incognita*, Röske, 2006)

Az abszolút skálaértékeken alapuló eredményekhez hasonlóan a relatív (az előző év fertőzöttségéhez viszonyított) gubacsosodás mértéke is a kontroll szakaszokban volt a legnagyobb, a facélia és mustár melletti állományokban pedig a legkisebb. A körömvirág hatása itt sem mutatott szignifikáns különbséget, viszont a kontroll és a facélia, illetve a kontroll és a mustár között igen (**36. ábra**).



36. ábra. A 2005-ös és a 2006-os évi gyökérgubacs-fonálféreg fertőzés mértékének összehasonlítása (hajtított paprika, *Meloidogyne incognita*, Röske)

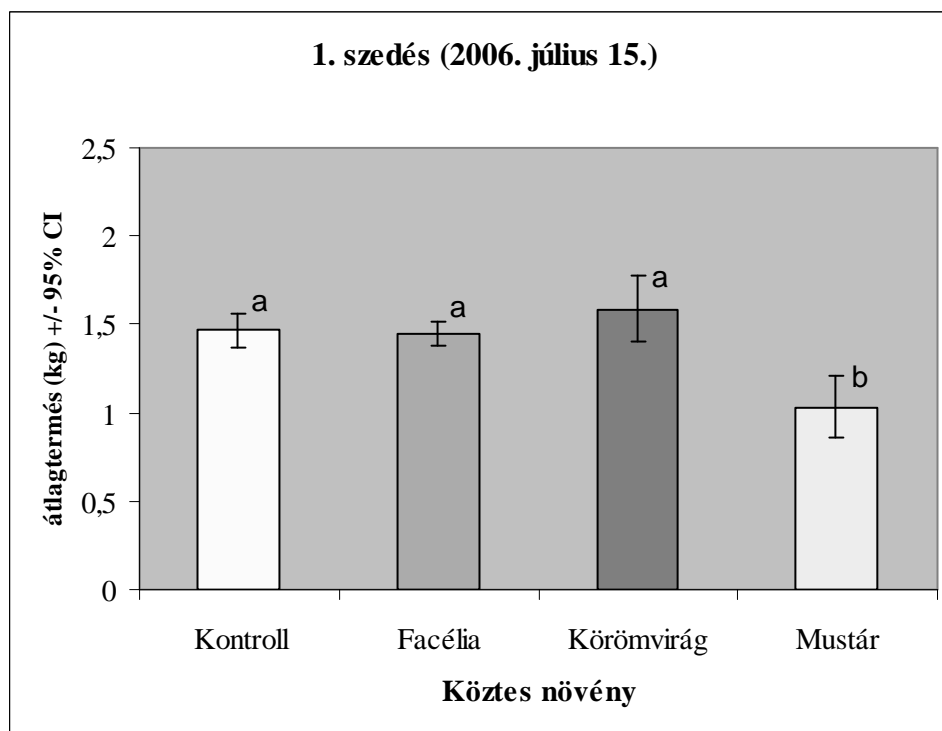
Térképszerűen egymásra vetítve a két év fertőzöttségi adatait megállapítható, hogy a korreláció nagyon gyenge volt közöttük. Ez alapján kijelenthető, hogy az előfertőzöttség egyenetlensége számottevően nem torzította a kísérlet eredményeit.

A fertőzöttség mértéke minden kezelésben kisebb volt, mint az előző esztendőben (**16-18. melléklet**).

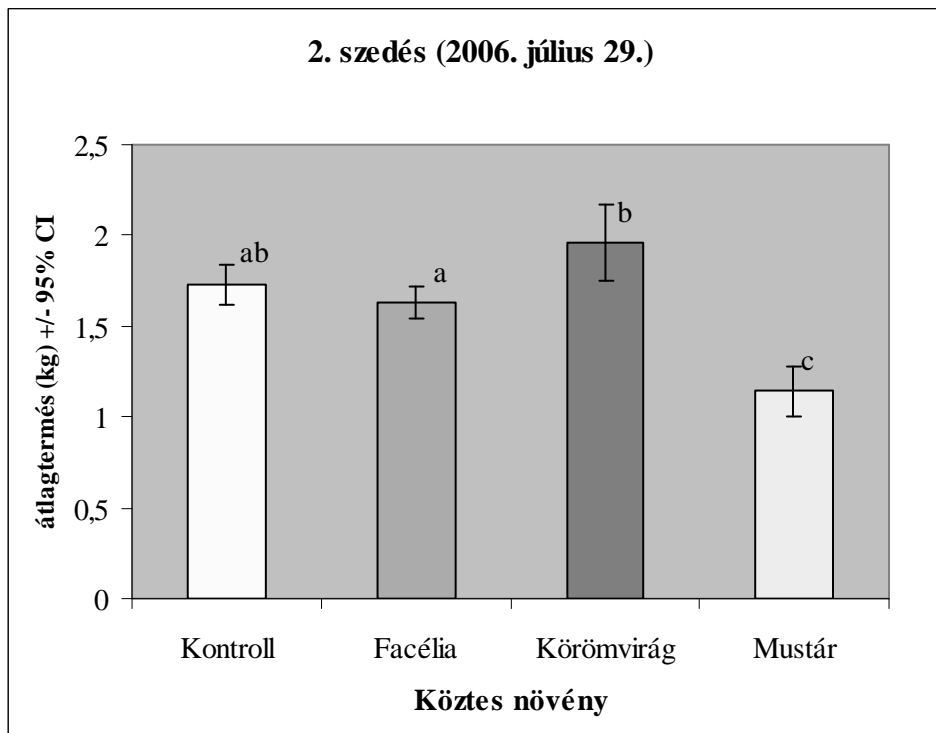
4.3.2. Termésmennyiség

Az első szedés, ahol termésérés is történt, 2006. július 15-én volt, az egyes zöldtrágyanövény szakaszok külön-külön kerültek lemérésre. A második szedés 2006. július 29-én történt, mindhárom fóliasátorban nagyobb termést mértünk, mint az első szedés során (**19-21. melléklet**).

A terméseredmények hasonlóan alakultak mindkét szedés esetében. A túl sűrű és magas fehér mustár és facélia szakasz mellett több olyan paprika tő is előfordult, amelynek szára elszáradt. A mustár melletti paprikatövek mindkét szedéskor szignifikánsan kevesebb termést adtak, mint a többi kezelés paprikatövei (**37. és 38. ábra**).



37. ábra. Köztes növények hatása hajtatott paprika termésátlagaira (1. szedés) [kg/2 fm] (Röszke, 2006)



38. ábra. Köztes növények hatása hajtatott paprika termésátlagaira (2. szedés) [kg/2 fm] (Röszke, 2006)

4.4. A Pusztamonostoron végzett biológiai védekezési kísérletek (Trifender és *A. oligospora* kezelések) eredményei

4.4.1. Előzetes gyökérgubacs-fonálféreg fertőzöttség felmérés

A Trifender esetében az előző kultúrában végzett előzetes fertőzöttség felmérés eredménye azt mutatta, hogy a fóliasátorban a Zeck-skála szerinti 2-es (46 tő) és 3-as (30 tő) szintű fertőzés dominált. Előfordult még 1-es (23 tő), 4-es (6 tő), 5-ös (2 tő) és 6-os (3 tő) szintű fertőzés is. Nem találtunk fertőzést 7 mintavételi helyen (**39. ábra**).

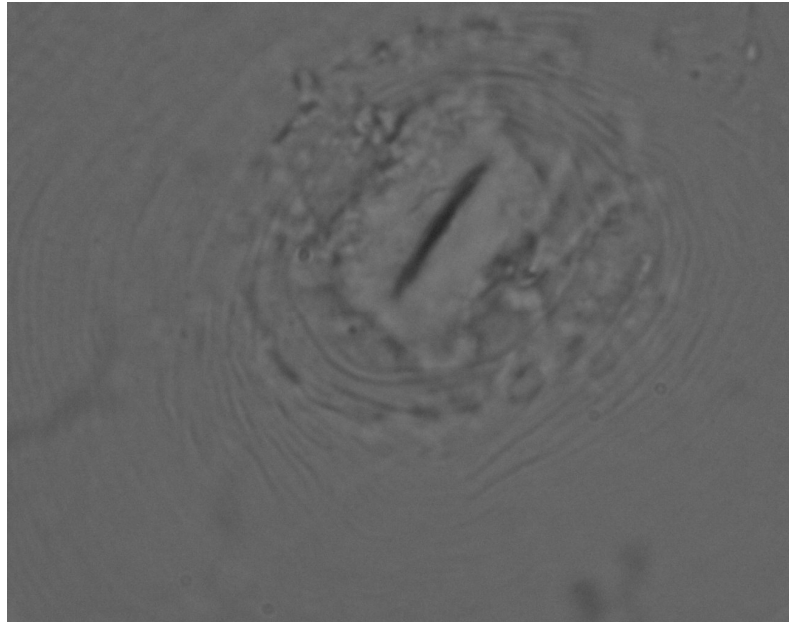
A. oligospora esetében a fertőzés 3-as (34 tő) és 4-es (42 tő) szintű volt átlagosan, de találtunk a Zeck-skála szerinti 5-ös (11 tő), 6-os (2 tő) és 7-es (3 tő) szintű fertőzéssel is. A fóliasátorban tehát erős fertőzést tapasztaltunk (**40. ábra**).

1. sor																																			
2. sor	2	0	2	4	5	4	3	3	3	3	4	4	4	4	0	1	3	3	1	3	0	2	3												
3. sor	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	2	4	6	3	3	5	3	6	4	3	4	2	4	0	2	4	4	5	5	5	3
Bejárat	ÚT										ÚT																								
4. sor	4	3	4	7	4	4	4	3	4	7	7	5	4	4	5	4	4	2	3	0	3	3	3	1	2	3	0	2	3	4					
5. sor	4	2	3	4	5	4	4	3	4	3	3	3	2	5	4	5	3	2	0	0	2	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3	2			
6. sor																																			

40. ábra. Gyökérgubacs-fonálféreg (gubacs) fertőzés előzetes felmérés eredménye *A. oligospora* kezelés előtt Gaheris folytonnövény paradicsomban (Pusztamonostor, 2008)

4.4.2. A fóliasátorban előforduló *Meloidogyne hapla* faj meghatározása

A fajmeghatározás során megállapítottuk, hogy a fóliasátorban a *Meloidogyne hapla* nőtényei (**41. ábra**) fordultak elő mindkét kezelésnél (Trifender és *A. oligospora*). Hímeket nem találtunk, ami a *M. hapla*-nál gyakori jelenség.

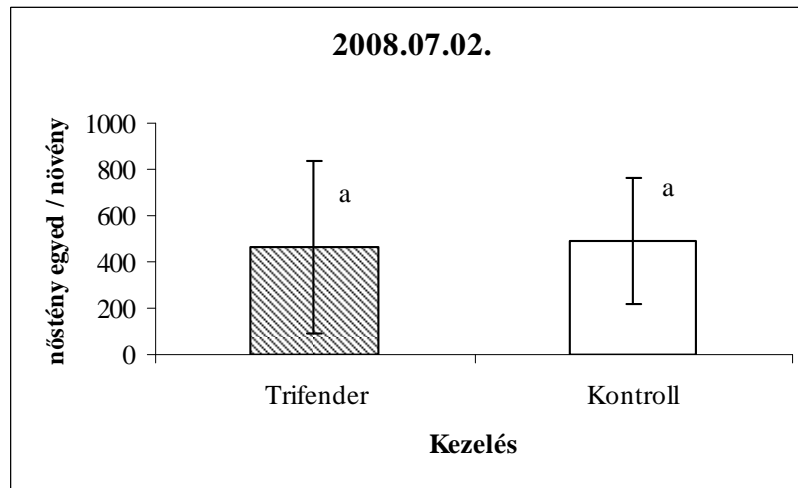


41. ábra. *Meloidogyne hapla* nőtény perineuma
(fotó: Elekesné 2008)

4.4.3. *Meloidogyne hapla* nőtények egyedszámának megállapítása

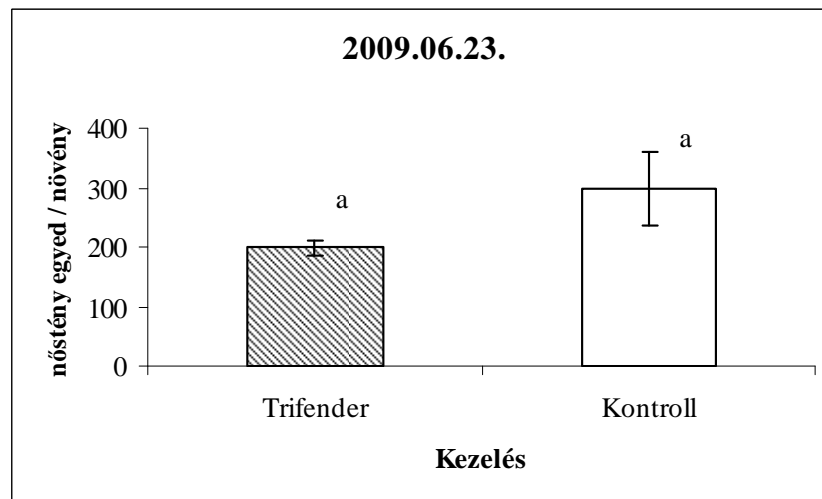
Trifender-es kezelés

A 2008-as eredmények alapján a kezelt és a kezeletlen paprikák gyökerén kifejlődött *Meloidogyne* nőtények számában szignifikáns különbséget nem állapítottunk meg ($p=0,920$). Tehát a Trifender nem hatott a nőtények egyedszámára (**42. ábra**), viszont jelentős volt a különbség az egyes ismétlések között. A Trifender-es kezelésben növényenként a nőtények átlagos egyedszáma 465, a kezeletlen részen 490 volt (**22. melléklet**).



42. ábra. Trifender-rel kezelt és kezeletlen paprika gyökérgubacs-fonálféreggel való fertőzöttségének összehasonlítása (+/-95% CI) (Pusztamonostor, 2008)

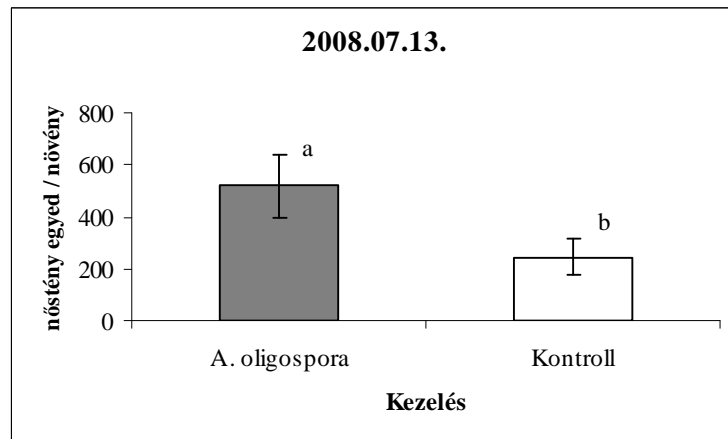
A 2009-es eredmények alapján a Welch-teszt (kétmintás t-próba nem egyenlő szórásnégyzeteknél) szerint szintén nem volt szignifikáns különbség ($p=0,056$) kimutatható a Trifender-rel kezelt és a kezeletlen minták között (**43. ábra**). Az ismétlésenkénti részletes nőstényszámot a **23. melléklet** tartalmazza. Az Abbott-formula (Abbott 1925) szerint a hatékonyság 30% körül volt, ami csak mellékhatásnak tekinthető. A Trifender-rel kezelt részen a nőstények átlagos száma 199, a kontroll részen 298 volt.



43. ábra. Trifender-rel kezelt és kezeletlen paprika gyökérgubacs-fonálféreggel való fertőzöttségének összehasonlítása (+/-95% CI) (Pusztamonostor, 2009)

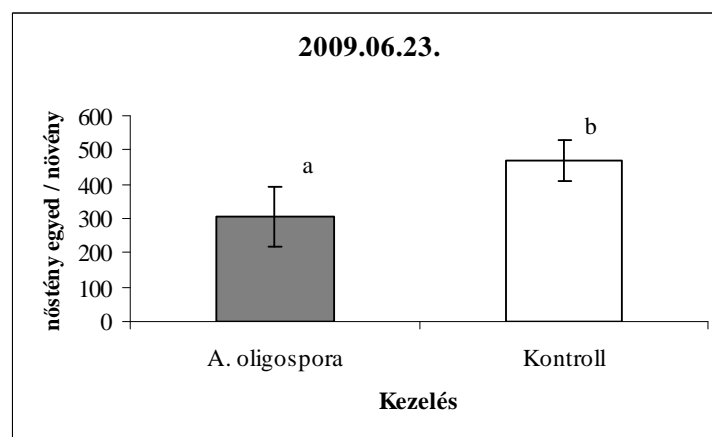
Arthrobotrys oligospora-s kezelés

A 2008-as eredmények alapján megállapítható, hogy a Welch-teszt szerint szignifikánsan ($p=0,012$) több nőstény fordult elő az *A. oligospora*-val kezelt paprikagyökerek között a kezeletlenekhez képest (**44. ábra**). A kezelt részen lévő nőstények egyedszámának átlagértéke 518, a kezeletlen részről származóké 243 volt. A nőstények számát ismétlésenként a **24. melléklet** tartalmazza.



44. ábra. *Arthrobotrys oligospora*-val kezelt és kezeletlen paprika gyökérgubacs-fonálféreggel való fertőzöttségének összehasonlítása (+/-95% CI) (Pusztamonostor, 2008)

A 2009-es év eredményei szerint szignifikánsan kevesebb nőstény volt ($p=0,027$) az *A. oligospora*-val kezelt paprikagyökereken, mint a kezeletlen mintákon (**45. ábra**). A kezelt részen lévő nőstények egyedszámának átlagértéke 304, a kezeletlen részről származóké 469. Az Abbott-formula (Abbott 1925) szerint a hatékonyság 35% körül volt, ami itt is csak mellékhatásnak tekinthető (**25. melléklet**).



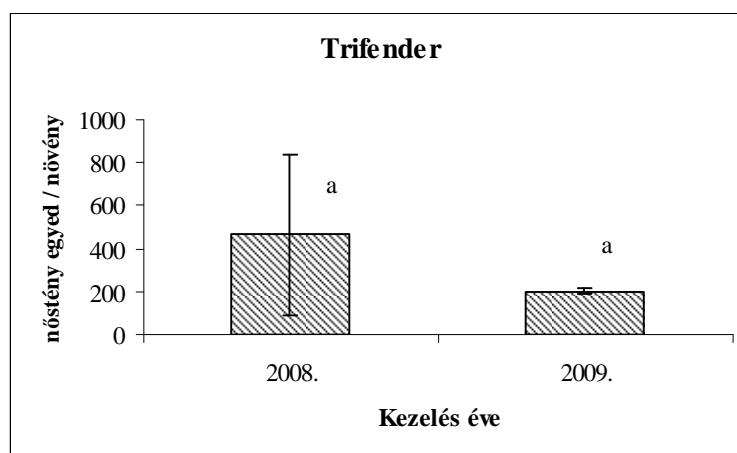
45. ábra. *Arthrobotrys oligospora*-val kezelt és kezeletlen paprika gyökérgubacs fonálféreggel való fertőzöttségének összehasonlítása (+/-95% CI) (Pusztamonostor, 2009)

A két év kezeléseinek hatását összehasonlítva (Trifender és *A. oligospora* együtt) szignifikáns különbség volt a nőstények átlagos darabszámát tekintve, 2008-ban statisztikailag igazolhatóan több nőstény fordult elő (428,7) ($p < 0,05$), mint 2009-ben (317,3) (SAS 9.1 2004) **(13. táblázat)**.

13. táblázat. A Trifender-rel és *A. oligospora*-val kezelt nőstények átlagos egyedszáma a 2008-as és 2009-es éveket összehasonlítva

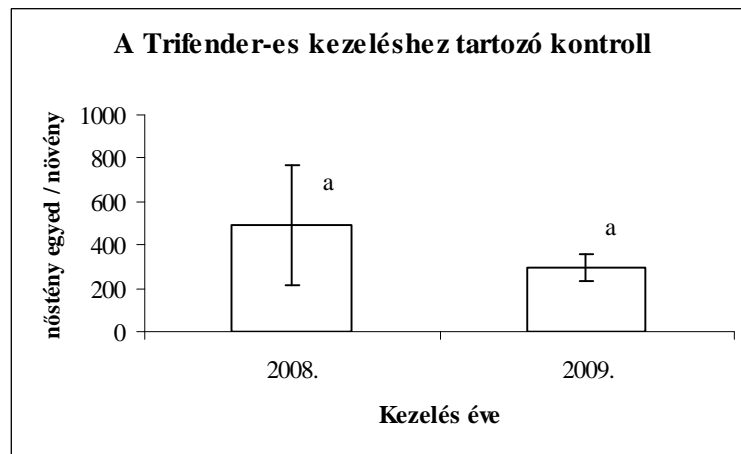
Év	Nőstények átlagos egyedszáma	Szignifikancia
2008	428,7	a
2009	317,3	b

Kezelésként nézve, a Trifender-es kezelés esetén a 2008-as és 2009-es éveket összehasonlítva, nem volt szignifikáns különbség a nőstények egyedszámát tekintve ($p = 0,259$). 2008-ban 465, 2009-ben 199 nőstény fordult elő átlagosan **(46. ábra)**.



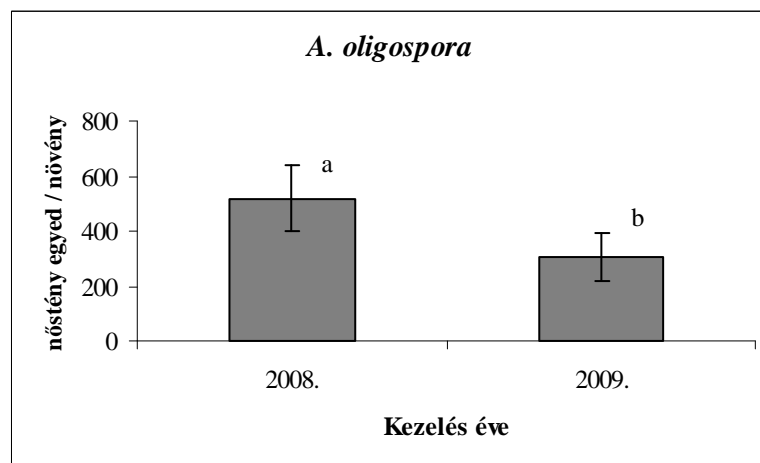
46. ábra. A 2008-as és 2009-es években előforduló *Meloidogyne hapla* nőstények egyedszámának összehasonlítása a Trifender-es kezelés esetén (+/-95% CI) (Pusztamonostor)

A Trifender-es kezelésnél a kontroll esetében szintén nem volt szignifikáns különbség ($p = 0,274$) a 2008-ban és 2009-ben előforduló nőstények számában. Ugyanakkor csökkent az egyedszám, mert 2008-ban 490, 2009-ben 298 nőstény fordult elő átlagosan **(47. ábra)**.



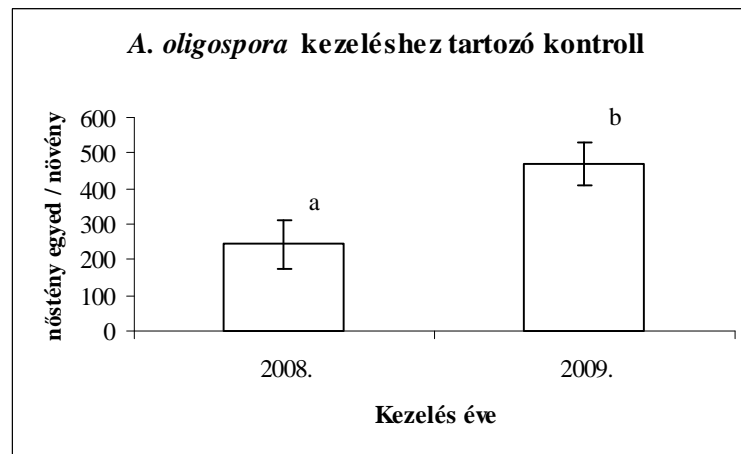
47. ábra. A 2008-as és 2009-es években előforduló *Meloidogyne hapla* nőstények egyedszámának összehasonlítása a kontroll esetén a Trifender-es kezelésnél (\pm 95% CI) (Pusztamonostor)

Az *Arthrobotrys oligospora*-val kezelt paprikák esetében szignifikánsan több nőstény volt a 2008-as évben, mint 2009-ben ($p=0,038$). 2008-ban 518, 2009-ben 304 nőstény fordult elő (**48. ábra**).



48. ábra. A 2008-as és 2009-es években előforduló *Meloidogyne hapla* nőstények egyedszámának összehasonlítása az *Arthrobotrys oligospora* kezelésnél (\pm 95% CI) (Pusztamonostor)

Az *Arthrobotrys oligospora*-hoz tartozó kontroll esetében statisztikailag igazolhatóan több nőstény fordult elő 2009-ben, mint 2008-ban ($p=0,003$) (**49. ábra**). A nőstények száma 2009-ben 469, 2008-ban 243 volt.

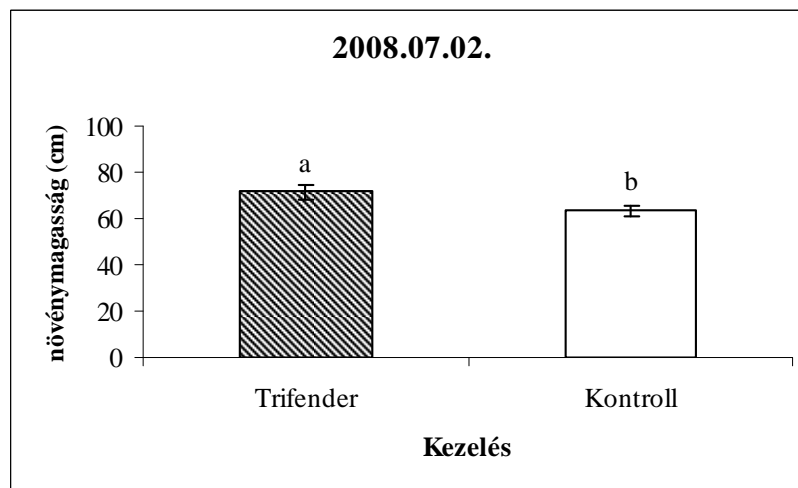


49. ábra. A 2008-as és 2009-es években előforduló *Meloidogyne hapla* nőstények egyedszámának összehasonlítása az *Arthrobotrys oligospora*-hoz tartozó kontroll esetén (\pm 95% CI) (Pusztamonostor)

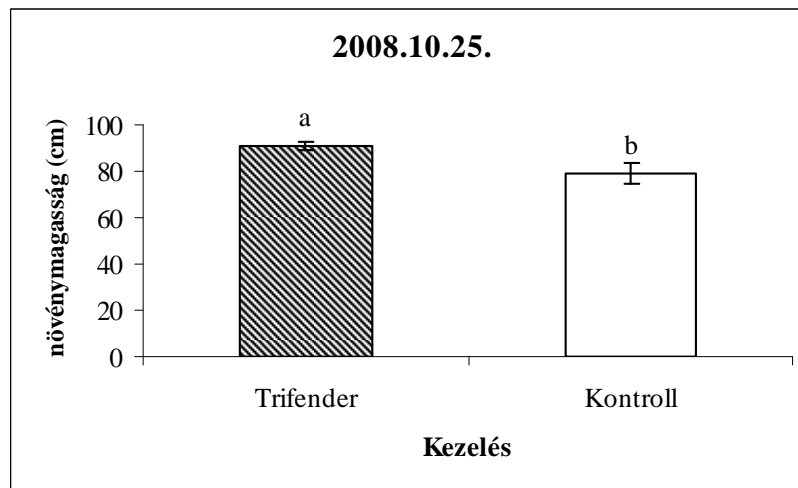
4.4.4. A paprika növények magassága

Trifender-es kezelés

Az 1. mérés (2008. július 2.) eredménye alapján 2008-ban, a Trifender-rel kezelt növények átlagosan 8 cm-rel (71 cm) (**50. ábra**), a 2. mérés során (2008. október 25.) átlagosan 12 cm-rel (90 cm) magasabbak voltak a kezeletlenhez képest (**51. ábra**). A részletes táblázatot a **26. melléklet** tartalmazza. A Trifender-rel kezelt növények a kontroll növényeknél szignifikánsan magasabbnak bizonyultak mind a két mérés során ($p=0,015$, illetve $p=0,009$).



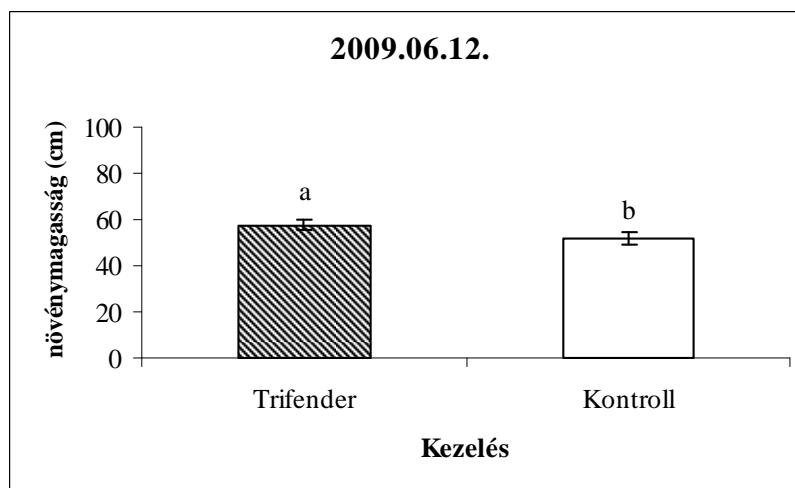
50. ábra. Trifender hatása gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött paprika növénymagasságára, 1. mérés (\pm 95% CI) (Pusztamonostor, 2008)



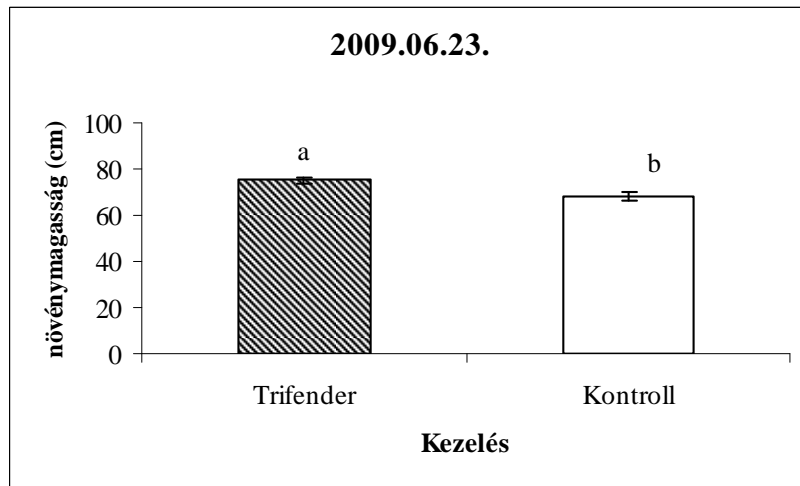
51. ábra. Trifender hatása gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött paprika növénymagasságára, 2. mérés (+/-95% CI) (Pusztamonostor, 2008)

A 2009-es év 1. (2009. június 12.), 2. (2009. június 23.) és 3. (2009. augusztus 26.) mérése alapján a különbség szignifikánsnak mutatkozott ($p=0,016$, $p=0,002$ és $p=0,019$) a Trifender-rel kezelt és a kezeletlen kontroll között (**52-54. ábra**).

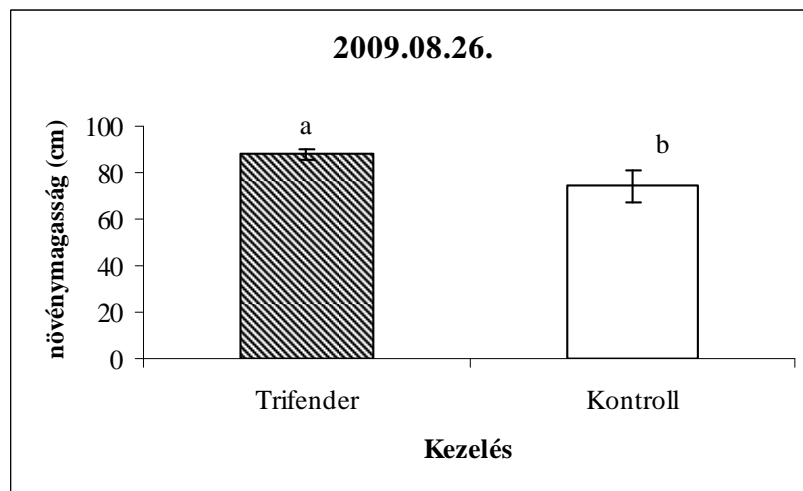
Az 1. mérés alkalmával a kezelt növények 6 cm-rel (57 cm), a 2. mérés során 7 cm-rel, (75 cm) a 3. mérésnél 13 cm-rel (87 cm) magasabbak voltak átlagosan (**27. és 28. melléklet**).



52. ábra. Trifender hatása gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött paprika növénymagasságára, 1. mérés (+/-95% CI) (Pusztamonostor, 2009)



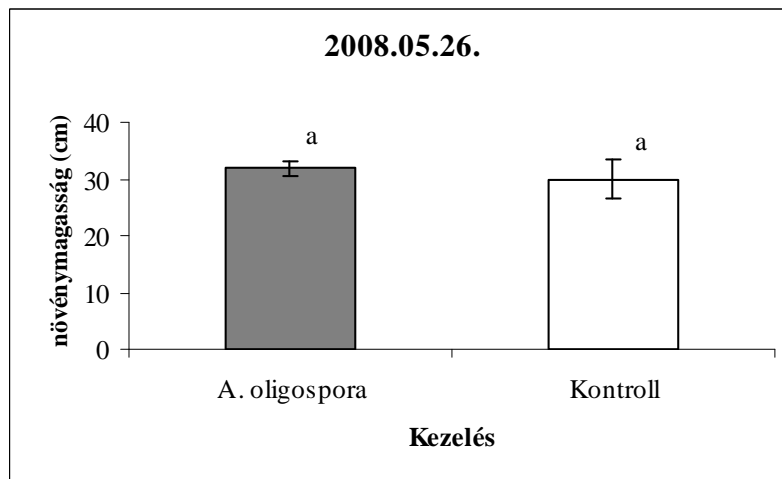
53. ábra. Trifender hatása gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött paprika növénymagasságára, 2. mérés (+/-95% CI) (Pusztamonostor, 2009)



54. ábra. Trifender hatása gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött paprika növénymagasságára, 3. mérés (+/-95% CI) (Pusztamonostor, 2009)

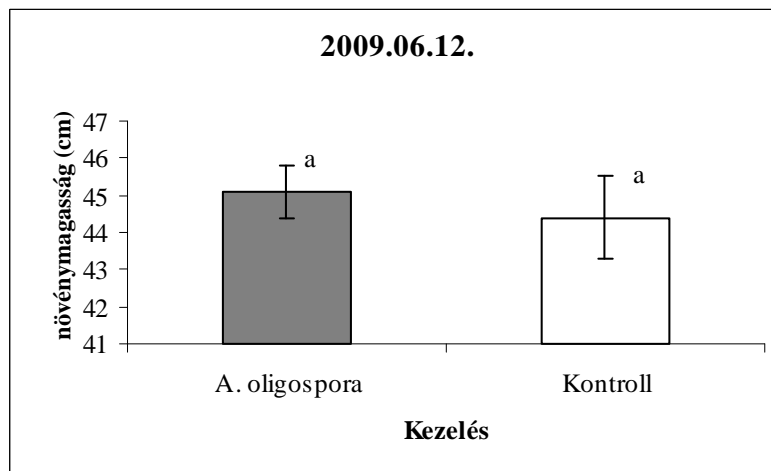
Arthrobotrys oligospora-s kezelés

Az *A. oligospora*-val kezelt növények 2 cm-rel (31 cm) magasabbak voltak átlagosan a kezeletlen növényekhez képest 2008-ban (**29. melléklet**). A Welch-teszt alapján a kezelt és a kezeletlen növények között nem volt szignifikáns különbség ($p=0,339$) (**55. ábra**).

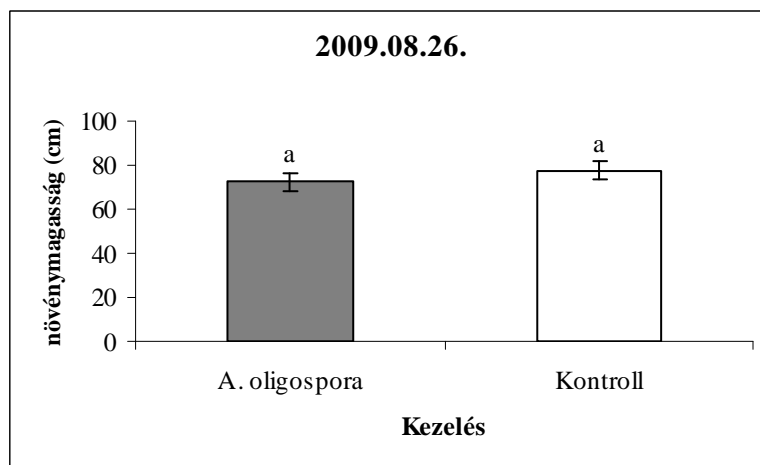


55. ábra. *Arthrotrys oligospora* hatása gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött paprika növénymagasságára (+/-95% CI) (Pusztamonostor, 2008)

2009-ben az 1. (2009. június 12.) és a 2. mérés (2009. augusztus 26.) alkalmával a különbség nem volt szignifikáns a kezelt és a kezeletlen növények között ($p=0,353$ és $p=0,131$). Az 1. mérésnél a kezelt növények 1 cm-rel (45 cm) magasabbak, a 2. esetében viszont 5 cm-rel alacsonyabbak (72 cm) voltak átlagosan (**56. és 57. ábra**) (**30. melléklet**).



56. ábra. *Arthrotrys oligospora* hatása gubacsképző fonálféreggel fertőzött paprika növénymagasságára (+/-95% CI) (Pusztamonostor, 2009)



57. ábra. *Arthrotrrys oligospora* hatása gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött paprika növénymagasságára (+/-95% CI) (Pusztamonostor, 2009)

A két év kezeléseit (Trifender és *A. oligospora* együtt) összehasonlítva szignifikáns különbség volt a növények átlagos magasságát tekintve a 2008-as és a 2009-es év között. 2008-ban (73,2 cm) szignifikánsan magasabbak voltak a növények, mint 2009-ben (64,4 cm) ($p < 0,05$) (14. táblázat).

14. táblázat. A növények átlagos magassága a 2008-as és 2009-es évek kezeléseit (Trifender és *A. oligospora* együtt) összehasonlítva

Év	Növények átlagos magassága (cm)	Szignifikancia
2008	73,2	a
2009	64,4	b

A Trifender-es kezelés hatását tekintve a növények átlagos magasságára 2008-ban, szignifikánsan magasabbak voltak a kezelt növények (81,1 cm) a kontrollhoz (71,1 cm) képest ($p < 0,05$) (15. táblázat).

15. táblázat. A növények átlagos magassága a Trifender-es kezelés esetén 2008-ban

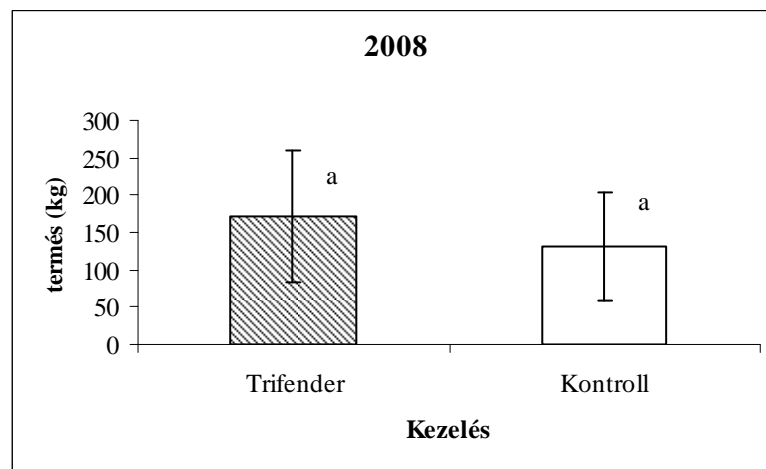
Kezelés	Növények átlagos magassága (cm)	Szignifikancia
Trifender	81,1	a
Kontroll	71,1	b

4.4.5. Termésmennyiség

Trifender-es kezelés

A 3. és a 4. szedés során 2008-ban, 25%, illetve 35%-os termésnövekedést tapasztaltunk a kezelt részről leszedett paprika mennyiségében (**31. melléklet**). A 3. szedés során a Trifender-rel kezelt területen 31,6 kg-mal, a 4. szedés alkalmával 48 kg-mal több paprika termett.

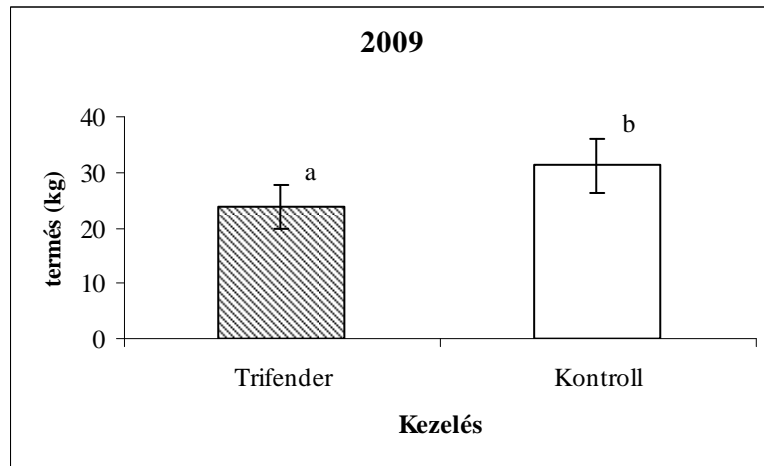
A szedések átlagértékeit tekintve statisztikailag (kétmintás t-próba) nem igazolható a kezelt (171 kg) és a kezeletlen (131,2 kg) részről leszedett paprika mennyisége közti különbség ($p=0,564$) (**58. ábra**).



58. ábra. A termésmennyiség alakulása a Trifender-es kezelésnél és a kontrollban (+/-95% CI) (Pusztamonostor, 2008)

A 2009-es évben 28%-os termésnövekedést tapasztaltunk a kezelt területen (átlag: 23,81 kg) a kezeletlenhez képest (átlag: 31,18 kg). A 11 szedés során a Trifender-rel kezelt területen átlagosan 7 kg-mal kevesebb paprika termett (**32. melléklet**).

Szignifikáns különbséget tapasztaltunk a Trifender-rel kezelt, illetve a kontroll területéről leszedett paprika átlagtermése között. A kontroll területen szignifikánsan több paprika termett ($p=0,035$) (**59. ábra**).

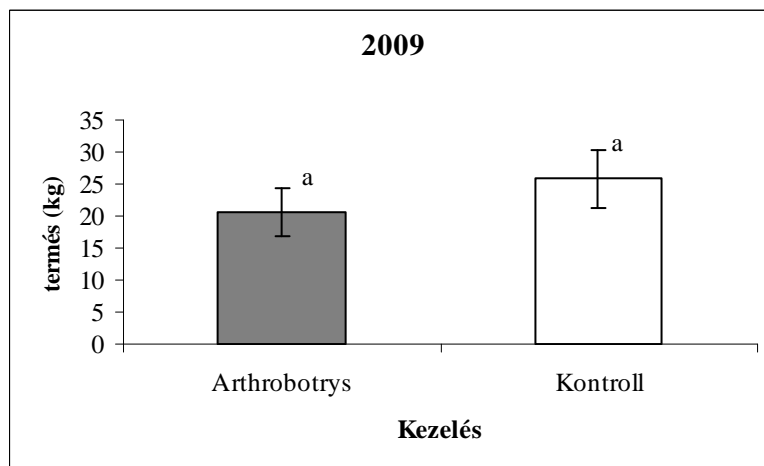


59. ábra. A termésmennyiség alakulása a Trifender-es kezelésnél és a kontrollban (+/-95% CI) (Pusztamonostor, 2009)

Arthrobotrys oligospora-s kezelés

2009-ben a szedések során 22%-os csökkenés volt tapasztalható a kezelt területen a kezeletlenhez képest átlagosan. Az *A. oligospora*-val kezelt területen 5 kg-mal kevesebb paprika termett átlagosan (**33. melléklet**).

Nem találtunk szignifikáns különbséget a kezelt (20,54 kg) és a kezeletlen (25,81 kg) rész közötti paprika termésmennyiségében ($p=0,093$) (**60. ábra**).

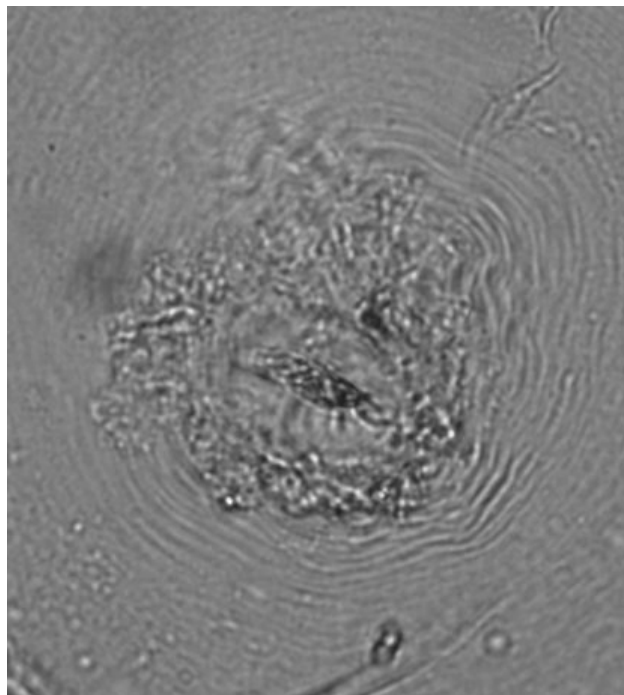


60. ábra. A termésmennyiség alakulása az *Arthrobotrys oligospora*-s kezelésnél és a kontrollban (+/-95% CI) (Pusztamonostor, 2009)

4.5. A Zsámbokon végzett fóliasátras biológiai védekezési kísérlet (Trifender és Artis kezelések) eredményei

4.5.1. A fóliasátorban előforduló *Meloidogyne* faj meghatározása

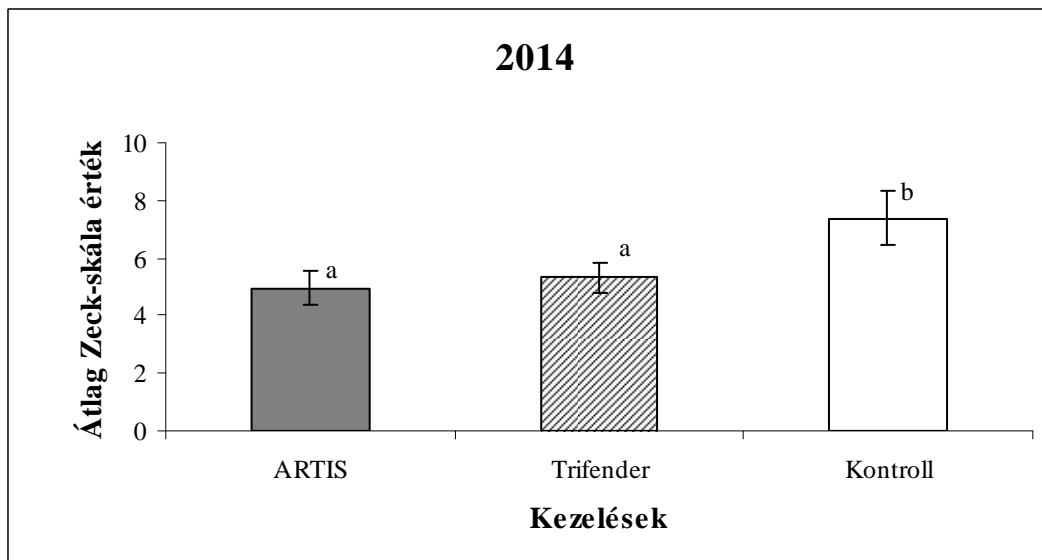
A mikroszkópos fajhatározás eredménye szerint a fóliasátorban a *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) fordult elő (61. ábra).



61. ábra. *Meloidogyne incognita* nőstény preparátum
(fotó: Bozsó 2014)

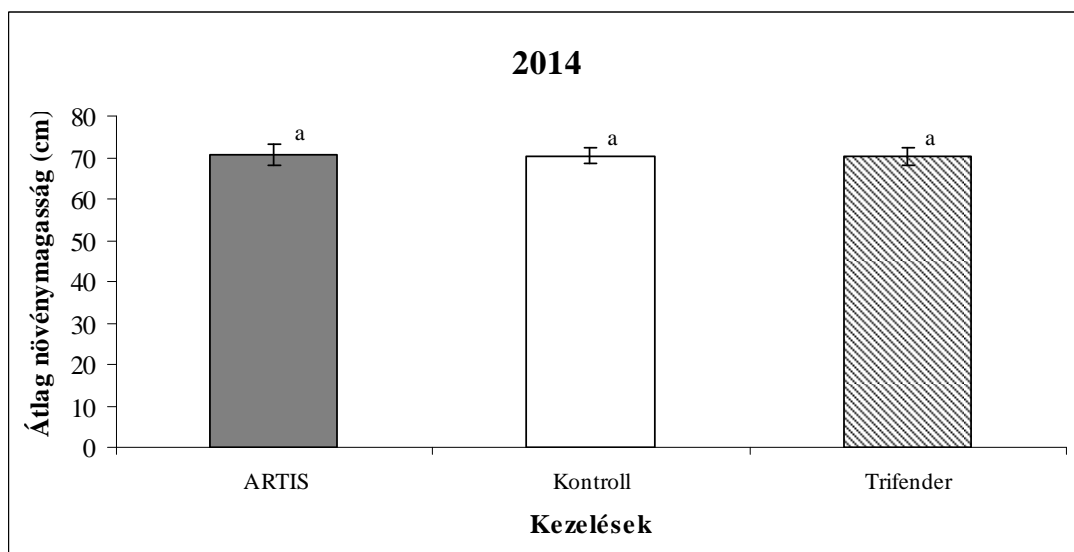
4.5.2. Zeck-skála kiértékelése után kapott eredmények

A Zeck-skála értékeit tekintve a legnagyobb skála értékek (legnagyobb fertőzés) a kontroll (7,37) esetében, a legkisebb értékek (legkisebb fertőzés) az Artis-szal (4,93) kezelt növények esetében mutatkoztak. Mind az Artis-os, mind a Trifender-es kezelés szignifikánsan kisebb értéket mutatott, mint a kontroll (62. ábra).



62. ábra. Átlag Zeck-skála értékek az egyes kezeléseknel a fóliasátras kísérletben hajtattott paprikában (+/-95% CI) (Zsámbok, 2014)

A növénymagasság mérés során kapott eredmények szerint nem volt statisztikailag igazolható a különbség az egyes kezelések között, közel azonos magasságokat mértünk (Artis 70,65; kontroll 70,25; Trifender 70,06 cm) (**63. ábra**).

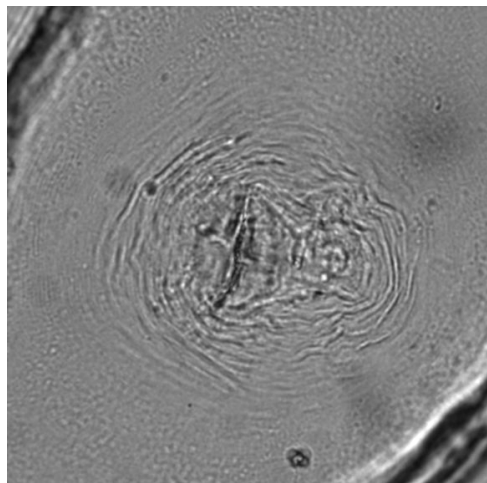


63. ábra. Átlag növénymagasság értékek az egyes kezeléseknel a fóliasátras kísérletben hajtattott paprikában (+/-95% CI) (Zsámbok, 2014)

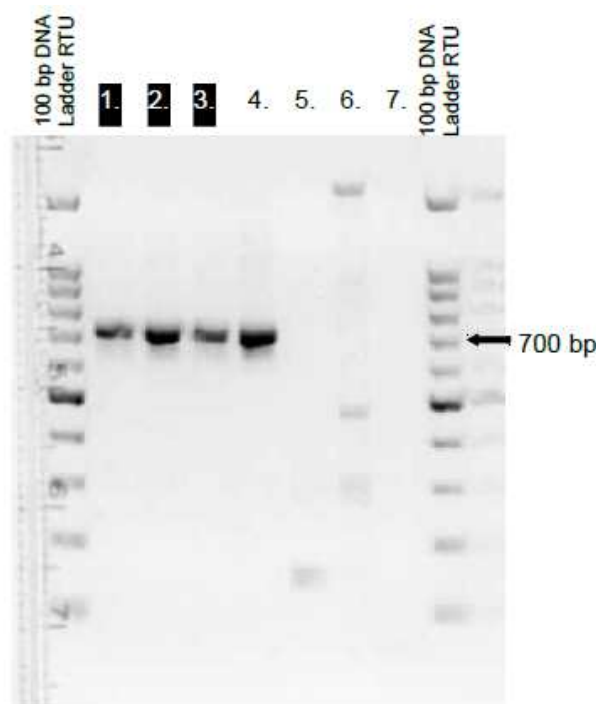
4.6. A Zsámbokon végzett tenyészedényes biológiai védekezési kísérlet (Trifender és Artis kezelések különböző kombinációkban) eredményei

4.6.1. A tenyészedényes kísérletben előforduló *Meloidogyne* faj meghatározása

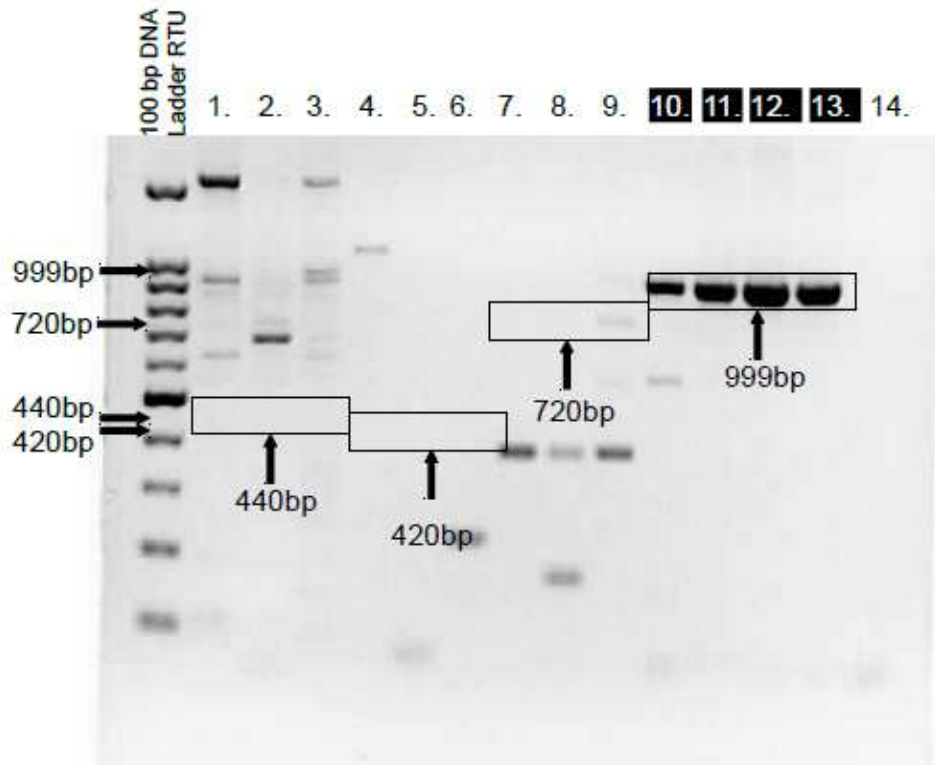
A mikroszkópos fajhatározás eredménye szerint a tenyészedényes kísérletnél is, úgymint a fóliasátras kísérletnél, a *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) fordult elő (**64. ábra**). A tenyészedényes kísérlet esetében PCR-es vizsgálat is megerősítette az eredményt. (A DNS fragmenteket 2%-os, TAE pufferral készített agaróz gélen futtattuk) (**65. és 66. ábra**).



64. ábra. *Meloidogyne incognita* nőstény preparátum (fotó: Bozsó 2014)



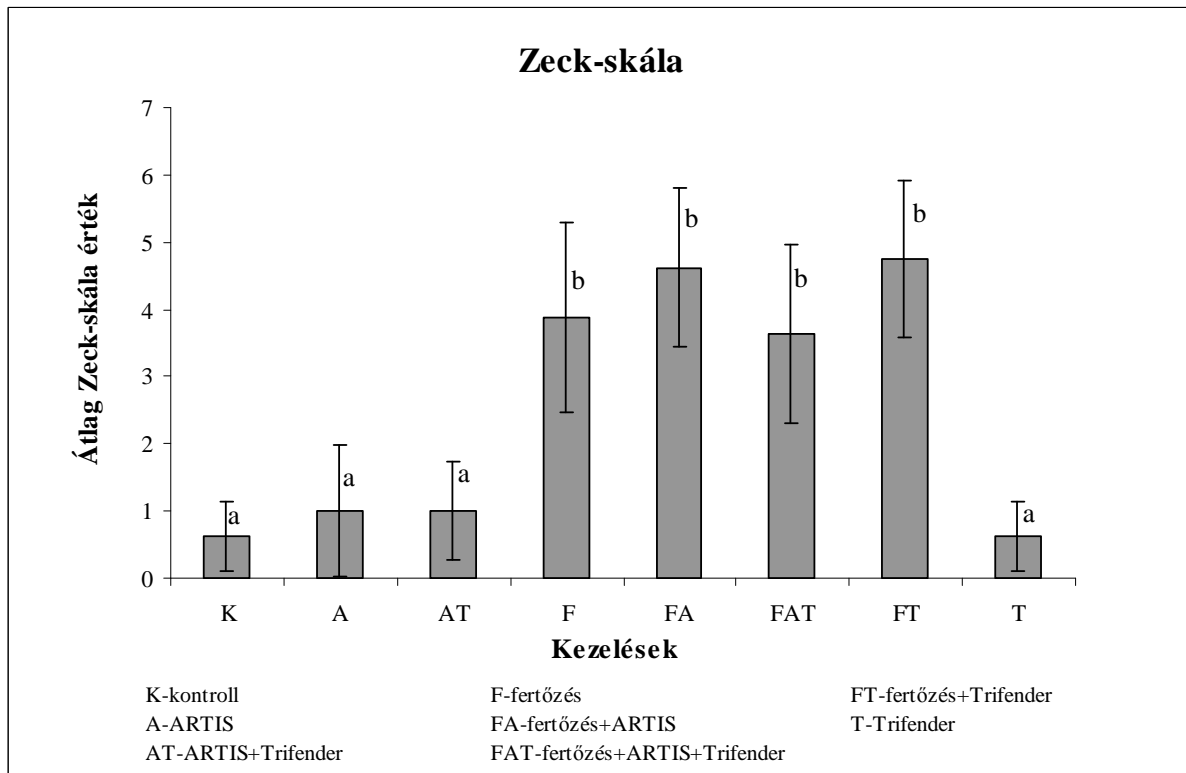
65. ábra. A PCR-es fajhatározás eredménye (fotó: Bozsó 2014)



66. ábra. A fajspecifikus PCR-es vizsgálat eredménye (fotó: Bozsó 2014)

4.6.2. A Zeck-skála kiértékelése után kapott eredmények

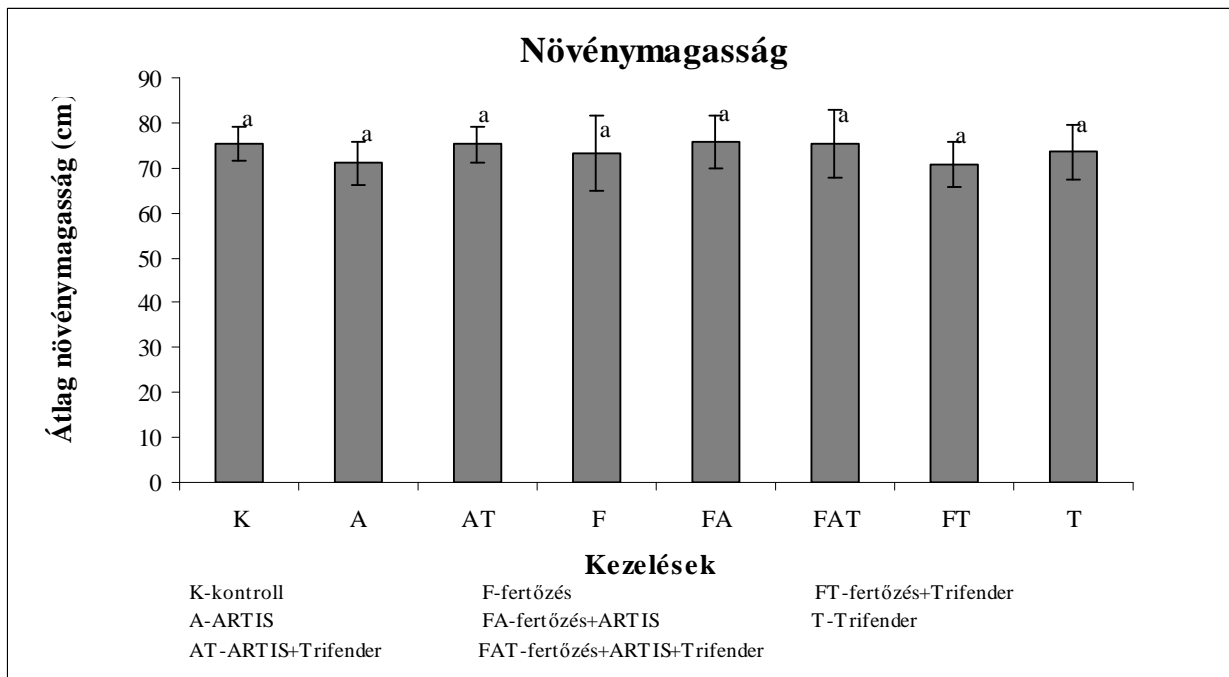
A gyökerek kiértékelése utáni Zeck-skála értékek szerint a mesterséges fertőzés szignifikánsan növelte a gubacsosodás mértékét, az antagonistákkal történő kezeléseknél viszont nem volt szignifikáns módosító hatása a fertőzött kontrollhoz képest (67. ábra). A kontroll esetében a skála érték 0,62, a fertőzött kontroll esetében 3,87 volt. Az Artis esetében 1-es, a fertőzött Artis esetében 4,62-es értéket tapasztaltunk. Az Artis és Trifender gyüttes alkalmazásakor szintén 1-es, a fertőzött Artis+Trifender esetében 3,62-es érték fordult elő. A Trifender esetében 0,62, a fertőzött Trifender esetében pedig 4,75-ös skála értéket tapasztaltunk. Az értékekből láthatjuk, hogy a mesterséges fertőzés három-hétszeresére növelte a skála értékeket a spontán háttérfertőzéshez képest.



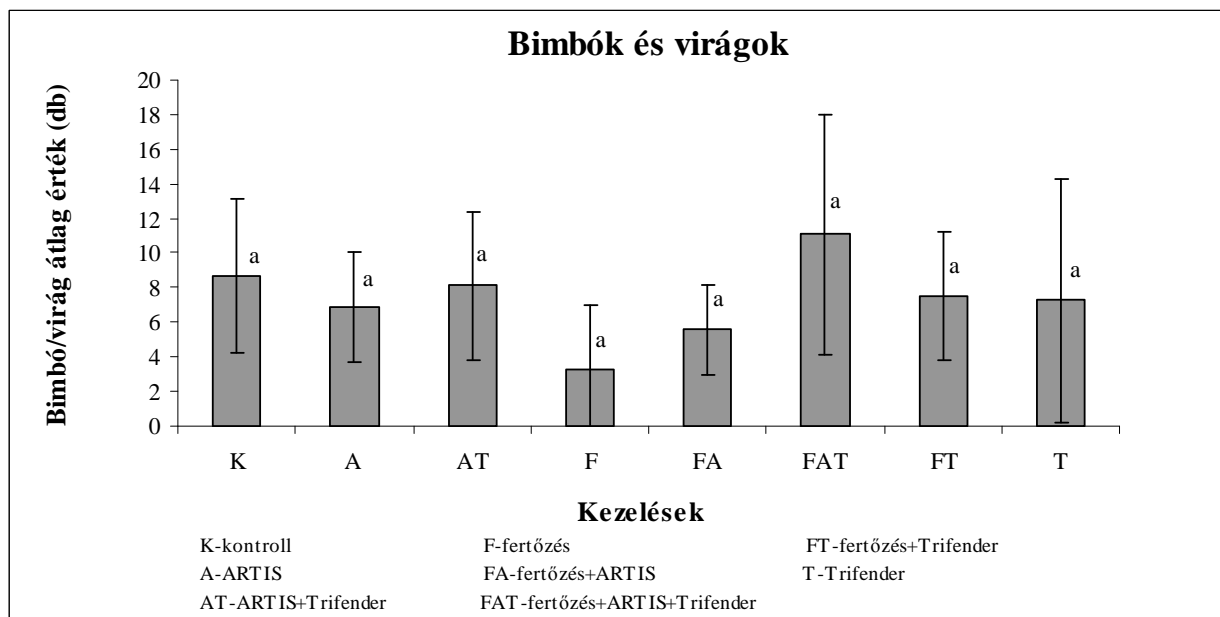
67. ábra. Átlag Zeck-skála értékek paprikagyökereken az egyes kezeléseknél tenyészedenyes kísérletben (+/-95% CI) (Zsámbok, 2014)

A növénymagasságra, illetve a növények generatív produkciójára nem volt szignifikáns hatása sem a kezelésnek, sem a mesterséges fertőzésnek (**68.** és **69. ábra**). Ez alól egyetlen kivétel volt, a Trifender-es kezelések 2014. október 15-i terméssúlya. A terméssúlyok összegét tekintve ennél a szedésnél a legnagyobb termés a csak Trifender-rel kezelt (388 g), a legkevesebb a fonálféreggel fertőzött (92 g), de egyébként kezeletlen tenyészedenyekben volt (**70. ábra**).

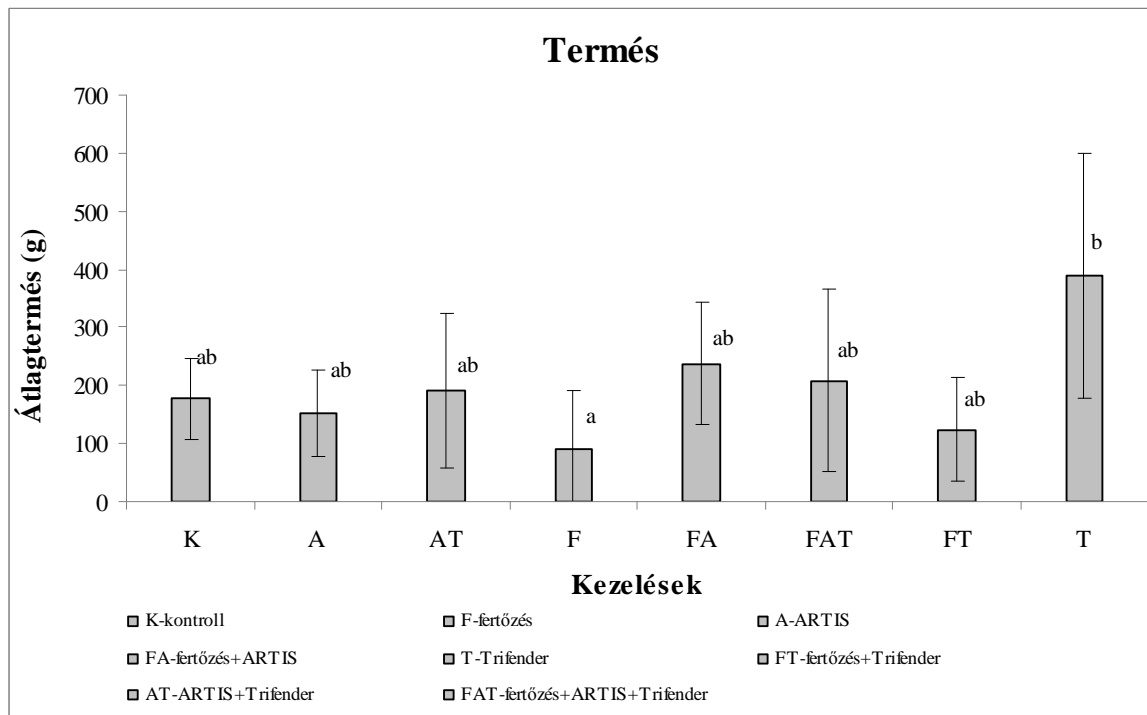
A növénymagasságok 70 és 75 cm között alakultak, nem voltak kiugróan magas vagy alacsony növények (**68. ábra**).



68. ábra. Átlag növénymagasság értékek paprikagyökereken az egyes kezeléseknel tenyészedényes kísérletben (+/-95% CI) (Zsámbok, 2014)



69. ábra. Bimbó/virág átlag értékek paprikagyökereken az egyes kezeléseknel tenyészedényes kísérletben (+/-95% CI) (Zsámbok, 2014)



70. ábra. Az egyes kezeléseknél mért átlagos terméssúlyok összege a tenyészedenyes kísérletben, hajtatott paprikában (+/-95% CI) (Zsámbok, 2014)

4.7. A járszági paprikatermesztés, valamint a talajlakó kártevők elleni védekezés felmérésének eredményei

A termesztési módszereket tekintve az általunk bejárt gazdaságokban hidegfóliás termesztéssel találoztunk leggyakrabban, de előfordult fűtött fóliásátor is. A fóliásátrak mérete 200-700 m² között változik. Főleg paprikatermesztéssel foglalkoznak, emellett kisebb mennyiségben, főként saját fogyasztásra egyéb zöldségfélét is termesztenek.

A felmérésből az is kiderült, hogy a megkérdezett termelők nagy része kordonos termesztést, míg kisebb részük egy vagy két szára metszett termesztési módot alkalmaz. A legtöbben Keceli és Emese paprika fajtát termesztnek.

A talajlakó kártevőket tekintve a gyökérgubacs-fonálféreg a legtöbb helyen jelen vannak, ezen kívül még a lőtücsök és a drótféreg okoznak néhány helyen problémát. Ezek ellen általában I pam 40-et, ritkábban Basamid G-t használnak. A fonálféreg ellen főként Nemathorin 10G-vel védekeznek, de néhány helyen a Vydate 10G-t és a Vydate 10L-t is kipróbálták. A Vydate 10L (csepegtető öntözőrendszeren való kijuttatással) hatásával kapcsolatban megoszlottak a vélemények, mert volt, akinél nem használt, míg másoknál teljesen megoldotta nemcsak a fonálféreg, hanem egyéb kártevők tekintetében is a védekezést. Biológiai védekezési módszerek, illetve zöldtrágyanövények használata nem jellemző az ellenük való védekezés során.

Az egyik termelő elmondta, hogy gazdaságában minden évben előfordul fonálféreg, ami ellen Basamid-ot és Nemathorin-t használnak, azonban tapasztalata szerint megfelelő tápanyagutánpótlással nincs különösebb kártétel, szép marad a termés.

A Jászságban nem találtunk olyan termelőt, aki használna zöldtrágyanövényeket, viszont Galgahévízen az egyik termelő már régóta foglalkozik vele (ami a további kísérleteinkhez is hasznos volt), ezért az ő gazdaságát tanulmányoztuk részletesebben. Tíz éve álltak át biotermesztésre és azóta is csak ebben a formában gazdálkodnak. Elsősorban hazai piacra termelnek. Három nagyobb és két kisebb fóliasátorral rendelkeznek, ebből az egyik fóliasátor palántanevelő, ezen fóliasátrak összterülete 1469 m².

Többféle zöldség termesztésével foglalkoznak: paprika, paradicsom, uborka, saláta, karalábé, zeller, petrezselyem, hagyma. A paprika esetében a palántát maguk állítják elő (biomag) a palántanevelőben, a magvetés decemberben történik, fajtája Hó F1.

A termesztés kedvező feltételeit a hajtató ciklusokba rendszeresen beiktatott zöldtrágya termesztéssel alapozzák meg. Ehhez a mézontófüvet alkalmazzák a paprika előveteményeként. A növényzetet 15-20 cm-es állapotában aláforgatják.

Télen hagymát és salátát termesztenek a fóliasátorban, a saláta összegyűjti a fonálférgeket. Később ezt gyökerestől eltávolítják, tovább csökkentve ezzel a fonálféreg számát. Ilyen módon a vetésforgó, illetve a facélia alkalmazásával megoldott a fonálféreg probléma. Ezt az eredményt körülbelül 4 év alatt érték el (azóta használják a facéliát), ekkor állt be az egyensúly, így most csak csekély mértékben fordul elő fonálféreg, amely a terméseredményt már nem befolyásolja.

A 2015-ben feltett kérdések alapján kiderült, hogy azoknál a termelőknél, akik már 30-40 éve gazdálkodnak, az utóbbi években továbbra is komoly problémát jelentenek a gyökérgubacs-fonálféreg. Azon termelők, akik csak pár éve foglalkoznak zöldségtermesztéssel, nem tapasztaltak komoly fonálféreg kártételt. A termelők nagyrésze továbbra is főként paprikatermesztéssel foglalkozik, az egyéb zöldségfélék mellett (karalábé, uborka, padlizsán). A termesztési szokásokat illetően továbbra is a kordonos termesztés a leggyakoribb (a paprika esetében), a többi zöldségfélénél futtatást alkalmaznak. A fonálférgeken kívül szinte mindenkinél probléma a tripsz kártétel, többeknél problémát okoznak a talajlakó kórokozó gombák, illetve a drótféreg kártétele. A vegyszeres védekezést tekintve a leggyakoribb továbbra is az IPAM 40 és a Nemathorin 10G használata, illetve néhányan használják a Vydate 10L-t is. Új tapasztalatnak számít, hogy a termelők egyre nagyobb része használja a Trifender-t a védekezés során. A zöldtrágyanövényeket továbbra sem alkalmazzák, mert nem engedhetik meg, hogy a termelésből kihagyják a tenyészidőszak legértékesebb részét.

4.8. Új tudományos eredmények

1. Kimutattam, hogy a rozsz, hajtattott paprika előveteményeként alkalmazva nem csökkenti a *Meloidogyne hapla* kártételét és egyedszámát.

2. Megállapítottam, hogy hajtattott paprika állományban a zöldtrágyanövények köztes növényként való alkalmazása csökkenti ugyan a *M. hapla* és *M. incognita* egyedszámát, azonban csökkenti a termés mennyiségét is, így a gyakorlatban nem javasolható az alkalmazásuk.

3. Megállapítottam, hogy erősebb fonálféreg gyérítő hatást várhatunk a zöldtrágyanövények tenyésztedényben való alkalmazása során, mint a fóliasátor talajában való alkalmazáskor. Facélia alkalmazása esetén tenyésztedényben teljes fertőzésmentességet érhetünk el a facélia mellé ültetett paprika gyökerén.

4. A Jászságban, valós termesztési körülmények között elsőként teszteltem antagonista gombákat fonálféreg ellen. Ennek során megállapítottam, hogy mind az *Arthrobotrys oligospora* hurokvető gomba, mind a *Trichoderma asperellum* antagonista gomba hajtattott paprika állományban megfelelő körülmények között csökkenti a gyökér gubacsosodásának mértékét.

5. A Jászságban elsőként készítettem átfogó felmérést a paprikatermelőknél a gyökérgubacs-fonálféreg kártételének előfordulásáról, a kártétel mértékéről, a fonálféreg ellen alkalmazott védekezési módszerekről, illetve ezek alkalmazásának vagy mellőzésének okairól. Megállapítottam, hogy a zöldtrágyanövények előveteményként való alkalmazásának fő akadály, hogy a jászsági termelők nem engedhetik meg maguknak, hogy kihagyják a termelésből a tenyészidőszak legértékesebb részét. Az antagonista mikroorganizmusok (*Trichoderma asperellum* és *Arthrobotrys oligospora*) használatának elterjedéséhez, technológiába illesztéséhez viszont adottak a feltételek.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

5.1. Következtetések a Jászfényszarun végzett zöldtrágya- és riasztó növényes kísérletek és a Gödöllőn, zöldtrágya- és riasztó növényekkel végzett tenyésztedényes kísérlet eredményei alapján

Mindhárom értékelés alkalmával megállapítottuk, hogy az olajretek kelési erélye volt a legnagyobb, ami helyenként a paprikát is elnyomta. Utána következett a mustár (a mustár és az olajretek júliusra túlnötte a paprikát) és a körömvirág, míg a facélia csak helyenként kelt ki, mert a kövér porcsin (*Portulaca oleracea*), ami gyorsabban kelt, elnyomta. Ezen kelési adatokból adódhatott, hogy a három értékelés átlagát tekintve a mustár és az olajretek bizonyult a leghatékonyabbnak, a körömvirág előtt. A kezelések közül legmagasabb gubacs % azoknál a paprika töveknél volt, ahol a rozst a talajba forgattuk. A rozsnál lévő magas gubacsszámot az is okozhatta, hogy nagy számban fordult elő kicsiny gombvirág, ami elősegíthette a gyökérgubacs-fonálféreg felszaporodását.

Ezekből az eredményekből arra a következtetésre jutottunk, hogy a facélia egyenletes, gyommentes keléséhez nem mindenhol adottak a feltételek. Az olajretekkel és a mustárral, azok jó kelési tulajdonságai miatt ilyen gond nincs, arra viszont ügyelni kell, hogy ne nőjék túl a paprikát. Ezt a növények visszavágásával lehet kiküszöbölni.

A rozs melletti paprikáknál szinte minden esetben magas fertőzés volt tapasztalható, ezért a rozs nem javasolható fonálféreg elleni védekezéshez.

Az előző években lényegesen nagyobb fertőzés volt megfigyelhető ugyanebben a fóliasátorban. A fertőzés csökkenésének oka lehet a természetes ellenségek felszaporodása is, hiszen épp a kísérlet kedvéért a termelő elhagyta a szokásos talajfertőtlenítést.

A facéliának a laborkísérletben tapasztalt kiemelkedő (100%-os) fonálféreg elleni hatékonysága valós termesztési körülmények között nem várható el. Ennek az a magyarázata, hogy míg a tenyésztedényben a gyökérváladéknak lehetősége van teljes mélységig áthatni a rendelkezésre álló talajt, addig ez a természetőberendezés talaja esetében nem valósulhat meg.

5.2. Következtetések a Röszkén végzett zöldtrágya- és riasztó növényes kísérletek eredményei alapján

A három kísérletbe bevont fóliasátor talaja erősen fertőzött volt gyökérgubacs-fonálféreggel, ezt támasztotta alá az első vizsgálatunk 2005 októberében. A következő évben a

sorközbe vetett zöldtrágyanövények összességében a fonálféreg-fertőzöttséget csökkentették, de egy részük (főleg a mustár) túlnötte a paprikát, ezáltal kedvezőtlenül hatott a palánták fejlődésére és a termés mennyiségére. Azzal, hogy fóliasátranként két sorközt teljes hosszában lefoglaltak a zöldtrágyanövények, a szedés és a mechanikai gyomirtás, valamint a zöld munkák elvégzése nehezebbé vált. Már a facélia és a mustár lekaszálása előtt az e növények melletti paprikatövek közül több elpusztult, rontva ezzel az adott szakasz termésátlagát. A zöldtrágyanövények talajba forgatása során elkerülhetetlen a paprika gyökerének megsértése, ami szintén kedvezőtlenül hathat a növény fejlődésére. A termés mennyiségére és minőségére minden bizonnyal kedvezőtlenül hatott a tápoldatozás hiánya is.

Véleményünk szerint a fehér mustár vetéssűrűsége túl nagy volt, talán ez is oka lehetett annak, hogy több helyen a fehérpenészes rothadás szinte teljesen elpusztította ezeket a szakaszokat (a mustárnövényeket). Azon fóliasátorban, ahol az elszórt magok vékonyan homokkal lettek lefedve, ott a zöldtrágyanövények kelése sokkal egyenletesebb volt, mint ahol gereblyével lett ráhúzva a föld. Budai (2006) a zöldtrágyanövények levágásának és talajba forgatásának időpontját e növények virágzásában határozta meg. Ezen kísérlet esetében a fehér mustár jóval hamarabb virágzott a facéliánál, és csak ezt követte a körömvirág. A szakirodalomban leírtak alapján (Budai 2006) és utólagos tapasztalataink szerint, ha a köztes növények talajba forgatása korábban megtörténik, akkor kedvezőbb eredményt érhetünk volna el a termés mennyiségét és a gyökérgubacs-gyérítő hatást illetően is.

Véleményünk szerint, amennyiben lehetősége van a termelőnek a növényházakban zöldtrágyanövények termesztésére két hajtatás közé eső időben, akkor érdemes kihasználni ezen növények adta lehetőséget. Ezeknek a zöldtrágyanövényeknek a kísérletben kipróbált módon, a sorközben való termesztése azonban számos gyakorlati megvalósíthatósági kérdést vetett fel.

Javasoljuk a sorközbe vetett köztes növények korábbi talajba dolgozását, megakadályozva ezzel a köztes növények paprikára gyakorolt kedvezőtlen hatását, majd utána megvizsgálni az így elérhető gyökérgubacs-fonálféreg gyérítő hatást és a termésátlagokat.

5.3. Következtetések a Pusztamonostoron végzett biológiai védekezési kísérletek (Trifender és *A. oligospora* kezelések) eredményei alapján

A fóliasátorban a *Meloidogyne* fajok közül a szabadföldi gyökérgubacs-fonálféreg (*M. hapla*) fordult elő. Az első évben (2008) a Trifender nem hatott a nőstények arányára, a kontrollhoz képest nem mutatott szignifikáns különbséget. A kezelt részen viszont kevesebb nőstény egyed (465) fordult elő, mint a kontroll (490) részen. Az előzetes fertőzöttség felmérés eredményét erősíti a 2008-as nőstényszámlálás is, hiszen az egyes ismétlések között nagy

különbség volt. Ennek egyik oka az lehet, hogy a minták a fóliasátor különböző részeiről származtak (igyekeztünk az előzetes felmérés szerinti fertőzöttebb helyekről venni) vagyis a fóliasátorban a fertőzés nem volt egyöntetű. Tapasztalatunk szerint a Trifender növényre gyakorolt pozitív hatása érvényesült, hiszen a növénymagasságot 12, illetve 15%-kal, a termést 25-35%-kal növelte. Arra a következtetésre jutottunk, hogy bár nem volt szignifikánsan kimutatható fonálféreg mérséklő hatása, a kezelt paprika növények láthatóan szebb és nagyobb paprikatermést adtak, Budai és Varjas (2008) eredményeihez hasonlóan. Uborkában végzett vizsgálataik eredménye szerint a Trifender önmagában nem hatott a fonálféreg ellen, viszont a Trifender-es kezelés hatására a lombzat mélyzöldre színeződött és a termések is hosszabbak és egyenesebbek voltak.

A 2009-es évben sem tudtuk statisztikailag igazolni a különbséget a nőstények számában a Trifender-rel kezelt növényeknél a kezeletlenekhez képest, de itt is kevesebb nőstény fordult elő a kezelt részen (199), mint a kezeletlenen (298). Az Abbott-formula (Abbott 1925) szerinti hatékonyság 30% volt, ami mellékhatásnak tulajdonítható. A növény gyökerének erősítésén keresztül tehát itt is érvényesült a Trifender hatása, mivel a növénymagasságot 11, 9, illetve 18%-kal növelte. A termés viszont kevesebb lett a kezelt területen ebben az évben 7 kg-mal, aminek lehetséges magyarázata, hogy a Trifender bizonyos körülmények között vegetatív irányba tolhatja el a növény fejlődését. A 2008-as évhez hasonlítva csökkent a kezelt részen a nőstények száma 2009-ben.

Az *A. oligospora*-val kezelt és a kontroll növények között szignifikáns különbség volt a nőstények számában 2008-ban, viszont a kontroll részen volt kevesebb nőstény. Erre a jelenségre a rendelkezésünkre álló felvételezési adatok (**3. melléklet**) alapján nem találtunk magyarázatot. Lehetőségként annyi merült fel, hogy mivel az *A. oligospora* nemcsak a gyökérgubacs-fonálférget, hanem azok természetes ellenségeit is gyérítheti (Fischl 2000), így a gomba kijuttatása növényvédelmi szempontból adott esetben elméletileg hátrányos is lehet (hasonlóan a kémiai védekezéshez).

A 2009-es évben viszont már feltehetően jobban el tudott szaporodni az *A. oligospora*, mert szignifikánsan kevesebb nőstény fordult elő a kezelt területen. Az Abbott szerinti hatékonyság pedig 35% volt, ami elmarad az Amin és Budai (1993) által kapott eredményektől, miszerint az *Arthrobotrys* spp. hurokvető gomba Szentesi-1 gombatorzse talajba juttatva néhány héten belül 70-80%-kal képes csökkenteni a fonálféreg-népséget.

A két év (2008 és 2009) kezeléseit összehasonlítva, a nőstények átlagos egyedszámát tekintve, 2008-ban (428,7 egyed) statisztikailag igazolhatóan több nőstény fordult elő, mint 2009-ben (317,3 egyed). Ezt azzal magyarázhatjuk, hogy a második évben már több ideje volt a

gombáknak a terjeszkedésre, illetve az *Arthrobotrys* esetében a termelő nagyobb figyelmet fordított az öntözés megfelelő időzítésére, elkerülve ezzel a talaj kiszáradását.

5.4. Következtetések a Zsámbokon végzett fóliasátras biológiai védekezési kísérletek (Trifender és Artis) eredményei alapján

A kezeletlen területen szignifikánsan magasabb Zeck-skála értéket kaptunk, mint a kétféle kezelésnél, a növények magasságára viszont nem volt hatása a kezeléseknél, mert közel azonos adatokat mértünk.

A statisztikai értékelés után kapott eredmények alapján arra a következtetésre juthatunk, hogy a fóliasátorban nem volt olyan mértékű a fonálféreg-fertőzés, hogy mérhető kárt okozzon a növények hajtásnövekedésében. A gyökerek gubacsosodását a fóliasátorban viszont sikeresen mérsékeltek az alkalmazott mikrobiológiai készítmények.

5.5. Következtetések a Zsámbokon végzett tenyészedényes biológiai védekezési kísérlet (Trifender és Artis kezelések különböző kombinációkban) eredményei alapján

A tenyészedényben alkalmazott mesterséges fertőzés szignifikánsan növelte a gubacsosodás mértékét, hiszen 3-4-szeresre növelte a skála értékét, ami az elvárásnak megfelelőnek mondható. A kezeléseknél viszont nem volt hatása a skála értékekre, így a gyökérgubacs-fonálféreg kártételt mérséklő hatás nem volt kimutatható.

A tenyészedényben sem volt olyan mértékű a fonálféreg-fertőzés, hogy mérhető kárt okozzon a növények hajtásnövekedésében vagy generatív produkciójában. A növénymagasság adatok a fóliasátras kísérlethez hasonlóan alakultak, nem volt szignifikáns hatása a kezeléseknél a növények magasságára.

A terméssúlyok viszont az elvárások szerint alakultak, a 10 cm-nél nagyobb paprikaterméseket tekintve a legnagyobb terméssúlyokat a Trifender-es kezelésnél, a legkevesebbet a fertőzött kontroll esetében mértünk.

A gyökérgubacs-fonálféreg ellen alkalmazott antagonista gombák tehát valószínűsíthetően nemcsak az itt ismertetett kísérletben, hanem általában sem úgy növekednek, szaporodnak és fejtik ki hatásukat zárt térben (konténerben, vödörben, virágcserepben), mint a természetberendezések (üvegházak, fóliasátrak) talajában.

5.6. A járszági paprikatermesztés, valamint a talajlakó kártevők elleni védekezés felmérésének következtetései

A Járszáiban paprikatermelőknél készített átfogó felmérés eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy a termelők termesztési szokásai, védekezési módszerei alapvetően nem változtak a 2007-2015 közötti időszakban. A biztosabb terméseredmény érdekében továbbra is a vegyszeres védekezést részesítik előnyben. A zöldtrágyanövények előveteményként való alkalmazásának fő akadálya, hogy a járszági termelők nem engedhetik meg maguknak, hogy kihagyják a termelésből a tenyészidőszak legértékesebb részét. Az antagonista mikroorganizmusok (*Trichoderma asperellum* és *Arthrobotrys oligospora*) használatára, technológiába illesztésére viszont nyitottabbak a termelők.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A gyökérgubacs-fonálférgék általános problémát jelentenek országszerte, mind szabadföldön, mind zárt termesztő berendezésekben. Károsításuk azonban nagyobb mértékben jelentkezik a zárt, főleg fűtött termesztő berendezésekben. A védekezést nehezíti, hogy az ellenük használható vegyszerek sorra kivonásra kerülnek, így egyre szűkülnek. További problémát jelent, hogy nem lehet őket teljesen elpusztítani az adott területen nagy nemzedékszámuk miatt.

Kutatási munkánk során ezért arra törekedtünk, hogy a vegyszerek helyettesítésére biológiai védekező megoldásokat keressünk, illetve ezzel a talaj vegyszer kitettséget is csökkentjük. Ezen megoldások közül a zöldtrágya- és riasztó növények, a Trifender (*Trichoderma asperellum*) és az Artis (*Arthrobotrys oligospora*) hatását vizsgáltuk gyökérgubacs-fonálféreg paprikában okozott kártételének mértékére.

A gyökérgubacs-fonálféreg elleni zöldtrágyanövényekkel, *A. oligospora*-val, illetve *Trichoderma* fajokkal történő védekezési módszerekről megfelelő számú külföldi szakirodalom ad tájékoztatást, azonban paprikában való alkalmazhatóságáról mind külföldi, mind hazai kutatási eredmények csekély mértékben állnak rendelkezésünkre. Kutatási eredményeim segíthetnek a környezetkímélő növényvédelem feltételeinek megteremtésében.

Kutatásaimat a „Biológiai védekezésre alapozott paprikahajtási technológia fejlesztése és elterjesztése a Jászságban” című kutatási program (GAK ALAP1-00052/2004) keretében kezdtem meg. Közvetlen szakmai célunk a jászsági paprikahajtásban, távlatilag pedig az ország más hajtató körzeteiben uralkodó gyakorlat és szemlélet megváltoztatása, biológiai alapokra helyezése volt annak érdekében, hogy a leszedett paprika szermaradvány-mentes legyen, a paprikaállomány gyökérgubacs-fonálféreg kártétele pedig a kárkűszöb alatt maradjon.

A fóliasátras kísérletek Jászfényszarun és Pusztamonostoron, Röszkén és Zsámbokon történtek, fűtetlen fóliasátorban, paprikában. A vizsgálatokat előzetes felmérés előzte meg a legfertőzöttebb helyek kiválasztása érdekében. A laboratóriumi értékeléseket Budapesten a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal, Központi Károsító Diagnosztikai Laboratóriumának Nematológiai laboratóriumában és Gödöllőn a Szent István Egyetem Növényvédelemtani Intézetében végeztem.

A tenyészvényes kísérletek paprika növényekkel a Fővárosi- és Pest Megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat hajtatóházában történt Gödöllőn, illetve Zsámbokon, fűtetlen fóliasátorban.

A Jászságban és a környező településeken tett kiszállásainkon, 2007 és 2015 nyarán a termelőket végigjárva termelési szokásaikról kérdeztük őket.

Kísérleteinket 2006-ban kezdtük meg Jászfényszarun. Köztes növényként zöldtrágyanövényeket (facélia, mustár, olajretek) és körömvirágot vetettünk. A kísérlet beállítása előtt, 2005 novemberében sávokban rozst vetettünk, majd a talajba forgattuk. Az eredmények azt mutatták, hogy az olajretek kelési erélye volt a legnagyobb, helyenként még a paprikát is elnyomta, ezután következett a mustár, a körömvirág, majd a facélia, utóbbi csak helyenként kelt ki. A három értékelés átlagát tekintve a mustár és az olajretek esetében tapasztaltuk a legkisebb fertőzési % értékeket, ez a két növény bizonyult a leghatékonyabbnak a körömvirágot megelőzve. A kezelések közül legmagasabb gubacs % azoknál a paprikáknál volt, ahol a rozs a talajba lett forgatva, illetve a kontroll 2-nél. A kezelések hatását tekintve az átlag gubacsszámra, szignifikáns különbség volt a rozs és az olajretek, illetve a rozs és a mustár között, mindkét esetben szignifikánsan magasabb értékek mutatkoztak a rozsnál. A zöldtrágyanövények átlagos gubacs %-ra gyakorolt hatását különböző időpontokban kiértékelve szignifikánsan nagyobb értéket tapasztaltunk az október 5-i, mint a július 5-i értékelésnél.

A tenyészedényes kísérletben a facélia gyökereit tartalmazó talajban egyetlen paprikanövény gyökerén sem találtunk gubacsot. A többi kezelésben a gubacsosodás mértéke nem tért el szignifikánsan a kontrolltól.

A Jászfényszarun végzett kísérlettel egy időben, szintén 2006-ban lett beállítva Röszkén három hagyományos kialakítású fóliasátorban a másik zöldtrágyanövényes kísérlet. Az utóbbi években talajfertőtlenítést nem végeztek a fóliasátrakban. 2005 októberében az előzetes fertőzöttség vizsgálat alátámasztotta, hogy a három kísérletbe bevont fóliasátor talaja erősen fertőzött gyökérgubacs-fonálféreggel. A fajhatározás szerint a fóliasátrakban a *Meloidogyne incognita* fordult elő. Köztes növényként mustár, facélia és körömvirág vetése történt a sorközökbe. Az eredmények azt mutatták, hogy az elvetett növények csökkentették a fonálféreg-fertőzöttséget, de a körömvirág kivételével a növények túlnőtték a paprikát ebben a kísérletben is, ezzel gátolták a palánták fejlődését és kedvezőtlenül hatottak a termés mennyiségére. A zöldtrágyanövények lekaszálása előtt és után, a kísérleti szakaszokról leszedett paprika mérése, és a gubacsok számának meghatározása külön-külön történt.

Ezen kísérletek eredménye alapján a zöldtrágyanövényekkel való védekezés a gyökérgubacs-fonálféreg ellen akkor lehet sikeres, ha kellő figyelmet szentelünk a növények elvetésére és figyelemmel kísérjük kelési erélyüket. Ezen növények közül az olajretek nem javasolható köztes növénynek erős növekedési erélye miatt.

Véleményem szerint amennyiben van lehetősége a termelőnek a növényházakban zöldtrágyanövények termesztésére két hajtás közé eső időben, akkor érdemes kihasználni ezen növények adta lehetőséget. Ezeknek a zöldtrágyanövényeknek a kísérletben kipróbált módon, a sorközben való termesztése azonban számos gyakorlati megvalósíthatósági kérdést vetett fel.

Javasoljuk a sorközbe vetett köztes növények korábbi talajba dolgozását, megakadályozva ezzel a köztes növények paprikára gyakorolt kedvezőtlen hatását, majd utána megvizsgálni az így elérhető gyökérgubacs-fonálféreg gyérítő hatást és a termésátlagokat.

A Trifender és az *A. oligospora* kezelések helyét adó fóliasátrokban a *Meloidogyne hapla* fordult elő.

A Trifender-es kezelések esetében egyik évben (2008 és 2009) sem volt szignifikáns különbség a kezelt és a kezeletlen paprikagyökerek között, nem tudtuk bizonyítani a fonálféreg mérséklő hatását, viszont a kezelt gyökereken kevesebb gubacs volt. A növénymagasságot mindkét évben növelte a Trifender-es kezelés, az első évben a termés is 25, illetve 35%-kal nőtt. A második évben viszont terméscsökkenést tapasztaltunk. A paprika növények magasságméréseinek eredményei szerint 2008-ban és 2009-ben is szignifikánsan magasabbak voltak a Trifender-rel kezelt növények a kontrollhoz képest. Ezen eredmények is igazolják az irodalmi adatokat, miszerint a Trifender a gyökerek erősítésén keresztül ellenállóbbá teszi a növényt, így kevésbé lesz fertőzött.

Az *A. oligospora*-val kezelt és a kontroll növények között szignifikáns különbség volt 2008-ban, viszont a kontroll részen volt kevesebb nőstény. A 2009-es évben azonban már szignifikánsan kevesebb nőstény fordult elő a kezelt területen. A két év (2008 és 2009) kezeléseit összehasonlítva, a nőstények átlagos darabszámát tekintve, 2008-ban statisztikailag igazolhatóan több nőstény fordult elő, mint 2009-ben.

A növénymagasságokat tekintve 2008-ban és a 2009-es első mérés alapján, a kezelt növények magasabbak voltak, viszont a második méréskor alacsonyabbak.

2009-ben az *A. oligospora*-val kezelt területen kevesebb paprika termelt a kontrollhoz képest.

A 2014-ben Zsámbokon végzett fóliasátras kísérlet során a fóliasátorban a *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) fordult elő. A Zeck-skála értékeit tekintve a legnagyobb értékek (legnagyobb fertőzés) a kontroll esetében, a legkisebb értékek (legkisebb fertőzés) az Artis-szal kezelt növények esetében mutatkoztak, ahol a különbségek szignifikánsak voltak. A Trifender-rel kezelt növények szintén szignifikánsan kisebb skála értékeket mutattak a kontrollhoz képest. A növénymagasságra azonban nem volt hatása a kezeléseknél, mert közel azonos értékeket mértünk.

A statisztikai értékelés után kapott eredmények alapján arra a következtetésre juthatunk, hogy a fóliasátorban nem volt olyan mértékű a fonálféreg-fertőzés, hogy mérhető kárt okozzon a növények hajtásnövekedésében. A gyökerek gubacsosodását a fóliasátorban viszont sikeresen mérsékeltek az alkalmazott mikrobiológiai készítmények.

A szintén Zsámbokon végzett, tenyészedényes kísérlet során is a *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) fordult elő, ahol a mikroszkópos fajhatározás eredményét PCR-es vizsgálat is megerősítette. A Zeck-skála értékek szerint a mesterséges fertőzés szignifikánsan növelte a gubacsosodás mértékét, az antagonistákkal történő kezeléseknél viszont nem volt szignifikáns módosító hatása a fertőzött kontrollhoz képest. A növénymagasságra, illetve a növények generatív produkciójára nem volt szignifikáns hatása sem a kezelésnek, sem a mesterséges fertőzésnek. A gyökérgubacs-fonálférges ellen alkalmazott antagonista gombák tehát valószínűsíthetően nemcsak az itt ismertetett kísérletben, hanem általában sem úgy növekednek, szaporodnak és fejtik ki hatásukat zárt térben (konténerben, vödörben, virágcserepben), mint a természetberendezések (üvegházak, fóliasátrak) talajában.

A Jászságban és a környező településeken tett kiszállásainkon 2007-ben a termelőket végigjárva termesztési szokásaikról, fonálférges elleni védekezési módszereikről kérdeztük. A válaszokból kiderült, hogy főleg hidegfóliás paprikatermesztéssel foglalkoznak. A gyökérgubacs-fonálférges a legtöbb helyen problémát okoznak, ellenük főleg vegyszeres védekezést alkalmaznak, a vegyszermentes védekezés nem jellemző, így a zöldtrágyanövények használata sem.

A 2015-ös évben a felmérést megismételtük, amelyből kiderült, hogy nem változtak a termesztési szokások a 2007-es tapasztalatokhoz képest, szinte mindenkinél probléma a tripsz kártétel, illetve többeknél problémát okoz a talajlakó kórokozó gombák kártétele. Új tapasztalatnak számít, hogy a termelők egyre nagyobb része használja a Trifender-t a védekezés során. A zöldtrágyanövényeket továbbra sem alkalmazzák, mert nem engedhetik meg maguknak, hogy a termelésből kihagyják a tenyészidőszak legértékesebb részét. Az antagonista mikroorganizmusok (*Trichoderma asperellum* és *Arthrobotrys oligospora*) használatára, technológiába illesztésére viszont nyitottabbak a termelők.

7. SUMMARY

The occurrence of root-knot nematodes is a general plant protection problem in Hungary under field, as well as greenhouse conditions. Their damage is significantly higher in heated greenhouses. The protection against them is getting more difficult by the decreasing number of applicable pesticides. Moreover, these nematodes cannot be eradicated totally from the field due to their high number of generations.

During my research we intended to find biological protection methods in order to substitute pesticides, and as a result, the chemical load of soils could also be reduced. The effects of green manure- and repellent plants, as well as Trifender and *Arthrobotrys oligospora* have been investigated against the damage of root-knot nematodes in green-pepper.

The protection methods against root-knot nematodes with green manure plants, *A. oligospora*, and *Trichoderma* species are frequently cited in international literature, but research results regarding their applicability in green-pepper can rarely be found neither in national nor in international professional literature. My research results can facilitate establishing conditions of environmentally-sound plant protection.

My scientific investigations were started in the frame of research program called „The development and propagation of green-pepper growing methods based on biological control in Jászság region” (GAK ALAP1-00052/2004).

Our direct professional target was to change the dominant approach and practice regarding pepper growing in Jászság region by promoting biological methods, the future plan was to propagate the aforementioned in other growing regions, too. As a result, we prefer harvesting green-pepper free of chemicals and keeping root-knot damage under threshold value.

The greenhouse experiments were carried out in Jászfényszaru and Pusztamonostor (Jászság region), and in Rösztke (Csongrád County), under unheated conditions in green-pepper. Prior to the experiments preliminary evaluation had been carried out in the greenhouses in order to find the most infected ones. The laboratory investigations were done at Central Agricultural Office, Central Laboratory of Pest Diagnosis Department, Laboratory of Nematology, Budapest, and at Szent István University, Plant Protection Institute, Gödöllő.

The green pepper pot experiments were carried out in the plant-house of Plant Protection and Soil Conservation Service of Budapest and Pest County, and in Zsámbok, in unheated greenhouse.

During our visits in Jászság region and surrounding villages, in the summer of 2007 and 2015, growers have been questioned about their growing practices.

Our investigations were started in 2006 in Jászfényszaru. Green manure plants (phacelia, mustard, oil-radish) and calendula were sown as catch-crops. Prior to the experiment, in November 2005, rye-strips had been sown, later shredded and incorporated into the soil. According to results, the vigour of emergence and growth was proved to be highest for oil-radish (in some spots suppressed even green-pepper), followed by mustard, calendula and phacelia (insufficient emergence). By investigating the average of the three evaluations, mustard and oil-radish have been proved to be the most effective against root-knot nematodes, followed by calendula. Among treatments, the highest gall % in pepper roots was found, where rye had been turned into soil before, such as in control 2. By studying the effect of treatments on average gall %, significant difference was found between rye and oil-radish, as well as between rye and mustard. In both cases, higher values were found for rye. By comparing the results of the evaluations with different dates on average gall %, significantly higher difference was found for 5th October compared to 5th July.

In the pot experiments, in soils containing phacelia roots, no galls have been found. In the other treatments, the rate of galling was not proved to be significant compared to control.

In 2006, at the same time as Jászfényszaru experiment, the other green manure experiment was set up in three traditional greenhouses in Rösztke. No soil disinfectants had been used in the greenhouses prior to the experiments. In October 2005, the preliminary evaluation confirmed, that the soils of the three greenhouses chosen for the experiment, were strongly infected by root-knot nematodes.

According to the identification, *Meloidogyne incognita* has been found in the greenhouses. Mustard, phacelia and calendula as catch-crops have been sown between the rows. Results have shown that catch-crops have decreased the infection rate of root-knot nematodes, but the crops (except calendula) have suppressed the green-pepper in this experiment, either. As a consequence, the developments of green-pepper seedlings have been retarded and had an unfavourable effect on the amount of yield. Before and after reaping of green manure plants, the yields of green-pepper and the number of galls on pepper roots have been measured and counted by plots.

On the basis of these two experiments it can be determined, that the protection with green manure plants against root-knot nematodes can be effective only, if the sowing is carried out carefully and the vigour of development is supervised continuously. Due to its high development vigour, oil-radish can not be recommended as catch-crop.

According to our opinion, if the grower has the opportunity for sowing green manure plants in the greenhouse between two growing seasons, it is advisable to take advantage of green-

manure plants. The intercropping of mentioned green manure plants in green-pepper with the applied method, raised several practical questions.

It would be worth investigating the incorporation of intercropped catch-crop residues into soil at an earlier development stage. In this case the unfavourable effect of catch-crops on the development of green-pepper could be eliminated, and after their effect on reducing the number of root-knot nematodes, such as yield can be investigated.

In the greenhouses, where Trifender and *A. oligospora* treatments have been carried out, *Meloidogyne hapla* was identified.

The results of Trifender treatments showed no significant difference in any of the years regarding the number of females in Trifender treated and untreated pepper roots, the effect on reducing the number of root-knot nematodes could not be proved, but the number of galls was lower in treated roots.

Trifender treatment resulted in higher plants in both years, and moreover, in the first year yield was increased by 25 and 35%. In the second year yield was decreased. According to plant height measurement, both in 2008 and 2009, Trifender treated plants were proved to be significantly higher compared to control. These results are proving literature data, that Trifender makes the plant roots stronger, so plant will be more resistant and less infected.

In 2008, significant difference was found between the *A. oligospora* treated and control plants, but the number of females was proved to be lower in control plots. Though, in 2009, the number of females was found to be significantly lower in treated plots. By comparing treatment results of the years of 2008 and 2009, regarding the average number of females, significantly more females were found in 2008, compared to 2009.

On the basis of plant height measurements in 2008 and first measurement in 2009, treated plants were proved to be higher, however during second measurement in 2009, plant height was proven lower. In 2009, in *A. oligospora* treated plots, less green-pepper could be harvested compared to control.

In the greenhouse experiment set up in 2014 in Zsámbok, the *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) was identified. Regarding Zeck-scale, highest rates (highest infection) were recorded for control, lowest scale rates (lowest infection) were shown for Artis treated plants, where significant differences were determined. Trifender treated plants showed significantly lower scale rates, compared to control. The treatments did not influence plant height, quite similar values have been recorded.

On the basis of the results of statistical analysis, it can be concluded that nematode infection could not reach the threshold, which could be resulted in serious growth problems.

But on the contrary, the applied microbiological products successfully reduced root galling in the greenhouse.

In Zsámbok pot experiment, *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) has been found, either, which was confirmed by PCR identification. According to Zeck-scale rates, artificial infection significantly increased root galling, though treatments with antagonists had no significant effect compared to infected control. Neither treatment, nor artificial infection had significant effect on plant height and generative production of plants. The antagonist fungi applied against root-knot nematodes, are likely developing, reproducing and acting in a different way in limited space (container, bucket, pot) generally, as well as in our experiment, compared to soil of growing structures (glasshouse, greenhouse).

During our visits in Jászság region and surrounding villages, in the summer of 2007 and 2015, growers have been questioned about their growing practices. According to given answers, growers mainly use unheated greenhouses. The root-knot nematodes cause problems in most of the places, where mainly chemical protections are applied. Non-chemical protections are not frequent, so as the application of green manure plants.

In 2015, the aforementioned survey has been repeated, and can be concluded that growing practices has not changed compared to 2007. Thrips damage was mentioned in almost all cases, as well as problems caused by soil-borne fungi. The fact that more and more growers are using Trifender, counts as novel experience.

The growers are still not applying green manure plants, as they can not afford losing the most profitable part of the vegetation period. At the same time, for the application of antagonist microorganisms (*Trichoderma asperellum* and *Arthrobotrys oligospora*), as well as towards introducing them into technology, growers are more open.

8. MELLÉKLETEK

8.1. Irodalomjegyzék

1. ABBASI, P. A., RIGA, E., CONN, K. L., LAZAROVITS, G. (2005): Effect of neem cake soil amendment on reduction of damping-off severity and population densities of plant-parasitic nematodes and soilborne plant pathogens. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 27 (1) 38-45. p.
2. ABBOTT, W. S. (1925): A method of comparing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267. p.
3. ÁCS T., PÉNZES B., MÁNDOKI Z., FAIL J. (2003): Tök- és uborkafélék rezisztenciája a *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White, 1919) Chitwood, 1949 fajjal szemben. (The resistance of cucurbitaceous plants against *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White, 1919) Chitwood, 1949) „Lippai János - Ormos Imre - Vas Károly” Tudományos Ülésszak, Összefoglalók, Kertészettudomány, 400-401.p. (Budapest, 2003. november 6-7).
4. ADAM, M. A. M., PHILLIPS, M. S., BLOCK, V. C. (2007): Molecular diagnostic key for identification of single juveniles of seven common and economically important species of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.). *Plant Pathology*, 56 190-197. p.
5. AL-HAZMI, A. S., TARIQJAVEED, M. (2015): Effects of different inoculum densities of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* against *Meloidogyne javanica* on tomato. *Saudi Journal of Biological Sciences* (in press).
6. AMIN, W. A. (1994): A gyökérgubacs fonálféregök ökológiájának és biológiájának tanulmányozása Magyarországon, a védekezési módszerek kidolgozása. Kandidátusi értekezés tézisei. Budapest. 6 p.
7. AMIN, W. A., BUDAI CS. (1992a): Gyökérgubacs-fonálféreg fajok előfordulása Délkelet-Magyarország gyomnövényein. *Növényvédelem*, 28 (9) 356-361. p.
8. AMIN, W. A., BUDAI CS. (1992b): Új kártevő faunánkban: a *Meloidogyne naasi* (Franklin 1965) gyökérgubacs-fonálféreg. *Növényvédelem*, 28 (11) 462-463. p.
9. AMIN, W. A., BUDAI CS. (1993): Fonálféreg elleni védekezés *Arthrobotrys oligospora* FRES. parazita gombával. *Növényvédelem*, 29 (9) 418-422. p.
10. ANDRÁSSY I. (1972): A Magyarországról eddig kimutatott szabadon élő fonálféregök (Nematoda) jegyzéke. *Állattani Közlemények*. 59 161-171. p.

11. ANDRÁSSY I. (1988): Hengeresférgek-*Nemathelminetes*. 17-21. p. In: JERMY T., BALÁZS K. (Szerk.): *A növényvédelmi állattan kézikönyve I*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 442 p.
12. ANDRÁSSY I., FARKAS K. (1988): Kertészeti növények fonálféreg kártevői. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 418 p.
13. ANTAL A. (2003): Tanulmányok a gyökérgubacs-fonálféreg elleni biológiai védekezési eljárások kidolgozásához. Doktori (PhD) értekezés, Keszthely, 134. p.
14. ANTAL J. (Szerk.) (2000): Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó, 391 p.
15. BALE, J. S., VAN LENTEREN, J. C., BIGLER, F. (2008): Biological control and sustainable food production. *Philosophical Transactions of the Royal Society B. (Biological Sciences)* 363 (1492) 761-776. p.
16. BARKER, K. R. (1985): The application of microplot techniques in nematological research. In: BARKER, K. R., CARTER, C. C., SASSER, J. N. (Eds.), In: *An Advanced Treatise on Meloidogyne. Methodology*, Raleigh, Vol. II. North Carolina State University Graphics, 127-134.p. (cit. ZAKARIA, H. M., KASSAB, A. S., SHAMSELDEAN, M. M., ORABY, M. M., EL-MOURSHEDY, M. M. F. 2013)
17. BARRON, G. L. (1977): The Nematode-Destroying Fungi. *Topics in Mycobiology* No. 1; Canadian Biological Publications; Guelph, Ont./Canada, 140 p.
18. BENÉCSNÉ B. G. (2003): A gyomként növő kender (*Cannabis sativa L.*) hazai elterjedése, morfológiája, biológiája és gyomszabályozási lehetőségei. Doktori (PhD) értekezés, Gödöllő. 126. p.
19. BENITEZ, T., RINCON, A. M., LIMÓN, M. C., CODON, A. C. (2004): Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *Int. Microbiol.* (online) 7 (4): 249-260. p.
20. BERNARD, E. C., MONTGOMERYDEE, M. E. (1993): Reproduction of plant-parasitic nematodes on winter rapeseed (*Brassica napus* ssp. *oleifera*). *Journal of Nematology* 25 (4) 863-868. p.
21. BENT, E., LOFFREDO, A., MCENRY, M. V., BECKER, J. O., BORNEMAN, J. (2008): Detection and Investigation of Soil Biological Activity against *Meloidogyne incognita*. *Journal of Nematology* 40 (2) 109-118. p.
22. BOHÁR GY. (2003): Áttekintés a *Trichoderma* fajok potenciális alkalmazásáról a növénytermesztésben. Biovéd 2005 Kft., <http://www.bioved.hu/prod02.htm>.
23. BUDAI CS. (1979): Az agronematológia újabb hazai eredményei. *Növényvédelem*, 15 29-31 p. (cit. ANDRÁSSY I., FARKAS K. 1988)

24. BUDAI CS. (1980): Új kártevő faunánkban: a *Meloidogyne thamesi* (Chitwood, 1952) gyökérgubacsképző fonálféreg. *Növényvédelem*. 16 117-118. p. (cit. ANDRÁSSY I., FARKAS K. 1988)
25. BUDAI CS. (2003): Talajfertőtlenítés növényházakban. *Kertészet és Szőlészet. Kerti növények védelme*, (6) 18-20. p.
26. BUDAI CS. (2004): Erősödik a gyökérgubacs-fonálféreg kártétele. *Kertészet és Szőlészet. Kerti növények védelme*, (6) 16. p.
27. BUDAI CS. (é.n.): Vizsgálatok a Vydate 10L (oxamil) hatékonyságának elbírálására üvegházi hajtásban csepegtető öntözési rendszerrel, metil-bromidos talajfertőtlenítés alternatívájaként. In: *A zöldségek és gyümölcsök növényvédelme - DuPont Növényvédelem*, a Magyar Mezőgazdaság különszáma. 15-17. p.
28. BUDAI CS. (2002): Fonálféreg. 30. p. In: BUDAI CS. (Szerk.): *Növényvédelem a zöldség-hajtásban*. Mezőgazda Kiadó, 150 p.
29. BUDAI CS. (Szerk.) (2006): Biológiai növényvédelem hajtató kertészeknek. Mezőgazda Kiadó, 149 p.
30. BUDAI CS., KAJATI I., ILOVAI Z., KISS FERENCNÉ, ZENTAI Á., VARJAS B., HATALÁNÉ ZS. I., DORMANNSNÉ S. E., SZABÓ P. (1998): A hajtatót paprika biológiai és integrált növényvédelme. *Gyakorlati Agroforum*, 9 (11) 23-24. p.
31. BUDAI CS., KORMÁNY A. (2003): Növényvédelmi aktualitások a zöldség-hajtásban. *Kertészet és Szőlészet. Kerti növények védelme*, (1) 18-19. p.
32. BUDAI CS., MÁRTON L., NÁDASY M. (2004): Vizsgálatok a zöldtrágyaféleségek növényvédelmi szerepének tisztázására. Növényvédelmi Tudományos Napok, 2004. február 24-25. Összefoglaló kiadvány 36. p.
33. BUDAI CS., MÁRTON L., NÁDASY M. (2005a): Zöldtrágyaféleségek növényvédelmi szerepéről. *Kertészet és Szőlészet*, 54 (45) 8-9. p.
34. BUDAI CS., NÁDASY M., ANTAL, A. (1997): Magyar paprikafajták rezisztenciavizsgálata *Meloidogyne incognita* gyökérgubacs-fonálféreg fajjal szemben. *Növényvédelem*, 33 (10) 509-512. p.
35. BUDAI CS., SZÁNTÓNÉ V. M., NÁDASY M. (2005b): Veszélyes kártevő fonálféreg. *Gyakorlati Agroforum*, 16 (12) 34-46. p.
36. BUDAI CS., VARJAS B. (2008): A metil-bromidos növényházi talajfertőtlenítés kiváltásának lehetőségei Magyarországon. *Gyakorlati Agroforum*, 19 (5) 82-86. p.
37. CAYROL, J. C., FRANKOWSKI, J. P. (1979): Une méthode de lutte biologique contre les nématodes à galles des racines appartenant au genre *Meloidogyne*. *Revue Horticole*. 193:15-23. p.

38. CROW, W. T., GUERTAL, E. A., RODRIGUEZ-KABANA, R. (1996): Responses of *Meloidogyne arenaria* and *M. incognita* to green manures and supplemental urea in glasshouse culture. *Journal of Nematology*, 28 (4) 648-654.p. Suppl. S.
39. CZÁKA S., MOLNÁR M., BÁLINT J. (2000): A növényvédelem ábécéje. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 164. p.
40. DABAJ, K. H. (1990): Distribution, host range and identificaton of root-knot nematodes, *Meloidogyne species* in Hungary. Kandidátusi értekezés 58 p. (cit. AMIN, W. A. BUDAI Cs. 1992a)
41. DABAJ, K. H., JENSER, G. (1990): Some weed host-plants of the northern root-knot Nematode *Meloidogyne hapla* in Hungary. *Nematologia Mediterranea*, 18 139-140 p. (cit. AMIN, W. A., BUDAI Cs. 1992a)
42. DECKER, H. (1969): (Agronematologia) Phytonematologie. Veb. Deutscher. Liebwirt. Berlin, 526 p.
43. DRECHSLER, C. (1937): Some hyphomycetes that prey on free-living terricolous nematodes. *Mycologia* 29, 447-552. p.
44. EL-DIN HASSAN KHALIL, M. S., ALLAM, A. F. G., TAG BARAKAT, A. S. (2012): Nematicidal activity of some biopesticide agents and microorganisms against root-knot nematode on tomato plants under greenhouse conditions. *Journal of Plant Protection research* 52 (1) 47-52. p.
45. ELEKES A.-né, BUDAI CS. (1979): Agronematológiai tájékoztató. Agroinform Budapest 78 p.
46. ELEKES A.-né (1981): Nematológiai praktikum. Budapest 1. 387. p.
47. ELLING, A. A. (2013): Major emerging problems with minor *Meloidogyne* species. *Phytopathology*, 103:1092-1102. p.
48. FARKAS K. (1988a): Gyökérgubacsképző fonálférgék-Meloidogynidae. 113-114. p. In: JERMY T., BALÁZS K. (Szerk.): *A növényvédelmi állattan kézikönyve I.* Budapest, Akadémiai Kiadó, 442 p.
49. FARKAS K. (1988b): Szabadszíri gubacs-fonálféreg (*Meloidogyna hapla* CHITWOOD). 114-120. p. In: JERMY T., BALÁZS K. (Szerk.): *A növényvédelmi állattan kézikönyve I.* Budapest, Akadémiai Kiadó, 442 p.
50. FISCHL G. (Szerk.) (2000): A biológiai növényvédelem alapjai. Mezőgazda Kiadó, 139 p.
51. GARABEDIAN, S., VAN GUNDY, S. D. (1984): Use of avermectins for the control of *Meloidogyne incognita* on tomato. *Journal of Nematology*, 15 503-510 p.

52. GIANNAKOU, I. O., ANASTASIADIS, I. (2005): Evaluation of chemical strategies as alternatives to methyl bromide for the control of root-knot nematodes in greenhouse cultivated crops. *Crop Protection*, 24 (6) 499-506. p.
53. GOMMERS, F. J., BAKKER, J. (1988): Physiological diseases induced by plant responses or products. 3. 22 p. In: *Diseases of nematodes*. Poinar, G. O. Jr., JANSSON, H. B., eds., Vol. I. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL.
54. GOSWAMI, B. K., VIJAYALAKSHMI, K. (1986a): Nematicidal properties of some indigenous plant materials against root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita* on tomato. *Indian Journal of Nematology*, 16 (1) 65-68. p.
55. GOSWAMI, B. K., VIJAYLAKSHMI, K. (1986b): Effect of some indigenous plant materials and oil cake amended soil on the growth of tomato and root-knot nematode population. *Annals of Agric. Res.*, 7(2) 363-366.p. (cit. BENÉCSNÉ 2003)
56. GUERENA, M. (2006): Nematodes: Alternative controls. Publication of ATTRA. <http://www.agrisk.umn.edu/cache/ar102971.htm>. Keresőprogram: Google. Lekérdezés időpontja: 2015.09.04.
57. GULYÁS A. (2008): Környezetbarát növényvédelem a mezőgazdaságban. Gyakorlati Agrofórum, 19 (3) 41. p.
58. HAARD, K. (1968): Taxonomic studies on the genus *Arthrobotrys corda*. *Mycologia* 60, 1140-1159. p. Bellingham/WA/USA
59. HARCZ P. (2003): *Trichoderma* gombák szerepe a paradicsom rizoszférájában. Agrártudományi Közlemények, *Acta Agraria Debreceniensis* 10 (különszám): 67-69. p.
60. HARCZ P. (2004): *Trichoderma* gombák faj- és törzsspecifikus gliotoxintermelő képessége. Doktori (PhD) értekezés Debrecen, 2004. 112. p.
61. HARE, W. W. (1957): Inhevitance of resistance to root-knot nematodes in pepper. *Phytopathology*. 47. 455-459. p. (cit. BUDAI et al. 1997)
62. HATALÁNÉ ZSELLÉR I. (2002): Fonálférgek elleni védekezés. 87. p. In: BUDAI CS. (Szerk.): *Növényvédelem a zöldségajtatásban*. Mezőgazda Kiadó, 150 p.
63. HEMAPRABHA, E., BALASARASWATHI, R. (2008): Resistance to the Root Knot Nematode *Meloidogyne incognita* in Different Tomato Genotypes Based on Screening and Cloning. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 43 (1): 187-199. p.
64. HOWELL, C. R. (2003): Mechanism employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. *Plant Disease*. 87 (1) 4-10. p.
65. HUSSEY, R. S., GRUNDLER, F. M. W. (1998): Nematode parasitism of plants. In: PERRY, R. N., WRIGHT, D. J. (Eds.) *The Physiology and Biochemistry of free-living*

- and plant-parasitic nematodes. CABI, UK, 213 - 243.p. (cit. KADER AL ABED AL M 2008: In vitro Studies on Nematode Interactions with their Antagonistic Fungi in the Rhizosphere of Various Plants. Doktori értekezés, Németország, 215 p.)
66. INGHAM, E. (1996): The Soil Foodweb: Its Importance in Ecosystem Health. 13 p. <http://rain.org:80/~sals/ingham.html> (cit. GUERENA, M. 2006) Keresőprogram: Google. Lekérdezés időpontja: 2015.09.09.
67. JACOBS, P. (1997): Investigation of the effect of nematophagous fungi against *Meloidogyne* sp. in vitro and in *Lycopersicon esculentum*. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 104 (2) 153-165 p.
68. JATALA, P. (1986): Biological control of plant parasitic nematodes. *Annu. Rev. Phytopathol.* 24, 453-489 p. (cit. AL-HAZMI, A. S., TARIQJAVEED, M. 2015)
69. JÁVOR I. (1974): Kis nematológia. Budapest, 1. 142. p. (cit. ANDRÁSSY I. és FARKAS K. 1988)
70. JEPSON, S. B. (1987): Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Wallingford, UK, C. A. B. International. 265 p.
71. KARSSSEN, G. (2002): The plant-parasitic nematode genus *Meloidogyne* Göldi, 1982 (*Tylenchida*) in Europe. Brill Academic Publishers, 2002. 157 p.
72. KERRY, B. R. (1988): Fungi as biological control agents for plant parasitic nematodes. 153-168. p. In: WHIPPS, J. M., LUMSDEN, R. D. (Szerk.): *Biotechnology of fungi for improving plant growth: symposium of the British Mycological Society held at the University of Sussex, September 1988*. Cambridge University Press, 1989, 303 p.
73. KHANNA, A. S., SHARMA, D. K., DHAWAN, S. C., KAUCAL, K. K (1999): Phytotherapeutic effect of some indigenous plants/nematicides on *Meloidogyne incognita* infecting tomato. 4-6. p. In: *Proceedings of National Symposium on Rational Approaches in Nematode Management for Sustainable Agriculture*, 23-25. p. November 1996, GAU, Anand Gujarat, India.
74. KIEWNICK, S., SIKORA, R. A. (2004): Optimizing the efficacy of *Paecilomyces lilacinus* (strain 251) for the control of root-knot nematodes. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 69 (3) 373-380 p.
75. KUMAR, D., SINGH, K. P. (2006): Assessment of predacity and efficacy of *Arthrobotrys dactyloides* for biological control of root knot disease of tomato. *Journal of Phytopathology*, 154 (1) 1-5 p.
76. LAMBERTI, F. (1997): Plant nematology in developing countries: Problems and progress. In: MAQBOOL, M. A., KERRY, B. (Eds.) *Plant Nematode Problems and their Control in the Near East Region (FAO Plant Production and Protection Paper 144)*. (cit.

- KADER AL ABED AL M 2008: In vitro Studies on Nematode Interactions with their Antagonistic Fungi in the Rhizosphere of Various Plants. Doktori értekezés, Németország, 215 p.)
77. LÁSZLÓ L. (2005): Talajlakó kártevők. *Kertészet és Szőlészet*, 54 (22) 21. p.
78. MÁNDOKI Z. (2012): A kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg (*Meloidogyne incognita* CHITWOOD, 1949) elleni környezetkímélő védekezés lehetőségei a zöldségajtatásban. PhD értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, 95 p.
79. MÁNDOKI Z., HALTRICH A., PÉNZES B. (2012): A kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg (*Meloidogyne incognita* CHITWOOD) elleni védekezés a paprika oltásával és rezisztens fajta termesztésével. *Növényvédelem*, 48 (9) 397-404 p.
80. MÁNDOKI Z., SZAMOSI CS. (2008): Lehetőségek a fonálféreg ellen. *Kertészet és Szőlészet*, 57 (12) 8-9 p.
81. MÁNDOKI Z., PÉNZES B. (2012): Effects of using chemical-free root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) control methods on the occurrence of blossom-end rot in pepper. *Journal of Plant Protection Research*, 52 (3) 337-341. p.
82. MAROSI S., SOMOGYI S. (1990): Magyarország kistájainak katasztere I-II. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest 1023 p.
83. MCLEOD, R. W., STEEL, C. C., KIRKEGAARD, J. A. (2002): Effects of some crop management practices on reproduction of *Meloidogyne javanica* on *Brassica napus*. *Nematology*, 4: 381-386. p. Part 3.
84. MCSORLEY, R., FREDERICK, J. J. (1995): Responses of some common cruciferae to root-knot nematodes. *Journal of Nematology*, 27 (4) 550-554 p.
85. MENNAN, S., MELAKEBERHAN, H. (2006): Comparative efficacy of oil seed radish and tomato root exudates on hatching of *Meloidogyne hapla*. *Journal of Biological Sciences*, 1: 1-5. p.
86. MIAN, I. H., GODOY, G., SHELBY, R. A., RODRIGUEZ-KABANA, R., MORGAN-JONES, G. (1982): Chitin Amendments for Control of *Meloidogyne arenaria* in Infested Soil. *Nematropica*, 12 (1) 71-84 p.
87. MOHAMMAD, A. (2000): Nematicidal potential of the neem tree *Azadirachta indica* (A. Juss). *Integrated Pest Management Reviews*, 5. 57-66 p.
88. MOJUMDER, V., MISHRA, S. D. (1991): Nematicidal efficacy of some plant products and management of *Meloidogyne incognita* in pulse crops by soaking seeds in their aqueous extracts. *Current Nematology* 2 (1) 27-32 p. (cit. BENÉCSNÉ 2003)
89. MORRIS, J. B., WALKER, J. T. (2002): Non-traditional legumes as potential soil amendments for nematode control. *Journal of Nematology*, 34 (4) 358-361. p.

90. NAGY Z. (2005a): A zöldtrágyázás, a „Helyes gazdálkodási gyakorlat” része. *Mezőhír*, 9 (3) 84-85. p.
91. NAGY Z. (2005b): Talajtermékenységet javító zöldtrágyázás. *Mezőhír*, 9 (7) 44-45. p.
92. NAGY Z. (Szerk.) (2003): A Lajtamag Kft. által ajánlott és biztosított zöldtrágyanövények. *Zöldtrágyázás*, 12-14. p., 2003. március
93. NAZARA, M. Z. H., NATH, R. P. (1989): Nematicidal effect of certain weed(s) on root knot nematodes *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* mixture. *Journal of Research - Rajendra Agricultural University* 7 (1-2) 95-96 p. (cit. BENÉCSNÉ 2003)
94. NORDBRING-HERTZ, B. (1973): Peptid-induced morphogenesis in the predacious fungus *Arthrobotrys oligospora*. *Physiologia Plantarum*, 29 (2) 223-233. p.
95. NORDBRING-HERTZ, B. (2004): Morphogenesis in the nematode-trapping fungus *Arthrobotrys oligospora* - an extensive plasticity of infection structures. *Mycologist*, 18 (3) 125-133. p.
96. OCSKÓ Z., ERDŐS GY., MOLNÁR J. (2015): Növényvédő szerek, termésnövelő anyagok 2015 I. Agrinex Bt., Budapest, 762 p.
97. OLTHOF, TH. H. A., ESTEY, R. H. (1963): A Nematotoxin produced by the Nematophagous Fungus *Arthrobotrys oligospora* Fresenius. *Nature* 197 (2) 514-515. p.
98. ORTON, W. K. J. (1974): *Meloidogyne hapla*. C. I. H. *Descriptions of Plant-parasitic Nematodes* 3: 31. p.
99. PÉREZ, E. E., LEWIS, E. E. (2004): Suppression of *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne hapla* with entomopathogenic nematodes on greenhouse peanuts and tomatoes. *Biological Control*, 30 336-341. p.
100. PÉREZ, M. P., NAVAS-CORTÉS, J. A., PASCUAL-VILLALOBOS, M. J., CASTILLO, P.† (2003): Nematicidal activity of essential oils and organic amendments from *Asteraceae* against root-knot nematodes. *Plant Pathology*, 52 (3) 395-401 p.
101. RAHMAN, L., SOMERS, T. (2005): Suppression of root knot nematode (*Meloidogyne javanica*) after incorporation of Indian mustard cv. Nemfix as green manure and seed meal in vineyards. *Australasian Plant Pathology*, 34 (1) 77-83. p.
102. RAVIV, M., OKA, Y., KATAN, J., HADAR, Y., YOGEV, A., MEDINA, S., KRASNOVSKY, A., ZIADNA, H. (2005): High-nitrogen compost as a medium for organic container-grown crops. *Bioresource Technology*, 96 (4) 419-427 p.
103. MCLEOD, R. W., STEEL, C. C. (1999): Effects of brassica-leaf green manures and crops on activity and reproduction of *Meloidogyne javanica*. *Nematology*, 1 (6) 613-624 (12) p.

104. ROBERTS, P. A. (2002): Concepts and consequences of resistance. In: STARR, J. L., COOK, R., BRIDGE, J. (eds) *Plant Resistance to Parasitic Nematodes* 23-41. p. CABI Publishing, Wallingford, UK
105. ROSZIK P. (2004): Az ökológiai gazdálkodás helyzete és kilátásai. *Agrofórum*, 15 (8) 84-86 p.
106. SAHEBANI, N., HADAVI, N. (2008): Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. *Soil Biology & Biochemistry*, 40 (2008): 2016-2020.
107. SASSER, J. N., EISENBACK, J. D., CARTER, C. C., (1983): The international *Meloidogyne* project - its goals and accomplishments. *Annu. Rev. Phytopathol.* 21, 271-278. p.
108. SASSER, J. N. (1990): *Plant-parasitic Nematodes: The Farmer's Hidden Enemy*. North Carolina State University Press, Raleigh, NC. 47-48. p. (cit. GUERENA, M. 2006)
109. SAS INSTITUTE INC. (2004) *SAS/STAT® User's Guide, Version 9.1*. SAS Institute Inc. Cary, NC.
110. SHARON, E., BAR-EYAL, M., CHET, I., HERREA-ESTRELLA, A., KLEIFELD, O., SPIEGEL, Y. (2001): Biological Control of the Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. *Phytopathology*, 91 (7) 687-693. p.
111. SHARON, E., CHET, I., SPIEGEL, Y. (2009): Improved attachment and parasitism of *Trichoderma* on *Meloidogyne javanica* in vitro. *European Journal of Plant Pathology*, 123 (3) 291-299. p.
112. SHARON, E., CHET, I., VITERBO, A., BAR-EYAL, M., NAGAN, H., SAMUELS, G. J., SPIEGEL, Y. (2007): Parasitism of *Trichoderma* on *Meloidogyne javanica* and role of the gelatinous matrix. *European Journal of Plant Pathology*, 118: 247-258. p.
113. SIKORA, R. A., FERNANDEZ, E. (2005): Nematode parasites of vegetables. 319-392. p. In: "Plant-Parasitic Nematodes in Sub-tropical and Tropical Agriculture" (LUCK, M., SIKORA, R. A., BRIDGE, J. eds.). 2nd ed. CABI Publishing, Wallingford, UK, 896 p.
114. ŠIRCA, S., UREK, G., KARSSSEN, G. (2004): The incidence of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne hapla* in Slovenia. *Acta Agriculturae Slovenica*, 83 (1) Junij 15-22. p.
115. SPIEGEL, Y., CHET, I. (1998): Evaluation of *Trichoderma* spp. as biocontrol agent against soilborne fungi and plant-parasitic nematodes in Israel. *Integrated Pest Management Reviews* 3 169-175. p.
116. SPIEGEL, Y., SHARON, E., CHET, I. (2005): Mechanisms and improved biocontrol of the root-knot nematodes by *Trichoderma* spp. *Acta Hort.* (ISHS) 698 225-228 p.

- http://www.actahort.org/books/698/698_30.htm. Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: root-knot nematode, *Trichoderma*. Lekérdezés időpontja: 2015. 09.09.
117. STEINER, H. (1985): Hasznos élő szervezetek a kertben. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, Germany, 128 p.
 118. STIRLING, G. R., SMITH, L. J., LICASTRO, K. A., EDEN, L. M. (1998): Control of root-knot nematode with formulations of the nematode trappings fungus *Arthrobotrys dactyloides*. *Biological Control* 11 (3) 224-230 p.
 119. SZALMA I. (2008): Gyökérgubacs-fonálféreg elleni védekezés köztes növények termesztésével hajtattott paprikában. Diplomadolgozat, SZIE Gödöllő, 56 p.
 120. TAYLOR, A. L., SASSER, J. N. (1978): Biology, Identification and Control of Root Knot Nematode. Dept. of Plant Pathology. North Carolina State University and USAID, 111 p.
 121. TÓTH F. (2004): Biológiai védekezésre alapozott paprikahajtási technológia fejlesztése és elterjesztése a Jászságban. Gazdaságorientált Agrárágazati Kutatások Pályázatok, 28 p.
 122. TUNLID, A., JANSSON, H. B., NORDBRING-HERTZ, B. (1992): Fungal attachment to Nematodes. *Mycological Research*. 96 (6) 401-412. p.
 123. YÜCEL, S., ELEKCIOGLU, I. H., ULUDAG, A., CAN, C., GÖZE, U., SÖGÜT, M. A., ÖZARSLANDAN, A., AKSOY, E. (2002): Solarization and its combinations: the first year results of a demonstration project. Proceedings of international conference on alternatives of methyl-bromide. The remaining challenges. Sevilla, Spain, 5-8 March 2002. 413-415. p.
 124. VAN LENTEREN, J. C. (2000): A greenhouse without pesticides: fact or fantasy? *Crop Protection* 19 (6) 375-384. p.
 125. VARMA, M. K., SHARMA, H. C., PATHAK, V. N. (1978): Efficacy of *Tagetes patula* and *Sesamum orientale* against root knot of eggplant. *Plant disease reporter*. 62 (3) 274-275 p.
 126. VIAENE, N. M., ABAWI, G. S. (2000): *Hirsutella rhossiliensis* and *Verticillium chlamydosporium* as biocontrol agents of the root-knot nematode *Meloidogyne hapla* on Lettuce. *Journal of Nematology*. 32 (1) 85-100 p.
 127. WHITEHEAD, A. G. (1968): Taxonomy of *Meloidogyne* (Nematoda: *Heteroderidae*) with descriptions of four new species. Transactions of the Zoological Society of London. 31 263-401. p.
 128. WHITEHEAD, A. G. (1999) Plant nematode control. Integrated Pest Management Reviews. 4 (4) 317-318 p.
 129. WIRATNO, TANIWIRYONO, D., BERG, J. H. J. VAN DEN, RIKSEN, J. A. G., RIETJENS, I., DJIWANTI, S. R., KAMMENGA, J. E., MURK, A. J. (2009): Nematicidal

- Activity of Plant Extracts Against the Root-Knot Nematode, *Meloidogyne incognita*. The Open Natural Products Journal. 2. 77-85. p.
130. ZAHID, M. I., GURR, G. M., NIKANDROW, A., HODDA, M., FULKERSON, W. J., NICOL, H. I. (2002): Effect of cover crops and cultural treatments on plant parasitic nematode density, fungal root disease severity and yield in white clover. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 42 (2) 165-171. p.
131. ZAKARIA, H. M., KASSAB, A. S., SHAMSELDEAN, M. M., ORABY, M. M., ELMOURSHEDY, M. M. F. (2013): Controlling the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in cucumber plants using some soil bioagents and some amendments under simulated field conditions. *Annals of Agricultural Science* 58 (1) 77-82. p.
132. ZASADA, I. A., FERRIS, H. (2004): Nematode suppression with brassicaceous amendments: application based upon glucosinolate profiles. *Soil Biology & Biochemistry* 36 (7) 1017-1024. p.
133. ZECK, W. M. (1971): Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, 24: 144-147. p.
134. <http://ujso.com/cimkek/kerteszkedo/2006/07/07/uj-tapasztalatok-a-zoldtragyafelesegek-novenyvedelmi-szereperol>. Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: zöldtrágyanövények, *Meloidogyne*. Lekérdezés időpontja: 2015. 08. 19.
135. http://www.eppo.int/QUARANTINE/listA2.htm?utm_source=www.eppo.org&utm_medium=int_redirect. Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: quarantine list, eppo. Lekérdezés időpontja: 2015. 08. 19.
136. http://www.biokontroll.hu/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=362%3Aved-es-gyogyit-a-koromvirag&catid=285%3Agyogy-fuszernoevenyek&Itemid=127&lang=hu. Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: calendula, fonálféreg. Lekérdezés időpontja: 2015. 09. 09.
137. <http://www.bioved.hu>. Keresőprogram: Google. Lekérdezés időpontja: 2009. 01. 30.
138. <http://www.biological-research.com/philip-jacobs%20BRIC/ar-olig.htm>. Keresőprogram: Google. Kulcsszó: *Arthrobotrys oligospora*. Lekérdezés időpontja: 2015. 08. 19.
139. <http://www.uoguelph.ca/~gbarron/2008/arthro31.htm>. Keresőprogram: Google. Kulcsszó: *Arthrobotrys oligospora*. Lekérdezés időpontja: 2015. 08. 19.
140. <http://www.roszke.hu/?module=news&action=show&nid=16527>. Keresőprogram: Google. Kulcsszó: Röske, földrajzi adatok. Lekérdezés időpontja: 2015. 09. 09.
141. http://www.kwizda.hu/artis_. Keresőprogram: Google. Kulcsszó: Artis. Lekérdezés időpontja: 2015. 09. 09.

8.2. Egyéb mellékletek

8.2.1. Táblázatok

1. melléklet. Szabadföldi *Meloidogyne* fajok morfometriai adatai

Jellemző méret (μm)	<i>M. chitwoodi</i> (Karssen, 1995)	<i>M. chitwoodi</i> (Golden et al., 1980)	<i>M. fallax</i> (Karssen, 1995)	<i>M. hapla</i> (Whitehead, 1968)	<i>M. hapla</i> (Chitwood, 1949)
♂ szuronyhossz	17,6 (15,8-18,3)	18,3 (18,0-18,5)	19,1 (18,1-20,8)	20 (17,3-22,7)	17-18
♀ szuronyhossz	12,5 (10,7-13,3)	11,9 (11,2-12,5)	14,2 (13,9-14,5)	11 (10-13)	12-14
L ₂ farokhossz	42,4 (39,2-44,9)	43,0 (39,0-47,0)	49,3 (46,1-55,6)	43 (33-48)	
L ₂ farok hialin	11,0 (8,2-12,6)	11,0 (8,5-14,0)	13,5 (12,1-15,8)		
L ₂ testhossz	365 (336-385)	390 (336-417)	394 (368-410)	337(312-355)	331-372

**2. melléklet. Talajmérési eredmények a 4. fóliasátorban (Trifender-es kezelésnél)
Pusztamonostor, 2008. május 26.**

Léghőmérséklet: 33 °C

Talajhőmérséklet (a paprika sorokban mérve):

cm	I. (°C)	II. (°C)	III. (°C)	IV. (°C)	V. (°C)	Átlag
Felszín	32	32	32	33	33	32,4
5	28	30	30	31	31	30,0
10	27	29	29	30	29	28,8
15	27	28	28	29	28	28,0
20	27	28	28	28	28	27,8
25	27	27	28	28	28	27,6
30	27	27	28	28	28	27,6

Talajnedvesség:

cm	I. (%)	II. (%)	III. (%)	IV. (%)	V. (%)	Átlag
5	24,6	22	22	26,1	23,7	23,68
10	23,6	26,1	26	26,1	26,1	25,58
15	25,6	25,9	26	26,1	26,1	25,94
20	26	26	26	26,1	26	26,02
25	26	26	26	26,1	26	26,02
30	26	26	26	26,1	26	26,02

Talajellenállás:

cm	I. (MPa)	II. (MPa)	III. (MPa)	IV. (MPa)	Átlag
5	1,0	1,8	0,8	0,8	1,1
10	0,2	1,4	0,4	0,8	0,7
15	0,8	0,8	1,2	0,8	0,9
20	-	0,8	1,0	0,8	0,86
25	-	1,0	-	0,8	0,9

**3. melléklet. Talajmérési eredmények az 1. fóliasátorban (*Arthrobotrys oligospora*
kezelésnél) Pusztamonostor, 2008. május 26.**

Léghőmérséklet: 26 °C

Talajhőmérséklet:

cm	I. (°C)	II. (°C)	III. (°C)	IV. (°C)	V. (°C)	Átlag
Felszín	-	-	-	29	29	29,0
5	28	27	25	28	27	27,0
10	27	25	23	27	26	25,6
15	25	24	23	26	24	24,4
20	24	24	22	25	24	23,8
25	24	23	22	24	24	23,4
30	24	23	22	24	23	23,2

Talajnedvesség:

cm	I. (%)	II. (%)	III. (%)	IV. (%)	V. (%)	Átlag
5	25,3	26,1	22,2	26,1	19,8	23,9
10	26,2	26,1	26	26,2	22,5	25,4
15	25,7	26,1	23,5	26,1	24,6	25,2
20	26,2	26,1	22,1	26,1	25,5	25,2
25	25,6	26,1	16,3	26,1	20,6	22,94
30	26,2	26,1	12,7	26,1	26,1	23,44

Talajellenállás:

cm	I. (MPa)	II. (MPa)	III. (MPa)	IV. (MPa)	Átlag
5	0,8	0,6	0,6	1,4	0,85
10	1,2	0,9	0,6	1,2	0,97
15	1,0	1,8	0,6	1,2	0,11
20	0,4	1,2	0,6	1,4	0,9
25	0,8	1,0	0,6	1,2	0,9

**4. melléklet. Talajmérési eredmények a 4. fóliásátorban (Trifender-es kezelésnél)
Pusztamonostor, 2009. június 23.**

Léghőmérséklet: 22 °C

Talajhőmérséklet:

cm	sorköz		sor		Átlag
	I. (°C)	II. (°C)	III. (°C)	IV. (°C)	
10	23	23	24		23,5
20	24	24	24		24
30	24	23	24		23,5
40	24	24	24		24
50	24	-	24		24

Talajnedvesség:

cm	sorköz			sor			átlag
	I. (%)	II. (%)	átlag	I. (%)	II. (%)	III. (%)	
10	24	23,4	23,7	24	27,2	24,8	25,3
20	28,4	26	27,2	25,6	28,4	27,2	27,1
30	28,6	27,8	28,2	26,8	28,6	28,2	27,8
40	29,6	28,9	29,25	27,2	29,5	28,9	28,5
50	30,6	29,2	29,9	27,2	29,1	30,3	28,8

Talajellenállás:

cm	sor		sorköz		Átlag
	I. (MPa)	II. (MPa)	I. (MPa)	II. (MPa)	
10	0,89	0,53	1,69	1,77	1,22
20	0,53	0,44	1,06	1,64	0,92
30	0,44	0,44	1,06	1,15	0,77
40	0,53	0,62	1,2	1,06	0,85
50	0,62	-	1,15	1,24	1,00

5. melléklet. Talajmérési eredmények az 1. fóliasátorban (*Arthrobotrys oligospora* kezelésnél) Pusztamonostor, 2009. június 23.

Léghőmérséklet: 21 °C

Talajhőmérséklet (sorközben):

cm	I. (°C)	II. (°C)	III. (°C)	Átlag
10	24	24	24	24
20	25	24	24	24,3
30	25	24	25	24,6
40	25	25	25	25
50	25	-	-	25

Talajnedvesség:

cm	sorköz			Átlag	sor			átlag
	I. (%)	II. (%)	III. (%)		I. (%)	II. (%)	III. (%)	
10	26,6	26,6	26,9	26,7	26	26,4	26,6	26,3
20	27,6	28,2	28	27,9	28	26,4	27,4	27,2
30	30	30,4	29,8	30,0	28,2	27,6	28	27,9
40	29,8	31,2	30,6	30,5	29	29	28	28,6
50	30	30,6	30	30,2	29,4	29,2	28,6	29,0

Talajellenállás:

cm	sor		sorköz	átlag
	I. (MPa)	II. (MPa)	(MPa)	
10	0,53	0,62	3,1	1,41
20	0,44	0,53	0,62	0,53
30	0,53	0,44	0,53	0,5
40	-	0,98	1,07	1,02
50	-	-	1,42	

6. melléklet. A kezelt területek talajának laboratóriumi vizsgálati eredményei (Gödöllő, 2009)

Sorszám	Minta	SZA %	SZA % átlag	pH (H ₂ O)	pH (H ₂ O) átlag	pH (KCl)	pH (KCl) átlag	K _A	Sótartalom (%)
1/a	A. <i>oligospora</i>	3,262		7,67		6,30		34	0,02
1/b		3,238	3,089	7,66	7,65	6,41	6,38		
1/c		2,766		7,61		6,44			
2/a	Trifender	2,929		7,68		6,60		33	0,03
2/b		3,395	3,083	7,84	7,78	6,48	6,56		
2/c		2,926		7,81		6,59			

7. melléklet. A Pusztamonostoron Trifender-rel és *A. oligospora*-val végzett kísérletek során végzett fontosabb munkák időpontja (Pusztamonostor, 2008-2009)

Előzetes fertőzöttség-felmérés (1. fóliasátor)	2008. március 30.
Előzetes fertőzöttség-felmérés (4. fóliasátor)	2008. március 31.
Kísérlet beállítás – Trifender kijuttatás (4. sátor) + palántázás	2008. április 25.
Kísérlet beállítás – <i>Arthrobotrys oligospora</i> kijuttatás (1. sátor)	2008. május 2.
Paprika palántázás (1. sátor)	2008. május 10.
1. szemle – Trifender	2008. május 26.
1. szemle – <i>A. oligospora</i>	2008. május 26.
2. szemle + 1. nemzedék (értékelés) mintavétel – Trifender (4. sátor)	2008. július 2.
Minták laborba szállítása + gyökerek tartósítása – Trifender	2008. július 4.
2. szemle + 1. nemzedék (értékelés) mintavétel – <i>A. oligospora</i> (1. sátor)	2008. július 13.
Minták laborba szállítása + gyökerek tartósítása – <i>A. oligospora</i>	2008. július 14.
3. szemle – <i>A. oligospora</i> (fertőzöttség-felmérés, „skálázás”)	2008. október 25.
3. szemle – Trifender - növénymagasság mérés	2008. október 25.
Kísérlet beállítás – <i>A. oligospora</i> kijuttatás (1. sátor)	2009. április 23.
Paprika palántázás (1. sátor)	2009. április 26.
Kísérlet beállítás – Trifender kijuttatás (4. sátor) + palántázás	2009. április 30.
1. szemle – Trifender + növénymagasság mérés	2009. június 12.
1. szemle – <i>A. oligospora</i> + növénymagasság mérés	2009. június 12.
2. szemle – Trifender + növénymagasság mérés + 1. nemzedék (értékelés) mintavétel	2009. június 23.
2. szemle – <i>A. oligospora</i> + növénymagasság mérés + 1. nemzedék (értékelés) mintavétel	2009. június 23.
Minták laborba szállítása (MGSZH Nematológiai Laboratórium, Budaörs)	2009. június 24.
3. szemle – Trifender + növénymagasság mérés	2009. augusztus 26.
3. szemle – <i>A. oligospora</i> + növénymagasság mérés	2009. augusztus 26.
Nőstények számolása mikroszkóp alatt	2009. október végéig
Talajmintavétel	2009. november 5.

8. melléklet. Az *Arthrobotrys oligospora*-val kezelt fóliasátor négy sarkának GPS koordinátái (Pusztamonostor)

Koordináta név	Északi szélesség	Keleti hosszúság	Tengerszint feletti magasság (m)
AR1	N 47°33.836'	EO 19°47.763'	94 m
AR2	N 47°33.846'	EO 19°47.727'	94 m
AR3	N 47°33.847'	EO 19°47.726'	94 m
AR4	N 47°33.832'	EO 19°47.758'	94 m

9. melléklet. A Trifender-rel kezelt fóliasátor négy sarkának GPS koordinátái (Pusztamonostor)

Koordináta név	Északi szélesség	Keleti hosszúság	Tengerszint feletti magasság (m)
TR1	N 47°33.850'	EO 19°47.772'	94 m
TR2	N 47°33.862'	EO 19°47.736'	94 m
TR3	N 47°33.857'	EO 19°47.733'	94 m
TR4	N 47°33.847'	EO 19°47.770'	94 m

10. melléklet. A Jászságban tett kiszállások során feltett kérdések a termelőkhez (2007 és 2015)

1.	Milyen növényeket termesztenek?
2.	Mi okoz problémát a termesztés során?
3.	Termesztési szokások.
4.	A hajtás struktúrája.
5.	Milyen talajfertőtlenítést használnak?
6.	Főbb károsítók a talajból, kiemelve a gyökérgubacs-fonálférgeket.
7.	Fonálféreg kártétel.
8.	Védekezési módok. Termesztéstechnikai, vegyszeres.
9.	Fonálféreg elleni védekezés vegyszer nélkül.
10.	Védekezés Vydate 10L-lel, csepegtető öntözéssel.

11. melléklet. A zöldtrágya- és köztes növényekkel végzett kísérlet kiértékelései során vett minták skála értékei (hajtatott paprika, *Meloidogyne hapla*, Jászfényszaru, 2006)

Az 1. értékelés során összesen 38 helyről vettünk mintát, ebből:

Fertőzés mértéke	Skála érték
15 helyen nem találtunk gubacsot	0
17 helyen 1%	1
3 helyen 5%	1
3 helyen 10%	1
2 helyen nem kelt ki a facélia, ezért innen nem vettünk mintát	-

A 2. értékelés során összesen 37 helyről vettünk mintát, ebből:

Fertőzés mértéke	Skála érték
12 helyen nem volt gubacs	0
8 helyen 0,5%	1
3 helyen 1%	1
3 helyen 2%	1
1 helyen 4%	1
1 helyen 5%	1
3 helyen 7%	1
1 helyen 10%	1
1 helyen 15%	1
2 helyen 20%	1
1 helyen 25%	2
1 helyen 30%	2
3 helyről nem tudtunk mintát venni	-

A 3. értékelésnél 6 helyről nem tudtunk venni mintát, így összesen 34 helyről vettünk mintát:

Fertőzés mértéke	Skála érték
14 helyen 0%	0
3 helyen 0,5%	0
4 helyen 1%	1
1 helyen 2%	1
3 helyen 5%	1
3 helyen 10%	1
2 helyen 20%	1
1 helyen 25%	2
2 helyen 30%	2
1 helyen 60%	3

12. melléklet. A zöldtrágyanövények átlagos gyökérgubacs %-ra gyakorolt hatása különböző időpontokban kiértékelve (Jászfényszaru, 2006)

Dátum	2006. 10. 05.	2006. 09. 01.	2006. 07. 05.
Gubacs % átlag	5,55	4,15	1,64

13. melléklet. Gyökérgubacs-fonálféreg előfordulásának mértéke az I. fóliasátorban paprika gyökerén (előzetes fertőzöttség felmérés) (Röszke, 2005)

A paprika gyökerén lévő gubacsok értékelése az I. fóliasátorban

	Paprika sorok száma							
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
A gubacsok száma alapján megállapított értékek/tő	3	3	3	2	3	4	3	4
	2	3	3	3	3	2	3	4
	3	4	4	4	4	3	3	3
	4	5	5	4	3	4	4	3
	4	4	5	4	4	4	4	3
	3	3	4	3	4	3	3	2
	3	4	4	3	4	3	2	4
	3	3	4	3	4	3	3	3
	2	3	3	4	4	3	4	3
2	3	2	3	3	4	4	4	

14. melléklet. Gyökérgubacs-fonálféreg előfordulásának mértéke a II. fóliasátorban paprika gyökerén (előzetes fertőzöttség felmérés) (Röszke, 2005)

A paprika gyökerén lévő gubacsok értékelése a II. fóliasátorban

	Paprika sorok száma			
	1-2.	3-4.	5-6.	7-8.
A gubacsok száma alapján megállapított értékek/tő	2	2	3	2
	3	3	3	3
	2	2	3	3
	4	3	3	3
	3	4	3	2
	4	3	3	3
	2	4	3	2
	3	2	2	3
	2	2	2	2
2	3	2	2	

15. melléklet. Gyökérgubacs-fonálféreg előfordulásának mértéke a III. fóliasátorban paprika gyökerén (előzetes fertőzöttség felmérés) (Röszke, 2005)

A paprika gyökerén lévő gubacsok értékelése a III. fóliasátorban				
Paprika sorok száma				
	1-2.	3-4.	5-6.	7-8.
A gubacsok száma alapján megállapított értékek/tő	2	2	3	2
	3	3	3	3
	3	4	3	3
	2	3	3	3
	3	3	3	3
	3	3	3	2
	3	3	3	3
	2	3	3	2
	3	4	2	3
	3	2	2	2

16. melléklet. Gyökérgubacs-fonálféreg előfordulásának mértéke az I. fóliasátorban paprika gyökerén (Röszke, 2006)

A paprika gyökerén lévő gubacsok értékelése az I. fóliasátorban					
	Köztes növények	Fertőzöttség mértéke		Köztes növények	Fertőzöttség mértéke
A kontroll és köztes növény szakaszok és a hozzá tartozó gyökérgubacs fertőzöttség mértéke	kontroll	2		kontroll	3
	körömvirág	1		körömvirág	2
	kontroll	2		kontroll	3
	facélia	1		facélia	2
	kontroll	2		kontroll	3
	mustár	1		mustár	2
	kontroll	2		kontroll	4
	facélia	2		facélia	2
	kontroll	2		kontroll	3
	körömvirág	2		körömvirág	2
	kontroll	3		kontroll	3
	facélia	2		facélia	2
	kontroll	3		kontroll	2
	mustár	2		mustár	1
	kontroll	3		kontroll	3
	facélia	1		facélia	2
kontroll	3		kontroll	2	

	körömvirág	3		körömvirág	1
	kontroll	3		kontroll	2
	facélia	2		facélia	2
	kontroll	3		kontroll	2
	mustár	1		mustár	1
	kontroll	2		kontroll	3
	facélia	1		facélia	2
	kontroll	2		kontroll	3

17. melléklet. Gyökérgubacs-fonálféreg előfordulásának mértéke a II. fóliasátorban paprika gyökerén (Röske, 2006)

A paprika gyökerén lévő gubacsok értékelése a II. fóliasátorban

	Köztes növények	Fertőzöttség mértéke		Köztes növények	Fertőzöttség mértéke
	kontroll	2		kontroll	2
	körömvirág	2		körömvirág	2
	kontroll	2		kontroll	2
	facélia	1		facélia	1
	kontroll	2		kontroll	3
	mustár	1		mustár	2
	kontroll	2		kontroll	2
	facélia	1		facélia	2
	kontroll	2		kontroll	2
	körömvirág	1		körömvirág	2
	kontroll	1		kontroll	3
	facélia	1		facélia	2
	kontroll	2		kontroll	2
	mustár	1		mustár	1
	kontroll	3		kontroll	2
	facélia	2		facélia	1
	kontroll	2		kontroll	2
	körömvirág	2		körömvirág	1
	kontroll	2		kontroll	2
	facélia	1		facélia	2
	kontroll	2		kontroll	2
	mustár	1		mustár	2
	kontroll	2		kontroll	2
	facélia	2		facélia	2
	kontroll	2		kontroll	2

18. melléklet. Gyökérgubacs-fonálféreg előfordulásának mértéke a III. fóliasátorban paprika gyökerén (Röszke, 2006)

A paprika gyökerén lévő gubacsok értékelése a III. fóliasátorban

	Köztes növények	Fertőzöttség mértéke
A kontroll és köztes növény szakaszok és a hozzá tartozó gyökérgubacs fertőzöttség mértéke	kontroll	2
	körömvirág	2
	kontroll	2
	facélia	1
	kontroll	2
	mustár	2
	kontroll	2
	facélia	2
	kontroll	2
	körömvirág	2
	kontroll	3
	facélia	1
	kontroll	2
	mustár	1
	kontroll	2
	facélia	1
	kontroll	2
	körömvirág	2
	kontroll	3
	facélia	1
kontroll	2	
mustár	1	
kontroll	1	
facélia	1	
kontroll	1	

19. melléklet. I. fóliasátor köztes növényeihez tartozó sorokból leszedett paprika mennyisége (Röszke, 2006. július 15. és 29.)

Köztes növények (2. és 3. sorköz)	Szedés eredménye (07.15.) [kg]	Szedés eredménye (07.29.) [kg]	Köztes növények (6. és 7. sorköz)	Szedés eredménye (07.15.) [kg]	Szedés eredménye (07.29.) [kg]
kontroll	0,6	0,8	kontroll	0,5	1,2
körömvirág	1	1,2	körömvirág	1,4	1,7
kontroll	1,4	1,8	kontroll	1,4	1,9
facélia	1,3	1,6	facélia	1,3	1,5
kontroll	1,5	1,9	kontroll	1,6	1,9
mustár	1,1	1,5	mustár	1,2	1,5
kontroll	1,6	1,7	kontroll	1,6	1,8
facélia	1,6	1,7	facélia	1,7	1,8
kontroll	1,5	1,7	kontroll	1,8	1,9
körömvirág	1,7	1,8	körömvirág	1,9	2,2
kontroll	1,6	1,8	kontroll	1,6	2,3
facélia	1,2	1,4	facélia	1,5	1,8
kontroll	1,4	1,6	kontroll	1,5	1,7
mustár	0,7	0,8	mustár	0,6	1,1
kontroll	1,3	1,5	kontroll	1,4	1,7
facélia	1,2	1,6	facélia	1,4	1,6
kontroll	1,5	1,8	kontroll	1,6	1,9
körömvirág	1,7	1,8	körömvirág	1,7	2
kontroll	1,7	1,8	kontroll	1,7	2
facélia	1,3	1,5	facélia	1,6	1,4
kontroll	1,4	1,6	kontroll	1,3	1,7
mustár	1,1	1,2	mustár	1,1	0,9
kontroll	1,3	1,4	kontroll	1,2	1,2
facélia	1,2	1,2	facélia	1,1	1,2
kontroll	1	0,9	kontroll	1	1
Összesen:	32,9 kg	37,6 kg		34,7 kg	40,9 kg

20. melléklet. II. fóliasátor köztes növényeihez tartozó sorokból leszedett paprika mennyisége (Röszke, 2006. július 15. és 29.)

Köztes növények (2. és 3. sorköz)	Szedés eredménye (07.15.) [kg]	Szedés eredménye (07.29.) [kg]	Köztes növények (6. és 7. sorköz)	Szedés eredménye (07.15.) [kg]	Szedés eredménye (07.29.) [kg]
kontroll	0,8	0,9	kontroll	0,5	0,5
körömvirág	1,2	1,7	körömvirág	1,2	1,7
kontroll	1,5	1,7	kontroll	1,6	1,8
facélia	1,5	1,8	facélia	1,6	1,6
kontroll	1,6	1,8	kontroll	1,8	1,9
mustár	0,3	0,9	mustár	1,1	1,1
kontroll	1,4	1,6	kontroll	1,3	1,8
facélia	1,4	1,6	facélia	1,3	1,5
kontroll	1,9	1,9	kontroll	1,7	2
körömvirág	1,9	2,2	körömvirág	2	2
kontroll	1,8	2,1	kontroll	1,9	2,4
facélia	1,7	1,9	facélia	1,9	2,2
kontroll	1,6	1,9	kontroll	1,8	2,1
mustár	1,2	1	mustár	0,6	1,1
kontroll	1,5	1,6	kontroll	1,5	1,75
facélia	1,3	1,8	facélia	1,7	2
kontroll	1,6	2,4	kontroll	2	2,5
körömvirág	1,3	2,5	körömvirág	2	2,4
kontroll	1,9	2,4	kontroll	1,9	2,3
facélia	1,7	2	facélia	1,3	1,6
kontroll	1,7	1,9	kontroll	1,5	1,7
mustár	1,5	1,5	mustár	1,1	1,1
kontroll	1,6	1,8	kontroll	1,4	1,8
facélia	1,2	1,6	facélia	1,4	1,2
kontroll	0,7	0,9	kontroll	0,4	0,6
Összesen:	35,8 kg	43,4 kg		36,5 kg	42,65 kg

21. melléklet. III. fóliasátor köztes növényeihez tartozó sorokból leszedett paprika mennyisége (Röszke, 2006. július 15. és 29.)

Köztes növények (2. és 3. sorköz)	Szedés eredménye (07.15.) [kg]	Szedés eredménye (07.29.) [kg]
kontroll	0,6	0,8
körömvirág	1	1,3
kontroll	1,6	1,6
facélia	1,6	1,6
kontroll	1,7	2
mustár	1,5	1,5
kontroll	2	2,2
facélia	1,7	1,9
kontroll	1,8	2,1
körömvirág	1,9	2,4
kontroll	1,9	2,4
facélia	1,4	1,4
kontroll	1,7	2
mustár	1	0,6
kontroll	1,6	2
facélia	1,5	1,9
kontroll	1,9	2,4
körömvirág	1,9	2,5
kontroll	1,8	2
facélia	1,5	1,7
kontroll	1,7	1,7
mustár	1,4	1,3
kontroll	1,5	1,8
facélia	1,3	1,3
kontroll	0,7	0,8
Összesen:	38,2 kg	43,2 kg

22. melléklet. Trifender-rel kezelt és kezeletlen paprika gyökérgubacs fonálféreggel való fertőzöttségének összehasonlítása (Pusztamonostor, 2008)

Készítmény	Dózis	Vizsgált növények száma	Meloidogyne nőtények száma tövenként (db/tő)					ismétlések átlaga
			1. ismétlés	2. ismétlés	3. ismétlés	4. ismétlés	ismétlések átlaga	
Trifender	0,25 % 1,15 l/m ² permetlé	1.	1701	538	113	85		
		2.	106	567	175	119		
		3.	1361	153	157	269		
		4.	1405	795	165	105		
		5.	87	1060	114	228		
		Σ	4660	3113	724	806		
		átlag		932,0	622,6	144,8	161,2	465,15
Kezeletlen kontroll	–	1.	170	429	445	120		
		2.	829	1006	249	111		
		3.	283	416	384	127		
		4.	227	1018	421	93		
		5.	1822	884	570	201		
		Σ	3331 db	3753	2069	652		
		átlag		666,2	750,6	413,8	130,4	490,25

23. melléklet. Trifender-rel kezelt és kezeletlen paprika gyökérgubacs fonálféreggel való fertőzöttségének összehasonlítása (Pusztamonostor, 2009)

Készítmény	Dózis	Vizsgált növények száma	Meloidogyne nőtények száma tövenként (db/tő)					Hatékonysági % (Abbott)
			1. ismétlés	2. ismétlés	3. ismétlés	4. ismétlés	ismétlések átlaga	
Trifender	0,25% 1,15 l/m ² permetlé	1.	104	251	184	165		
		2.	113	95	224	410		
		3.	124	178	200	111		
		4.	263	373	199	90		
		5.	449	158	122	177		
		Σ	1053	1055	929	953		
		átlag		210,6	211,0	185,8	190,6	199,5
Kezeletlen kontroll	–	1.	245	278	194	242		
		2.	446	227	254	150		
		3.	284	518	233	218		
		4.	188	449	490	197		
		5.	291	398	386	288		
		Σ	1454	1870	1557	1095		
		átlag		290,8	374,0	311,4	219,0	298,8

24. melléklet. *Arthrobotrys oligospora*-val kezelt és kezeletlen paprika gyökérgubacs fonálféreggel való fertőzöttségének összehasonlítása (Pusztamonostor, 2008)

Készítmény	Dózis	Vizsgált növények száma	<i>Meloidogyne</i> nőtények száma tövenként (db/tő)				ismétlések átlaga
			1. ismétlés	2. ismétlés	3. ismétlés	4. ismétlés	
<i>Arthrobotrys oligospora</i>	0,2 l/m ²	1.	280	578	494	689	
		2.	252	717	474	640	
		3.	697	925	486	276	
		4.	298	449	561	455	
		5.	294	673	628	500	
		Σ	1821	3342	2643	2560	
		átlag	364,2	668,4	528,6	512,0	
Kezeletlen kontroll	–	1.	269	282	185	374	
		2.	121	359	163	150	
		3.	117	388	217	354	
		4.	87	306	326	398	
		5.	169	199	242	168	
		Σ	763	1534	1133	1444	
		átlag	152,6	306,8	226,6	288,8	

25. melléklet. *Arthrobotrys oligospora*-val kezelt és kezeletlen paprika gyökérgubacs fonálféreggel való fertőzöttségének összehasonlítása (Pusztamonostor, 2009)

Készítmény	Dózis	Vizsgált növények száma	<i>Meloidogyne</i> nőtények száma tövenként (db/tő)				ismétlések átlaga	Hatékonysági % (Abbott)
			1. ismétlés	2. ismétlés	3. ismétlés	4. ismétlés		
<i>Arthrobotrys oligospora</i>	0,2 l/m ²	1.	456	100	229	519		35
		2.	200	243	278	453		
		3.	186	237	268	323		
		4.	301	562	237	256		
		5.	270	214	143	609		
		Σ	1413	1356	1155	2160		
		átlag	282,6	271,2	231,0	432,0		
Kezeletlen kontroll	–	1.	495	349	217	945		35
		2.	363	328	434	247		
		3.	337	373	148	479		
		4.	422	643	581	699		
		5.	794	331	837	364		
		Σ	2411	2024	2217	2734		
		átlag	482,2	404,8	443,4	546,8		

26. melléklet. Trifender hatása gubacsképző fonálféreggel fertőzött paprika növénymagasságára (Pusztamonostor, 2008)

Kezelés	Átlagos tövenkénti növénymagasság (cm)											Kezeletlen kontroll %-ában
	2008.07.02.					Kezeletlen kontroll %-ában	2008.10.25.					
	1. ism.	2. ism.	3. ism.	4. ism.	ismétlések átlaga		1. ism.	2. ism.	3. ism.	4. ism.	ismétlések átlaga	
Trifender	62	78	73	77	71,4	112	74	84	84	89	90,9	115
	84	89	58	68			92	85	86	102		
	73	77	72	69			78	83	68	82		
	83	66	88	73			76	97	88	82		
	61	65	80	52			90	92	90	103		
	72	64	74	49			95	96	93	80		
	68	71	81	61			98	93	98	103		
	54	66	80	72			103	88	100	107		
	77	77	72	74			90	97	85	83		
	87	67	73	69			104	92	96	110		
	72,1	72,0	75,1	66,4			90,0	90,7	88,8	94,1		
Kezeletlen kontroll	66	53	65	57	63,45	100	88	90	72	97	78,87	100
	67	56	67	62			77	96	70	87		
	66	58	63	83			80	74	78	70		
	70	52	61	58			81	82	71	88		
	59	52	71	67			81	66	75	85		
	58	77	58	72			71	86	72	80		
	70	67	64	51			80	86	64	82		
	63	62	64	65			76	80	67	82		
	63	62	66	67			80	74	78	67		
	58	60	71	67			79	80	77	86		
		64,0	59,9	65,0			64,9			79,3		

27. melléklet. Trifender hatása gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött paprika növénymagasságára (Pusztamonostor, 2009)

Kezelés	Átlagos tövenkénti növénymagasság (cm)											
	2009.06.12.					Kezeletlen kontroll %-ában	2009.08.26.					Kezeletlen kontroll %-ában
	1. ism.	2. ism.	3. ism.	4. ism.	ismétlések átlaga		1. ism.	2. ism.	3. ism.	4. ism.	ismétlések átlaga	
Trifender	70	62	56	53	57,6	111	83	77	70	78	87,8	118
	60	61	60	64			85	95	75	103		
	60	62	65	62			76	86	73	104		
	58	52	62	72			100	114	88	94		
	61	55	50	52			100	112	82	76		
	52	53	55	62			102	77	76	65		
	58	52	56	61			94	75	91	70		
	58	53	62	51			88	87	93	65		
	51	46	60	59			94	90	109	100		
	61	46	60	54			84	80	99	103		
	58,9	54,2	58,6	59,0			90,6	89,3	85,6	85,8		
Kezeletlen kontroll	54	58	43	58	51,8	100	74	82	75	88	74,1	100
	62	62	56	44			65	95	62	64		
	50	62	51	46			65	91	56	70		
	56	44	52	55			74	67	70	67		
	54	60	50	60			68	74	53	65		
	54	47	50	49			72	90	82	60		
	55	52	55	53			67	94	68	82		
	58	51	44	55			74	76	72	68		
	55	35	47	40			73	84	74	74		
	57	48	49	44			86	85	68	90		
	55,5	51,9	49,7	50,4			71,8	83,8	68,0	72,8		

28. melléklet. Trifender hatása gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött paprika növénymagasságára (Pusztamonostor, 2009)

Kezelés	Átlagos tövenkénti növénymagasság (cm)					Kezeletlen kontroll %-ában
	2009.06.23.					
	1. ism.	2. ism.	3. ism.	4. ism.	ismétlések átlaga	
Trifender	82	72	84	80	75,1	109
	85	67	79	70		
	80	80	67	86		
	80	79	74	75		
	68	85	77	78		
	68	81	69	71		
	82	67	61	77		
	77	78	70	78		
	66	70	70	72		
	65	83	84	70		
	75,3	76,2	73,5	75,7		
Kezeletlen kontroll	77	65	64	74	68,6	100
	74	68	58	70		
	66	60	69	68		
	77	68	67	70		
	61	65	60	68		
	65	67	77	70		
	64	68	75	62		
	77	62	73	70		
	68	72	84	65		
	60	65	77	75		
	68,9	66,0	70,4	69,2		

29. melléklet. *Arthrobotrys oligospora* hatása gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött paprika növénymagasságára (Pusztamonostor, 2008)

Kezelés	Átlagos tövenkénti növénymagasság (cm)					Kezeletlen kontroll %-ában
	2008.05.26.					
	1. ism.	2. ism.	3. ism.	4. ism.	Ismétlések átlaga	
<i>Arthrobotrys oligospora</i>	37	34	27	31	31,96	106
	30	35	38	37		
	37	26	33	39		
	24	29	29	28		
	25	38	31	35		
	29	32	32	31		
	30,3	32,3	31,6	33,5		
Kezeletlen kontroll	27	29	35	31	29,9	100
	32	25	32	34		
	28	21	39	29		
	30	25	33	28		
	25	25	35	31		
	27	33	31	34		
	28,16	26,3	34,16	31,16		

30. melléklet. *Arthrotrys oligospora* hatása gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött paprika növénymagasságára (Pusztamonostor, 2009)

Kezelés	Átlagos tövenkénti növénymagasság (cm)											Kezeletlen kontroll %-ában
	2009.06.12.					Kezeletlen kontroll %-ában	2009.08.26.					
	1. ism.	2. ism.	3. ism.	4. ism.	ismétlések átlaga		1. ism.	2. ism.	3. ism.	4. ism.	ismétlések átlaga	
<i>Arthrotrys oligospora</i>	40	42	41	44	45,1	102	72	73	100	84	72,4	93,2
	50	46	36	47			60	64	90	63		
	38	40	40	52			56	72	93	70		
	47	42	42	51			70	82	75	65		
	47	42	44	50			70	72	81	62		
	41	42	47	47			74	71	87	64		
	50	50	52	42			66	80	56	77		
	43	56	43	40			82	81	60	73		
	49	46	50	45			80	80	65	60		
	46	45	47	42			63	63	70	70		
		45,1	45,1	44,2			46,0		69,3	73,8		
Kezeletlen kontroll	54	43	40	55	44,4	100	75	84	77	92	77,7	100
	42	37	39	42			102	80	72	75		
	55	49	38	43			81	70	83	74		
	44	44	42	51			90	57	84	92		
	41	45	44	43			77	85	83	71		
	43	47	46	41			70	60	72	60		
	35	47	50	40			90	71	80	77		
	48	52	44	38			77	82	83	93		
	45	48	50	40			82	67	70	57		
	40	47	43	41			85	74	93	62		
		44,7	45,9	43,6			43,4		82,9	73,0		

31. melléklet. A 3. és 4. paprikaszedés terméseredményei a Trifender-rel kezelt és kezeletlen területekről (Pusztamonostor, 2008)

Kezelés	3. szedés		4. szedés	
	Terméssúly (kg/m ²)	Termésmennyiség a kezeletlen kontroll %-ában	Terméssúly (kg/m ²)	Termésmennyiség a kezeletlen kontroll %-ában
Trifender	0,72	135	1,2	125
Kezeletlen kontroll	0,53	100	0,96	100

32. melléklet. A paprikaszédések terméseredményei a Trifender-rel kezelt és kezeletlen területekről (Pusztamonostor, 2009)

Termésmérések száma	(Trifender) kezelt (kg)	Kontroll (kg)
1.	32	42
2.	10	17
3.	22	28
4.	28	37
5.	25	32
6.	31	40
7.	26	35
8.	22	29
9.	23	27
10.	29	38
11.	14	18

Kezelés	Terméssúly (kg/m ²)	Termésmennyiség a kezeletlen kontroll %-ban
Trifender	0,13	72
Kezeletlen kontroll	0,18	100

33. melléklet. A paprikaszedések terméseredményei az *Arthrobotrys oligospora*-val kezelt és kezeletlen területekről (Pusztamonostor, 2009)

Termésmérések száma	(<i>A. oligospora</i>) Kezelt (kg)	Kontroll (kg)
1.	30	30
2.	8	12
3.	17	25
4.	25	33
5.	21	31
6.	28	36
7.	24	30
8.	21	29
9.	17	19
10.	22	23
11.	13	16

Kezelés	Terméssúly (kg/m ²)	Termésmennyiség a kezeletlen kontroll %-ban
<i>Arthrobotrys oligospora</i>	0,11	78
Kezeletlen kontroll	0,14	100

Az értékelés során alkalmazott Abbott képlet:

$$\text{Abbott \%} = (1 - \text{Ta}/\text{Ca}) * 100$$

Ta = kezeltben a *Meloidogyne* nőtények száma a kezelés után

Ca = kezeletlenben a *Meloidogyne* nőtények száma a kezelés után

8.2.2. Ábrák

34. melléklet. A Trifender-rel és *Arthrobotrys oligospora*-val kezelt kísérletek elhelyezkedése a fóliasátorban (Pusztamonostor 2008 és 2009)

	1. sor		
	2. sor		
	3. sor		
	4. sor		
	5. sor		
7 m	Bejárat	ÚT	ÚT
	6. sor		
	7. sor		
	8. sor		
	9. sor		
	10. sor		
	Kezelt	50 m	Kezeletlen kontroll

35. melléklet. Köztes növények 1. értékelése (Jászfényszaru, 2006. július 5.)

A táblázatban található számok a fertőzöttségi %-ot mutatják, a 0% -os fertőzöttségi helyekről nem vettünk mintát.

F# - nem kelt ki a facélia ezeken a helyeken, ezért nem vettünk mintát

K			1	O	5			M	1			F	0	0	
1			1	1				0				0			
	0	0				10				1					
												5			
F				K		10		O		1		M		0	
0				5				1							
←ÚT→															
O				F#				K				O			
1								1				0			
						1							0	0	
M	1	1	0	M	1		1	F#	0	10	1	K		0	
1				1								0			
	kontroll	rozs	kontroll		kontroll	rozs	kontroll		kontroll	rozs	kontroll		kontroll	rozs	kontroll
	← IV. ISMÉTLÉS →				← III. ISMÉTLÉS →				← II. ISMÉTLÉS →				← I. ISMÉTLÉS →		

- K → körömvirág
- F → facélia
- O → olajretek
- M → mustár
- > paprika

37. melléklet. Köztes növények 3. értékelése (Jászfényszaru, 2006. október 5.)

A táblázatban található számok a fertőzöttségi %-ot mutatják, a 0% -os fertőzöttségi helyekről nem vettünk mintát.

F# M# K#: nem kelt ki a facélia, mustár és a körömvirág ezeken a helyeken, ezért nem vettünk mintát

K#			O 10				M 0			F#					
	0	25	0		30	60			5			2	0,5	5	
F#				K 20			O 0			M 0					
← ÚT →															
O 0				F#			K 0			O 0					
	0	5	0		0,5	1	0		1	10	1		0,5	20	
M 0				M#			F#			K 0				0	
	kontroll	rozs	kontroll		kontroll	rozs	kontroll		kontroll	rozs	kontroll		kontroll	rozs	kontroll
	← IV. ISMÉTLÉS →				← III. ISMÉTLÉS →				← II. ISMÉTLÉS →				← I. ISMÉTLÉS →		

- K → körömvirág
- F → facélia
- O → olajretek
- M → mustár
- > paprika

41. melléklet. *Arthrobotrys oligospora* értékelésekor használt mintavételi pontok (Pusztamonostor, 2009. június 23.)

Minden ismétlésből 5 mintát vettünk, így összesen 40 paprika gyökeret. Az ábrán szereplő értékek az előzetes felmérés adatai, amelyek alapján a mintavételek történtek

7 m	1. sor		
	2. sor		
		IV. ism.	IV. ism.
	3. sor		
			III. ism.
	4. sor	5 4 4 4 4 4	5 3 6 4 3 4 4 5 5 5
	5. sor		
	Bejárat	ÚT	ÚT
			I. ism.
	6. sor	4 7 4 4 7 7	4 5 4 4
	III. ism.		
7. sor			
	I. ism. II. ism.	. II. ism.	
8. sor	4 5 4 4	3 3	
9. sor			
10. sor			
	Kezelt-<i>Arthrobotrys oligospora</i>/palántázás előtt	Kezeletlen kontroll	

50 m



42. melléklet. Az I. fóliasátor két sorközébe elvetett gyökérgubacs-fonálféreg elleni védekezéshez alkalmazott növények szakaszai Röszkén
(fotó: Szalma 2006)



43. melléklet. A II. fóliasátor két sorközébe elvetett gyökérgubacs-fonálféreg elleni védekezéshez alkalmazott növények szakaszai Röszkén
(fotó: Szalma 2006)



44. melléklet. A III. fóliasátor két sorközébe elvetett gyökérgubacs-fonálféreg elleni védekezéshez alkalmazott növények szakaszai Röszkén
(fotó: Szalma 2006)



45. melléklet. Körömvirág szakasz a III. fóliasátorban Röszkén
(fotó: Szalma 2006)



46. melléklet. Facélia szakasz a kísérleti fóliasátorban Röszkén
(fotó: Szalma 2006)



47. melléklet. Fehér mustár szakasz a II. fóliasátorban Röszkén
(fotó: Szalma 2006)

9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Doktori (PhD) értekezésem elkészítéséhez szükséges kísérleti helyszín biztosításáért köszönettel tartozom Kollár Ferenc (Jászfényszaru), Langa József (Pusztamonostor) és Szabó Géza (Zsámbok) termelőknek, a kísérleti anyagok biztosításáért dr. Bohár Gyulának (Biovéd Kft). A talajvizsgálatok elvégzéséért Nagy Attila talajtani szakmérnöknek és a SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar Talajtani Tanszék laboratórium dolgozóinak. A statisztikai értékelésben nyújtott segítségéért dr. Bokor Árpádnak. Szalma Istvánnak a Röszkén végzett kísérletek kivitelezéséért, Gódor Anitának a Zsámbokon végzett kísérletek során nyújtott segítségéért. Feketéné Palkovics Ágnesnek és Bozsó Miklósnak a fajhatározás során nyújtott segítségéért.

Megkülönböztetett köszönettel tartozom Elekes Attilánának a kísérletek tervezése, a fajhatározás és az értékelés során nyújtott segítségéért, férjemnek, dr. Stingli Attilának a kísérletek beállításában és a terepi munka során nyújtott segítségéért és témavezetőmnek, dr. Tóth Ferencnek a dolgozat elkészítése és az eredmények értékelése során nyújtott segítségéért.

Külön köszönettel tartozom családomnak, akik biztatása és segítése nélkül nehezebben jutottam volna eddig.

A kutatást az első évben a GAK ALAP1-00052/2004. számú pályázat támogatta.