



Szent István Egyetem

A KÓRÓ TÖRPEPÓK (*Theridion impressum* L. Koch)

FELHASZNÁLÁSA MODELLSZERVEZETKÉNT

TRANSZGÉNIKUS KUKORICÁBAN VÉGZETT

ÖKOLÓGIAI HATÁSVIZSGÁLAT SORÁN

Doktori (PhD.) értekezés tézisei

Árpás Krisztina

Gödöllő

2007

A doktori iskola

megnevezése: **Növénytudományi Doktori Iskola**

Tudományága: **Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok**

Vezetője: **Dr. Virányi Ferenc**
egyetemi tanár, az MTA doktora
Szent István Egyetem
Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Növényvédelmi Intézet

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

.....
Az Iskolavezető jóváhagyása

.....
A Témavezető jóváhagyása

ELŐZMÉNYEK, KITŪZÖTT CÉLOK

A biológiai tudományok fejlődése a XX. században a fizikai és kémiai kutatások eredményeinek köszönhetően felgyorsult. A felhalmozódott tudásanyag és a laboratóriumi technika páratlan fejlődése tette lehetővé a biológia új ágának, a molekuláris biológiának, mint önálló részdiszciplínának a megjelenését. Az új tudomány művelése egyenesen vezetett oda, hogy a kutatókban felmerült az élő szervezetek genomjában található információs anyag művi megváltoztatása. A génebézés első sikerei és kudarcai, alapkutatói szinten, az 1970-es években a kutatólaboratóriumok falai között zajlottak. Az örökítő anyag módosítása révén olyan tulajdonságokkal sikerült felruházni bizonyos szántóföldi növényeket és később állatfajokat is, amelyekkel azok természetes állapotukban nem rendelkeztek. Néhány példa: Round-Up szója (glifozát-rezisztens), *Bt*-kukoricák (*Bacillus thuringiensis* inszekticid hatású endotoxinjait termelik), glufozinát toleráns LibertyTM őszi olajrepcé stb. (Szigeti é.n.).

2006-ban már 22 országban termesztettek transzgenikus növényt. Ebben az esztendőben lépte át a termesztési terület nagysága a lélektani 100 milliós határt, ebből 69,9 millió hektár a herbicidtoleráns növények, 19 millió hektár a *Bt*-növények területe, ebből 25,2 millió hektár a *Bt* kukorica (James 2006).

Sem a szakmai társadalom, sem a civil lakosság körében nem egységes a transzgenikus élőlények biztonságos mezőgazdasági, élelmiszeripari hasznosításával kapcsolatos vélemény. A növények esetében alkalmazott GM technológiák esetében a környezeti hatásokkal kapcsolatos aggodalmak többsége a transzgenikus növény közeli rokonfajaiba történő génáramlás lehetőségéből, az egzotikus gének vagy tulajdonságok nemkívánatos hatásainak esetleges érvényesüléséből (pl. rovarrezisztencia vagy gyomirtó szer tolerancia), valamint a technológiával meg nem célzott organizmusokra gyakorolt potenciális hatásokból ered, ezért szükséges ezen élőlények további tesztelése.

A Szent István Egyetem Növényvédelemtani Tanszékén 2001 és 2003 között folyt ilyen vizsgálat egy EU-5 projekt keretében. A projekt célkitűzései közé tartozott a genetikailag módosított kukorica állományában a *Bt* transzgén és a termelt toxin hatásának vizsgálata egyes fitofág, predátor és parazitoid fajokra, valamint a tápláléklánc egyes elemeire.

E kísérletsorozathoz csatlakoztam magam is, ahol a *Bt* transzgenikus kukorica nem-célszervezetekre gyakorolt hatását mértük fel trofikus kapcsolatokon keresztül. Modellszervezetként, előzetes munkáink alapján (Tóth et al. 2002) a generalista ragadozó, *T. impressum* pókfajt választottuk ki.

Célkitűzésünk az volt, hogy egy szabadföldön végzett kísérlet keretében megvizsgáljuk, hogy a *Bt* toxint termelő kukoricán és az izogénes párján található *T. impressum* pókfaj denzitásában, szaporodási mutatóiban, zsákmányspektrumában és térbeli elhelyezkedésében van-e különbség.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérletünket a Budai-hegységhez tartozó dombvidéken, a Budapesttől 30 km-re fekvő Sóskút határában állítottuk be. A kibocsátás, a vonatkozó FVM engedély alapján történt a géntechnológiai előírások figyelembe vételével egy szilva, kajszi és őszibarack ültetvényekkel körülvett izolált szántón, 2001, 2002 és 2003-ban. A területen a *Bt* (DK 440 BTY, MON 810) és az izogénes (DK 440) kukorica parcellákat saktáblaszerű elrendezésben, 6 ismétlésben helyeztük el. A 12 parcellát a 6 m széles köpenyvetés (pollencsapda) vette körül, melybe az izogénes hibrid került.

Felvételezéseinket 2001-ben a június 28-tól augusztus 29-ig terjedő időszak során nyolc, 2002-ben június 27-től szeptember 25-ig tizenkettő, míg 2003-ban június 18-tól szeptember 03-ig összesen tizenhárom alkalommal végeztük. Ezen időszak alatt minden felvételezés során parcellánként kb. 500 növény - a parcellát körben szegélyező növények és két belső sor, a 18. és a 28. sor növényei leveleit vizsgáltuk át. Ez hetente kb. 6000 növény megfigyelését jelentette.

2001-ben a kijelölt növényeket átnézve feljegyeztük a *T. impressum* hálónak helyét, majd a petegubójukat őrző nőstény pókokat petegubóval és hálótartalommal együtt begyűjtöttük. A petegubókat laborban kikeltettük és megszámloltuk a kikelő lárvákat. A kikelt lárvák egy részét felhasználtuk egy etetési kísérletben.

2002-ben és 2003-ban továbbfejlesztettük a vizsgálati módszerünket és minden alkalommal feljegyeztük a: nőstények és a hímek helyét, petegubó készítés időpontját, petegubó-kikelés idejét. Begyűjtöttük: az elhagyott hálókat, a lárvák által elhagyott petegubókat.

A petegubókat, amelyből már kikeltek a lárvák, csipesszel kiemeltük a pókhálóból és a továbbiakban egyedileg kezeltük. Laborban, – a kikeltetett és a szabadföldről üresen begyűjtött petegubók estében is -, megszámloltuk a bennük található előlárva-bőrök, peteburkok és elhalt előlárva számát. Az utolsó két évben már nem tartottuk szükségesnek a lárvák és előlárva-bőrök számlálását, mivel megállapítottuk, hogy a peteburkok számából egyértelműen lehet következtetni a számukra.

Mind a három esztendőben megvizsgáltam minden felvételezési paraméter térbeli és időbeli elhelyezkedését.

Az elhagyott, zsákmányállatokkal teli hálókat a levéllel együtt olló segítségével eltávolítottuk a növényről és papírba csomagoltuk, amire egyedi azonosítót írtunk, majd laborban elvégeztük a zsákmányállatok meghatározását.

Az elhagyott hálókat mikroszkóp alatt megvizsgáltuk és meghatároztuk a benne lévő zsákmányállatokat, majd rendek, illetve alosztályok szerint besoroltuk. 2002-ben és 2003-ban a hálón belül elkülönítettünk egy alul nyitott, ún. „zseb” és egy zseben kívüli részt, melyeknek tartalmát külön-külön feljegyeztük. A *T. impressum* ugyanis peterakáshoz harangszerű szövedéket készít – amit mi zsebnek nevezünk el -, és ebben őrzi petegubóját (Loksa 1984). Az elkülönítésre azért volt szükség, mert a pókháló határai nehezen állapíthatók meg, míg a zseb egyértelműen körülhatárolható.

A hálótartalom-elemzés eredményét 2001-ben és 2002-ben összevetettük egy ugyanazon a kísérleti területen végzett egyedi növényvizsgálat adataival (Szekeres et al. 2006), hogy megállapítsuk, a hálótartalom-elemzés kellően reprezentálja-e az adott területen jellemző rovarok egyedsűrűségét.

2001-ben az izogénes parcellákról származó petegubókból kikelő lárvák megszámlolása után, az egy napon kikelő egyedek közül az első petegubón kívüli vedlésük után kiválasztottunk 180 db életképes, közel egyforma lárvát. Ezeket felhasználtuk egy laboratóriumi etetési kísérletben. A lárvákat 10 hétig eltérő táplálékon tartottuk: 30 semmit nem kapott, míg 30 csak ecetmuslicát (*Drosophila melanogaster*), 30 csak levéltetvet (*Rhopalosiphum padi*), 30 ecetmuslicát és izogénes

kukoricán táplálkozó levéltetvet, 30 ecetmuslicát és *Bt* kukoricán táplálkozó levéltetvet, míg 30 csak *Bt* kukoricán táplálkozó levéltetvet kapott hetente. Egy etetés során 10 db-ot adtunk a lárváknak mindkét táplálék esetében. A fiolákat szobahőmérsékleten tároltuk 20-25 °C fok között, mivel a lárvák életében meghatározó a megfelelő hőmérséklet (Downes 1988). Hetente az etetés előtt feljegyeztük melyik egyed vedlett a héten. A vedlést eltávolítottuk és egyedileg kezeltük. Sztereomikroszkóp alatt megmértük a mellpajzs szélességét és hosszúságát.

Az adatokat parcellánként összesítettük és a „Statistica 6” programot használva kiértékeljük. A szignifikanciaszint megállapításához az 5 %-os küszöbértéket használtuk. Az álistmélések elkerülése érdekében egy ismétlésnek egy parcella összesített adatait vettük, nem pedig egy petegubó vagy egy háló adatait. Ha az adatok a normalitás vizsgálat során nem mutattak normál eloszlást, akkor több tényező esetén Kruskal-Wallis ANOVA vizsgálati módszert, míg két tényező esetén Mann-Whitney U-tesztet alkalmaztunk. Ha normál eloszlású adatsorunk volt, akkor varianciaanalízist használtunk.

Az etetési kísérlet adatainak elemzésekor a Kruskal-Wallis ANOVA Vizsgálati módszert alkalmaztuk, mert az adatok nem mutattak normál eloszlást a normalitás vizsgálat során.

EREDMÉNYEK

A nőstények, hímek és petegubók térbeli elhelyezkedése minden évben sajátos mintázatot mutatott. Az egy növényre jutó nőstény-, hím-, petegubó-, pete-, peteburok-, elhalt pete- illetve elhalt előlárvaszám a parcellák hátsó (dél-keleti) részén volt a legmagasabb. A legkevesebb nőstényt, hímeket, petegubót, petét, peteburkot, elhalt petét, elhalt előlárva-t a parcellák belsejében találtuk.

Mivel a parcellánkénti összesített adatok nem mutattak ki a kezelések között különbséget, ezért megpróbálkoztunk egy részletesebb megközelítéssel is.

Mindhárom esztendőben a kapott adatokat leosztottuk az adott sorban található növény számmal, így megkaptuk az egy töre eső nőstény-, hím-, petegubó-, pete-, peteburok-, elhalt pete- illetve elhalt előlárvaszámokat. Majd megnéztük, hogy az egy töre eső számokat mennyire befolyásolja a kezelés, az ismétlés, a dátum illetve az elhelyezkedés hatása.

2001-ben az egy töre eső hím-, a nőstény-, petegubó-, pete-, peteburok-, elhalt pete/összpete és elhalt előlárva/peteburok számokra szignifikáns hatással volt a dátum és az elhelyezkedés, míg a kezelésnek és az ismétlésnek nem volt szignifikáns hatása.

2002-ben az egy töre eső hím- és nőstényszámra szignifikáns hatással volt az elhelyezkedés és a dátum, míg a kezelés és az ismétlés nem. A petegubókra és az elhalt pete/összpeteszámra csak az elhelyezkedés volt szignifikáns hatással, a többi tényező nem.

2003-ban az egy töre eső nőstény-, hím-, petegubó-, pete-, peteburok-, elhalt pete/összpete és elhalt előlárva/peteburok számokra szignifikáns hatással volt a dátum és az elhelyezkedés. Az ismétlésnek csak a hímekre, míg a kezelésnek egyik paraméterre sem volt szignifikáns hatása.

A hálóban előforduló zsákmányállatok rendek szerinti megoszlása közel azonos mind a három esztendőben. Növénytetvek, poloskák, atkák, kabócák, bogarak fordultak elő a leggyakrabban, majd utánuk a tripszek, hártvászárnyúak, kétszárnyúak, recésszárnyúak, pókok, lepkék és ugróvillások. A *Bt* és izogénes kukorica hálómintáiban előforduló zsákmányállatok egyedszáma között csak a levéltetvek (2001; Mann-Whitney U-teszt; $p=0,024$) illetve a recésszárnyúak (2002; Mann-Whitney U-teszt; $p=0,034$) esetében volt szignifikáns a különbség.

Megvizsgáltuk a „zsebben” talált egyedek összetételét is. Egyik rend illetve alosztály esetében sem tudtunk kimutatni szignifikáns különbséget, ha csak a háló zseb részében talált zsákmányállatok egyedszámát hasonlítottuk össze *Bt* és izogénes parcellákon.

Az etetési kísérlet során azon csoport tagjai, amelyek semmilyen táplálékot nem kaptak, a 3-5. héten - egy-két kivételtől eltekintve - vedlés nélkül elpusztultak, míg a többi egyed a 10 hetes kísérlet során végig életben maradt. Minden csoportból az egyedek min 70 %-a egyszer vedlett.

A semmilyen táplálékot nem kapók mérete szignifikánsan kisebb volt a többi csoport lárváinak méretétől. A csak ecetmuslicával etetett lárvák mérete szignifikánsan kisebb volt, mint az ecetmuslicával és az izogénes kukoricáról származó levéltetvekkkel etetett lárvák mérete (Kruskal-Wallis ANOVA; $p=0,004$). Az ecetmuslicával és izogénes kukoricáról származó levéltetűvel táplált lárvák mérete szignifikánsan nagyobb volt, mint az ecetmuslicával és *Bt* kukoricáról származó levéltetűvel tápláltaké ($p=0,032$). A többi táplálék esetében nem találtunk szignifikáns különbséget.

Új tudományos eredmények:

Kísérleteim alapján megállapítottam, hogy:

1. A *T. impressum* ökológiai hatásvizsgálatokban megfelelő modellszervet, mert zsákmányolási és szaporodási folyamatai a pókfaj zavarása nélkül is jól nyomon követhetőek.
2. A *T. impressum* elhagyott petegubóiban lévő peteburkok és elhalt előlárvák különbségéből, illetve az előlarva-bőrök számából is egyértelműen lehet következtetni a kikelt lárvák, illetve a peték számára.
3. A *T. impressum* elhagyott petegubóiban lévő nehezen észrevehető, áttetsző előlarva-bőrök száma jól korrelál a peteburkok és az elhalt előlárvák számának összegével, így elegendő csak a könnyen számolható peteburkokat és elhalt előlárvákat megszámlálni a kikelt lárvák mennyiségének megállapításához.
4. A *T. impressum* hálótartalmának vizsgálatakor kapott egyedsűrűségi adatok kellően reprezentálják az adott területre jellemző rovarok diverzitását, kivéve a tripszek és a bagolylepkék esetében. Ezért ezen taxonok esetében egyedi növényvizsgálattal szükséges kiegészíteni a felvételezést.
5. A *T. impressum* hálótartalmának vizsgálatával jól nyomonkövethető a gyors mozgású rovarok (pl.: kabócák) előfordulási aránya is, amelyek egyedi növényvizsgálattal csak nehezen felvételezhetők.
6. A zsákmányállatok vizsgálatához elegendő a *T. impressum* elhagyott hálóból a mindenki számára egyértelműen körülhatárolható, ún. zseb részt begyűjteni. Nagy előnye, hogy szabványosítható, mivel határai egyértelműek, ellentétben a teljes, kusza hálóval.
7. Kispárcellás körülmények között a *T. impressum* egyedsűrűsége nem egyenletes, a populáció a parcellák szélein feldúsul, míg a belső sorok növényein szignifikánsan kevesebb az egyedszám.
8. A *T. impressum* hálóiban előforduló zsákmányállatok egyedszámát vizsgálva egy-egy elszigetelt esettől eltekintve (Sternorrhyncha, 2001; Neuroptera, 2002) a kukoricáról származó hálóminták között nem tudtam szignifikáns különbséget kimutatni.
9. Laboratóriumi etetési vizsgálatban az ecetmuslicával (*D. melanogaster*) és az izogénes kukoricáról származó levéltetvekkkel (*R. padi*) etetett *T. impressum* lárvák mérete szignifikánsan nagyobb volt, mint az ecetmuslicával és *Bt* kukoricáról származó levéltetvekkkel etetett lárváké. Ugyanezt a különbséget nem tudtam kimutatni a csak *Bt* illetve csak izogénes kukoricáról származó levéltetvekkkel etetett lárvák mérete között. Így a

méretkülönbséget nem tulajdoníthatjuk egyértelműen a *Bt* kukoricáról származó levéltetvek hatásának.

10. A *Bt* (DK 440 BTY, MON 810, Cry1Ab) illetve az izogénes (DK 440) kukoricáról származó, *T. impressum* lárvák által elhagyott petegubókban megszámlált peteburkok, steril peték és elhalt előlárvák számában nem volt szignifikáns különbség. Ezen adatokból arra következtethetünk, hogy a *Bt* illetve az izogénes kukoricáról származó *T. impressum* petegubókból kikelt lárvák száma között sem volt szignifikáns különbség.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Térbeli eloszlás

2003-ban háromszor annyi nőtényt, négyszer annyi petegubót és kétszer annyi hímét találtunk, mint az előző esztendőben. Ennek oka lehetett az, hogy 2001-ben begyűjtöttük a ki nem kelt petegubókat, így közel 10.000 lárvától „fosztottuk meg” a kísérleti területet. Mint ismeretes valamely drasztikus létszámcsökkenő beavatkozás után a következő egy-két esztendőben még nem éri el a pókpopuláció az azt megelőző denzitást (Schoener and Spiller 2006).

Bármelyik esztendőt és szinte bármely felvételezési paramétert is vizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy az elhelyezkedésnek szignifikáns hatása van. A sorok utolsó növényein található a legtöbb nőtény, hím, petegubó és ebből következően a legtöbb peteburok, elhalt pete és elhalt előlarva is. Némileg kevesebb az 1., a 40. sor és a sorok első növényein. A legkisebb az egyedszám a parcellák belső soraiban. Az ismétlésnek egy-egy elszigetelt esettől eltekintve nem volt kimutatható hatása, így kizárhatjuk, hogy a tábla eltérő adottságai okozták volna az elhelyezkedés sajátos mintázatát.

Mint tudjuk, a szegélyek más környezeti hatás alatt állnak, mint a belső rész növényei (Dramstad et al. 1996).

Ennek több oka is lehet:

1. A zsákmányállatok elhelyezkedése.

2. A széli hatás révén megváltozott mikroklíma (Bell et al. 1997; Hobbs 2002).

3. A pókok véletlenszerű mozgásuk során elérve a parcella szélét, nem mennek tovább. Nem lépik át a parcellákat elválasztó földsvárat, hanem „feldúsulnak” a parcellát szegélyező növényeken.

4. A pókok legjobban a dél-keleti fekvésű növényeket szeretik, hiszen nyáron itt éri őket a reggeli és a délelőtti napsütés.

5. Az uralkodó szélirány iránya, ugyanis a *Theridionok*-nak kistestű pókok lévén nagyon fontos a megfelelő árnyék és búvóhely, mert jobban ki vannak téve a vízvesztésnek, mint nagyobb testű társaik (Wolak 2000).

Bármely fentebb felsorolt ok is a jelenség okozója, a végeredmény azonos: a pókok sokkal gyakrabban tartózkodnak a parcellát szegélyező növényeken, mint a parcella belsejében lévőkn. Ez a kisparcellás kísérleteknél még szembetűnőbb lehet. Ebből következik, hogy a mennyiségi paraméterekre csak nagy óvatossággal következtethetünk a kisparcellás kísérletek felvételezési adatai alapján.

Időbeli eloszlás

A dátum hatása 2001-ben és 2003-ban minden paraméter esetében kimutatható volt, míg 2002-ben csak a hímek és nőstények esetében.

2002-ben és 2003-ban a hímek és nőstények számának alakulása teljesen eltérő volt. 2002-ben a pókok száma inkább csökkenőfélben volt már június vége felé, míg 2003-ban a legnagyobb létszámot csak július közepére érték el a *T. impressum* pókok. Samu és Szinetár (2002) is azt tapasztalta, hogy a *T. impressum* júniusban és júliusban éri el a legmagasabb egyedszámot.

A petegubókban talált peteburkok száma alapján megállapíthatjuk, hogy a tenyésztési folyamán fokozatosan csökkent a kikelt lárvák száma. Míg ezzel ellentétben az elhalt peték aránya az összes peték számához képest a tenyésztési időszak vége felé emelkedni kezdett, de a petegubót elhagyó és az elhalt előlárva aránya a tenyésztési során állandónak tekinthető. Az elhalt peték szezon vége felé növekvő számát okozhatja, hogy egyes nőstények a hímek eltűnése után válnak ivaréretté, így az általuk lerakott petegubókban steril peték lesznek (Thakur and Tembe 1956), vagy oka lehet az is, hogy a későn párzó nőstények szaporodási folyamatai nem tökéletesek (Christenson et al. 1979).

A három esztendő csapadékviszonyait összevetve megfigyeltük, hogy 2002-ben áprilistól októberig minden hónapban esett eső a területen. 2001-ben is minden hónapban volt csapadék a területen, 2003 viszont nagyon csapadékszegény év volt. Adataink alapján feltételezhetjük, hogy a *T. impressum*-ot erősen befolyásolják az időjárási körülmények, tehát az időjárási-, és csapadék viszonyokat mindenképpen figyelembe kell venni. Az évszámot erős hatását figyelték meg Rezac és munkatársai (2006) is kukoricában különböző pókcsaládok, köztük a törpepókok családjának fajaira.

A *T. impressum* összegyedszámát vizsgálva egyik esztendőben sem találtunk szignifikáns különbséget a *Bt* és az izogénes kukoricában kapott adatok között. Több kukoricában végzett kísérlet is ezt igazolja (Sehna et al. 2004).

Petegubóvizsgálat

Eredményeink alapján a petegubókban levő áttetsző előlárva-bőrök száma szorosan korrelált a kikelt lárvák számával, továbbá a könnyebben észrevehető peteburkok és az elhalt előlárva számának különbsége is szoros korrelációban volt a kikelt lárvák számával, mivel a lárvák peteburkukat és előlárva-bőrüket hátrahagyva hagyják el a petegubót (Foleix 1996).

A 2002-ben és 2003-ban begyűjtött 1127 db elhagyott petegubó vizsgálata során megállapítottuk, hogy a területünkön a *T. impressum* átlagos peteszám 63±19 db, ebből átlagosan 58±15 db lárva kelt ki, ugyanis 5±2 pete elhalt pete maradt. Míg a kikelő lárvákból átlagosan 2±2 elpusztult a petegubó elhagyása előtt. Hasonló peteszámot becsült Pekár (1999) is egy szabadföldi kísérlet során.

A *Bt* és az izogénes kukoricáról származó, lárvák által elhagyott petegubókban megszámlált peteburkok, elhalt peték és elhalt előlárva számában nem volt szignifikáns különbség. Ezen adatokból arra következtethetünk, a peteburkok és elhalt peték között ismertett szoros korrelációra alapozva, hogy a *Bt* illetve az izogénes kukoricáról származó *T. impressum* petegubókból kikelt lárvák száma között sem volt szignifikáns különbség.

Hálótartalom-vizsgálat és egyedi növényvizsgálat

A vizsgált pókfaj (*T. impressum*) hálóiban leggyakrabban a levéltetvek, poloskák, kabócák és bogarak fordultak elő. Több szántóföldi vizsgálat során nem találtak szignifikáns különbséget a *Bt* és izogénes kukoricán előforduló rovarok egyedszámát vizsgálva: (Lozzia 1999), (Buorguet et al. 2002, Wold és munkatársai 2001) pedig a hasznos rovarfajok közül csak egy katicabogárfaj a *Coleomegilla maculata* (Coccinellidae) esetében találtak szignifikáns különbséget. Jasninski és munkatársai (2001) pár hasznos rovarfajt szignifikánsan nagyobb számban találtak meg a *Bt* parcellákon. Míg a többi vizsgált hasznos élő szervezet száma az izogénesben, de a különbség nem volt szignifikáns.

Figyelemre méltó ugyanakkor, hogy a mi felvételezésünkben az izogénes kukorica parcellák hálómintái egyedszámok tekintetében mindkét évben és szinte minden rovarrend esetében következetesen felülmúlták a *Bt* parcellák mintáit. Habár a különbségek csak egyes elszigetelt esetekben voltak szignifikánsak, az izogénes parcellák következetes előnyét célszerű lenne más módszerekkel is ellenőrizni. A tapasztalt enyhe különbségek magyarázhatóak a „viselkedésbeli rezisztencia” esetleges elméletével: néhány rovar esetében, amelyek képesek kihasználni azt a tényt, hogy a toxin kifejeződése a növényen belül egyenlőtlen, ezért az alacsony toxinkoncentrációjú részeket támadják meg (Altieri and Rosset 1999). Elképzelhető, hogy itt is hasonló viselkedésről van szó, és a zsákmányállatként szolgáló rovarok inkább az izogénes növényeket választották.

Kimondhatjuk-e ezek alapján egyértelműen, hogy a *Bt* kukoricában gyűjtött hálótartalmak különböznek az izogénes kontroll kukoricában gyűjtött mintáktól?

A jelenlegi elemzés alapján nem, ugyanis az egyik esztendőben kimutatott szignifikáns különbségeket (Sternorrhyncha 2001-ben; Neuroptera 2002-ben) a másik év eredményei nem erősítették meg. A jelenség magyarázatához további vizsgálatok (szabadföldi felvételezés folytatása, finomabb taxonómiai felbontás, laboratóriumi etetési kísérletek) elvégzésére van szükség.

A „kezeléstől” (*Bt* vagy izogénes) függetlenül a zsebben és a teljes hálóban talált zsákmányállatok relatív gyakorisági (dominancia) értékei szoros pozitív korrelációban voltak. Éppen ezért kijelenthetjük, hogy a *T. impressum* hálóból elegendő a szabványosítható ún. zseb részt begyűjteni, hiszen ez kellően reprezentálja számunkra a teljes hálóban előforduló zsákmányállatok összetételét.

A hálótartalom-vizsgálat eredményeit összehasonlítva az egyedi növényvizsgálattal azt tapasztaltuk, hogy a felvételezett taxonok esetében a pókháló mindkét esztendőben alulreprezentálta a tripszek és bagolylepkék diverzitását, míg az egyedi növényvizsgálat során a virágpoloskák aránya alacsonyabb volt. Ennek oka, hogy egyedi növényvizsgálat során nehezebben lehet felvételezni a gyors mozgású rovarokat, pl.: a virágpoloskákat (Michaud és Grant 2003). Young és Edwards (1990) szerint a hálószövő fajoknak igen kicsi a hatása a nem repülő rovarokra, többek között a *Helicoverpa* hernyóra. Viszont Lang és munkatársai szerint (1999) jelentős szabályozó hatással bírnak a tripszekre, levélbolhákra és levéltetvekre. Ez nem meglepő, mert a pókok általában azokon a zsákmányokon táplálkoznak, amelyek testhossza, 50-80 %-a a pók testhosszának.

A hálótartalom-vizsgálat egyik gyakorlati előnye az, hogy habár a begyűjtés során csak egyetlen fajra kell összpontosítani, mégis sok fajról nyerünk adatokat. Ez meggyorsítja, és egyszerűbbé teszi az adatgyűjtést az egyedi növényvizsgálathoz képest. A csapdázáshoz képest előnyös, hogy nem kell a kihelyezéssel foglalkozni, továbbá, hogy a pók maga gondoskodik a tönkrement háló fogóképeségének helyreállításáról (Tóth et al. 2006). A legjelentősebb hátránynak azt tartjuk, hogy a háló szelektivitását nem tudjuk befolyásolni, ezért bizonyos taxonok esetében kiegészítő felvételezések szükségesek.

Etetési kísérlet

A semmilyen táplálékot nem kapó lárvák a 3-5. héten elpusztultak. Egy szintén a törpepók családba tartozó fajjal (*Achaearanea tepidariorum*) végzett kísérlet során ugyanezt tapasztalták, a póklárvák étel és víz nélkül 16-30 napot bírtak ki (Miyashita 1987).

A csak ecetmuslicával etetett lárvák mérete szignifikánsan kisebb volt, mint az ecetmuslicával és az izogénes levéltetvekkkel etetetteké. Ez annak köszönhető, hogy a laboratóriumban felnevelt táplálék nem tartalmazza mindazon összetevőket, amelyeket egy természetes környezetből begyűjtött táplálék viszont igen (Tanaka 2001) és annak, hogy az ecetmuslica önmagában nem elegendő táplálék a lárvák számára (Marcussen et al. 1999). Az ecetmuslicával és az izogénes kukoricáról származó levéltetvekkkel etetett lárvák mérete szignifikánsan nagyobb volt, mint az ecetmuslicával és *Bt* kukoricáról származó levéltetvekkkel etetett lárváké. Ugyanezt a különbséget nem tudtuk kimutatni a csak *Bt* illetve izogénes kukoricáról származó levéltetűvel etetett lárvák mérete között. Így a méretkülönbséget nem tulajdoníthatjuk egyértelműen a *Bt* kukoricáról származó levéltetvek hatásának, annak ellenére sem, hogy egyes laboratóriumi etetési kísérletek igazolták, hogy a *Rhopalosiphum padi*, ha csekély mértékben is, de *Bt* kukoricán való táplálkozása során biztosan felveszi a toxint (Dutton et al. 2003).

A kóró-törpepók népségének, hálótartalmának, egyedfejlődési és szaporodási jellemzőinek vizsgálata során nem találtunk egyértelműen bizonyítható különbséget a *Bt* transzgénikus és izogénes kukorica hatása között. Az általunk kifejlesztett vizsgálati módszerek egyszerűségük és szabványosíthatóságuk miatt értékes kiegészítői lehetnek a *Bt* növények ökológiai hatásvizsgálatának.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Hobbs R. J. (2002): The ecological context: a landscape perspective. In: Perrow M. R. and Davy A. J. (eds): *Handbook of Ecological Restoration*. Cambridge: Cambridge University Press, 1:24-45. p.
2. James C. (2006): Global status of commercialized biotech/GM crops: 2006. ISAAA Briefs, ISAAA: Ithaca, NY. 35:13 p.
3. Jasinski J., Eisley, B., Young C., Wilson H. and Kovach J. (2001): Beneficial Arthropod Survey in Transgenic and Non-transgenic Field Crops in Ohio. Ohio: The Ohio State University: Ohio Agricultural Research and Development Center, 1–2. p.
4. Lang A., Filser J. and Henschel J. R. (1999): Predation by ground beetle and wolf spiders on herbivorous insects in a maize crop. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 72:189-199. p.
5. Marcussen B. M., Axelsen J. A. and Toft S. (1999): The value of two Collembola species as food for a linyphiid spider. *Entomol. Exp. Appl.*, 92 (1) 29–36. p.
6. Miyashita K. (1987): Development and egg sac production of *Achaearanea tepidariorum* (C. L. Koch) (Araneae, Theridiidae) under long and short photoperiods. *J. Arachnol.*, 51-58. p.
7. Michaud J. P., and Grant A. K. (2003): IPM-compatibility of foliar insecticides for citrus: Indices derived from toxicity to beneficial insects from four orders. *J. Insect. Sci.*, 3:18. p.
8. Altieri M. A. and Rosset P. (1999): Strengthening the case for why biotechnology will not help the developing world: a response to mcgloughlin. *AgBioForum*, 2 (3-4) 226-236. p.
9. Bell S. S., Fonseca M. S. and Motten L. B. (1997): Linking restoration and landscape ecology. *Restor. Ecol.*, 5:318-323. p.

10. Dramstad W. E., Olson J. D. and Forman R. T. T. (1996): Landscape Ecology, Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning. Harvard University School of Design, Washington: Island Press, and the American Society of Landscape Architects.
11. Downes M. (1988): The effect of temperature on oviposition interval and early development in *Theridion rufipes* Lucas (Araneae, Theridiidae). *J. Arachnol.*, 16:41-45. p.
12. Bourguet D., Chaufaux J., Micoud A., Delos M., Naibo B., Bombarde F., Marque G., Eychenne N. and Pagliari C. (2002): *Ostrinia nubilalis* parasitism and the field abundance of non-tagret insects in transgenic *Bacillus thuringiensis* corn (*Zea mays*). *Environ. Biosafety Res.*, 49-60. p.
13. Christenson E., Wenzl P. A. and Legum P. (1979): Seasonal variation in egg hatching and certain egg parameters of the golden silk spider *Nephila clavipes* (Araneidae). *Psyche*, 86:137-148. p.
14. Dutton A., Romeis J. and Bigler F. (2003): Assessing the risk of insect transgenic plants on beneficial arthropods: *Bt*-maize expressing Cry1Ab as a case study. *Biocontrol*, 48:611-636. p.
15. Lozzia G. C. (1999): Biodiversity and structure of ground beetle assemblages (Coleoptera Carabidae) in *Bt* corn and its effects on non target insects. *B. Zool.*, 31 (1) 37-50. p.
16. Foelix R. F. (1996): Biology of spiders. USA: Oxford University Press, 330 p.
17. Loksa I. (1984): Pókszabásúak In: Móczár L. (szerk.): *Állathatározó 2*. Budapest: Tankönyvkiadó, 502-573. p.
18. Tanaka K. (2001): Supercooling ability in the house spider, *Achaearanea tepidariorum*: effect of field-collected and laboratory-reared prey. *Naturwissenschaften*, 88 (10) 431-433. p.
19. Szekeres D., Kádár F. and Kiss J. (2006): Activity density, diversity and seasonal dynamics of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in *Bt*- (MON810) and in isogenic maize stands. *Entomologica Fennica*, 17:269-275. p.
20. Szigeti T. (é.n.): Transzgénikus komponenseket tartalmazó élelmiszerek, takarmányok, ipari termékek és vizsgálati lehetőségeik.
21. Samu F. and Szinetár Cs. (2002): On the nature of agrobiont spiders. *J. Arachnol.*, 30:389-402. p.
22. Schoener T. W. and Spiller D. A. (2006): Nonsynchronous recovery of community characteristics in island spiders after a catastrophic hurricane. *P. Natl. Acad. Sci. USA.*, 103 (7) 2220-2225. p.
23. Thakur M. K. and Tembe V. B. (1956): Bionomics of the giant wood spider, *Nephila maculata* Fabr.. *J. Bomb. Nat. Hist. Soc.*, 53:328-334. p.
24. Tóth F., Árpás K. és Kiss J. (2006): A pókháló-vizsgálat módszertani előnyei és korlátai *Bt*- és izogénes kukorica ízeltlábú együttesének összehasonlításában. In: Horváth J., Haltrich A. és Molnár J. (szerk.): *Növényvédelmi Tudományos Napok 2006*. Budapest, 34. p.
25. Tóth F., Árpás K., Kiss J. és Zsák V. (2002): Egy ízeltlábú csúcsragadozó, a *Theridion impressum* L. Koch (Araneae: Theridiidae) kiválasztása modellfajként a *Bt* kukorica nem célszervezetekre gyakorolt hatásának vizsgálatához. In: Kuroli G., Balázs K. és Szemessy Á. (szerk.): *Növényvédelmi Tudományos Napok 2002*. Budapest, 145. p.
26. Řezáč M., Pekár S. and Kocourek F. (2006): Effect of *Bt*-Maize on Epigeic Spiders (Araneae) and Harvestmen (Opiliones). *Plant Protect. Sci.*, 42 (1) 1-8. p.
27. Pekár S. (1999): Foraging mode: a factor affecting the susceptibility of spiders (Araneae) to insecticide applications. *Pestic. Sci.*, 55 (11) 1077-1082. p.
28. Sehnal F., Habušťová O., Spitzer L., Hussein H. M. and Růžička V. (2004): A biannual study on the environmental impact of *Bt* maize. *IOBC Bulletin*, 27:147-160. p.
29. Wolak, M. (2000): The spider fauna of barks. *Europ. Arach.*, 229-236. p.
30. Young O. P., and Edwards G. B. (1990): Spiders in United States field crops and their potential effect on crop pests. *J. Arachnol.*, 18:1-27. p.

Az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációk/ List of publications:

Tudományos cikkek / Articles

1. Kiss J., Szentkirályi F., Tóth F., Szénási Á., Kádár F., **Árpás K.**, Szekeres D. and Edwards C.R. (2003): *Bt* Corn: Impact on Non-Targets and Adjusting to Local IPM Systems. In: T. Lelley, E. Balázs, M. Tepfer (Editors): Ecological Impact of GMO Dissemination in Agro-ecosystems. Facultas Verlags-und Buchhandels AG. Wien. 157-172. p.
2. **Árpás K.**, Tóth F. and Kiss J. (2004): Analysis of web content of *Theridion impressum* L. Koch (Araneae: Theridiidae) in *Bt* (DK 440 BTY, MON 810, Cry1ab) and Isogenic (DK 440) corn. IOBC wprs Bulletin, 27(3): 23-29. p.
3. **Árpás K.**, Tóth F. és Kiss J. (2004): a *Theridion impressum* L. Koch (Araneae: Theridiidae) pókfaj hálótartalmának elemzése *Bt* (DK 440 BTY, Mon 810, Cry1ab) és izogénes (DK 440) kukoricában. *Növényvédelem* 40 (2) 61-65. p.
4. Tóth F., **Árpás K.**, Szekeres D., Kádár F., Szentkirályi F., Szénási Á. and Kiss J. (2004): Spider web survey or whole plant visual sampling? Impact assessment of *Bt* corn on non-target predatory insects with two concurrent methods. *Environ. Biosafety Res.*, (3) 225–231. p.
5. **Árpás K.**, Tóth F. and Kiss J. (2005): Foliage-dwelling arthropods in *Bt*-transgenic and isogenic maize: a comparison through spider web analysis. *Acta Phytopatol. Hun.*, 40 (3-4) 347-353. p.

Konferencia absztraktok / Abstracts

6. Kiss J., Szentkirályi F., Tóth F., Edwards C. R., Kádár F., Kozma E., **Árpás K.**, Perczel M. és Dömötör I. (2002): A *Bt*-kukorica hatása a nem-célszervezetek biodiverzítására szabadföldön: célok, módszerek és első évi tapasztalatok. In: Kuroli G., Balázs K. és Szemessy Á (szerk.): 48. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 46. p.
7. Szentkirályi F., Toth F., Szenasi A., Kadar F., **Arpas K.** and Kiss J. (2002): Effects of transgenic crop plants on non-target arthropods – a review of field studies. Ecological concepts and techniques to assess the impact of genetically modified plants in natural and crop ecosystems, Klarskovgard, Korsor, Denmark, 1-2 november 2002, 14. p.
8. Toth F., **Árpás K.** and Kiss J. (2002): Spiders as potential test organisms for field studies in *Bt* maize. Ecological concepts and techniques to assess the impact of genetically modified plants in natural and crop ecosystems, Klarskovgard, Korsor, Denmark, 1-2 november 2002, 15. p.
9. **Árpás K.**, Tóth F. and Kiss J. (2002): Improvement and test of a low disturbance method for measuring reproductive fitness of *Theridion impressum* L. Koch populations. In: Samu F. (eds.): 20th European Colloquium of Arachnology. Szombathely, Hungary, 22-26 July, 2002, 22. p.
10. Tóth F., **Árpás K.**, Kiss J. és Zsák V. (2002): Egy izeltlábú csúcsragadozó, a *Theridion impressum* L. Koch (Araneae: Theridiidae) kiválasztása modellfajként *Bt* kukorica nem-célszervezetekre gyakorolt hatásának vizsgálatához. In: Kuroli G.; Balázs K. és Szemessy Á (szerk.): 48. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 145. p.
11. **Árpás K.**, Tóth F. és Kiss J. (2003): A *Theridion impressum* L. Koch (Araneae: Theridiidae) pókfaj hálótartalmának elemzése *Bt* és izogénes kukoricában. In: Kuroli G., Balázs K. és Szemessy Á. (szerk.): 49. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 36. p.
12. **Árpás K.**, Tóth F. és Kiss J.(2003): Egy ökológiai modellszervezet, a *Theridion impressum* L. Koch (Araneae: Theridiidae) térbeli eloszlásának időbeli alakulása *Bt* transzgenikus és izogénes kukoricában. In: IV. Magyar Pókász Találkozó, Szőce, 2003. szeptember 19-21., 3. p.

13. Toth F., **Árpás K.** and Kiss J. (2003): Comparative analysis of the prey composition of *Theridion impressum* L. Koch (Araneae: Theridiidae) in *Bt*-transgenic and isogenic corn. In: Biodiversity Implications of Genetically Modified Plants, Monte Verita, Ascona, Switzerland, 7-12. september 2003, 51. p.
14. Kiss J., Szentkirályi F., Tóth F., Szénási Á., Kádár F., **Árpás K.**, Szekeres D. és Edwards C. R. (2004): Transzgénikus *Bt*-kukorica (Mon 810, Cry1Ab) hatása nem-célszervezet rovarokra szántóföldön. Géntechnológia harmóniában a zöld világgal Konferencia, Budapest, 24-27. p.
15. Tóth F., **Árpás K.**, Kiss J. and Szentkirályi F. (2003). Alternative sampling method of the foliage dwelling arthropod assemblage in ecological impact assessment of *Bt* corn: web analysis of the spider *Theridion impressum* L. Koch. Ecological Impact of Genetically Modified Organisms Meeting 26-29 November, 2003, Prága
16. **Árpás K.**, Tóth F. és Kiss J.(2003): Egy ökológiai modellszervezet, a *Theridion impressum* L. Koch (Araneae: Theridiidae) térbeli eloszlásának időbeli alakulása *Bt* transzgénikus és izogénes kukoricában. Erdei Ferenc II. Tudományos Konferencia, Kecskemét, 2003. augusztus 28-29.
17. Tóth F., **Árpás K.** és Kiss J. (2006): A pókháló-vizsgálat módszertani előnyei és korlátai *Bt*- és izogénes kukorica ízeltlábú együttesének összehasonlításában. In: Horváth J., Haltrich A. és Molnár J. (szerk.): Növényvédelmi Tudományos Napok 2006. Budapest, 34. p.