TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS 4

1. 1. A téma aktualitása, jelentősége 4

1. 2. Célkitűzések 5

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS 6

2. 1. Az amerikai kukoricabogár jellemzése 6
2. 1. 1. A kártevő elterjedése és jelentősége 8
2. 1. 2. A kártevő kártétele, kárképe 17
2. 1. 3. A kártevő életmódja 20

2. 2. Az amerikai kukoricabogár elleni védekezés alapelvei 24
2. 2. 1. A lárvák elleni vegyszeres védekezés 24
2. 2. 2. Az imágók elleni vegyszeres védekezés 27
2. 2. 3. Vetésváltás, mint védekezési eljárás 28
2. 2. 4. Jelenlegi IPM lehetőségek 30
2.2.4.1. Térségszintű védekezés (Areawide management) 31
2. 2. 5. Genetikailag módosított (GM) kukorica 32

2. 3. Védekezési döntés alapjául szolgáló felvételezési módszerek, alkalmas mintázási eszközök 32
2. 3. 1. Imágók gyűjtése 35
2. 3. 2. Ragadós lapcsapdák 39
2. 3. 3. Sátorhálós izolátor csapda 46
2. 3. 4. Cucurbitacin csapda 50
2. 3. 5. Kúp alakú kukoricabogár csapda 51

2. 4. A védekezési döntés alapjául szolgáló értékelési módszerek 54
2. 4. 1. A gyökérkárosítás értékelése 54
2. 4. 2. A kukorica megdőlésének értékelése 57
2. 4. 3. Gazdasági küszöbérték 58

3. ANYAG ÉS MÓDSZER 60

3. 1. A különböző típusú csapdák alkalmasságának értékelése a populáció méretének becslése szempontjából 62

3. 2. A csapdák elhelyezésének optimalizálása a kukoricatáblán belül .. 67

3. 3. Az amerikai kukoricabogár szója-kukorica vetésváltáshoz történő adaptációjának elemzése 69

3. 4. A kártevő előrejelzésének lehetőségei szója-kukorica vetésváltásban 70

3. 5. A szójában kapott mintázási adatok és a következő évi lárvakártétel közötti összefüggés elemzése 71

4. EREDMÉNYEK 77

4. 1. Különböző típusú csapdák alkalmasságának értékelése a populáció méretének meghatározása szempontjából 77

4. 2. A csapdák elhelyezésének optimalizálása a kukoricatáblán belül .. 89

4. 3. Az amerikai kukoricabogár szója-kukorica vetésváltáshoz történő adaptációjának elemzése 90

4. 4. A kártevő előrejelzésének lehetőségei szója-kukorica vetésváltásban 93

4. 5. A szójában kapott mintázási adatok és a következő évi lárvakártétel közötti összefüggés elemzése 97

5. MEGVITATÁS 101

5. 1. A különböző csapdák alkalmasságának értékelése 101

5. 2. A csapdák elhelyezésének optimalizálása a kukoricatáblán belül 104

5. 3. Az amerikai kukoricabogár szója-kukorica vetésváltáshoz történő adaptációjának elemzése 104

5. 4. A kártevő előrejelzésének lehetőségei szója-kukorica vetésváltásban 105

5. 5. A szójában kapott mintázási adatok és a következő évi lárvakártétel közötti összefüggés elemzése 106

6. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK 108

7. ÖSSZEFOGLALÁS 112

SUMMARY 115

MELLÉKLETEK 117

M. 1. IRODALOMJEGYZÉK 118

M. 2. TÁBLÁZATOK 131

1. BEVEZETÉS

1. 1. A téma aktualitása, jelentősége

Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) az 1900-as évek eleje óta okoz jelentős problémát az Egyesült Államokban (Krysan és Miller, 1986). Európában az első lárvakártételt 1992-ben észlelték Belgrád mellettt (Bača, 1993), azóta terjedése folyamatos. Egy Európában eddig nem honos új kukorica kártevő megváltoztathatja a kukorica integrált védelmének eddigi szempontjait, új védekezési eljárások kidolgozását igényli. A kukorica termesztésének költsége jelentősen megnövekedhet.

A védekezési döntés alapját a különböző előrejelzési és felvételezési módszerek adatai képzik, amelyek alapján lehetővé válik a védekezés megfelelő időben történő megszervezése és eredményes végrehajtása. Az új kártevő kártétele Magyarországon eddig nem ismert problémákat vet fel, így kártételének megakadályozására, csökkentésére hatékony védekezési módszerek kidolgozása szükséges. Hazánkban az amerikai kukoricabogár populáció sűrűsége a gyors terjedés mellett eddig még alacsony volt, csak helyenként közelíti meg a gazgaságilag veszélyesnek ítélt növényenkénti vagy csapdánkénti egyedszámot. A populációnövekedés miatt indokolt, hogy a kártevő előfordulását bizonyító felvételezési eszközök és módszerek mellett a beavatkozási döntéshez a károsítási küszöbértékek rendelkezésre álljanak.

Mindezek megvalósításához az Egyesült Államok közép-nyugati államaiban meglévő nagy populációsűrűség mellett kidolgozott felvételezési módszerek, küszöbértékek és döntési mechanizmusok alapján kapott eredmények nyújthatnak támpontot. Ezeket hazai kísérleti eredményekkel összehasonlítva a magyarországi viszonyokhoz adaptálva dolgozható ki a védekezési döntés és a védekezés.

1. 2. Célkitűzések

Munkám célja az volt, hogy az Európába bekerült amerikai kukoricabogár ismert terjedése, várható felszaporodása miatt a védekezési eljárások kialakítását és a döntések meghozatalát segítsem elő. Mindezek alapjául Indiana államban (gazdasági kár szintjét elérő populációsűrűség mellett) elvégzett szabadföldi populációmintázási, felvételezési eszköz és módszer vizsgálatok szolgáltak.
Célkitűzéseim a következők voltak:

1. Különböző típusú csapdák alkalmazhatóságának összehasonlítása a gazdaságilag veszélyes populáció becslésére.
2. A csapdák kukoricatáblán belül történő elhelyezésének optimalizálása.
3. Az amerikai kukoricabogár szója-kukorica vetésváltáshoz történő adaptációjának igazolása.
4. A kártevő előrejelzésének lehetőségei szója-kukorica vetésváltásban:
   - szója kultúrában, imágófelvételezés alapján
   - szója-kukorica vetésváltásban hím-nőstény fogásértékek alapján
5. A szójában csapdázott imágó szám és a következő évi kukoricában megállapított lárvakártétel közötti összefüggés vizsgálata a védekezési döntés megalapozásához.

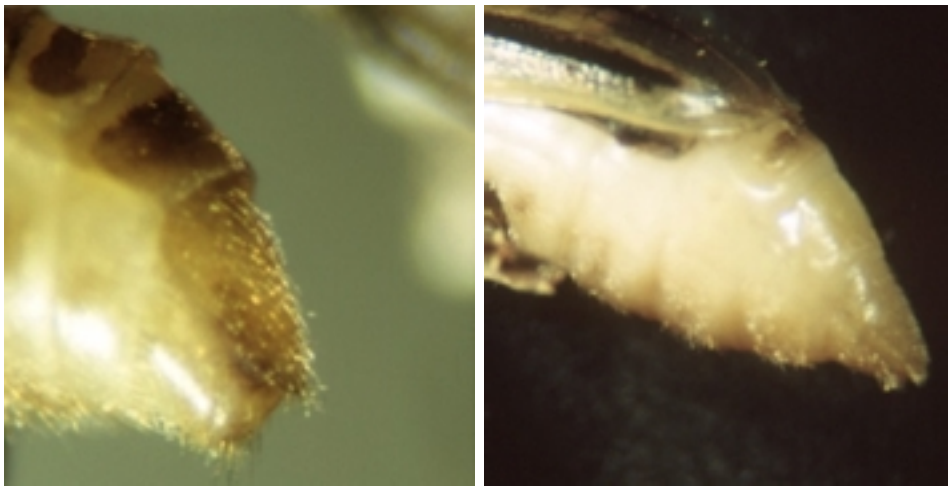
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2. 1. Az amerikai kukoricabogár jellemzése

Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) a rovarok (Insecta) osztályába, a bogarak (Coleoptera) rendjébe, a levélbogarak (Chrysomelidae) családjába és a Galerucinae alcsaládba tartozik (Krysan és Smith, 1987). Ebben az alcsaládban összesen 338 fajt írtak le három taxonómiai csoportban (Wilcox, 1972). Az Egyesült Államokban található *Diabrotica* fajok két taxonómiai csoportba sorolhatók. Ezek a *fucata* és a *virgifera* csoportok (Branson és Krysan, 1981). A *fucata* csoportba tartozó fajok imágó, míg a *virgifera* csoportba tartozó fajok tojás alakban telelnek (Krysan és Smith, 1987). Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) a *virgifera* csoportba tartozik és az Egyesült Államok egyik legjelentősebb kukorica kártevője.

A 7,5 mm hosszú imágó sárgás-zöldes színezetű, a fedőszárnya oldalán fekete csíkok találhatók. Az imágók, és különösen potrohuk színe a tápláléktól függően változhat (Edwards, személyes közlés), Magyarországon is megfigyeltek és gyűjtöttek jelentős számban halvány vöröses potrohszínű imágókat (Khosbayar, Hataláné Zsellér, Kiss személyes közlés). A lábszár és a lábfej fekete, valamint a csápok is feketék. A fej sima, a tor hozzávetőlegesen olyan hosszú, mint amilyen széles. A hím fedőszárnyainak kb. kétharmad része fekete, az alsó harmadban mutat csak világosabb színezetet. A nőstény egyedeken a sötét elszíneződés rendszerint szabályos csíkokat jelent (Krysan és Smith, 1987, Kuhar és Youngman, 1995). Az imágók fedőszárnyának színe, a csíkozás erőssége széles skálán mozog, vagyis csak e bélyeg alapján nem lehet elkülöníteni a nemeket. A nemek közötti különbségek meghatározását pontosan a potroh végének alakulása szerint végezhetjük. A hím egyedek potrohának végén lekerekített, tompa

fedőlemez található, a nőstények potrohvége viszont éles (**1.-2. ábra**). A tojásrakásra érett nőstények elkülönítése egyszerű, széles, megduzzadt, lekerekített, a szárnyvégen túlnövő potrohuk, esetleg a nyomásra megjelenő tojások alapján. Tojásrakás előtt, után, vagy beszáradt példányokon viszont csaknem kizárólag a potrohvég alakulása használható biztonságosan az elkülönítéshez.



hím **nőstény**

1.-2. ábra Az amerikai kukoricabogár hím és nőstény egyedének potrohvége közötti különbség (fotó: Kiss, Tóth és Barna, GATE FAO/TCP http://www.gau.hu/nvtt/)

Az imágók csápjának, egyes csápízeinek formája is határozóbélyegként használható, így a hímek csápja jóval hosszabb, mint a nőstényeké, de ennek megítélése csak jelentős gyakorlat után lehet reális (Krysan és Miller, 1986). A nemek elkülönítése báb alakban is elvégezhető. A nőstények hasi oldalán a potrohvéghez közel egy pár szemölcs található, míg a hímeknél ezek a szemölcsök hiányoznak (Krysan és Miller, 1986).

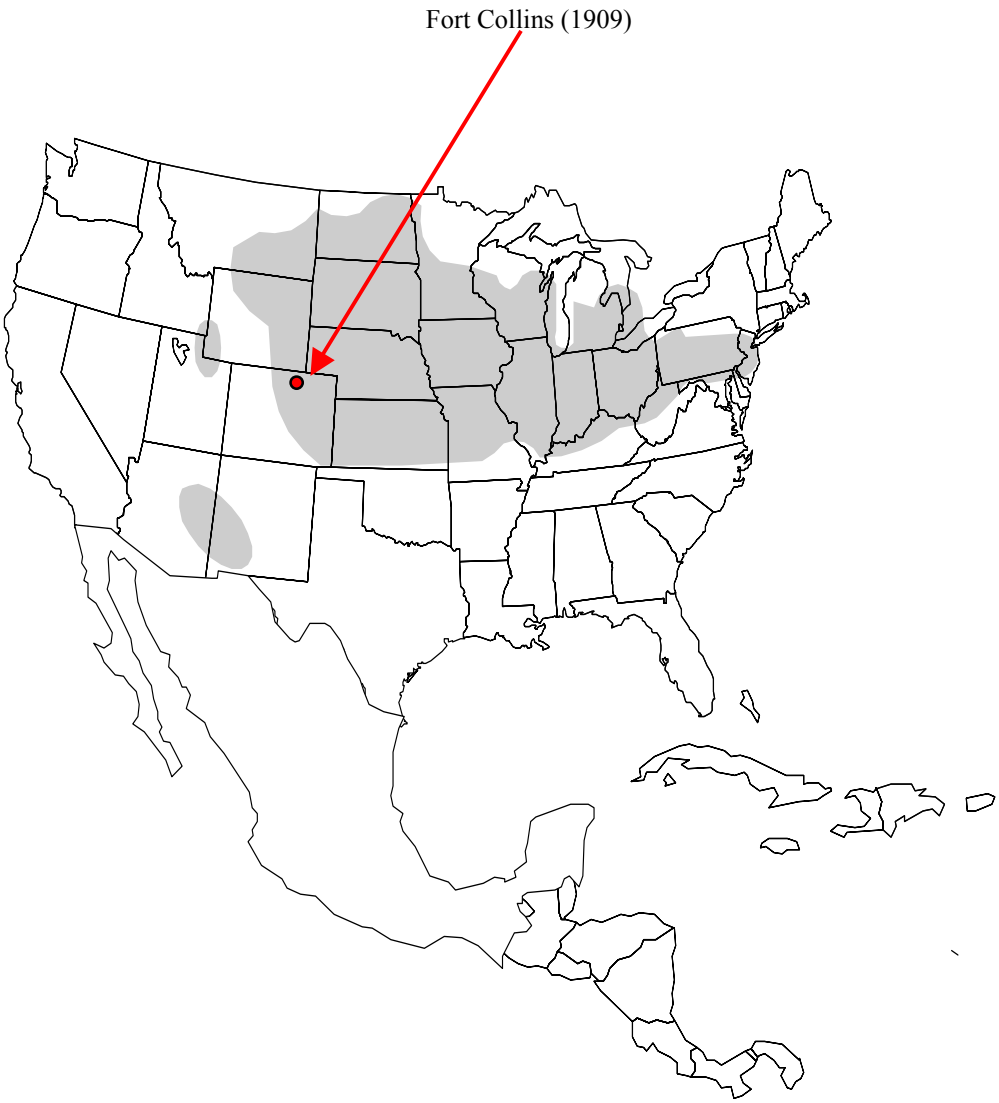
A Diabrotica fajok tojásai közötti különbség a chorion burok külső szerkezetében mutatkozik meg, ami 1200x-os nagyítás alatt jól látható (Rowley és Peters, 1972). A lárvák színe krémfehér, testük lágy, ráncos. A fiatal lárva (L_1) testhossza 1,2 mm körüli. A teljesen kifejlődött lárva (L_3) mérete 13 mm hosszúságú (Edwards et al, 1995) (**3. ábra**). A lárvák egyik ismertetőjele a jól kivehető, barna színű fejtok, illetve a sötét színű anális lemez. A lárvák fajok szerinti elkülönítése nem lehetséges, mivel külön fajra jellemző határozóbélyegek nem ismertek lárva korban (Krysan és Miller, 1986).

3. ábra Az amerikai kukoricabogár lárvája (fotó: Kiss, Tóth és Barna, GATE FAO/TCP http://www.gau.hu/nvtt/)

2. 1. 1. A kártevő elterjedése és jelentősége

Az amerikai kukoricabogarat először LeConte írta le 1868-ban az Egyesült Államokban, amelyet a Buffalo tök (*Cucurbita foetidissima*) növényről, Fort

Wallace (Kansas) közelében gyűjtött be (Smith és Lawrence, 1966). A kártevőt kukoricán először 1909-ben észlelték egy Fort Collins nevű városban, Colorado államban (Gillette, 1912) (**4. ábra**). Ez időponttól kezdve a kártevő keleti irányban, a "Kukorica övön" keresztül terjedt tovább, majd 1948-ra az észak-déli irányú határvonal a Nebraskában található West-Lincoln város volt. 1954-re Dél-Dakotából a Missouri folyón keresztül elérte Missouri államot, majd 1964-re, legkeletebbre a Mississippi folyónál lehetett megtalálni (Krysan és Miller, 1986). Indiana államban először 1968-ban É-Ny-on, Newton megyében találták meg (Gould, 1970). 1980-ra a kártevő olyan mértékben terjedt el az egész államban, amely már gazdaságilag veszélyes kárt idézett elő (C. R. Edwards, személyes közlés). Napjainkban, az amerikai kontinensen a kártevő a Panama csatornától Kanadáig található meg. Az Egyesült Államokon belül elterjedése Ny-K-i irányban Utah és Idaho államoktól New York, New Jersey, valamint Deleware államokig figyelhető meg (Krysan és Miller, 1986, Krysan és Smith, 1987) (**4. ábra**).



4. ábra Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) elterjedése az Egyesült-államokban (1980) (Krisan és Miller, 1986)

Az amerikai kukoricabogár nemrég megjelent Európában is, ahol kb. 14 millió hektár kukoricatermő területet veszélyeztet (Berger, 1997). Ennek a területnek több, mint fele (7,2 millió ha) viszonylag kis területen, a volt Jugoszlávia területén és a vele szomszédos országokban (Magyarország, Románia, stb.) koncentrálódik, ahol a kukoricát gyakran monokultúrában termesztik. (Tóth és Nagy, 1995).

Egyes feltételezések szerint a kártevő egyedei 1990-ben (Bača, 1993), mások szerint pedig valószínűbb, hogy az 1980-as évek közepén-végén (C. R. Edwards et al., 1998) kerültek Európába. Európai tapasztalataink alapján, az első imágók megjelenése, csapdázása után több (5-6) év is eltellik, amig a populáció olyan mértékben szaporodik fel, hogy a lárvák kártétele következtében feltűnővé válnak a megdőlést mutató növények (Kiss, személyes közlés). A lárvakártételt és az első egyedeket 1992. júliusában azonosították Szerbiában, a Belgrádi Nemzetközi Repülőtér közelében (Bača, 1993), ahol már tömegesen elszaporodott és több mint 200.000 hektáron terjedt el. Terjedésének további iránya Nyugat-Románia, Dél-Magyarország, Bosznia-Hercegovina és Kelet-Horvátország volt.

Horvátországban, 1995-ben egy imágót gyűjtöttek, azonban a jugoszláv határtól 30 km-re fekvő területek is fertőzöttek lehettek. 1996-ban a kártevő már 80 km távolságra haladt és 6000 km^2-en volt jelen.

1997-ben a fertőzött terület nagysága elérte a 9000 km^2-t. A legnagyobb fertőzést Vukovár körzetében tapasztalták. A lárvák által okozott gyökérkárosítást is tapasztaltak, melyet az 1-9-es skálán (Musick és Suttle szerint, in Igrc-Barčić et al., 1997) 3-as kategóriába soroltak, termésveszteséget azonban nem észleltek (Igrc-Barčić et al., 1997).

A kártevő a Belgrád melletti fertőzési területről minden irányba tovább terjedt 1998-ban is (Edwards et al., 1999). 1998-ban, nyugati irányban 37 km-t haladt. Északon, a Magyarországgal szomszédos határszakaszon nem tapasztaltak további terjedést. 1998-ban, Horvátországban összesen 10.500 km^2-t fertőzött

meg, amelyből kb. 140.000 ha területen kukoricát termesztenek (Igrc-Barčić és Dobinčić, 1998). 1999-ben 12.750 km^2 területen terjedt el, amelyből 165.000 ha-on kukoricatermesztés folyt. A terjedés mértéke nyugati irányban évente átlag 20-25 km. A nyugat-keleti irányú nagy folyóknál a terjedés üteme intenzívebb volt. A magyar határon a Dráva, Bosznia-Hercegovina határán pedig a Száva mentén terjedt tovább a kártevő. A két folyó közötti hegyvidéki területen (600-800m) késve ugyan, de átjutott a kártevő. A Száva mentén Ny-i irányban 120 km távolságra volt Szlovénia határától. A Drávától számítva az elterjedés határvonala pedig csak 100 km-re volt Ausztriától (Igrc-Barčić et al., 1999).

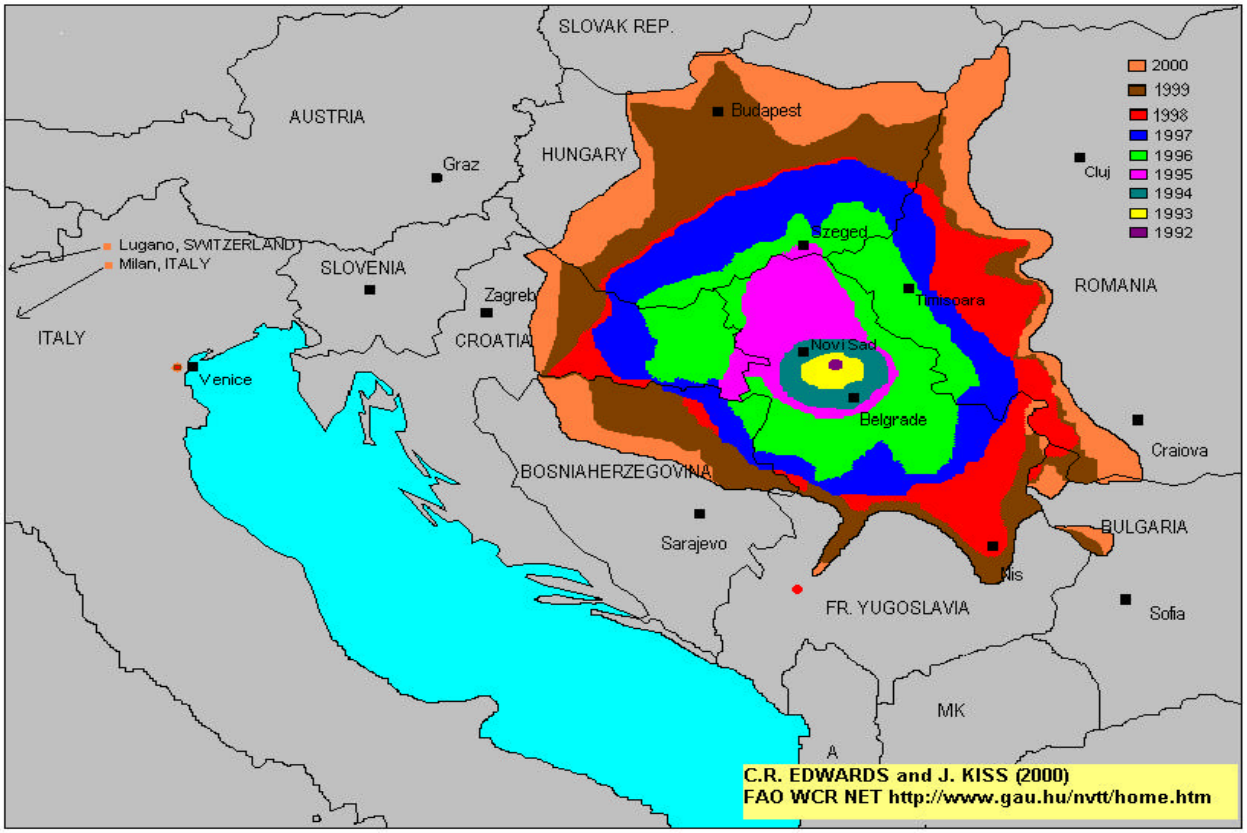
Bosznia-Hercegovinában, 1997-ben 33.000 ha kukoricatermő területet vizsgáltak, de hattyúnyak alakban megdőlt növényeket, illetve gyökérkárosítást nem észleltek (Festič et al, 1997).
1998-ban a kártevő terjedése az ország belseje felé haladt tovább 15-20 km távolságra. Megfigyelték Posavina-ban, Tuzla-Podrinje-ben és Una kantonokban (Festić et al., 1998).
1999-ben, kis mértékben dél- dél-nyugat irányba folyatódott a terjedés iránya (Festič, 1999).

Jugoszláviában, 1996-ban Kelet-Bácska területének 83%-án volt jelen a kártevő, ahol a termesztett kukorica 19%-a volt fertőzött. 1997-ben a fertőzés mértéke 41%-ra emelkedett a terület egészén. Bácska nyugati részén 1996-ban a terület 18%-a, 1997-ben 36%-a volt fertőzött. 1996-ban a kártevő komoly károkat okozott Temerin körzetében (Újvidéktől (Novi Sad) 20 km-re), 1997-ben azonban a nagy mennyiségű csapadék kedvezett a kukoricagyökerek regenerálódásának, így a lárvakártétel a vártnál jóval alacsonyabb volt (Keresi et al, 1997).
1998-ban a kártevő terjedése mellett az okozott kártétel következtében fellépő termésveszteség 0-70% között volt, 30%-os átlagértékkel (Edwards et al., 1999).

Szerbiában, 1998-ban szintén növekedett a fertőzött területek nagysága. A megdőlt növények (hattyúnyak alak) száma átlagban 35% volt Dél-Bácska területének keleti részén, valamint 4,4% a nyugati részen (Keresi et al., 1998). A jugoszláviai Szerb Köztársaságban tapasztalt fogási eredmények alapján nyugat felé a terjedés gyorsabb volt a Száva folyó, és ennek mellékfolyói völgyében (Bača et al., 1998).
A jugoszláviai Szerb Köztársaságban nyugat, dél-nyugat irányába (Bača et al., 1999), Szerbiában, déli irányban az Ibar és a Morava folyók völgye mentén 20-60 km távolságot haladt előre a kártevő. Itt a kukoricában vizsgált termésveszteség több mint 40.000 ha-on elérte a 30%-ot (Sivčev, 1999).
1998-ban találták meg először Montenegróban (Sivčev és Hrnčić, 1998).

Románia nyugati részén a kártevő mintegy 40 km-es sávban terjedt kelet felé. Míg 1997-ben Románia területén 4 megyében (Caras-Severin, Timis, Arad, Mehedinti) találták meg a kártevőt, 1998-ra még két megyét (Bihor, Hunedoara) fertőzött meg (Vonica, 1998). Az 1999-ben végzett mintázás során az előző évi felvételezéshez képest még egy megyében (Dolj) észlelték (Vonica, 1999).

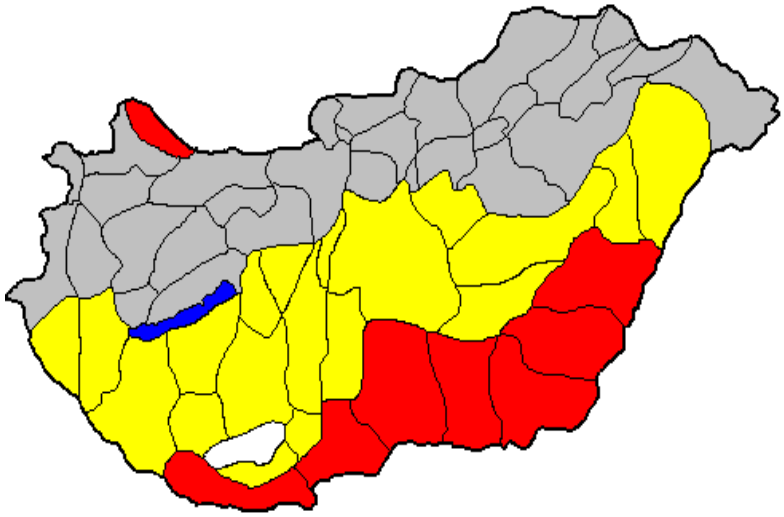
Az amerikai kukoricabogarat 1998-ban megtalálták Olaszországban is, Tessera-ban, a Velencei Nemzetközi repülőtér közelében (Furlan et al., 1998) (**5. ábra**).
2000-ben a terjedés a fertőzött területeken folytatódott, a kártevőt a populáció természetes terjedéséből adódóan több helyen csapdázták Szlovákiában (Sivicek, 2000), illetve néhány példányát gyűjtötték Milánó mellett (Furlan et al. 2000) és meglepő módon Dél Svájcban, Luganó mellett, (Bürki, 2000), ami terjedésében azt mutatja, hogy nem fertőzött területeket „átugorva” is megjelenhet. Terjedésének ilyen jellege várhatóan növekszik, ez valószínűsíthető volt (Ripka, és mtsai, 2000).



5. ábra Az amerikai kukoricabogár európai elterjedése 1992-2000 között (C. R. Edwards és Kiss J.) Derron, Igrc-Barcic, Festic, Furlan, Ilovai, Ivanova, Maceljski, Princzinger, Sivcev, Sivicek és Vonica adatai alapján

Magyarországon az első kukoricabogár példányt 1995. június 30-án Csipakon (Mórahalomtól 5 km-re délre) gyűjtötték (Princzinger, Ilovai, 1996). 1995-ben mindössze 12 db imágót fogtak a kihelyezett csapdák (Cucurbitacin 1db, Csalomon szexferomon 11db), lárvakártétel nem volt tapasztalható.

A kártevő elterjedésének vizsgálatára az egész országra kiterjedő felvételezési rendszert dolgoztak ki. Ez alapján az országot zónákra osztották fel tájegységek, növényföldrajzi jellemzők és mezőgazdasági termőtájak alapján (Ilovai, 1996) (**6. ábra**).



6. ábra Az amerikai kukoricabogár magyarországi felvételezésére kialakított zonális felosztás (Ilovai, 1996 alapján)

Az egyes övezetekben a veszélyeztetettség szerint eltérő sűrűségben kerületek kijelölésre a megfigyelési bázisok. 1995-ben mind a 12 imágót az I. zónában fogták a csapdák.

1996-ban az amerikai kukoricabogár észak felé terjedt. A kártevőt 81 táblán találták meg, így a vizsgált 246 terület 34%-kát fertőzte meg. A fertőzött terület 1996-ban 100 x 40 km volt, ami az I. zóna 30-40%-kát jelentette. A csapdázott

egyedek száma 19-szeresére emelkedett (Ilovai, 1996). A fertőzés mértéke Csongrád megyében 1996-ban 92%-os volt, míg szeptember elején Békésben 56%, Bács megyében 65%, Baranyában 76%-ot ért el. Szeged körzetében kismértékű lárvakártételt is észleltek. A felvételezés ideje alatt az imágókat kukorica, napraforgó, bab, szója, lucerna, tök, parlagfű és libatop növényeken lehetett megfigyelni (Ilovai, 1996).

1997-ben az amerikai kukoricabogár 100-120 km távolságra jutott el a déli határtól. A felvételezés során Csalomon szex-feromon és Muligard csapdákat alkalmaztak, amelyek összesen több mint 4000 egyedet fogtak. A populáció mérete Baranya-, Bács-Kiskun-, Csongrád-, Békés megyékben növekedett (Princzinger és mtsai., 1997).

1998-ban a terjedés északi és nyugati irányába folytatódott. A déli országrészen a populáció mérete tovább nőtt. Szeged vonzáskörzetében csekély lárvakárosítást figyeltek meg. A kártevő már 120 km távolságra volt a déli határszakasztól.

A terjedés üteme 1997-hez viszonyítva lassúbb volt, viszont a kártevő 1998-ban még három másik megyében is megjelent (Princzinger és Ripka, 1998).

1999-ben a Dunántúlon, Somogy megyében, a Balaton déli partját is elérte a kártevő. Ezen kívül megtalálták Komárom-Esztergom megyében a Dunához közeli táblákon és a szlovák határon is. Északi irányban a Duna-völgyét átlépve terjedt tovább. Magyarország déli részén, Békés és Csongrád megyékben kis mértékű lárvakártételt tapasztaltak, míg Szeged környékén a lárvák által okozott kár foltokban elérte a gazdaságilag veszélyes szintet (Princzinger és Ripka, 1999).

Az előzőekben írtakat összegezve az amerikai kukoricabogár Európában hozzávetőlegesen 105.600 km^2 területen terjedt el 1998-ban, ebből 61.400 km^2 Jugoszlávia, 1.500 km^2 Bosznia-Hercegovina, 10.500 km^2 Horvátország, 20.000 km^2 Magyarország, és 12.000 km^2 Románia területére esik. 1998-ban megjelent Bulgáriában is kb. 200 km^2-en, valamint Velencében, 11 km^2-en (Edwards et al., 1999).

1999-ben a kártevő terjedésének mértéke tovább növekedett, és a legtávolabb Magyarországon északi irányban terjedt el. Ebben az évben még hozzávetőlegesen 31.000 km^2-t fertőzött meg, így Európában a fertőzött terület nagysága elérte a 150.000 km^2-t (Edwards et al., 1999), majd 2000. év végére 182.000 km^2-t (Kiss és Edwards, 2001).

Lárvakártétel a kukorica gyökérzetén 1999-ben, Bosznia-Hercegovinában, Horvátországban, Magyarországon, Romániában és Szerbiában volt megfigyelhető. Európában egyedül Szerbiában találkozhatunk gazdaságilag veszélyes mértékű kártétellel táblaszinten (Edwards et al., 1999). 2000-ben gazdasági kárt már több országban okozott. Szerbia mellett Horvátországban, Magyarországon és Romániában néhány km^2-re, Európában összesen 26.500 km^2-re tehetető ezen területek nagysága (Kiss és Edwards, 2001, Igrc- Barčić, Ripka, Sivčev és Vonica adatai alapján).

2. 1. 2. A kártevő kártétele, kárképe

A talajban a legelső kártételt a fiatal (L_1) lárvák okozzák a hajszálgyökereken és a gyökér külső szövetein. Itt táplálkoznak, járatot vájnak a gyökércsúcstól a gyökérnyakig, és jól látható repedéseket okoznak a gyökereken. A második és a harmadik lárvastádium egyedei (L_2-L_3) a kukoricaszárhoz közel lévő nagyobb gyökereken táplálkoznak. A kukoricabogár lárvája a növény víz- és tápanyagfelvételének csökkentésével a kukoricabogár lárvája élettani stresszt okoz a kukoricán. A növény szára és a cső gyengébben fejlődik, aminek következtében termésveszteség lép fel. (Levine és Oloumi-Sadeghi, 1991). A lárvák gyakran a támasztógyökereket is károsítják (Chiang, 1973). A gyökérzet károsodása révén a legyengült kukorica megdőlhet és un. “hattyúnyak” alakot vesz fel (**7. ábra**). A megdőlt és deformálódott növények a betakarítása gondot

okoz, és termésveszteséghez vezet (Bača, 1993). A fertőzés következtében fellépő termésveszteség elérheti a 10-13%-ot is (Krysan és Miller, 1986).

7. ábra A lárvakártétel következményeként hattyúnyak alakban megdőlt kukorica (fotó: Barna Gy.)

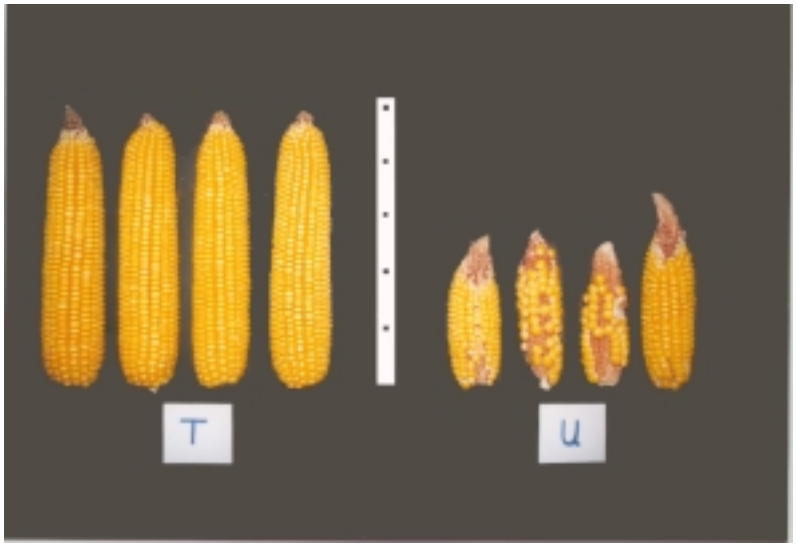
A lárvák több mint 90%-a található a talaj felső 10 cm-es rétegében (Chiang, 1973). A mozgási képességükre jellemző, hogy a kevésbé tömörödött talajban 25-30 cm-t képesek megtenni, amíg a tömörödött talajban ez a távolság csak 5 cm (Strand és Bergman, 1987). A lárvák életben maradásának legfontosabb befolyásoló tényezője a gazdanövény gyökerének mielőbbi megtalálása (Jackson és Elliot, 1988).

A kukoricabogár imágója levélen táplálkozva is károsít. A növény lombozatát hámozgatják, így a levél felülete pergamenszerű, ablakos lesz (**8. ábra**). Súlyos kártétel csak ritkán és elszórtan fordul elő, (2000-ben, Magyarországon több helyen volt tapasztalható, Ripka és mtsai., 2000), ilyenkor azonban szokatlanul nagy számú imágó található a területen. A levélkár tehát az imágók nagy számára

utal, ami a beporzást komolyan veszélyezteti, mivel a kifejlett egyedek megrágják a bibeszálakat, valamint a virágport is elfogyasztják (Edwards et al, 1995) (**9. ábra**). Az erősen megrágott bibeszálak, illetve a virágpor mennyiségének csökkenése akadályozhatja a kukorica beporzását, és a megtermékenyülését, amelynek következtében hiányos szemképződés alakulhat ki (Chiang, 1973, Levine és Oloumi-Sadeghi, 1991) (**10. ábra**).

8. ábra (fotó: Barna Gy.) **9. ábra (fotó:C. R. Edwards)**

Az amerikai kukoricabogár imágó kártétele a kukorica levelén (8. ábra) és a bibeszálon (9. ábra)



10. ábra Imágó kártétel miatt kialakuló hiányos szemképződés (T=egészséges, U=károsított kukorica) (fotó: Barna Gy.)

2. 1. 3. A kártevő életmódja

Az amerikai kukoricabogár nőstényeinek tojásrakási csúcspontja augusztus hónapban van (Hill, 1975). A nőstény egyedek a tojásrakás céljából a nedves, tömörödésmentes, laza, szellős talajokat részesítik előnyben (Kirk et al. 1968, Pruess et al, 1968). A lárva mozgási képessége korlátozott, ezért nagyon fontos, hogy a tojások a kukorica gyökeréhez a lehető legközelebb legyenek (Krysan és Miller, 1986). Az árnyékos területen lévő talajok a legkedvezőbbek a tojások elhelyezésére. A kukorica szára, valamint a gyökérzet körüli rések, a földigiliszta járatok, illetve a szárazság következtében kialakult nagyobb repedések lehetővé teszik a nőstény számára, hogy tojásait a talajfelszín alá helyezze el (Kirk et al., 1968, Krysan és Miller, 1986). A szántás elhagyásának hatására a talaj felszínén nagymértékben felhalmozódó kukorica származadvány nem befolyásolja a kukoricabogár által lerakott tojások számát (Kirk et al., 1968, Pruess et al, 1968).

A kukoricabogár tojásainak nagy része a talaj felső 15 cm-es rétegében található. Itt telelnek át, majd tavasszal kifejlődnek a lárvák (Chiang, 1973). A lárvák tojásból való kikelése hosszú időt vesz igénybe (május-június közepe). A lárvakelés idejének hosszát a talaj hőmérséklete, nedvességtartalma, illetve a kártevő populációján belüli öröklött tulajdonságok befolyásolják (Bergman és Turpin, 1984).

A lárva a talajban három fejlődési stádium után alakul át bábbá. Az embrió zavartalan fejlődéséhez nyugalmi állapotban mintegy két hétig tartó erős lehűlés szükséges.

Az amerikai kukoricabogár hím egyedei 3-10 nappal korábban jönnek elő a talajból, mint a nőstények (Short és Hill, 1972). Korán, a kukorica fejlődési stádiumának kezdetén a hím egyedek száma nagyobb, a későbbiekben viszont a nőstény egyedek száma a magasabb (Short és Hill, 1972), de összegezve a talajból előjövő hímek és nőstények aránya közel azonos. A rajzás második felében a nőstény egyedek nagyobb számából adódóan a tojásrakás is nagy mértékű, ami a következő évi lárvakártétel szempontjából fontos az adott területen. A nőstény egyedek a kikelés után hamarosan párosodnak, majd két héten belül lerakják tojásaikat. A nőstények csak egyszer párosodnak, míg a hímek többször is (Hill, 1975). 23-25 napos korban a nőstények 70%-a már peteérett (Short és Hill, 1972). Laboratóriumban, optimális körülmények között a nőstények kb. 1000 db tojás lerakására képesek. Ezt a mennyiséget egy-egy, mintegy 80 db tojást tartalmazó egységekben rakja le 3-8 naponként.

A tojásrakás "hatékonyságát" a lerakott tojások számából mérhetjük, amely a párosodás utáni két héten belül a tojásrakás kezdeti időszakában 100%-os, azonban 30-35 nap késéssel a tojásrakás hatékonysága 75%-ra csökken. Laboratóriumban, optimális körülmények között a bogarak élettartama 80-100 nap volt (Hill, 1975). Ball, 1957-ben megállapította, hogy a hímek élettartama 25%-kal rövidebb, mint a nőstényeké.

Az amerikai kukoricabogár tojásai az Egyesült Államok területén olyan helyeken telelnek át, ahol a fagypont alatti hőmérséklet gyakori (Krysan, 1982). Ez a faj a mérsékelt éghajlaton azért képes fokozatosan elterjedni, mert tojás állapotban képes a fagypont alatti hőmérsékletet átvészelni (Branson és Krysan, 1981). A tojás stádiumban fellépő dormancia mechanizmusa eredetileg a forró égövben alakult ki, amelyet a csapadékos és a száraz évszakok váltakozása eredményezett (Krysan és Smith, 1987). Ennek a mechanizmusnak az evolúciója tette lehetővé az amerikai kukoricabogár számára, hogy a hideg klíma időszakos megjelenését átvészelje. Közép- és Észak-Amerika éghajlatára a változékonyság jellemző: folyamatosan meleg, de a csapadékos és a száraz, valamint a hideg és a meleg időszakok váltakozása a kártevő elterjedésének kedvez (Krysan, 1982).

A kukoricabogár számára a kukorica a legkedveltebb növény, azonban kis mértékben más kukoricával rokon fűféle gyökerét is fogyasztja. Branson és Ortman, (1970) a következő növények gyökerén találtak életképes lárvákat:

Kukorica - *Zea mays*	
Tőtippan fajok- Eragrostis spp.	*Eragrostis curvula* (Shard.) *Eragrostis trichodes* (Nutt.)
Tarackbúza fajok- Agropyron spp.	*Agropyron trichophorum* (Link) *Agropyron intermedium* (Host.) Beauv. *Agropyron elongatum* (Host.) Beauv *Agropyron trachycaulum* (Link) Malt
Muhar fajok- Setaria spp.	*Setaria viridis* (L.) Beauv. *Setaria lutescens* (Weigel) Hubbard *Setaria italica* (L.) P. B.
Búza – *Triticun aestivum* L.	
Tönkölybúza – *Triticum spelta* L.	
Árpa – *Hordeum vulgare* L.	

A kukorica elterjedése az Egyesült Államokban megelőzte a kukoricabogár megjelenését, a kártevő csak a kukorica Mexikóból történő elterjedését követve került a mérsékelt övbe (Branson és Krysan, 1981, Krysan és Smith, 1987).

A fentiekből arra következtethetünk, hogy az amerikai kukoricabogár a kukoricához hasonlóan Közép-Amerika trópusi vagy szubtrópusi területeiről származik (Branson és Krysan, 1981, Krysan és Smith, 1987).

Az amerikai kukoricabogár nagyon jól repül, így nagy távolság megtételére képes (Coats et al., 1986, Grant és Seevers 1989, Naranjo 1994). A kiváló repülőképességnek fontos szerepe van az elterjedésben, a gazdanövény megtalálásában, valamint a táplálkozásban. Megfigyelték, hogy a kártevő a szomszédos kukoricatábla irányába szívesebben mozog, mint más kultúra felé (Naranjo, 1994).

Hill és Mayo korábbi (1980) munkájukban leírták, hogy a nőstény kukoricabogarak könnyebben repülnek el arról a tábláról, ahonnan előbújtak, mint a hím egyedek. Ezt azzal bizonyítják, hogy a kukoricatáblán kívül közel kétszer annyi nőstényt fogtak, mint hímet, a táblán belül viszont több hímet fogtak, mint nőstényt (Hill és Mayo, 1980). A fentiekből következik, hogy a nőstény egyedekre jellemző a kukoricatábláról való elvándorlás (Godfrey és Turpin, 1983, Grant és Seevers 1989, Naranjo 1994).

A nagy távolságokra történő repülést főleg a tojásrakás előtt végzik (Coats et al., 1986). A nőstények rajzásának irányát elsődlegesen a tojásrakás stádiumában fellépő táplálékigény, valamint a táplálékforrás minőségének változása befolyásolja (Naranjo, 1994). Az amerikai kukoricabogár rajzása összefüggésbe hozható a táplálék minőségének időszakos változásával, ezért a legintenzívebb rajzást a peteérési stádium időszakában bekövetkező kukoricavirágzás során figyelhetünk meg (Naranjo, 1991).

A kártevő elterjedését a kukorica vetésideje is befolyásolja (Musick et al., 1980). A lárva majdnem kizárólagosan a kukorica gyökerén táplálkozik, így a gyökér és a lárva fejlettsége közötti eltolódás befolyásolja a lárvapopuláció nagyságát.

Musick és mtsai. (1980) azt tapasztalták, hogy a kukorica vetését késleltetve kisebb mértékű a kukoricabogár lárvájának kártétele, valamint a kifejlett egyedek rajzáscsúcsa is késik.

2. 2. Az amerikai kukoricabogár elleni védekezés alapelvei

Az amerikai kukoricabogár elleni védekezés alapját a felvételezések során szerzett információk adják. A felvételezéseket különböző céllal a kártevő különböző fejlődési alakjainál végezzük:

imágó felvételezés ⇒ lárva elleni védekezés a következő évben
vetésváltásban
monokultúrában
⇒ imágó elleni védekezés adott évben
⇒ térségszintű védekezés "areawide management"

2. 2. 1. A lárvák elleni vegyszeres védekezés

A lárva elleni védekezés célja, hogy megelőzzük/elfogadható szint alatt tartsuk a lárvakártételt az adott évben. A területen jelen lévő lárvapopuláció nagyságára az előző évben végzett imágófelvételezés adatai alapján következtethetünk.
Az Amerikai Egyesült Államokban a kukorica monokultúrás termesztésének gyakorlata a 40-es évek vége felé kezdődött el, aminek következtében nagymértékben elterjedt az amerikai kukoricabogár (Branson és Krysan, 1981, Krysan és Branson, 1983). Napjainkban a monokultúrás kukoricatermesztés még mindig nagy területen maradt meg a kukoricaövezetben és a kártevő elleni védekezést a leghatékonyabban lárva korban, talajfertőtlenítő szerekkel végzik.
A kukoricabogár elleni rovarölő szereket a 70-es évek végén és a 80-as évek elején használták legintenzívebben. Ebben az időszakban az Egyesült Államokban a kukorica termőterület 50-60%-án (12-16 millió hektáron) alkalmazták ezt az

eljárást (Suguiyama és Carlson, 1985). A kukorica termesztése során a védekezési költségek és az okozott károk együttes értéke meghaladta az évi 1 milliárd USA dollárt (Krysan és Miller, 1986).

A kártevő ellen alkalmazott talajfertőtlenítő szerek hatástartama nagyon fontos tényező a védekezés során (Ahmad et al., 1979, Felsot et al., 1982). A megfelelő szereknek 6-10 héten keresztül kell hatékonynak lenniük. Ez az intervallum a szer kijuttatásától a lárvák legsúlyosabb kártételéig tart. Az amerikai kukoricabogár lárvája elleni inszekticideket általában a vetéssel egy menetben a kukorica sorába 18 cm széles csíkban, a talaj felső 3 cm-es rétegébe juttatják. A talajfertőtlenítő szerek a lárvákat elpusztítják, így a kukorica gyökerét megvédik a kártételtől (Bergman, 1987, Sutter és Gustin, 1989, Gray et al., 1990). Annak ellenére, hogy a legtöbb monokultúrás területen inszekticides védekezést alkalmaznak, napjainkban még nagyobb számban fordul elő az amerikai kukoricabogár a kukoricaövben, mint azelőtt bármikor (Bergman, 1987). Mivel a kártevő elleni növényvédőszerek a gyökérrendszert csak a kezelési sávon belül óvják meg a kártételtől, így számos lárva képes kifejlődni a kezelt tartományon kívül (Felsot és Steffey, 1986). A kukoricabogár elleni inszekticidek kijuttatásával a termesztési költségek túlzottan megnőnek (Turpin és York, 1981). Az amerikai kukoricabogár által okozott károk csökkentésére a kukoricatermesztők az Egyesült Államokban évente hektáronként 1 kg aktív hatóanyagot juttatnak ki 10 millió hektárra (Suguiyama és Carlson, 1985). A kezelések mindegyike megelőző jelleggel történik, így nagyon gyakran szükségtelenek (Turpin és Maxwell, 1976, Stamm et al., 1985). Amellett, hogy a növényvédőszer kijuttatásával a termelés költsége megnő, a termelőre és a környezetre nézve terhelést jelent (Metcalf, 1980, Williams et al., 1988, National Research Council, 1989). Jóllehet ezek a szerek megvédik a gyökereket a lárvák károsításától (Sutter et al., 1990), és átlag 40-50%-ban csökkentik a kifejlődő kukoricabogár imágók számát, aminek következtében a nyereség is számottevő (Sutter és Lance, 1991), azonban számos elemzés kimutatta, hogy a kukoricabogár elleni védekezés nem oldható meg csak

inszekticidekkel. Az inszekticidek alkalmazásának megváltoztatását a kártevő által okozott nagymértékű károsítási értékek, a hatóanyagok megnövekedett biodegradációja, valamint a kártevőben kialakult ellenálló képesség növekedése indokolja (Ahmad et al., 1979, Chio et al., 1978, Felsot, 1989). Az 1940-es években a klórozott szénhidrogének tűntek hatékonynak a kukoricabogár elleni védekezésben. Ezek a rovarölőszerek azonban nem bizonyultak tökéletes megoldásnak (Weekman, 1961, Ball és Weekman, 1962). A karbamátokat az 1960-as évek elején használták először a kukoricabogarak ellen. A Bufencarb az első időszakban hatékonynak bizonyult, azonban a később jelentkező veszélyek miatt eltűnt a piacról (Kuhlman, 1974). Az 1970-es évek elején engedélyezett karbofurán hatóanyag szintén nagyon hatékonynak bizonyult, de az évtized végére veszélyessége miatt nem alkalmazták (Felsot et al., 1982). Az Izofenfosz nevű szerves foszforsavésztert két évvel a piacra juttatása után, 1982-ben kivonták a forgalomból, mert a talaj mikrobiális szervezeteinek számát csökkentette (Felsot, 1989).

A talajba juttatott rovarölő szerek hatékonysága részben függ a lárvák előjövetelének idejétől, és mozgásuktól (Bergman, 1987). A rovarölőszer kijuttatásának és a lárvák előjövetelének időpontja közötti nagy időkülönbség számos gyenge hatékonyságú védekezést eredményezett, pl. Illinois államban (Steffey és Kuhlman, 1985). Hatóanyagtól függően okként felmerülhet az is, hogy a kukoricabogár lárvája elleni szereket főleg a talaj felső 5 cm-es rétegébe juttatják (Felsot és Steffey, 1986), a lárvák azonban 7 cm-nél mélyebben károsítottak, így nem volt megfelelő a gyökérvédelem (Felsot, 1987).

A lárvák mennyisége is befolyásolja az inszekticid hatékonyságát (Bergman, 1987, Steffey és Kuhlman, 1985). Nagy populációsűrűség esetén a lárváknak nagyobb versenyt jelent a gyökerek elérése, illetve több lárva táplálkozhat a kezelt sávon kívül. Ezek a lárvák nem érintkeznek addig az inszekticiddel, amíg a harmadik fejlődési stádiumot el nem érik. Ekkor már ellenállóbbak a növényvédőszerekkel szemben (Sutter et al., 1989). A talajfertőtlenítési eljárást

olyan esetekben ajánlják, amikor a kártevő populáció nagysága az adott táblán meghaladja az egy imágó/növény gazdasági küszöbértéket az adott táblán.

2. 2. 2. Az imágók elleni vegyszeres védekezés

Az imágó elleni védekezés célja egyrészt, hogy az adott kukoricatáblán jelenlévő imágók egyedszámát olyan mértékben csökkentsük, hogy azok a kezelés évében gazdasági kárt ne okozzanak, másrészt, hogy megakadályozzuk a gazdasági szempontból jelentős lárvapopuláció kialakulását a következő évben.

Egyszeri alkalommal, megfelelő időben valamely engedélyezett inszekticiddel végzett kezelés olyan mértékben csökkenti a kifejlett egyedek populációját, hogy a megmaradó imágók a bibeszálak lerágásával nem okoznak gazdasági kárt (Steffey és Gray, 1989, 1990). Ez a beavatkozás gyakoribb vetőmag előállításban, de ilyen kezeléseket csak ritkán végeznek az árukukorica termelésben. A kifejlett egyedek elleni inszekticides kezelés irányulhat a tojásrakás - azaz így a jövő évi lárvakártétel - csökkentése érdekében is, ez ismert már az 1940-es évek óta. A legtöbb tanulmányból azt a következtetést lehet levonni, hogy a kifejlett egyedek elleni védekezés lecsökkentheti a következő évi lárvakártételt, de a védekezés hatékonysága nem jobb annál, mint amit a talajfertőtlenítő szerek alkalmazása eredményez. A növényállomány kezelése több előkészítést igényel, ugyanis nagyon fontos a helyes időpont megválasztása, mivel a kezelést akkor kell elvégezni, amikor a nőstény egyedek száma a tojásrakás szempontjából gazdaságilag veszélyes szintet eléri. A rovarölő szernek aktívnak kell maradnia a más területről betelepedő peteérett nőstényekkel és a talajból késve előjövő egyedekkel szemben is. A kezelés időzítése döntő, mert ha azt meg kell ismételni, akkor a kétszeri állománykezelés költsége jóval magasabb, mint a vetésidőben alkalmazott talajfertőtlenítővel végzett egyszeri kezelés költsége (Bergman, 1987). Ezen felül az eső, vagy az esőztető öntözés a kezelések hatékonyságát csökkenthetik (Mayo, 1984). Végül pedig azzal is számolni kell, hogy az

állománykezelés során gyakran a hasznos rovarokat és a ragadozó atkákat is elpusztítjuk (Wilde, 1978).

2. 2. 3. Vetésváltás, mint védekezési eljárás

Az amerikai kukoricabogár elleni védekezésként Hein és Tollefson, (1985b) a vetésváltás bevezetését ajánlják. A nőstény egyedek a kukoricatábla talajába helyezik a tojásaikat így, a vetésváltás alkalmazásával a következő évben kikelő lárvák táplálék hiányában elpusztulnak. Az Amerikai Egyesült Államokban, a kukoricaövben az évenkénti kukorica-szója vetésváltással lehetővé vált az amerikai kukoricabogár elleni védekezés. Az 1970-es években Indiana államban megvalósított vetésváltással nagymértékben csökkent a talajfertőtlenítő szerek kijuttatása. Így a gazdálkodók részéről nagyobb megtakarítás volt érzékelhető, valamint kevesebb növényvédőszer felhasználásával a környezeti terhelés is csökkent (Edwards, 1996).

Az előzőekben javasolt védekezés gyakorlata hosszú távon nem bizonyult sikeresnek, ugyanis napjainkban, Közép-Kelet Illinois és Észak Indiana államokban nagy mértékűvé vált a kukoricabogár lárvakártétele a szója-kukorica vetésváltásban. A kukoricabogár lárvája a kukorica gyökerén táplálkozik, így a nőstény egyedek a következő évi lárvák fejlődéséhez minél jobb feltételeket keresve a szója tábla talajába –amelybe a következő évben kukorica kerül– helyezik el a tojásaikat (Gerber et al., 1997, Barna et al., 1998).

A szója-kukorica vetésváltásban a gazdasági szempontból jelentős mértékű kukoricabogár lárvakártétel nem volt általános, és csak ott lehetett megfigyelni, ahol szójában nagymértékű a kukorica árvakelés (Shaw et al., 1978). Az 1980-as évektől kezdődően Illinois állam közép-keleti, valamint Indiana állam észak-nyugati térségeiben tapasztalható volt, hogy az amerikai kukoricabogár az árvakelésű kukorica, illetve gyomnövénymentes szója tábla talajában helyezte el a tojásait (Levine és Oloumi-Sadeghi, 1996, C. R. Edwards és L. W. Bledsoe,

publikálatlan közlés). A gazdaságilag veszélyesnek számító kártétel a szója-kukorica vetésváltásban egyre gyakoribbá vált az Egyesült Államok e részén. 1997 júniusában számos jelentésben számoltak be arról, hogy Illinois állam Ford megyéjében kukoricabogár lárvakártételt tapasztaltak vetőmag-kukorica táblákon, ahol elővetemény ként szóját termesztettek. A fertőzést megelőző évben a szója táblák árvakelésű kukoricától, valamint gyomoktól gyakorlatilag mentesek voltak. Ugyanezt a problémát a következő években is megfigyelték, egyre nagyobb területen, árukukorica termőterületen is (Levine és Oloumi-Sadeghi, 1996). A Purdue Egyetem (Indiana állam) 1993-ban kapta az első jelentést Newton megyéből (É-NY Indiana) az amerikai kukoricabogár lárvájának kártételéről a szója-kukorica vetésváltásban. Az azt követő években a jelenség folyamatossá vált és kelet felé terjeszkedve Indiana államon keresztül egyre nagyobb területet fertőzött meg a kártevő (Edwards, 1996). 1997-re a kártétel az egész államban megtalálható volt a vetésváltásban termesztett kukoricában. Napjainkban, Indiana állam É-NY részén az amerikai kukoricabogár a vetésváltásban termesztett kukorica utáni szójából csaknem olyan nagy számban jön elő, mint a monokultúrában termesztett kukoricából. Az imágó szintén nagy számban van jelen a szójatábla egészén (Sammons, 1998). Indiana állam e fertőzött területén a kukoricabogár preferenciája jóval nagyobb a szója növény iránt, mint a fertőzött területen kívül (Sammons, 1998). Ez a megnövekedett szója iránti preferencia kapcsolatba hozható az öröklött vándorlás tulajdonságával, ami lehetővé teszi egy új variáns kifejlődését, amely a szója-kukorica vetésváltásban a vándorlási, táplálkozási és tojásrakási szokásainak megváltozásával jelenthet problémát. Ez oda vezetett, hogy Indiana állam északi részén a szójával vetésváltásban termesztett kukoricában nőtt a lárvakártétel gazdasági veszélye (Sammons et al., 1997).

Az első megfigyelések óta számos magyarázat született a jelenség okaira. Levine és Oloumi-Sadeghi 1996-ban megjelent közleménye alapján közép-kelet Illinois államban, a szója-kukorica vetésváltásban megfigyelhető kártétel nem a tartós

diapauza hatására alakult ki. Mások, újabb lehetséges magyarázatként azzal érveltek, hogy a kártevő a még zöldellő szójatáblába helyezi el a tojásait, mivel a szomszédos kukoricatáblán a növények addigra már elszáradnak. Ezt megvizsgálva, Levine és Oloumi-Sadeghi (1996) azt tapasztalta, hogy a szója érettségi állapota nem lehet befolyásoló tényező.

2. 2. 4. Jelenlegi IPM lehetőségek

Az integrált növényvédelem eszközrendszere a természetes korlátozó mechanizmusokat, az agrotechnikai, kémiai és biológiai eljárásokat foglalják magukban.

Az elmúlt 12 év alatt a kukoricabogár ellen használatos inszekticidek sikere változó volt. Néhány helyen ezek a rovarölő szerek hatékonynak mutatkoztak, míg más helyeken a hatékonyságuk gyenge volt. A probléma orvoslása rövidtávon nem megoldható (Steffey és Gray, 1989, 1990). A hosszú távú megoldási lehetőségek a következő intézkedéseket foglalják magukban:

- Ahányszor lehetséges, alkalmazzunk vetésváltást a kukoricában, főleg azokon a területeken, ahol nagy mértékű a kukoricabogár kártétele.
- Árvakelésű kukorica irtása a következő évi kultúrában. Abban az esetben, ha nagy számú árvakelésű kukorica van jelen (>12000 növény/ha), az amerikai kukoricabogár jelentős mennyiségű tojást képes lerakni (Steffey és Gray, 1989, 1990).
- Ha a kukoricát monokultúrában termesztjük és a tojásrakás időszakában a kártevők növényenkénti számának átlaga 0,75, vagy annál több, akkor rovarölő talajfertőtlenítőszert juttathatunk ki a következő évi vetéssel egy menetben. Ugyanez érvényes, ha az első éves kukorica után a területre új kukorica kerül, azonban ebben az esetben már 0,5 vagy annál több rovarszámnál kell talajfertőtlenítést végezni (Steffey és Gray, 1989, 1990).

- A rovarölő talajfertőtlenítőszerek kijuttatása a talajművelés idején nem indokolt, ugyanis vetéssel egy menetben megoldható, főleg korai vetésnél. Második éves termesztésnél az előző évi kukoricában lárvavizsgálatok segítségével eldönthető, hogy szükséges-e rovarölő talajfertőtlenítőszert alkalmazni.
- A tojásrakás időszakában végzett imágó egyedszám felvételezés segítséget nyújt a következő évi lárvakártétel meghatározásánál. Azokon a területeken, ahol nagy populációsűrűség várható, vetésváltás ajánlott, ahol viszont csekély a populáció mérete, ott kukorica vethető, ha szükséges. Minden egyes agrotechnikai megoldás (szántás, magágykészítés, kultivátorozás), ami a kukoricabogár egyedsűrűségét csökkenteni tudja, elősegíti az inszekticidek jobb hatékonyságát (Luckmann, 1978).

2.2.4.1. Térségszintű védekezés (Areawide management)

A nagy területen végzett populációcsökkentés (areawide management) az Egyesült Államokban koordinált IPM (Integrated Pest Management) program keretében folyik. E program célja, hogy egységesített védekezési módszerekkel előre meghatározott szintre szorítsák vagy szintentartsák a kártevő populációját nagy kiterjedésű, jól definiálható földrajzi területeken (Chandler, 1997).

A védekezésre a cucurbitacin csalétkes, karbaril hatóanyagú SLAM®-et (cucurbitacin+Sevin) alkalmazzák, amelyet légi úton juttatnak ki. Az imágó a cucurbitacint szívesen fogyasztja el, ezért a karbaril hatóanyagból elég csak kis mennyiséget kijuttatni (0,42-0,45 kg/ha SLAM® készítmény 13% karbaril hatóanyaggal). A kezelésre akkor kerül sor, ha a kártevő populációja elérte az előre meghatározott gazdasági küszöbértéket. Ez a küszöbérték az Iowa államban végzett kísérletekben 6 imágó/Pherocon AM csapda/nap volt. Amennyiben a kezelés után a populáció nagysága meghaladja a 4 imágó/csapda/nap értéket, úgy újabb kezelésre kerül sor (Tollefson, 1997).

A kísérletek eredményei alapján arra lehet következtetni, hogy a SLAM-mel történő kezelés során a populáció szintjét a gazdasági küszöbérték alá lehet szorítani, így a gazdálkodóknak a következő tavasszal nem kell inszekticides talajfertőtlenítést végezniük (Tollefson, 1997, Edwards et al, 1998). Az areawide management hazai adaptálásáról Kiss és mtsai., 1999, 2000, Edwards et al. 1999, az alkalmazástechnikáról Petró és mtsai., 1997, 1998a, 1998b, 2000 számol be.

2. 2. 5. Genetikailag módosított (GM) kukorica

A genetikailag módosított növények a növényvédelmi kutatások legújabb mérföldkövét jelentik. A kukoricamoly lárvakártételnek ellenálló "Bt kukoricát" már szántóföldi körülmények között termesztik az Egyesült Államokban.

A *Bacillus thuringiensis*-ben megtalálták és azonosították az amerikai kukoricabogár ellen hatékonyan használható fehérjét termelő géneket. Ezek a 149B1 nevet kapták. A kutatók e fehérjék hatásmechanizmusát vizsgálják. A fehérjék hatásának megállapításához 1999-ben, az Egyesült Államokban több helyen végeztek kísérleteket. A parcellákon kukoricabogár tojásaival mesterségesen megfertőzött transzgénikus és "normál" növényvédőszerrel kezelt, valamint kezeletlen kontroll növényeken végezték a kísérleteket. Az első éves kísérleti eredmények azt mutatták, hogy a transzgénikus kukoricában lévő 149B1 fehérje kitűnő hatású volt a kukoricabogarak ellen. Ha a további kísérletek eredményei is ilyen hatékonyságot mutatnak, 2002-2003-ban már találkozhatunk kukoricabogár rezisztens transzgénikus kukoricával az amerikai piacon (Ulvé, 1999).

2. 3. Védekezési döntés alapjául szolgáló felvételezési módszerek, alkalmas mintázási eszközök

A kártevők populációjának mintázását gyakran alkalmazzák a növényvédelemben, hogy információt kapjanak az adott mezőgazdasági termelési

rendszerben a védekezési döntés meghozatalához. A döntés alapjául a gazdasági kártétel szintjét vesszük, amely alapján meghatározható a szükséges védekezési eljárás. Ha adott területen a kártevő egyedszáma eléri a kritikus szintet, akkor kell védekezni (Stern et al., 1959).

A "kártevő sűrűség", "gazdasági küszöbérték", vagy "gazdaságilag veszélyes szint" mind a kártevő populációjának egyedsűrűségét jelentik, amely a mintavételezés során meghatározható és segítségével mennyiségileg is kiszámítható a termésveszteség. A mintázás során kapott információ birtokában csökkenthető a döntéshozatal bizonytalansága, valamint a termelő a leghatékonyabb védekezési eljárást végezheti el az adott kultúrában. Poston és mtsai (1983) a gazdasági kártétel szintjének megállapítását a legtöbb védekezési program leggyengébb pontjaként említi. Turpin 1977-ben jelezte, hogy szükség volna a termelők körében egy olyan eljárás kialakítására, amelynek segítségével a vetés időpontjában meghatározható volna a kijuttatandó inszekticid mennyisége. A kukoricabogár különböző fejlődési állapotának vizsgálatáról már jelentek meg közlemények (Fisher és Bergman, 1986, Ruesink, 1986, Tollefson, 1986). Mivel a tojások és a lárvák vizsgálata addig főleg laborban történt eddig, és ezekre a módszerekre nem fejlesztettek ki gazdaságilag veszélyes küszöbértéket, így a kutatók az imágók populációsűrűségét vizsgálták, a következő évi kártétel előrejelzése céljából. Az amerikai kukoricabogár poopulációjának mintázását imágó állapotban, az előző termesztési szezonban végezhetjük a legkönnyebben. Steffey és mtsai (1982), valamint Foster és mtsai. (1982) erre fejlesztettek ki eljárást. A kifejlett egyedek felvételezése kevesebb időt és felszerelést vesz igénybe, mint a talajból történő tojás és lárvavizsgálat. További előnyként lehet elkönyvelni, hogy az imágók létszámából a következő évi lárvakártétel nagyságára is következtethetünk (Peters, 1969).

A kifejlett egyedek mintázására kezdetben vizuális számlálást végeztek (Tollefson, 1986), amelyek azonban sok esetben pontatlanok voltak, ugyanis az imágók aktivitására hatással voltak a környezeti tényezők, így a számláló által

kapott eredményekben eltérés mutatkozott. A vizuális számlálást a tojásrakás időpontjában gyakori ismétléssel az egész táblára kiterjedően kell elvégezni. Ahhoz, hogy a számlálás pontos és megbízható legyen, tapasztalt szakembereket kell alkalmazni (Tollefson, 1986).

Tollefson felvételezési módszerként 1975-ben bemutatta a kukoricanövényen végzett kártevőszámlálást és a felvételezés kiegészítéseként végezhető kukoricacsövön történő imágószámlálást, valamint a csapdázási eljárást, amelyek segítségével a lárvák kártételének előrejelzése megbízhatóbbá tehető. Steffey és mtsai. (1982), a fent említettek három eljárásra javasolt csapdázási programot. A növényszámlálás, mint imágó felvételezési eljárás terjedt el Amerika középnyugati államaiban, illetve ehhez kiegészítésként számszerű gazdasági küszöbértéket határoztak meg. Taylor 1975-ben a kukorica aktuális piaci árára és növényvédelmi költségekre alapozva gyakorlati küszöbértéket fejlesztett ki.

Az imágóra elfogadott gazdasági küszöbértéket Shaw és mtsai 1975-ben, empirikusan 1 bogár/növény értékben határozták meg, ami után a gyökérkártétel értéke 2,5 volt, az 1-6-os Iowa skálán (Turpin és mtsai, 1972) (**3. táblázat**). Ez a küszöbérték az 1-9-es értékelési skálára átszámolva 3,6-os értéket jelent. Ennek a küszöbértéknek a segítségével 80%-os pontossággal állapítható meg a kukoricabogár elleni védekezés szükségessége a következő évre, így csökkenteni lehet a növényvédőszer kijuttatásának mennyiségét (Roselle 1967).

Foster és mtsai., 1986-ban a kukorica akkori piaci árának és növényvédőszer költségeinek figyelembevételével (1 tonna kukorica ára 118,1 dollár, a talajfertőtlenítés költsége hektáronként 29,65 dollár) kiszámolták, hogy már 0,25 t/ha-nál nagyobb termésveszteségnél érdemes a talajfertőtlenítést elvégezni.

A ragadós lapcsapdák kifejlesztése (Steffey et al., 1982, Hein és Tollefson, 1984, 1985b) az imágószámlálás adta nehézségek elkerülését tette lehetővé. Ezeket a csapdákat több napon keresztül a táblákon lehet hagyni, így a populációsűrűség változása is nyomon követhető. A csapdák használatával csökkenteni lehet a jól

képzett felvételezők számát, és az eltérő felvételezési eredményekből adódó nagy szórást is.

A csapdák hátrányaként azonban meg kell említeni, hogy gyakori cserére szorulnak (Karr és Tollefson, 1987), mivel ragadós képességüket hamar elvesztik, valamint piszkos munkával jár a kihelyezés, és az sem elhanyagolható, hogy ez a kereskedelemben kapható csapda nem olcsó termék (kb. 1dollár darabja). Ami a legnagyobb hátránya, hogy a csapdák által befogott egyedek ivari meghatározása nagyon nehéz, a kártevőkre ráragadt ragasztószer miatt (Steffey et al., 1982, Hein és Tollefson, 1984, 1985b).

Hein és Tollefson 1985-ben kapott eredményeik alapján úgy találták, hogy a Pherocon AM ragadós lapcsapda, a kártevőszámlálási eljárásnál nagy hatékonyságú a következő évi lárvakártétel előrejelzéséhez, azonban egyetlen módszer sem tudja 27%–os R^2 (determinációs koefficiens) változékonyságnál jobban előre jelezni a gyökérkártételt. Foster és mtsai., (1986) a kukoricabogár populációsűrűségét vizsgálva monokultúrában a következő évi lárvakártétel meghatározása céljából szoros összefüggést találtak a számlált egyedek és a lárvák kártétele között. A jobb mintázási eredmények miatt azonban azt tanácsolták, hogy az ivari meghatározást is el kell végezni. A nőstény felvételezésen alapuló vizsgálat valószínűleg pontosabb eredményt ad az előrejelzéshez.

2. 3. 1. Imágók gyűjtése

Az amerikai kukoricabogár imágóinak felvételezését (Edwards, 1995 alapján összefoglalva) akkor kell elkezdeni, amikor a fejlődő kukoricacső végén megjelenik a bibeszál. Ekkor a kukoricatábla öt különböző helyén 5-5 növényt kell megvizsgálni. Három nap múlva újból el kell végezni a vizsgálatot. Ha nincs kártevő, a mintavételezést heti két alkalommal addig kell végezni, amíg a bibeszál el nem barnul.

Növényenként minimum 5 egyed szükséges ahhoz, hogy az adott évben termékenyülési és így termésveszteséget okozzon. Ez azonban ritkán, csak akkor fordul elő, ha a populáció egyedsűrűsége nagy.

Adott területen jelenlévő lárvapopuláció nagyságára az előző évben végzett imágófelvételezés adatai alapján tehetünk becslést.

Az imágók számlálását a táblán U-alakot követve, a véletlenszerűen kiválasztott kukoricanövények levelén, szárán, címerén, a kukoricacsövön és a bibeszálon vagy a bibék között kell elvégezni. A cső végét be kell fogni, a bibeszálakat összedörzsölni, majd tenyerünket óvatosan kinyitva meg kell számolni a bibeszálak közötti egyedeket. Ezt a műveletet az első növénytől 9 m-re lévő második növényen kell megismételni, majd a tábla következő helyén további két növényt kell mintázni. Ha az első 10 növényen 3-nál kevesebb kártevőt találunk, a mintázást be lehet fejezni, de folytatni kell 3-17 kukoricabogár/10 növény esetén. 3-nál kisebb és 17-nél nagyobb egyedszám esetén a mintavételezés befejezhető, hiszen az első esetben a populáció gazdasági szempontból nem jelentős, míg a második esetben olyan mértékű a fertőzöttség, hogy mindenképpen szükség van a védekezésre (Edwards, 1995) (**1. táblázat**).

1. táblázat Az amerikai kukoricabogár egyedszámának osztályozása folyamatos mintavételezéssel (Water módszer), (C. R. Edwards, 1995, J. J. Tollefson, 1986 alapján)

	Az imágók halmozott egyedszáma		
Növé yszám	Mintázás vége <	További mintázás <	Mintázás v ge
0		3 17	
2		5 19	
4		7 21	
6		9 23	
8		1 -25	
0	Nem szüks ges a	1 -27	Szüks ges a
4	Lárv	1 -31	Lár va
8	Elleni véd kezés	2 -35	elleni vé lekezés
2		2 -39	
6		2 -43	
0		3 -48	
4		3 -52	
8		4 -56	
2		4 -60	
4		4 -62	

A fertőzés kialakulásának valószínűsége csekély, ha:

- az előző évben a táblán nem volt kukoricabogár, vagy nem észleltek bibeszál károsodást,
- a 2. táblázatban megadott értékeknél kevesebb átlagos egyedszámot tapasztaltak,
- a táblába nem kukoricát vetnek.

Következő évben a kukoricabogár kártétele gazdasági szempontból jelentős lehet, ha:

- a 2. táblázatban a megadott értékekkel megegyező vagy azoknál nagyobb egyedszámot találtak,

- a talajmintákban található átlagos a lárvaszám kézi mintavételezéssel kiemelt növényen (a talaj és a gyökérzet átmorzsolása, részletes átvizsgálása nélkül megállapítva) kettő vagy annál több, illetve kimosáskor növényenként 8 vagy több,
- a kukorica a szója elővetemény után kerül a táblára, ahol minimum 9880 árvakelésű kukorica volt és kukoricabogár is előfordult.

2. táblázat Az amerikai kukoricabogár átlagos egyedszáma, amely a következő évben gazdasági szempontból jelentős lárvapopulációt eredményez (Indiana, USA) (Edwards et al., 1995)

Növény/l a	Átlagos kukoricabogár szám/növé ıy	
	Monokultú ·a *	Elsőéves kuk rica **
34100	1,4	1,0
39000	1,3	0,9
43900	1,1	0,8
48780	1,0	0,7
53660	0,9	0,6
58540	0,8	0,6
63410	0,8	0,5
68290	0,7	0,5

* *monokultúra* = kettő vagy annál több évig ugyanazon a táblán termesztett kukorica
***elsőéves kukorica* = más növény után következő kukorica

A kukoricabogár egyedek tábláról való begyűjtésére vákuumos rovarporszívót (D-vac), tölcsérrel felszerelt üvegcséket, kis szájméretű, alkohollal feltöltött üvegeket használnak. A tölcsér segítségével kevesebb a kártevők megszökésének veszélye a begyűjtés során. Mivel a vákuumos rovargyűjtő hatékonysága nagyon alacsonynak bizonyult, így a relatív populációbecslések alkalmával nem használják (Tollefson, 1986).

A tölcsérrel felszerelt tartályokat kizárólag a kézzel történő rovarfogásra fejlesztették ki, amelynek segítségével nagy mennyiségű rovar gyűjthető be

további (például laboratóriumi) vizsgálatokhoz. A tölcsért a kukorica bibeszálai alá kell helyezni, majd kézzel a bibeszálakhoz közelíteni, így az imágók menekülni kezdenek. Zavarásra az imágók általában vagy elrepülnek, vagy ledobják magukat, és a talajra esnek. Ebben az esetben viszont a tölcsérbe majd végül a gyűjtő tartályba kerülnek (Hesler és Sutter, 1993).

2. 3. 2. Ragadós lapcsapdák

- *Pherocon AM sárga ragadós lapcsapda*

A kereskedelmemben kapható (USA) Pherocon AM csapda élénk sárga színű, amely az amerikai kukoricabogár egyedeket, valamint más rovarokat nagy számban vonzza (Ball, 1982). A standard Pherocon AM (Trécé Inc., Salinas, California, USA) csapda 27,9 cm x 22,9 cm (638,91 cm^2) nagyságú sárga kartonlap, amelyen egy kisebb, 17,8 cm x 22,8 cm (405,84 cm^2) méretű, "Tangletrap" ragasztóanyaggal bevont rész található. A csapda belső oldala négyzetrácsos mintázatú a befogott rovarok számlálásának egyszerűsítésére (Youngman et al., 1996) (**11. ábra**).

A felvételezési módszerek elterjedésével, gyakorlati alkalmazásával párhuzamosan mindig felmerülnek olyan kérdések, mint hogyan lehet a növényeken lévő aktív bogarakat befogni, képes-e a termelő a saját tábláján elvégezni a csapdázást, megbízhat-e magában, hogy az aktív bogarakat pontosan megszámlálja? Hatással van-e a fogásra a többnaponként történő mintázás, vagy az időjárás változása? Milyen lehet a döntéshozatali eredmény egy, pl. 30%-os pontosságú vizuális számlálás esetén? Arra az esetre, ha olyan eszközt szeretnénk alkalmazni, amelynek segítségével a védekezési döntéshozatal nagy hatékonysággal valósítható meg, akkor a relatív mintázási eszköznek számító ragadós csapdák jól alkalmazhatóak a populáció becslésére.

11. ábra Pherocon AM sárga ragadós lapcsapda (fotó: Barna Gy.)

Karr (1984) a Pherocon AM csapda hatékonyságát vizsgálta. A csapdák fogási hatékonyságát összehasonlította egy 21 napig és egy 2 napig kitett csapdával. A két napos csapda 100%-os hatékonysággal működött 48 óra után is, vagyis a rárepülő, rámászó rovart megfogta. A vizsgált időszak alatt a csapdák fogásának hatékonysága 10 napig nem változott lényegesen. Az eredmények azt mutatják, hogy a Pherocon AM csapda hatékonysága azonos mértékű legalább egy hétig, de még 10 nap után is. Shaw és mtsai., (1984) rámutattak arra, hogy a csapdákat 12 nap után is kint lehet hagyni, mert még akkor is hatékonynak bizonyulnak. A fogásarány közel azonos a korábban beszedett csapdák eredményeivel. Azt is megfigyelték, hogy szoros összefüggés van a csapdafogás és a növényeken számolt bogárcsúcs között (r = 0,80) (Shaw et al., 1984).

A Pherocon AM csapda esetében kiszámolták, hogy mekkorának kell lennie a mintázó felületnek, hogy az átlagok standard hibája 10%-on belül maradjon. Ehhez a Southwood féle (1978) formulát alkalmazták, amely a következő:

$$\boxed{n = \frac{s}{E} \times \overline{X}}$$

ahol: s a szórás, x az átlag és E a kívánt standard hiba.

Az átlag variációs koefficienst használva (s/x = 0,35) az összes év és mintázási perióduson keresztül a 12-t, mint becsült csapdaszámot kapjuk meg.

12 csapdát táblánként (a tábla méretétől függetlenül), úgy kell kihelyezni, hogy azok a táblát szisztematikusan lefedjék, de a szegélyhatás elkerülése érdekében a tábla szélétől távol kell lenniük.

A csapdát a kukoricanövényen a cső magasságában kell kifordítva elhelyezni úgy, hogy az a növény szárát a csapda két oldala közé fogja, majd egy szög vagy drót segítségével a növényre erősítjük. A cső magasságába kell elhelyezni a csapdát, mert Hein és Tollefson (1984) adatai alapján az ebben a magasságban fogott imágók száma egyezik meg legjobban a vizuális vizsgálat adataival. A csapdákat 7-10 naponként cserélni kell. Ahogy az elhasznált csapdát leszedjük, összehajthatjuk, majd később a rovarok számlálásánál gond nélkül ketté lehet hajtani. Ha a csapda által fogott egyedeket nem rögtön számláljuk, a csapdákat minden esetben hűtőben kell tárolni, ellenkezőleg a rovarok bomlásnak indulhatnak és a kellemetlen szag mellett a rovarok pontos számát sem lehet meghatározni. Ha a befogott rovarok nemét is vizsgálni kívánjuk, akkor apoláros oldószerben (pl. benzin) 1-2 napig kell a csapdáról kiválasztott egyedeket tárolni, majd ezután végezhető el az ivari meghatározás. Ez azonban több időt vesz igénybe, így az eljárás megkönnyítéseként a csapdák cseréjének időpontjában az

adott tábláról a csapdák környékéről egyenesen alkohollal töltött üvegbe gyűjthetjük a rovarokat. Ezek szexálása lényegesen rövidebb időt vesz igénybe és a meghatározás is pontosabb.

- *Olson sárga ragadós lapcsapda*

A 30,5x15,2 cm nagyságú Olson sárga ragadós lapcsapda (Olson Products Inc., Medina, OH, USA) abban különbözik a Pherocon AM csapdától, hogy az anyaga műanyag, valamint, hogy annak mindkét oldalán a ragadós felületeket szilikonos fedőlap borítja, így lehetővé válik, hogy először csak az egyik, majd később a másik oldalát használjuk, (Youngman et al., 1996).
Ez gazdaságossági szempontból fontos tulajdonság, így az ára oldalanként csak 20 centbe kerül, szemben az oldalankénti 50 centtel a Pherocon AM csapda esetében. Az alacsonyabb költségek és a magasabb számú kukoricabogár fogásának kombinációjaként a felvételezési programban alkalmazhatjuk ezt a csapdát. Kihelyezésének két változata lehetséges. Az első módszer szerint a csapda egyik oldaláról a szilikon papírt levéve, azt egy hétig használjuk, majd a következő héten a másik oldalát használjuk. Ez az eljárás azonban nehézkes, így egyszerűbb megoldás, ha a csapdát 15,2x15,2 cm (231,04 cm^2) méretre félbevágjuk. A szilikon papírt mindkét oldaláról el kell távolítani, és így kell kihelyezni egy hétre, majd a csapda másik felét ugyanígy a következő héten.

A csapdák kihelyezése a kukoricában, a cső magasságában drót, vagy tűzőgép segítségével történik (**12. ábra**).

12.ábra Olson sárga ragadós lapcsapa (fotó: C. R. Edwards)

- *Szexferomon csapda*

Egy adott földrajzi régióban újonnan megjelenő kártevők esetében legfontosabb azok megjelenésének minél korábbi jelzése, illetve terjedésének követése. A felvételezési módszerek közül kiemelkedik a szexferomon csapdák használata, amelyek segítségével gyorsan, egyszerűen nyerhetünk aktuális adatokat a kártevő megjelenéséről, rajzásmenetének alkulásáról (Wall, 1990, Szőcs és mtsai., 1995).
A szexferomonok növényvédelmi alkalmazása napjainkra egyre szélesebb körben terjedt el. A gyakorlati alkalmazásuknak legkézenfekvőbb módja, ha csaliként csapdába helyezzük a feromont tartalmazó kapszulát és a fogás alapján

tájékozódunk a kártevő jelenlétéről a kérdéses területen. A csapdák fogásából származó adatok nagy hatékonysággal használhatók a kártevők rajzásdinamikájának követésére (Tóth, 1990). A csapdák a jól kifejlesztett csalogató készítmény esetén csak a célkártevőt, vagy esetleg néhány más fajt fognak, ezért a fogások értékeléséhez általában nem szükséges magas szintű fajmeghatározási ismeret, amely felbecsülhetetlen előnyt jelent más, nem szelektív kártevő észlelési módszerekkel szemben (Szőcs, 1993).

Általános tapasztalat, hogy a szexferomonos csapdák más módszerekhez képest már igen kis populációsűrűség mellett, nagyobb érzékenységgel jelzik a hím egyedek megjelenését (Tóth, 1990, Szőcs, 1993). A szexferomon csapdák kártétel előrejelzés céljára való felhasználásnak fő nehézsége, hogy nem egyszerű a fogások és a populáció sűrűsége, illetve a károsítás szintje között összefüggést találni (Tóth M., 1990).

A szexferomon csapdáknak több alakjuk is ismeretes. A megfelelő csapdaforma kiválasztásánál tekintettel kell lenni a célfaj sajátságaira és arra is, hogy milyen célra akarjuk a fogási adatokat felhasználni. A ragadós csapdák kis populációsűrűség esetén a legalkalmasabbak, ezek a legérzékenyebbek (Tóth et al., 1996).

Az amerikai kukoricabogár esetében azonosították a kártevő nőstényei által kibocsátott szexferomon kémiai szerkezetét (Guss és mtsai., 1982), amely alapján Magyarországon is előállították a vegyületet és a szintetikus feromonnal csalétkezett csapdákkal szabadföldi kísérletet végeztek Jugoszláviában, a belgrádi repülőtér közelében, egy kukoricabogárral erősen fertőzött területen (Tóth és mtasi., 1996). Az európai felvételezés kezdetén már a Csalomon feromon csapda családba tartozó csapdákat használták, amelyek átlátszó műanyagból készült, háromszög keresztmetszetűek voltak, cserélhető ragacslappal [Csalomon (MTA Növényvédelmi Kutatóintézete, Budapest)] (Tóth és Szőcs, 1993, Szőcs és mtsai., 1995).

Napjainkban, az amerikai kukoricabogár Európában történő felvételezésére a "PANEL" elnevezésű lapos csapdákat alkalmazzák, amelyek szintén átlátszó műanyagból készülnek, azonban kezelésük egyszerűbb a háromszög alakú csapdánál. Egy-egy csapda 4 ragadós lapot tartalmaz, amelyek cserélhetők. A csapdák leglényegesebb része a csalogatóanyagot kibocsátó kapszula, amely a csapdatest közepén található (**13. ábra**).

13. ábra "PANEL" Csalomon szexferomon csapda (fotó: Barna Gy.)

A PANEL csapdák alkalmasnak bizonyultak az amerikai kukoricabogár európai csapdázására, mivel nagyon érzékenyek és még alacsony szint mellet is képesek detektálni a kártevőt. Ennek ellenére kihelyezése nehézkes a ragasztó anyag miatt (Tóth et al., 1998). A probléma kiküszöbölésére Tóth és mtsai., 1997-ben egy új fejlesztésű ("CLOAK") csapdát teszteltek, amely a csapdázott egyedek számában nem tért el szignifikánsan a már bevált PANEL csapdától. A csapda gyorsan, könnyen kihelyezhető a kukorica növényre.

A ragadós csapdákkal kapcsolatban olyan probléma is felmerült, hogy a csapdák hatékonysága az idő előrehaladtával folyamatosan változik, amely minőségi szempontból döntő fontosságú (Wall, 1989). A fogási hatékonyság állandó szintentartására Tóth és mtsai. (1998, 2000) kifejlesztettek egy "nem ragadós", fejjel lefelé fordított tölcsér alakú szexferomon csapdát, amely a tesztek során néha jobban működött, mint a ragadós lapcsapda.

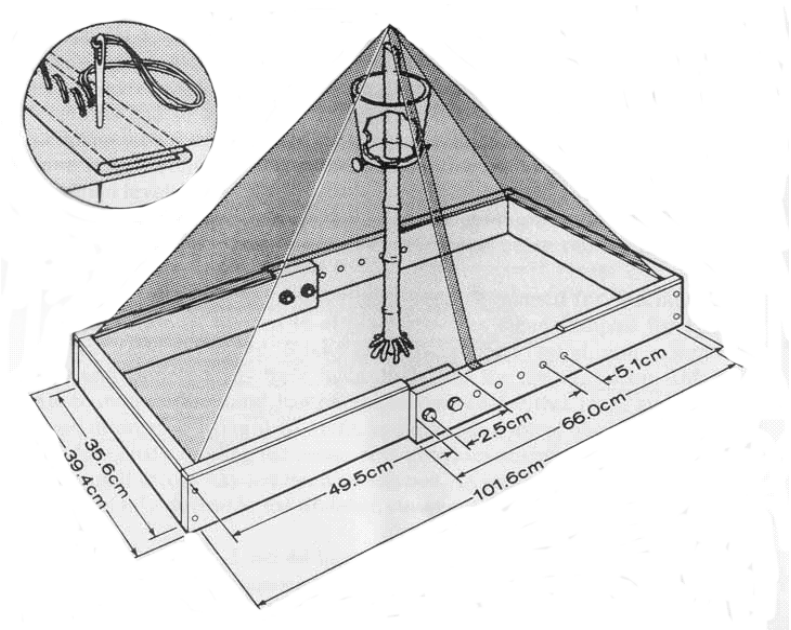
2. 3. 3. Sátorhálós izolátor csapda

Annak meghatározására, hogy milyen környezeti, talajtani, mezőgazdasági tényezők vannak hatással a kukoricabogár bármely fejlődési stádiumára, fontos abszolút mintavételezési eljárást alkalmaznunk. A levélzeten végzett vizuális számlálás segítségével a rovarok jelenlétének, egyedsűrűségének becslése elvégezhető, azonban az imágók mozgásából adódóan lehetséges, hogy a számlált rovarok nem az adott területen és feltételek között jöttek elő a talajból. A talajból előjövő rovarok csapdázására létezik egy viszonylag olcsó abszolút mintázási eljárás. Ezzel lehetővé válik azoknak az egyedeknek a becslése, amelyek az adott helyen fejlődtek ki. Chiang már 1973-ban jelezte, hogy a kukoricabogár összes fejlődési stádiuma közül a sátorhálós izolátor csapda segítségével valósítható meg viszonylag egyszerűen az abszolút populációbecslés. Ennek ellenére ezek a csapdák mégsem tartoznak az igazán széles körben megvalósítható populációbecslési eljárások közé, mivel lényegesen több időt és energiát vesz igénybe a felállításuk és az adatok begyűjtése, összehasonlítva a növényszámlálás, vagy a ragadós csapda egyszerűségével.

Hein et al., (1985) olyan sátorhálós izolátor csapdát írt le, amelyet a kukoricasorok távolságához lehet igazítani, így egy mintázható élőhely alegységet borít. Egy növénysoron, illetve a mintázott sor mindkét oldalán helyezkedik el, így a szomszédos sorok közötti távolság felét borítja.

A csapda 76x35cm-es, fa kerettel körülvett, 50 cm magasságú alumíniumhálóval borított 0,266 m^2 alapterületű mintázási eszköz. A keret két fél részből áll, amelyek 5,1 cm-ként állíthatók a vetési sűrűségnek megfelelően. A háló hézagmentesen, faléc segítségével a kerethez van rögzítve. Egyik oldalán tépőzár segítségével lehet kinyitni és összezárni, úgy, hogy a talajból előbújó kifejlett egyedek ne tudjanak megszökni (**14.-15. ábra**). A csapdák hosszabbik oldalukkal, a kukorica sorával párhuzamosan vannak elhelyezve. Minden csapda kihelyezésekor általában két kukoricát kell letörni kb. 50 cm-es magasságban. A csapdát nagyjából vízszintes talajra kell helyezni, így megakadályozható a talajból előbújó imágók elszökése. A keret és a talaj között lévő réseket földdel tömíthetjük be (**16. ábra**). A tépőzár segítségével lehet a csapda belsejébe benyúlni, anélkül, hogy a keretet megmozgatnánk. Minden egyes csapda közepében egy kb. 45cm-es hosszúságú fa lécen egy 177ml-es fehér színű műanyag pohár található. A poharat úgy lehet könnyen felhelyezni a lécre, hogy az alján + alakú bevágást ejtünk. A poharak belső falát be nem száradó ragasztóval kell bekenni. Az imágók a talajból előbújva a csapda területén belül megpróbálnak elrepülni, majd végül a ragadós pohárba kerültek (**17.-18. ábra**). A poharakat hetente egyszer kell cserélni. A fogáseredmények alapján a táblákra 12 db csapdából kell számolni fogási átlagot (Tollefson, 1986).

14. ábra Sátorhálós izolátor csapda (fotó: Barna Gy.)



15. ábra Sátorhálós izolátor csapda méretei (J. J. Tollefson alapján)

16. ábra A talajfelszín kialakítása sátor izolátor csapda kihelyezése előtt (fotó: C. Gerber)

17. ábra A sátor izolátor csapdában található ragadós pohár cseréje (fotó: Barna Gy.)

18. ábra A sátor izolátor csapdában található ragadós pohár fogott kukoricabogár imágókkal (fotó: Barna Gy.)

2. 3. 4. Cucurbitacin csapda

A cucurbitacin csapda (Shaw et al., 1984) alkalmas szója és kukoricatáblákon a kukoricabogár populáció megfigyelésére. A csapda 59,1 ml-es 3cm átmérőjű és 9cm magas borostyán színű, műanyag gyógyszeres doboz. A doboz alját 1x1mm-es szövésű acélháló borítja, amelyen keresztül a csapdában felgyülemlő kondenzvíz elfolyik. A csapdatesten 10db, 5mm átmérőjű lyuk található, amelyeken keresztül jutnak a bogarak a csalétekanyaghoz. A csapda teteje kupakkal zárható (**19. ábra**). A csapdában a csalétekanyag egy 22x28 cm-es műanyag lapra van felhordva. A lap mindkét oldala 5% szárított, porrá őrölt Buffalo tök (*Cucurbita foetidissima* H.B.K.) gyökér, + 0,3% karbaril (SEVIN XLR) 1:1 arányban higított vizes oldatának keverékével van bevonva. A Buffalo tök cucurbitacin anyagot tartalmaz, amely a kifejlett egyedek kedvelt tápláléka. A cucurbitacin stimulálja a *diabrotica* félék táplálkozását (Metcalf et al. 1980), más

rovarokkal szemben azonban gyakran toxikus hatású anyag. A cucurbitacin egy tetraciklikus triterpenoid, amely a *Cucurbitaceae* (tökfélék) családba tartozó növényekben található (Metcalf et al., 1980, 1987, Lance, 1988). Változó mennyiségben van jelen számos gyom-, illetve termesztett növény csírájában, gyökerében, levélben, és termésében. A *Cucurbitaceae* családba sok ismert növény -mint pl. a lopótök (*Lagenaria vulgaris*), sütőtök (*Cucurbita maxima*), uborka (*Cucumis sativus*), és görögdinnye (*Citrullus anatus*)- tartozik.

19. ábra Cucurbitacin csapda, a csalogatóanyagot tartalmazó lappal (fotó: Barna Gy.)

2. 3. 5. Kúp alakú kukoricabogár csapda

A 20. ábrán látható csapda működési elve hasonlít a cucurbitacin csapdához. A kártevő a csalogató anyagot érezve behatol a csapdába, és táplálkozni kezd. Az elpusztult rovarok a csapda alján lévő gyűjtőedénybe kerülnek. A csapdatest sárga színű, alul 11,5cm, felül 7,5cm átmérőjű műanyag henger (**20. ábra**). A fedele 11,5 cm sugarú, 9 cm magasságú átlátszó kúp, amely a testre illeszkedik. A

rovarok a csalogató anyagot a csapdatest és a fedő közötti résen közelítik meg. A kúp csúcsában található a csalogató anyag. Ez az anyag 90% mesterséges táplálékot (Branson és Jackson, 1988), 2% toxikus anyagot (karbaril), 3% hordozó anyagot (SEVIN XLR, (Union Carbide, Jacksonville, FL, USA), és 5% Buffaló tök (*Cucurbita foetidissima* H.B.K.) gyökeréből készült port tartalmaz. Ez a keverék táplálkozásra serkenti a rovarokat (Metcalf és Lampman, 1989b).

A táplálék elfogyasztása után a rovarok elpusztulnak és a csapda alján elhelyezett műanyag tartó dobozba kerülnek egy tölcséren keresztül. A doboz könnyen cserélhető anélkül, hogy a teljes csapdát le kellene szedni a helyéről.

20. ábra Kúp alakú kukoricabogár csapda és a belsejében található gyűjtőedény (fotó: Barna Gy.)

A **21. ábrán** látható kúp alakú csapda (Pherocon CRW csapda) működési elve megegyezik az előzőekben írtakkal. Azonban ez a csapda két részből áll, így felépítése egyszerűbb, az ára is alacsonyabb (kb. 4 USD/db). A kívánt hatás a tölcsér és a gyűjtőedény mellőzésével is elérhető.

A fent említett csapdák mellett évről-évre új formájú, más csalogatási elvre épülő (pl. illat) csapdák, ezek kombinációi jelennek meg a kutatás fejlesztés eredményeként (Imrei et al.,1999, Tóth et al., 1998a, 1998b).

Ezekről, miután felvételezési módszereim között nem szerepelnek, nem adok leírást.

21. ábra Pherocon CRW csapda (fotó: Barna Gy.)

2. 4. A védekezési döntés alapjául szolgáló értékelési módszerek

2. 4. 1. A gyökérkárosítás értékelése

Az inszekticidek kijuttatását, vagyis a védekezés hatékonyságát a kukoricabogár elleni védekezés során a következő kritériumok alapján lehet értékelni: a kidőlt növények százaléka, lárvaszámlálás, gyökér ellenálló képessége a kihúzás hatására, valamint gyökérkárosítás és/vagy terméshozam értékelés. Az eljárások közül a gyökérkárosítási értékelést (bonitálás) használják a legelterjedtebben (Mayo, 1986).

Számos bonitálási rendszert fejlesztettek ki a kukoricabogár lárva kártételének mennyiségi meghatározására (Peters, 1964, Musick és Fairchild, 1967, Munson et al., 1970, Hills és Peters, 1971, Musick és Suttle, 1972, Mayo, 1975).

Ezek közül a hat pontos gyökérvizsgálati rendszert fogadták el standard értéknek a legtöbb inszekticid hatékonysági vizsgálatnál, amelyet Peters és Eiben dolgozott ki (Hills és Peters írták le, 1971-ben) (**3. táblázat**). Más gyökérvizsgálati skála is használatos, amely Peters és Eiben skálájának módosításával készült el. Az inszekticid hatékonysági vizsgálatokban azonban nincs arra pontos magyarázat, hogy van-e előnye a módosított gyökér bonitálásnak.

A 9 pontos skála gyenge kártétel esetén pontosabb vizsgálati értéket tesz lehetővé, azonban az utolsó három értékelési kategória azonos a két skálában. Egy másik 9 pontos értékelési skála is létezik, amely különféle kukorica vonalak relatív rezisztenciájának vizsgálatán alapszik (Welch, 1977) (**3. táblázat**). Egyes esetekben az Iowa 1-6-os skálát feles egységekre osztják fel, hogy jobban érzékelhető legyen a különbség a kategóriák között. Hills és Peters (1971) a gyökér újraképződési skálát is kialakították, amelynek segítségével a vetés utáni növényvédőszeres kezelések hatékonyságát lehet megállapítani. A gyökér újraképződési értékek a következők:

0) nincs jelen újraképződés,
1) a felső nóduszokon 4-6 gyökér újrafejlődött,
2) a felső nóduszon minden gyökéren látszik újraképződés nyoma
3) jelentős másodlagos gyökerek és egy teljes újraképződött nódusz
4) több, mint egy nóduszon lévő gyökerek újraképződése, valamint jó másodlagos fejlődés figyelhető meg.

Az újraképződési értékelés alkalmazásához mindegyik gyökéren el kell végezni az Iowa 1-6-os skála szerinti értékelést, és csak utána végezhető el a négy pontos újraképződési skálán az értékelés. Ezek után a kapott eredmény értékét ki kell vonni a károsított értékből, és kovariancia analízissel megadni egy hozzárendelt gyökér kártételi értéket.

A kulcskritérium az értékelési rendszerben a gyökér nóduszok károsodása. Ahhoz, hogy egy nóduszt teljesen károsítottnak értékeljünk, nem szükséges az összes károsított gyökérszálnak azonos nóduszon lenniük (Pl. a fél nódusz elpusztult, és egy másik fél egy másik nóduszon, akkor az értékelés alapján egy teljesen elpusztított nódusz értékét kapja).

Egy átlagos nóduszon kb. 12 gyökér található, azonban ez a szám változhat az alsóbb nóduszoktól (kevesebb gyökér) a felsőkig (több gyökér). A lemosott gyökereken a lárvák kártétele jól látható. A gyökérkártétel osztályozásának fontos alapeleme, hogy a nulla beosztás nem szerepel a kategóriák között, ugyanis az a feltételezés, hogy minden gyökéren fellelhető kisebb-nagyobb rágásnyom, még akkor is, ha az értékelést végző személy azt a vizsgálat során nem veszi észre.

A kukoricabogár lárvakártételének meghatározására a következő gyökérkárosítási értékelési rendszereket alkalmazzák:

3. táblázat Gyökérkárosítási értékelési rendszer, amelyet a kukoricabogár lárvakártételének meghatározására alkalmaznak (Mayo alapján, 1986)

A	B	C
Standard Iowa 1-6-os skála	**Módosított Iowa 1-6-os skála**	**1-9-es értékelési skála**
1) Dús gyökerű egészséges gyökerek	**1)** Kevés rágási kár	**1)** Nincs rágási kár
2) Kisebb mértékű lárvakártétel. A rágások, vagy sérülések barna színűek és a hajszálgyökereken láthatók		**2)** Enyhe a rágási kár, és elrágott gyökerek nem figyelhetők meg
	2) Rágási nyomok láthatók és kevesebb, mint 3 gyökér van elrágva 6, 35 cm-en belül (2,5 inch)	**3)** Rágási kár figyelhető meg, valamint alkalmanként elrágott gyökerek is láthatók
		4) Rágási kár és néhány megrágott gyökér látható (7, 6cm-es rágás, vagy a gyökér 10%-nál kevesebb felületen található rágásnyomok)
3) L2-L3-as lárvakártétel sorolható idő. A visszarágott gyökerek hossza 3cm-nél nem hosszabb	**3)** Min. 3 gyökér van elrágva, és kevesebb, mint 1 egész nódusz károsodott	**5)** Rágási kár, valamint enyhén elrágott gyökerek láthatóak (a gyökér 10-50%-a, vagy 7 6cm-nél rövidebb)
		6) Rágási kár, valamint számos megrágás (a gyökér több, mint 50%-án láthatók rágásnyomok
4) Egy nódusz károsodott	**4)** Egy nódusz károsodott	**7)** Egy nódusz károsodott
5) Két nódusz károsodott	**5)** Két nódusz károsodott	**8)** Két nódusz károsodott
6) 3 vagy több nódusz károsodott	**6)** 3 vagy több nódusz károsodott	**9)** 3 vagy több nódusz károsodott

A) ʊ Peter és Eiben fejlesztették ki, amelyet Hills és Peters írtak le (1971)
B) ʊ Ahogyan Nebraskában használták, eredetileg Mayo írta le (1975)
C) ʊ Musick és Suttle írták le (1972)

Az Iowa 1-6-os skála alapján a gazdaságilag fontos veszélyességi küszöbérték a 3- és 3,5-ös kategória között van.
Oleson és Tollefson (2000), új, módosított Iowa skáláról számoltak be, amelynek használata egyszerűbbnek tűnik az előzőeknél. Ennek elterjedése a gyakorlati alkalmazhatóságtól függően várható.
Az értékelés során felmerülhet más talajlakó kártevők gyökéren okozott kártétele is, pl. a drótférgeké, pajoroké, amelyek kártétele azonban nagyon nehezen különböztethető meg. Az értékelés pontosítása érdekében ezért szükséges a talajmintavétel, amelyek során a kártevők meghatározhatók.

2. 4. 2. A kukorica megdőlésének értékelése

A kukoricabogár lárva kártételének következménye a növény szárának megdőlése, amely alapján szintén értékelni lehet a kijuttatott növényvédőszer hatékonyságát (Hill et al., 1948). A megdőlés osztályozása során a kukorica szárának függőlegestől való fokokban mért eltérése a mérvadó. Számos megdőlési értékelést alkalmaznak, amelyet a következők dolgoztak ki:

>0 fok (Apple, 1961)
>15 fok (Cox és Lilly, 1953)
>25 fok (Burkhardt, 1954)
>30 fok (Hill et al., 1948, Cox és Lilly, 1953, Apple, 1957, Hill és Mayo, 1974)
>45 fok (Apple, 1957, Apple et al., 1977)

A leggyakrabban alkalmazott megdőlési kritérium a 30°-os érték. A növénydőltség meghatározását a betakarítás előtt végzik, azonban ha nagy fokú a fertőzés, az értékelést röviddel a lárvakártétel csúcsa után el lehet végezni. A megdőlt tövek számának százalékos értékét 10-30 méteren belül, vagy az érték növényszámban adható meg egy nagyobb távolságról (50-100 m). Ha súlyos a

kártétel, akkor érdemes egyedi szám alapján megadni az értéket, még abban az esetben is, ha a mintázott sor rövid (10-15m).
Az értékelés során a dőlési értékeket transzformálni kell, főleg a statisztikai analízishez (Mayo, 1986)

2. 4. 3. Gazdasági küszöbérték

Az amerikai kukoricabogár imágójának felvételezése során a következő évi lárvapopulációra vonatkozóan kaphatunk információt. A kukorica termésére több olyan tényező van befolyással (pl. a lárvák száma, gyökérrendszer mérete, a hibrid kukorica gyökerének regnerálódó képessége, talajnedvesség, tőszám, valamint az időjárás), amelyek hatásának következtében nehéz gazdasági kártételi szintet kialakítani.
A gazdasági küszöbérték segítségével a populációnak azt a mértékét adjuk meg, amely értéknél a védekezés szükséges a termésveszteség elkerülése érdekében.
A meghatározott küszöbértéket elérő fogások alapján a faj ökológiájának alapos ismeretében előre lehet jelezni, hogy a várható kártétel meghaladja-e a tolerálható mértéket és a növényvédőszeres védekezést ennek megfelelően lehet elvégezni. A módszer megoldása a küszöbérték meghatározása, amit több éves, alapos ökológiai/ökonómiai vizsgálat alapján lehet kialakítani. Ez azonban nemcsak az adott fajra, de az adott területre is egyedi érték lehet (Tóth, 1990).
Az amerikai kukoricabogár előrejelzéséhez használatos küszöbérték meghatározására a lárva által okozott gyökérkártétel és az előző évi imágó populáció közötti regresszió alapján következtethetünk. Számos mintázási eljárás, valamint gazdasági küszöbérték áll rendelkezésre tojásokra, lárvákra és kifejlett egyedekre a monokultúrában termesztett kukoricában (Levine és Oloumi-Sadeghi, 1991). Jelenleg azonban nincs olyan végleges mintázási eljárás vagy gazdasági küszöbérték, amelyet szójában alkalmazva a következő évben termesztett kukorica védekezésénél lehetne használni (Boeve et al., 1996). Amióta

az amerikai kukoricabogár alkalmazkodott a vetésváltás rendszeréhez, nehéz meghatározni a szójában mérhető és a kukoricában használatos küszöbértéket, amelynek segítségével előre lehetne jelezni a fertőzés mértékét a következő évre.

Hein és Tollefson (1985) szerint a Pherocon AM csapdára megállapított gazdasági küszöbérték 6 bogár /csapda / nap, vagy 40 bogár/csapda/hét, amely értéket 7 napos csapdázási periódus alapján állapították meg.

Edwards és mtsai., 1999-ben közölték a szója-kukorica vetésváltásban a gazdasági küszöbérték meghatározására végzett kísérletek adatait. Ezek alapján 1996-1997. és 1997-1998. években gyenge összefüggést találtak az első évben szójában csapdázott kukoricabogár imágók száma és a következő évben ugyanazon a területen, de kukorica gyökerén vizsgált lárvakártételi érték között. 1998-1999. években viszont szoros összefüggés volt megállapítható a vizsgált adatok között.

A léghőmérséklet hatással van az amerikai kukoricabogár aktivitására (Witkowski et al., 1975); valószínűleg ugyanígy a bogarak fogásában is megfigyelhető a hatása. Ha ismernénk, hogy a napi minimum vagy maximum hőmérséklet vagy esetleg mindkettő befolyásoló hatású a kártevő fogási számára a Pherocon AM csapdában, akkor a gazdasági küszöbértéket a hőmérséklethez is kellene igazítani. A napközben történő számlálás eredményeképpen magasabb értéket kapunk, mint a reggeli vagy az esti számlálás során, ezért a számlálásokat napközben kell végezni (Kaufmann, 1966).

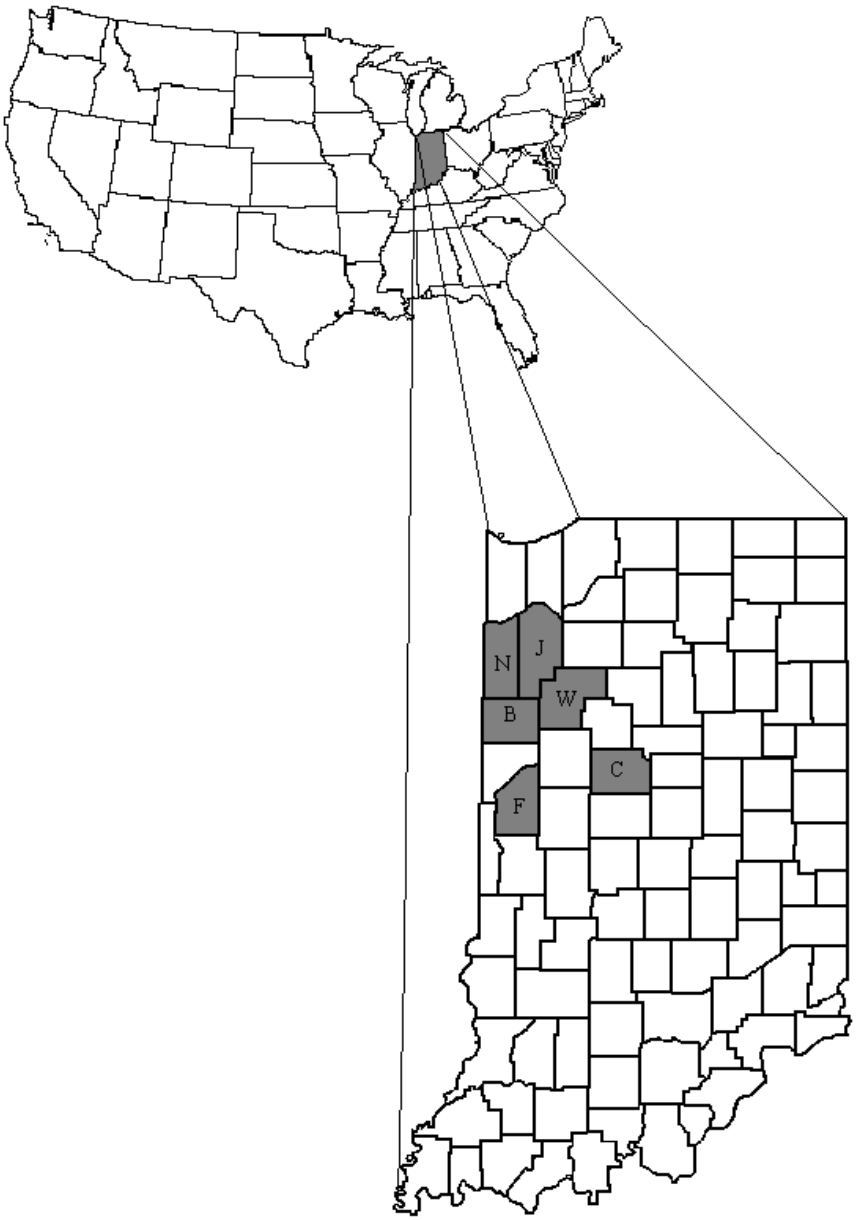
3. ANYAG ÉS MÓDSZER

Az amerikai kukoricabogár populációjának vizsgálatát három évben (1996, 1997, 1998), a kártevő imágói rajzásának időszakában, Indiana állam (USA) 6 észak-nyugati megyében (White, Clinton, Newton, Jasper, Fountain, Benton), összesen 17 szója-kukorica táblapáron végeztem (**22. ábra**).

A vizsgált területek az Egyesült Államok keleti felének középső részén találhatók, a 38°-42° szélességi körök között, amely a nedves kontinentális éghajlat meleg nyarú változatához tartozik. A leghidegebb hónapra a –5-0°C közötti középhőmérsékletek jellemzők. A legmelegebb hónap középhőmérséklete 23-25°C között változik. Nyáron nem ritka a 40°C-ot meghaladó felmelegedés. A klímaterület keleti részén pedig már 44-46°C-os hőmérsékleti maximumokat is regisztráltak, télen viszont a −25, −30°C-os minimumok is előfordulnak. A csapadék mennyisége nyugatról kelet felé jelentősen növekszik, évi összege 500-1200mm között változik. A csapadékos évszak júniustól októberig tart, ez idő alatt hull le az évi csapadék 85-90%-a. A napfénytartam a klímaterület nagy részén 2400-3000 óra között változik (Péczeli, 1984).

A vizsgálatban szereplő táblák mérete 12-45 ha között volt. A kukorica és a szója termesztése az ott folytatott általános gyakorlatnak megfelelően történt. Ennek részleteit (talajművelés, vetésidő, valamint műtrágyázási adatok), miután a kísérletnek nem volt ilyen célja, nem ismertetem. Az említett megyékben a termelők szántóföldi növényként szinte kizárólag szóját és kukoricát termelnek, a fenti két növényt évenként váltva.

A kísérlet megtervezésénél alaphipotézisem az volt, hogy a kukoricában lévő kukoricabogár lárvák populációsűrűsége meghatározható az előző évben, a szójában végzett imágófelvételezés eredménye alapján. Így a kísérleteimet szója-kukorica vetésforgós táblákon végeztem.



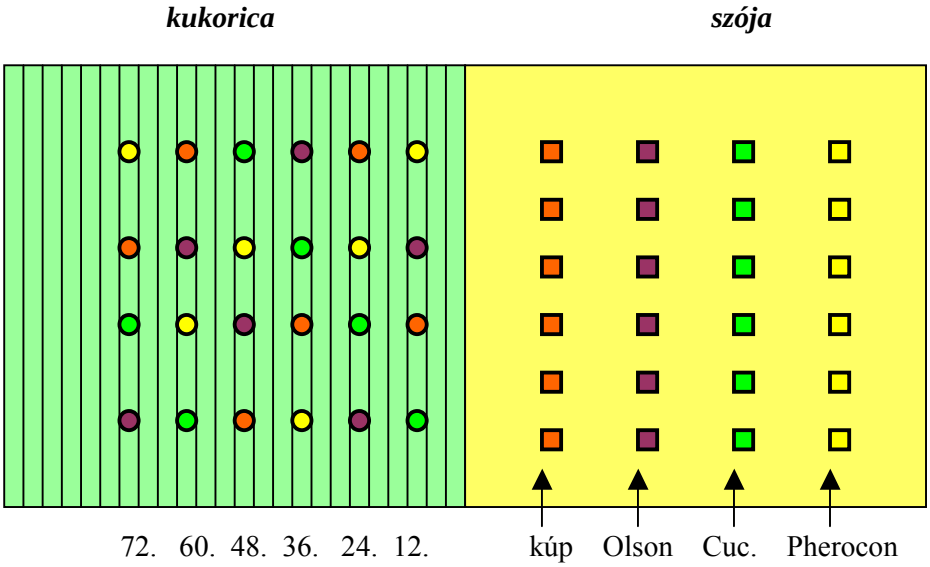
22. ábra A csapdázások helyszínét adó megyék Indiana államban (W=White, C=Clinton, N=Newton, J=Jasper, F=Fountain, B=Benton)

3. 1. A különböző típusú csapdák alkalmasságának értékelése a populáció méretének becslése szempontjából

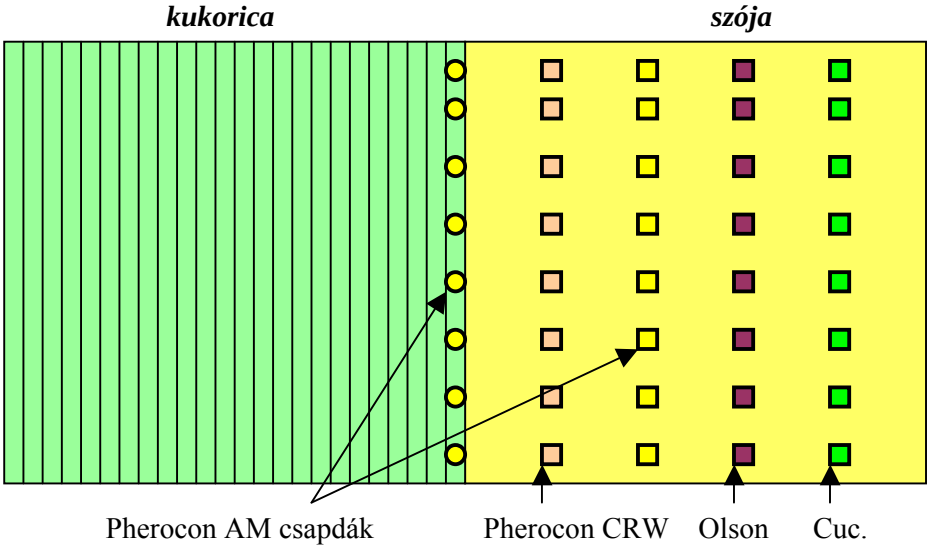
Az Amerikai Egyesült Államokban használatos különböző típusú csapdák fogási hatékonyságának összehasonlítását három évben 6 azonos táblán és azonos időben végeztem. A vizsgált táblák É-NY Indiana államban, Benton megyében voltak (**22. ábra**).
A felvételezéseket a következő időpontokban végeztem:

1996. július 26.-szeptember 3.
1997. július 29.-szeptember 10.
1998. július 14.-szeptember 2.

Az említett években összesen 4 különböző (Pherocon AM, Cucurbitacin, Olson, valamint sárga színű, kúp alakú [Survey Trap]) csapda összehasonlítását végeztem el.
Az első évben (1996) a kukoricatáblákban a 6-6 db – különböző típusú – csapdát véletlen elrendezés szerint helyeztem ki a 12., 24., 36., 48., 60., és 72. sorokba. A kihelyezés alapján így a különböző sorok fogási eredményeit lehetett összehasonlítani. Ezek az információk a következő években a csapdák későbbi elhelyezésében segítettek. A csapdák a kijelölt sorokban egymástól azonos távolságban helyezkedtek el (**23. ábra**).
A szója táblákban a csapdákat 4 csapdasorban egymástól és a tábla széleitől egyenlő távolságra helyeztem el. A csapdasorok sorrendje a szójatáblákban változó volt. Minden sorban 6 db azonos típusú csapda volt, amelyeket egyenként 1,2 méteres fa lécre erősítettem. Mindkét kultúrában a cucurbitacin és a kúp alakú csapdákban a csalétkek cseréjét kéthetente végeztem, viszont a csapdák által fogott rovarokat hetente gyűjtöttem be. A csapdák cseréje a kukorica és a szója táblákban azonos napon történt.



23. ábra Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt 4 különböző típusú csapda elhelyezése a kukorica-szója táblákban (USA, Indiana, 1996)



24. ábra Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt 4 különböző típusú csapda módosított kihelyezése a kukorica-szója táblákban (USA, Indiana, 1997). (A csapdák kihelyezése 1998-ban abban tér el, hogy az Olson csapdasor hiányzik)

A három csapdázási év során a szójában mintázott kukoricabogár populációt is vizsgálatam, amely egyedszám alapján összefüggést kerestem az előző évi szójában megállapított egyedszám és a szója után következő kukoricában értékelt lárvapopuláció nagysága között.

A kukoricában a csapdákat a cső magasságában vékony drót, illetve szög segítségével rögzítettem.

A csapdázott egyedeket külön-külön, táblánként, csapdánként és csapdázási időnként gyűjtöttem be és tároltam, laboratóriumban határoztam meg, majd értékeltem az adatokat. Az adatok pontos regisztrálása céljából minden csapdát egyedi kóddal láttam el.

Az 1996-ot követő két évben (1997, 1998) a kukoricatáblákban csak az első sorban helyeztem el az első évben (1996) leghatékonyabban működő csapdát (Pherocon AM) (**24. ábra**).

A szója táblában a csapdák kihelyezését 1997 és 1998-ban az első évvel (1996) megegyező módon végeztem A pontos adatgyűjtés érdekében 6 db csapda helyett 8 db-ot használtam, valamint a sárga színű csalétkes kúp csapda helyett a Pherocon CRW színtelen, szintén csalétkes csapdát használtam (**21. ábra**). Az előző évek kedvezőtlen tapasztalatai miatt 1998-ban az Olson sárga ragadós csapdát már nem használtam (**24. ábra**).

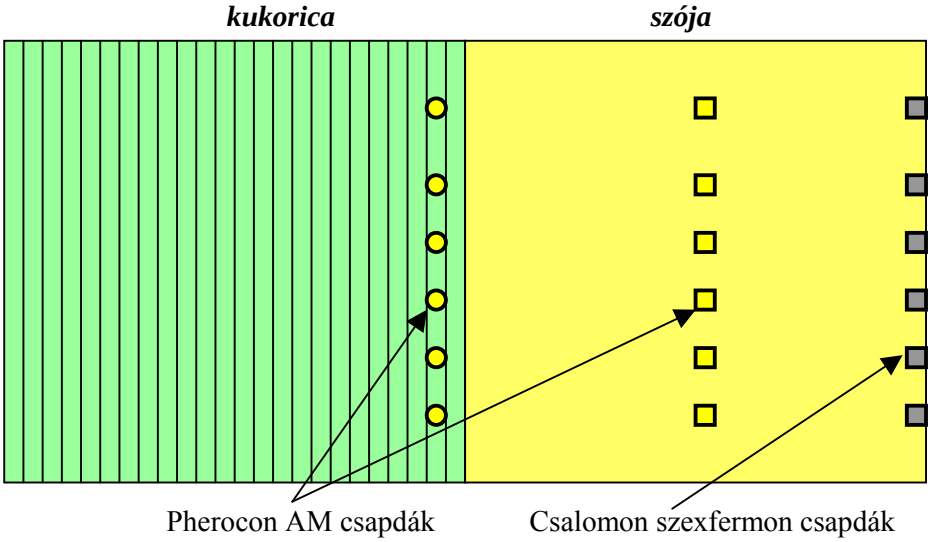
A különböző típusú csapdák alkalmasságának értékelése során – külön táblákon – a Magyarországon és Európa számos országában alkalmazott Csalomon szexferomon és az Amerikai Egyesült Államokban elterjedt Pherocon AM csapdák összehasonlítását is elvégeztem.

A Csalomon szexferomon csapdát az MTA Növényvédelmi Kutatóintézet munkatársai fejlesztették ki, ami 30x15cm nagyságú és mindkét oldalán 2-2-db cserélhető ragadós lap található. A lapok között helyezkedik el a szexferomont tartalmazó kapszula (Tóth és mtsai., 1996) (**13. ábra**).

Európában, legnagyobb mértékben a Csalomon szexferomon és vizuális (Multigard vagy Pherocon AM) csapdák használatosak. Az európai vizsgálatok

eredményeinek (terjedésben lévő kártevő felszaporodó populációjának mintázása) értékeléséhez, – összehasonlítási alapként – szükségesnek tartottunk egy nagy populációsűrűségnél (USA) elvégzendő csapda összehasonlítást.

A két csapdatípus összehasonlításának első évében (1997) 6 szója-kukorica táblapár szójatábláján végeztem vizsgálatokat. Minden táblán, egymástól a legtávolabbi pontokban (a táblák egy-egy szélén) 6 db szexferomon csapdát és ugyanennyi Pherocon AM csapdát helyeztem ki. A csapdasorokon belül a csapdákat egymástól azonos távolságra helyeztem el (**25. ábra**).



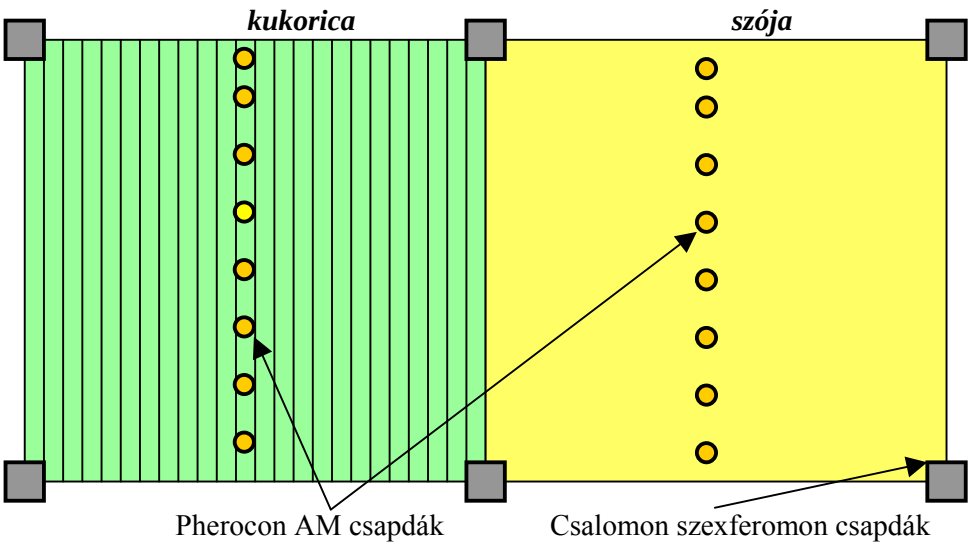
25. ábra Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt Csalomon szexferomon és Pherocon AM csapdák kihelyezése az 1997-ben végzett összehasonlító vizsgálat során (USA, Indiana)

A csapdázás 1997-ben négy héten keresztül, augusztus 11.-től szeptember 9.-ig tartott. A szexferomon csapdákat a szójában egyenként egy 1,8 méteres, míg a Pherocon AM csapdákat 1,2 méteres fa lécre erősítettem. A csapdákat hetente egy alkalommal cseréltem.

Részletesebb összehasonlítás céljából a két különböző típusú csapdát két újabb, különálló kukoricatáblában, a táblákon belül külön kialakított csapdasorban is elhelyeztem. A csapdázás három héten keresztül, 1997. szeptember 2-23. között történt.

A következő évben (1998) már 4 egyedileg kiválasztott szója-kukorica táblapáron végeztem az összehasonlítást. A kukorica-szója táblákban 8-8 db Pherocon AM csapdát helyeztem ki a következők szerint:

8 db Pherocon AM csapda a kukoricatábla középvonalában egymástól egyenlő távolságra, 8 db Pherocon AM csapda pedig a szomszédos szója táblában, a tábla középvonalában egymástól egyenlő távolságra helyezkedett el (**26. ábra**).



26. ábra Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt Csalomon szexferomon és Pherocon AM csapdák kihelyezése 1998-ban végzett összehasonlító vizsgálat során (USA, Indiana)

A táblapáronként összesen 6 db Csalomon szexferomon csapdából 4db-ot a szója-kukorica táblák sarkaiban, 2db-ot pedig a táblák határvonalán helyeztem el. A csapdákat hetente egyszer, a szexferomon kapszulákat kéthetente egyszer

cseréltem. A csapdázás 10 héten keresztül 1998. július 9.-től szeptember 16.-ig tartott.

A két csapdatípus azonos táblán történő összehasonlítása nehéz feladat. Már a kísérlet tervezésekor problémák merültek fel, mivel a két csapda működési mechanizmusa nem azonos, így kihelyezésük –a fogási értékek összehasonlíthatóságának szempontjából– is nehezen volt megoldható.

Az amerikai kukoricabogár populációjának vizsgálatát táblaszinten végeztem, ami az adott táblán jelenlévő kártevő populáció méretének felmérését jelenti.

A Csalomon szexferomon csapda a vizális csapdához képest nagyobb távolságból vonzza az amerikai kukoricabogár egyedeket, így a kísérlet eredményességének szempontjából nem tartottam jó megoldásnak, hogy a Pherocon AM csapdához közelebb helyezzem. Nem lehet kizárni, hogy ha a két különböző típusú csapda egymástól kis távolságra helyezkedik el, a Csalomon szexferomon csapda a Pherocon AM csapda fogási értékét befolyásolja. Ennek elkerülésére a két csapdát a lehető legtávolabbi pontban helyeztem el a táblákon belül.

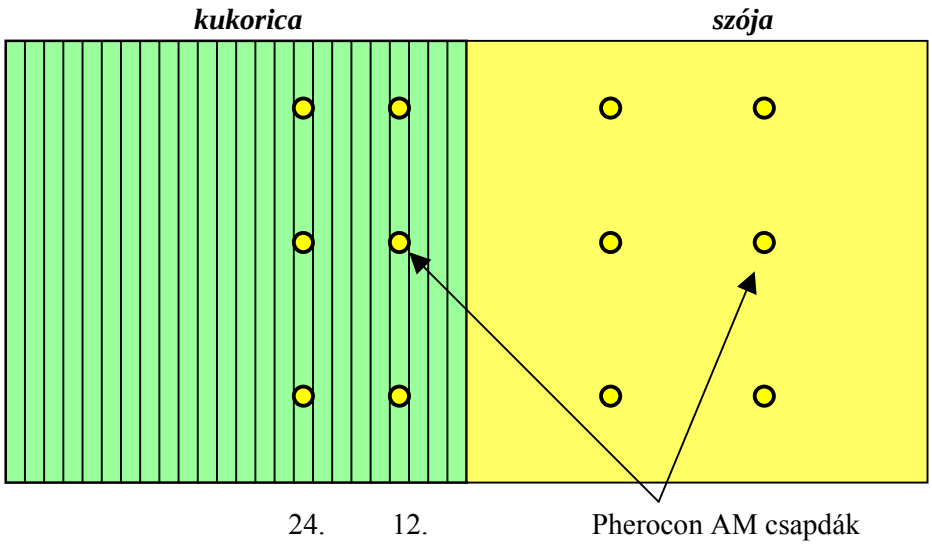
Felmerült az a probléma is, hogy a Csalomon szexferomon csapda így a szomszédos táblákról is képes a kártevőket magához vonzani. Ennek kiküszöbölésére, illetve csökkentésére a térség adottságaihoz képest (szinte mindenütt szomszédos szója-kukorica táblák megléte) másik kukoricatábláktól legjobban elszigetelt táblákon végeztem a vizsgálatokat.

3. 2. A csapdák elhelyezésének optimalizálása a kukoricatáblán belül

A vizsgálatokat minden évben (1996, 1997, 1998) ugyanazon a 11 db szója-kukorica táblapáron végeztem a következő időpontokban:

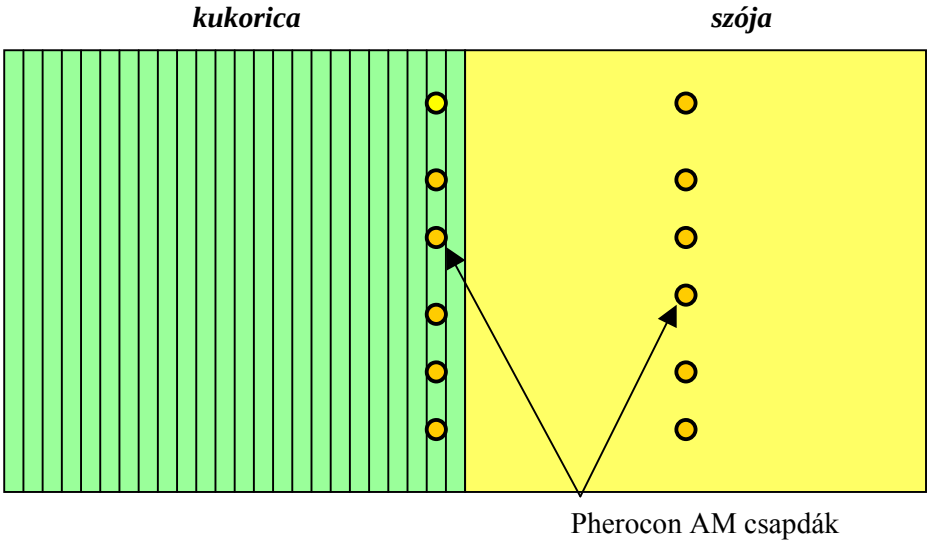
1996. július 31.- szeptember 3.
1997. július 28.- szeptember 2.
1998. július 13.- szeptember 7.

A csapdázás első évében (1996) a kukoricatáblában 3-3 db Pherocon AM csapdát helyeztem ki a 12. és a 24. sorokban. A csapdákat a kukoricacső magasságában a növényekre erősítettem. A kihelyezés célja a sorok fogási eredménye közötti különbség vizsgálata volt. A szójatáblát három egyenlő részre felosztva, a két osztóvonalon, a kukoricatáblában elhelyezett csapdák távolságával azonos távolságra helyeztem ki 3-3 db Pherocon AM csapdát (**27. ábra**). Az ezek közötti távolság egy-egy táblán belül, a tábla hosszúságából mérten azonos volt. A csapdákat 1,2 m hosszúságú fa lécre erősítve a lomb szint felett helyeztem el.



27. ábra Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt Pherocon AM csapdák kihelyezése a kukorica-szója táblapárokban (USA, Indiana, 1996)

1997-ben és 1998-ban szintén 6-6 db csapda volt a szója-kukorica táblapárokban. Ezekben az években mindegyik kultúrában csak egy-egy csapdasor volt. Ennek megfelelően a szójatáblák közepén, egymástól a tábla hosszúságával arányosan azonos távolságra 6-6 db csapdát helyeztem el. A kukoricatáblákon szintén egy-egy csapdasor volt, közvetlenül az első sorban. A csapdák mindkét kultúrában azonos távolságra helyezkedtek el egymástól (**28. ábra**).



28. ábra Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt Pherocon AM csapdák kihelyezése a kukorica-szója táblapárokban (USA, Indiana, 1997, 1998)

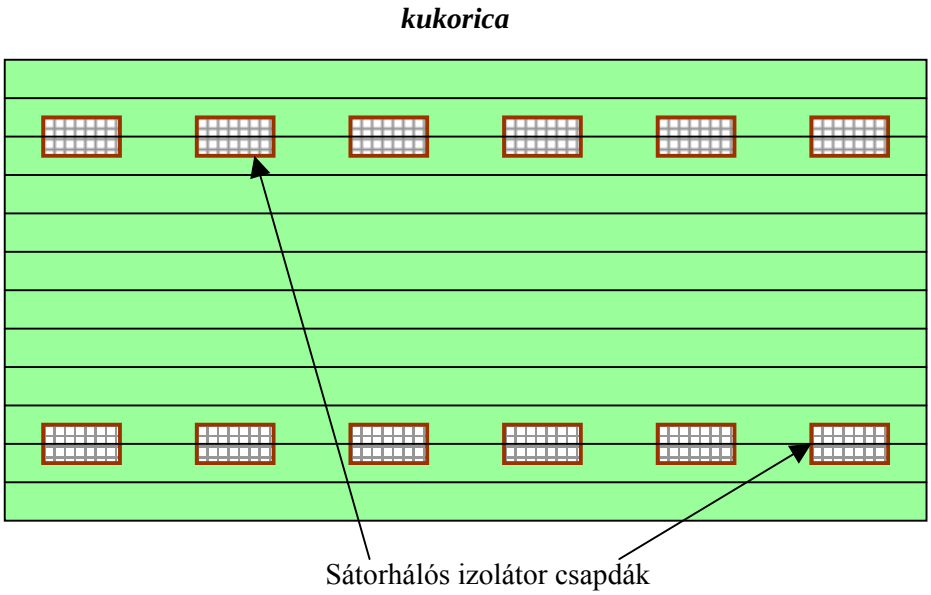
3. 3. Az amerikai kukoricabogár szója-kukorica vetésváltáshoz történő adaptációjának elemzése

A sátorhálós csapda segítségével az amerikai kukoricabogár imágók talajból történő előjövetele nyomon követhető azokban a kukoricatáblákban, amelyeken előző évben szóját termesztettek. A vizsgálatban szereplő táblákon két sorpár jelentette a mintázási egységet. A párban lévő mintázott sorok egy inszekticiddel kezelt és egy szomszédos kezeletlen sorból álltak. A kezeletlen sorokat az adott táblára vonatkozóan a vetéssel egy időben történő talajfertőtlenítés elhagyásával alakítottuk ki. Egy-egy táblában összesen 12 db sátorhálós csapdát helyeztem ki úgy, hogy mindkét sorpár kezeletlen sorában 6-6 db csapda volt. A kezeletlen sorokat zászló jelezte a sor végén (**29. ábra**). A vizsgálatokat három évben 8 táblán a következő időpontban végeztem:

1996. július 8.- július 26.

1997. július 7.- augusztus 25.

1998. július 1- augusztus 13.



29. ábra Sátorhálós izolátor csapdák kihelyezése a kukoricában (USA, Indiana, 1996, 1997, 1998)

3. 4. A kártevő előrejelzésének lehetőségei szója-kukorica vetésváltásban

Fűháló segítségével minden héten, a csapdák cseréjéjével azonos időben 30-30 db kukoricabogár egyedet gyűjtöttem be mindkét kultúrából. A fogott egyedeket alkohollal töltött üvegbe, tábla, kultúra és gyűjtési idő szerint egyedi kóddal megjelölve különítettem el. Laboratóriumban a rovarok ivari meghatározását mikroszkóp segítségével végeztem. Ezek alapján hetente követhető volt az ivararány a táblákon.

3. 5. A szójában kapott mintázási adatok és a következő évi lárvakártétel közötti összefüggés elemzése

A kukoricabogár lárvái által károsított gyökerek és az előző évi szójában tapasztalt imágó egyedszám összefüggésének elemzését egy, a jelen értékelés témájától független inszekticid hatékonyság értékelési teszt tette lehetővé, amelyet a csapdázásban szereplő táblák (összesen 6) kezeletlen soraiból vett gyökerek vizsgálata alapján végeztem. A vizsgálat előtt a kukoricatáblák tulajdonosaival egyeztettük a rendelkezésükre álló vetőgép típusokat, ezek méretétől függően a vetéssel egy időben történő talajfertőtlenítésnél táblánként a 6., 8., 12., és a 16. sorokban lévő kukoricát nem kezelték inszekticiddel. Ezek kezeletlen kontrollként szolgáltak a kezelt sorokkal való összehasonlítás során. A kezelések háromféle növényvédőszerrel történtek: LORSBAN 15G (klórpirifosz), FORCE 3G (teflutrin), COUNTER CR (terbufosz). A kontroll sorok kialakítása, a vetést és a talajfertőtlenítést egy menetben végző vetőgép granulátum tartályának üresen hagyásával történt (**30. ábra**). A kukoricagyökerek vizsgálatát az alábbi időszakokban végeztem:

1996. július 16.- július 25.
1997. július 22.- augusztus 14.
1998. július 13.- augusztus 10.

30. ábra Vetéssel egy menetben történő talajfertőtlenítés (USA, Indiana)
(fotó: C. Gerber)

Ebben az időszakban a potenciális veszélyt jelentő L3-as fejlődési stádiumban lévő lárvák kártétele már tömegesen jelentkezik.

A kísérletben 1996, 1997 és 1998-ban táblánként és kezelésenként 4x25db kezelt illetve kezeletlen kukorica gyökerét ástam ki. A sorokban a kiválasztott növények egymástól kb. 10m távolságra helyezkedtek el.

A gyökereket a kiásás, majd a gyökérnyaknál történő levágás után kezelésenként és ismétlésenként megjelölve, zsákokban elkülönítve szállítottam az értékelő helyre. A jelölés történhet magára a gyökér feletti szárrészre vízálló filctollal. Ebben az esetben a levelet és a legfelső réteget le kell hántani a kukorica száráról, szárazra törölni, majd megjelölni. Vízhatlan jelölőcédula alkalmazása (**31. ábra**) is jó megoldás, mivel így az áztatás és mosás után is azonosítható a minta. A kártétel meghatározásának pontosítása miatt legjobb már az értékelést a kiásás napján elvégezni. Ha azonban az azonnali értékelés nem lehetséges, a gyökereket be kell áztatni, hogy ne száradjanak ki az értékelésig.

31. ábra Vízhatlan cédulával megjelölt gyökér (fotó: Barna Gy.)

Fontos szempont a mintavételnél, hogy a gyökereket kiásás után mihamarabb vízbe kell tenni, mert meleg, napos időben a gyökérzeten maradt föld és a beszáradó gyökérzet könnyen sérül, törik, ami módosíthatja az értékelés eredményét. A gyökerek áztatása 50 literes műanyag vagy fém kádakban (**32. ábra**), vízben 2-3 napig is tarthat, ami a talajkötöttségtől, talajnedvességtől függően változhat. Erre azért van szükség, hogy a következő lépésben használt nagy nyomású vízsugárral könnyebben lehessen a szennyeződést lemosni a gyökérről.

32. ábra A kukorica gyökerek tisztításakor használatos áztató kád
(fotó: Barna Gy.)

A vizsgálathoz használható mosóberendezés felépítése: áztató tartály, mosóasztal, nagy nyomású kézi spray, vagy gőzborotva, valamint nyomáspumpa (**32.-33.-34.-35. ábrák**).

33. ábra Mosóasztalok (fotó: Barna Gy)

34. ábra Kukoricagyökér tisztítása nagy nyomású vízsugárral (fotó: Kiss J.)

35. ábra Gyökértisztításnál alkalmazott benzin üzemű, nagynyomású pumpa
(fotó: Barna Gy.)

A tisztára mosott fehér színű gyökereket kezelésenként és ismétlésenként elkülönítve sötét színű fólián kell gyűjteni. A sötét szín azért fontos, mert a gyökereket értékeléskor kézben tartva a sötét hátteret adó fólia miatt könnyebb a kártétel azonosítása. Az értékelést minden évben az Iowa 1-6-os skála alapján végeztem el. A gyökérkártétel értékelését röviddel a lárvák kártételének csúcsa után, de még tömeges gyökér újraképződés előtt kell végezni. A gyökérkártétel értékelés kezdetének meghatározására a legjobb módszer, ha az értékelést 7-10 nappal a táblán megfigyelhető lárvák kikelésének csúcsa után kezdjük el. Ha az időpont meghatározásához a lárvaszámlálást alkalmazzuk, akkor a gyökérminták gyűjtését és a lárvák számlálását legalább kétszer egy héten el kell végezni, de még eredményesebb, ha háromszor végezzük. Ha az imágók felvételezése alapján kívánunk dönteni az időpont helyes megválasztásáról, akkor 1-2 héttel az első nőstény egyed megjelenése után kell elkezdeni a gyökerek kiásását.

A felvételezés első évében (1996), a fogási eredmények és az 1997-ben kapott gyökérkárosítási értékek között regresszió analízis segítségével vizsgáltam, hogy

a különböző csapdák fogási eredményei hogyan tükrözik a kártevő lárvája által okozott gyökérkártételt. Ugyanezt az elemzést végeztem el a felvételezés második évében (1997) kapott csapdázási eredmények és az 1998-ban vizsgált gyökérkártételi értékek között.

4. EREDMÉNYEK

4. 1. Különböző típusú csapdák alkalmasságának értékelése a populáció méretének meghatározása szempontjából

1996, 1997, és 1998-ban, az Egyesült Államokban (Indiana) végzett populációmintázás során összehasonlítottam az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt csapdák fogási eredményeit szójában és kukoricában.

A vizsgálat első évében (1996) a kukoricában a leghatékonyabb az Olson sárga ragadós lapcsapda, valamint a Pherocon AM csapda volt. A kártevők számát hetente csapdánként vizsgálva az Olson csapdák átlagfogása 51, 63, 139, 163, 194, 154 bogár/csapda/hét értéket mutatott. A Pherocon AM csapdákban fogott rovarok átlaga 27, 50, 113, 158, 163, 118 bogár/csapda/hét érték volt. A Cucurbitacin és a kúp alakú kukoricabogár csapdák hatékonysága kisebb mértékű volt az előző két csapdához képest. A Cucurbitacin csapdák fogásaira átlagban 18, 18, 27, 69, 59, 28 bogár/csapda/hét értéket, míg a kúp csapda esetében 5, 9, 29, 50, 34, 33 bogár/csapda/hét értéket kaptam. A szójában viszont a Cucurbitacin és a kúp alakú csapda fogta a legtöbb egyedet. A Cucurbitacin csapdák átlagfogásai 40, 41, 67, 205, 228, 175 bogár/csapda/hét értéket, a kúp csapdák pedig 16, 25, 36, 140, 153, 101 bogár/csapda/hét értéket mutattak. A Pherocon AM és az Olson sárga ragadós lapcsapda hatékonysága közel azonos volt (**36. ábra**). A Pherocon AM csapdák fogásainak átlaga 8, 16, 30, 95, 117, 109 bogár/csapda/hét, az Olson csapda 9, 17, 38, 57, 97, 131 bogár/csapda/hét érték volt.

A felvételezés első két évében (1996, 1997) használt Olson sárga ragadós lapcsapda szójában kapott fogási eredményeit összehasonlítva 1997-ben a csapda nagyobb számú egyedet fogott (35, 79, 84, 123, 588, 52 bogár/csapda/hét), ami az adott év magasabb populációsűrűségével magyarázható.

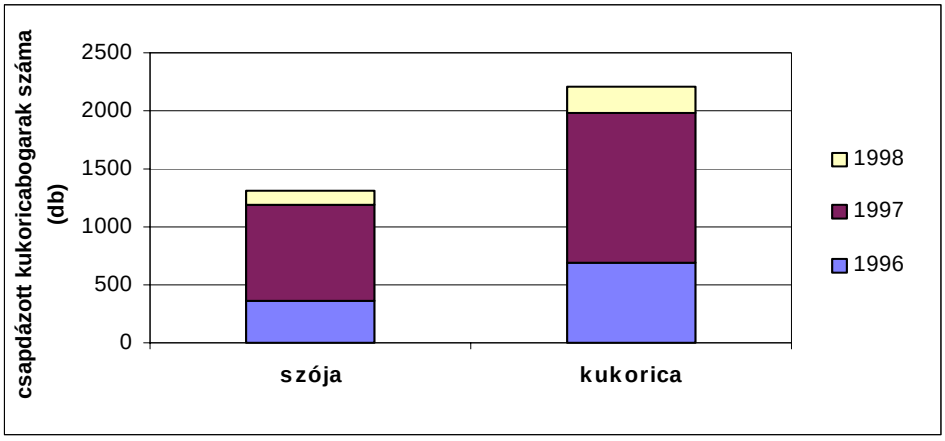
A felvételezés utolsó évében (1998) ezt a csapdát nem alkalmaztam, mivel 1997-ben a csapdázás időszaka alatt bekövetkező gyakori esőzések és széllökések hatására a viszonylag nehézkesen felszerelhető csapda gyakran leesett a talajra, így a kapott eredmények nem reprezentálták volna a csapda tényleges hatékonyságát.

A felvételezés első évében (1996) használt sárga színű kúp alakú csapdát 1997-ben a szintén kúp alakú Pherocon CRW csapdával (**21. ábra**) helyettesítettem. A csapdák cseréjének legfőbb oka az alacsonyabb ár volt (4 USD/db). Az új csapda szintén magas fogási értéket mutatott. A csapdában fogott egyedek átlaga 146, 291, 229, 193, 321, 57 bogár/csapda/hét érték volt. Hatékonysága azonban nem volt jobb a Cucurbitacin csapdánál, amely a vizsgálat ideje alatt a legmagasabb fogási értéket mutatta. A harmadik csapdázási héten (augusztus 12.) a Cucurbitacin csapda az egész év átlagában a legnagyobb fogási eredményt mutatta (925 bogár/csapda/hét) Az összes csapda fogását a **37. ábra** mutatja.

Számos kutató (Steffey és mtsai., 1982; Hein és Tollefson, 1984, 1985b; Karr, 1984; Shaw és mtsai., 1984; Karr és Tollefson, 1987; Youngman és mtsai., 1996) vizsgálta már a Pherocon AM csapdák hatékonyságát. Az általuk kapott fogási eredmények alapján, illetve a csapdák kihelyezésének egyszerűsége miatt ezt a típust ajánlják legalkalmasabbnak az amerikai kukoricabogár felvételezésére.

A három felvételezési év során, a csapdák fogási értékeinek összehasonlításából kapott eredményeim alapján megállapítható, hogy a Pherocon AM csapdával fogott kártevők száma megfelelően reprezentálja a populáció sűrűségét, mivel a felvételezés mindhárom évében a Pherocon AM csapda –igaz, nem a legmagasabb fogási értékekkel– hűen követte a populáció változását mindkét kultúrában (**37. ábra**).

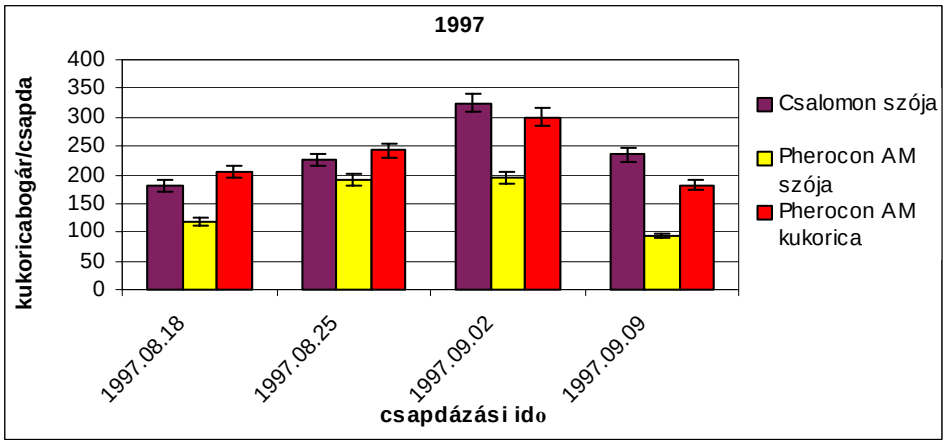
A Pherocon AM csapda esetében a három év adatait a szójában és a kukoricában összehasonlítva (**38. ábra**) látható, hogy a populáció sűrűsége 1998-ban volt a legalacsonyabb (szója: 9, 19, 39, 32, 39, 26, 14 bogár/csapda/hét; kukorica: 27, 34, 58, 43, 60, 64, 51 bogár/csapda/hét), amit a kártevő számára kedvezőtlen időjárás okozott. Az 1996-ban kapott eredményeket (szója: 8, 16, 30, 95, 117, 109 bogár/csapda/hét; kukorica: 27, 50, 113, 158, 163, 118 bogár/csapda/hét) az 1997-ben kapott eredményekkel (szója: 37, 138, 150, 219, 212, 66 bogár/csapda/hét; kukorica: 91, 186, 283, 346, 325, 169 bogár/csapda/hét) összehasonlítva az eltérés szintén az 1996-ban jelentkező alacsony populációszinttel magyarázható.
A kártevő egyedsűrűsége évenként változott. Ez mindkét kultúrában igaz volt. Vagyis az eltérő egyedsűrűséget mindkét kultúrában arányában azonos mértékben mutatta a csapda, amiből az következik, hogy a csapda a szójában és a kukoricában is –eltérő egyedszám mellett– jól alkalmazható.



38. ábra Az amerikai kukoricabogár felvételezésére alkalmas Pherocon AM csapdák éves fogásai 1db csapdára vetítve szójában és kukoricában (USA, Indiana, 1996, 1997, 1998)

1997-ben a szójában kihelyezett Pherocon AM és Csalomon szexferomon csapdákat összehasonlítva (első módszer, lásd 25. ábra) a Csalomon szexferomon csapdák szignifikánsan több egyedet fogtak (**4. táblázat**).

A kártevők számát hetente csapdánként vizsgálva a Csalomon szexferomon csapdákban fogott imágók átlaga 181, 226, 325, 235 bogár/csapda/hét érték volt, a kukoricában lévő Pherocon AM csapdák fogásai 205, 243, 300, 182 bogár/csapda/hét értéket, míg a szójában lévő Pherocon AM csapdák 118, 191, 195, 94 bogár/csapda/hét értéket mutattak (**39. ábra**).

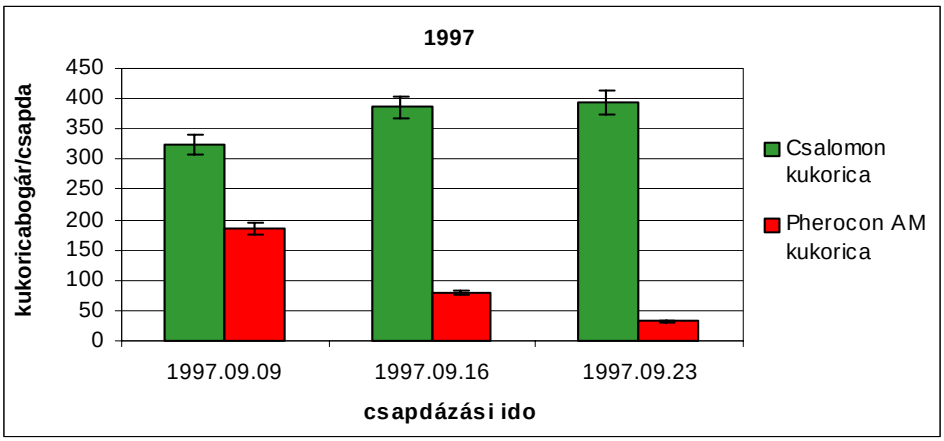


39. ábra Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt Pherocon AM és Csalomon szexferomon csapdák fogási hatékonyságának időbeli alakulása szójában és kukoricában (USA, Indiana, 1997)

A csapdázás első hetében, a szójában található Pherocon AM csapda lényegesen kevesebb egyedet fogott, mint a kukoricában lévő Pherocon AM csapda. A második héten a csapdák fogásai között nem volt lényeges különbség, ellentétben a 3. és a 4. hét csapdázási eredményeivel, amikor szintén a szójában található Pherocon AM csapdák fogták a legkevesebb kártevőt.

A negyedik héten a csapdák fogásaiban egymástól eltérő értékeket kaptam. Ezen a héten a szójában lévő Csalomon szexferomon csapdák fogása volt a legnagyobb (235 bogár/csapda/hét), ami után a kukoricában lévő Pherocon AM csapdák következtek (182 bogár/csapda/hét), és végül a legalacsonyabb fogási értéket a szójában lévő Pherocon AM csapdák mutatták (94 bogár/csapda/hét) (**5. táblázat**).

1997-ben a második csapdázási módszer eredményei alapján három hét alatt a Csalomon szexferomon csapdák kiugróan több egyedet fogtak, mint a Pherocon AM csapdák (**40. ábra, 6. táblázat**).



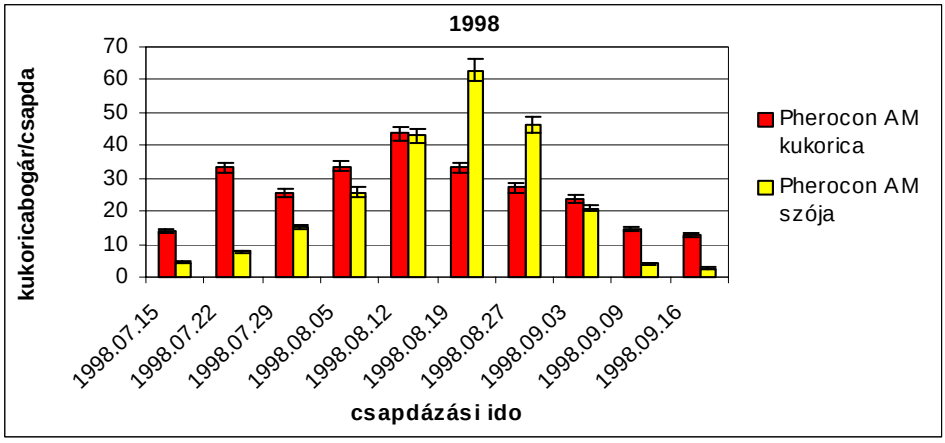
40. ábra Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt Csalomon szexferomon és Pherocon AM csapdák fogási hatékonyságának időbeli alakulása kukoricában (USA, Indiana, 1997)

Az Csalomon csapdák átlagfogása 324, 386, 394 bogár/csapda/hét érték volt, míg a Pherocon AM csapdák 185, 80, és 32 bogár/csapda/hét fogási értéket mutattak.

1998-ban, a szójában és a kukoricában kihelyezett Pherocon AM csapdák hatékonysága között nem volt lényeges eltérés. A kártevők számát tekintve a kukoricában 14, 33, 26, 34, 44, 33, 27, 24, 15, 13 bogár/csapda/hét átlagértéket, szójában pedig 4, 8, 15, 26, 43, 63, 46, 21, 4, 3 bogár/csapda/hét értéket kaptam. A Csalomon szexferomon csapdák esetében a kukoricában, a szójában és a két kultúra határában kihelyezett csapdák fogási értéke szoros összefüggést mutatott. A kukoricában kirakott szexferomon csapdák fogási átlagértéke 25, 35, 51, 54, 72, 45, 61, 72, 67, 116 bogár/csapda/hét, a szójában kihelyezett szexferomon csapdák fogási értéke pedig, 21, 46, 62, 80, 98, 83, 111, 126, 95, 110 bogár/csapda/hét. A két kulturában kihelyezett csapdák fogási értéke 18, 37, 36, 50, 74, 59, 59, 106, 70, 78 bogár/csapda/hét. A legmagasabb fogási értéket a

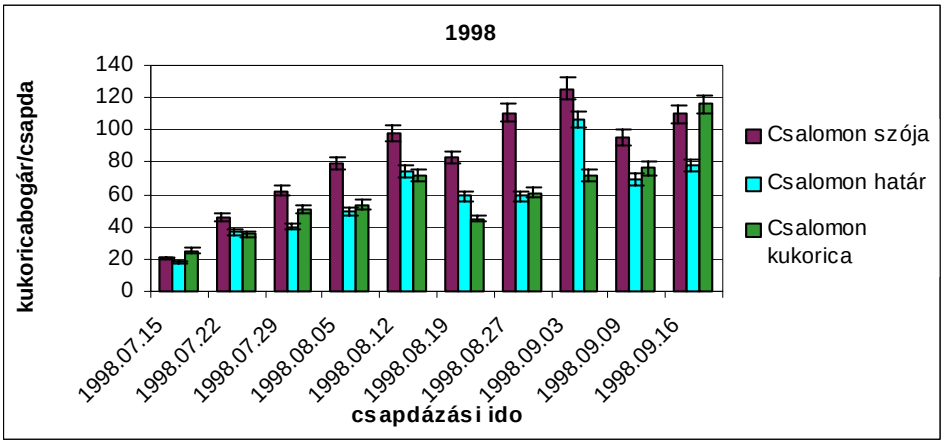
szójában kihelyezett Csalomon szexferomon csapdánál lehet megfigyelni (**7. táblázat**).

A szójában, a kukoricában, –illetve a Csalomon szexferomon csapda esetében a két kultúra határvonalán is– elhelyezett Pherocon AM és Csalomon szexferomon csapdák fogásai között lényeges különbség figyelhető meg. A Pherocon AM csapda esetében az amerikai kukoricabogár populációjának sűrűségét az idő változásának függvényében a **41. ábra** mutatja. A kezdeti alacsony sűrűségtől a csúcsponton keresztül, a populáció összeomlásáig mind a két kultúrában az 1., 2., 6., 7., hét kivételével közel azonos hatékonysággal követhető nyomon a kártevő populációváltozása (**8. táblázat**).



41. ábra A Pherocon AM sárga ragadós csapdák fogásának időbeli alakulása szójában és kukoricában (USA, Indiana, 1998)

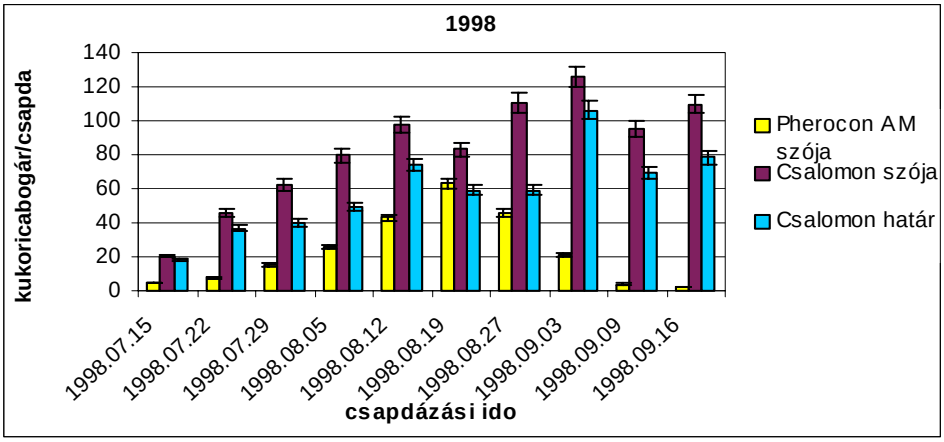
A Csalomon szexferomon csapda a 4., 6., és a 7. hét kivételével szintén szoros összefüggésben mutatja az amerikai kukoricabogár populációdinamikáját a két kultúrában, valamint a szója-kukorica határvonalán (**42. ábra**).



42. ábra A szójában és a kukoricában valamint a két kultúra határvonalán lévő Csalomon szexferomon csapdák fogásának időbeli alakulása (USA, Indiana, 1998)

A 4., 6., és a 7. héten, a szójában elhelyezett Csalomon szexferomon csapdák hatékonysága lényegesen nagyobb volt, mint a kukoricában és a két kultúra határvonalán kihelyezett csapdák esetében (**8. táblázat**).

A Csalomon szexferomon csapda a Pherocon AM csapdától eltérő módon mutatja az imágók rajzásának lefolyását. A csapdázás utolsó három hetében (szept. 3., 9., 16.) a Csalomon szexferomon csapdákban tartósan magas értéket figyelhetünk meg, ellentétben a Pherocon AM csapdával, amely a populáció lefutását jelzi (**43. ábra**). Hasonló a populáció lefutása a kukoricában kihelyezett Pherocon AM és Csalomon szexferomon csapdák, valamint a két kultúra határvonalán lévő Csalomon szexferomon csapdák fogásának összehasonlításakor (**44. ábra**).



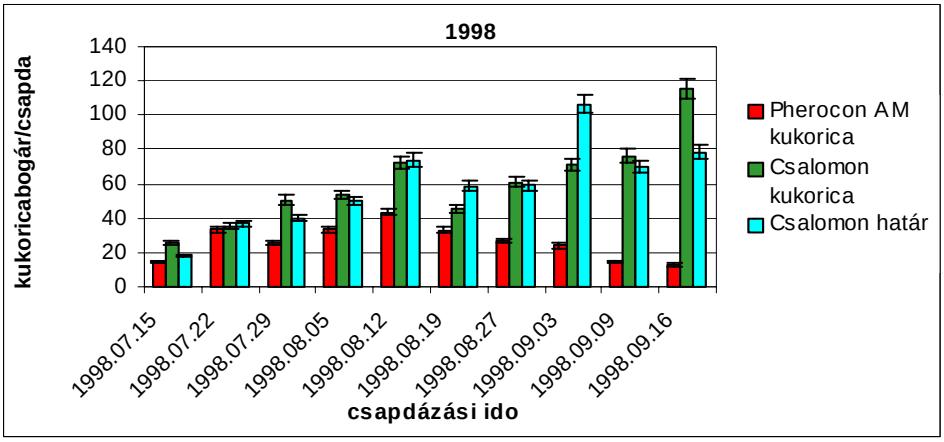
43. ábra A szójában és a szója-kukorica határvonalon lévő Pherocon AM és Csalomon szexferomon csapdák fogásának időbeli alakulása (USA, Indiana, 1998)

A csapdák hatékonyságát vizsgálva a 6. és a 7. hét kivételévela szójában és a határvonalon elhelyezett Csalomon szexferomon csapdák szignifikánsan több kártevőt fogtak, mint a szójában kihelyezett Pherocon AM csapdák. A 7. héten csak a szójában lévő Csalomon szexferomon csapdák fogtak szignifikánsan nagy számú egyedet (**8. táblázat**).

A szója táblában és a határvonalon lévő Csalomon szexferomon csapdák fogási értékei között nincs szignifikáns különbség, kivéve a 4., 7., és a 9. hetet. Mindhárom esetben, a szójában lévő szex feromon csapda fogásai mutatnak magasabb értéket (**8. táblázat**).

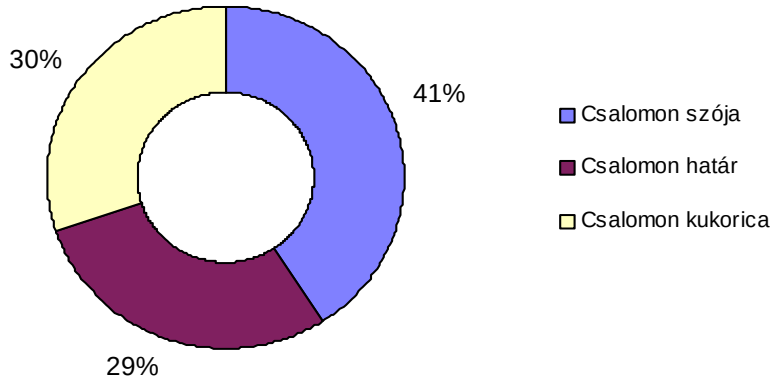
A kukoricában és a határvonalon kihelyezett Pherocon AM és Csalomon szexferomon csapda fogási értékei között az 1., 2., 3., 4., 6. héten nincs szignifikáns különbség (**8. táblázat**).

A felvételezés többi hetében, a fogásokban tapasztalható nagy mértékű különbség a két csapdatípus közül a Csalomon szexferomon csapda javára tudható be (**44. ábra**).



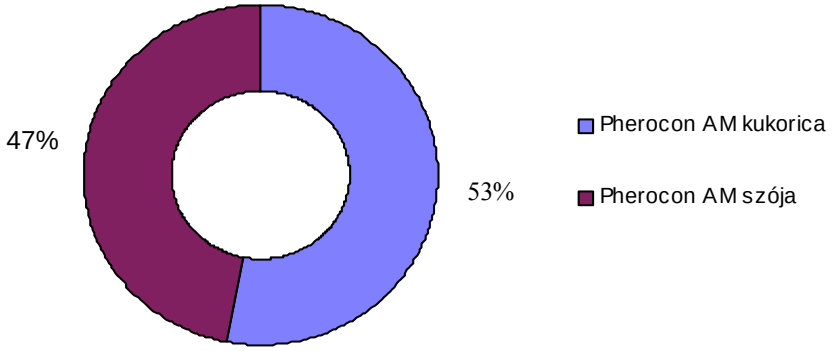
44. ábra A kukoricában és a szója-kukorica határvonalon lévő Pherocon AM és Csalomon szexferomon csapdák fogásának időbeli alakulása (USA, Indiana, 1998)

Ha a különböző helyen kihelyezett Csalomon szexferomon csapdák fogási értékeit összehasonlítjuk, látható, hogy a kukoricában lévő csapdák szinte azonos számú kártevőt fogtak, mint a szója-kukorica határvonalon elhelyezett csapdák. A fogási értékek között csak 1% volt az eltérés. A szójában elhelyezett Csalomon szexferomon csapdák fogták a legtöbb kukoricabogár egyedet. A csapdák fogási értékei 11%-kal tértek el a kukoricában, és 12%-kal a két kultúra határán elhelyezett csapdák fogási értékeitől (**45. ábra**).



45. ábra Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt Csalomon szexferomon csapdák fogási hatékonysága a csapdázási hely függvényében (USA, Indiana, 1998)

A Pherocon AM csapdák a kapott eredmények alapján a szójában és a kukoricában közel azonos hatékonyságúak voltak (**46. ábra**).



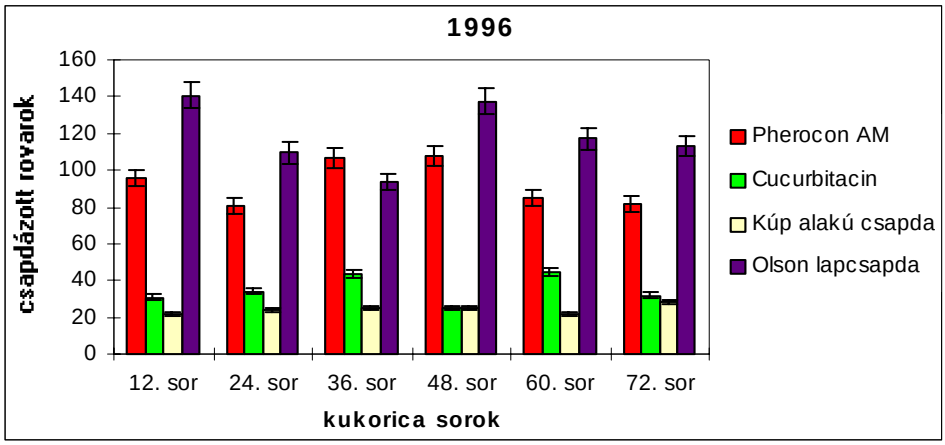
46. ábra Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt Pherocon AM csapdák fogási hatékonysága a csapdázási hely függvényében (USA, Indiana, 1998)

4. 2. A csapdák elhelyezésének optimalizálása a kukoricatáblán belül

1996-ban, a Pherocon AM csapdákat a kukorica 12. és 24. sorában helyeztem ki azért, hogy a tábla különböző helyein fogási eredményük összehasonlítható legyen egymással.

A kapott eredményeket statisztikailag értékelve, a táblán belül, a különböző sorokban (12. és 24.) lévő csapdák fogási értékei között szignifikáns különbséget nem tapasztaltam (**9. táblázat**). Ebből adódóan a sorok egymástól való távolsága nem befolyásolja a csapdákban kapott eredményeket. Ezért, valamint a **4. 1.** pontban leírt eredményeim alapján a további két felvételezési évben (1997, 1998) a kukoricában a Pherocon AM csapdákat egy sorban, a táblák szélén helyeztem el, ahol a szegélyhatás vizsgálata után az egész táblára jellemző fogási értéket kaptam. A szegélyhatás vizsgálatára az első évben, a felvételezésben szereplő kukoricatáblák felén, a tábla szélére Pherocon AM csapdát helyeztem ki. Ezek értékeit összehasonlítva a kukorica távolabbi sorában lévő csapdák fogási értékeivel, nem tapasztaltam szignifikáns különbséget (**10. táblázat**).

1996-ban a vizsgált Pherocon AM, Olson, Cucurbitacin és Kúp alakú kukoricabogár csapdák fogási eredményei alapján bizonyítottam, hogy a különböző sorokban elhelyezett csapdák fogásai között nem volt szignifikáns különbség. Ezért a csapdákat a kukoricában nem szükséges több sorban kihelyezni, amivel a csapdázási idő és a munkaerő csökkenthető (**47. ábra, 11. táblázat**).



47. ábra Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt csapdák fogásának hatékonysága a kukorica különböző soraiban (USA, Indiana, 1996)

4. 3. Az amerikai kukoricabogár szója-kukorica vetésváltáshoz történő adaptációjának elemzése

1996, 1997 és 1998-ban a szójával vetésváltásban lévő kukoricában elhelyezett sátorhálós izolátor csapdák fogási eredményei bizonyítják az amerikai kukoricabogár szója táblában történő tojásrakását (**48. ábra**). 1996-ban a kártevő első egyedei július közepén jelentek meg és a rajzás csúcspontja július utolsó, és augusztus első két hete volt.

1997-ben az első kukoricabogár egyedek az előző évhez hasonló időben jelentek meg, majd július 21.-ig a rajzás is hasonló volt. A rajzási csúcs után (július 28.) az imágók egyre alacsonyabb számban jöttek elő, míg az előző év azonos időpontjához hasonlítva a populáció sűrűsége augusztus 12.-ig növekedett. A legnagyobb számú kártevő fogás 1996-ban 23 bogár/m^2 érték volt, 1997-ben pedig 15 bogár/m^2.

1998-ban a nagy mennyiségű tavaszi és nyár eleji csapadék hatására alacsony volt a lárvapopuláció sűrűsége. A populáció szintje a három felvételezési év

viszonylatában, ebben az évben volt a legalacsonyabb. A populáció sűrűsége július hónapban volt a legnagyobb, ami a rajzáscsúcsot is jelenti (július 22.). Az utolsó évben nem volt igazán kiemelkedő csúcs, mivel szignifikánsan alacsony populáció szint volt érzékelhető. Ezt igazolja az is, hogy a legnagyobb fogásra 5 bogár/m^2 értéket kaptam, ami az előző évekhez viszonyítva alacsonynak mondható (**48. ábra**).

4. 4. A kártevő előrejelzésének lehetőségei szója-kukorica vetésváltásban

A Pherocon AM csapdák fogási eredményei mutatják, hogy a felvételezés mindhárom évében a csapdázási periódus alatt az amerikai kukoricabogár egyedei azonos időpontban voltak jelen a szójában és a kukoricában (**49. ábra**). Statisztikailag, varianciaanalízissel (MINITAB®) bizonyított (**12. táblázat**), hogy a populáció mérete a kukoricában szignifikánsan nagyobb, mint a szójában, azonban a rajzás dinamikája mindkét kultúrában azonos tendenciát mutatott. A három év során a legtöbb kártevő a szójában és a kukoricában augusztus utolsó két hetében és szeptember első hetében fordult elő (**49. ábra**).

1996-ban a fűhálózás fogási eredményei alapján a szójában és a kukoricában a nőstény imágók a legnagyobb számban augusztus utolsó két hetében és szeptember első hetében voltak jelen. A felvételezés mindhárom évében a rajzáscsúcs idején a szójában lévő kukoricabogár egyedek 85-90%-a nőstény volt (**50. ábra**). A kukoricabogár hím egyedeinek száma a csapdázás kezdetétől fokozatosan csökkent mindkét kultúrában (**51. ábra**). Érdekes jelenség, hogy amíg a nőstény egyedek száma a szójában mindhárom évben magasabb volt (**50. ábra**), addig a hím egyedek száma – csökkenő tendenciával ugyan, – a kukoricában mutat magasabb értéket (**51.ábra**).

A csapdázás első két évében kapott eredmények között szignifikáns különbség mutatkozik a szójában és a kukoricában fogott hím egyedek számaiban (**13. táblázat**). 1998-ban azonban –hasonlóan a nőstény egyedeknél leírtaknál– nem volt szignifikáns különbség a szójában és a kukoricában fogott hím egyedek számai között. Statisztikailag bizonyítottam, hogy a nőstény egyedek száma minden évben lényegesen nagyobb volt a szójában, mint a kukoricában (**14. táblázat**).

A nőstény egyedek száma a kukorica és szója táblákban nagyobb értéket mutatott a csapdázási időszak végére, mint a kezdetekor.

4. 5. A szójában kapott mintázási adatok és a következő évi lárvakártétel közötti összefüggés elemzése

A gyökérkárosítás vizsgálata során 1996-ban az Amerikai Egyesült Államokban a keleti kukorica övben csekély, de hosszan tartó lárvakártétel volt megfigyelhető. Az Iowa 1-6-os skála alapján vizsgált 17 kukoricatáblából összesen 5 területen (29%) volt a lárvakártétel mértéke nagyobb, mint 3-as, és ebből egyetlen egy területen 3,5-ös küszöbérték szint feletti. Az inszekticiddel kezelt és a kezeletlen sorokban a gyökérkárosítás mértékében (lárvakártétel) eltérés volt, de a különbség nem volt szignifikáns.
1997-ben a 17 táblából begyűjtött és értékelt (inszekticiddel kezelt és kezeletlen) gyökérmintából 7 területen (41%) volt a kártétel mértéke 3-as kategóriánál nagyobb és összesen 5 területen volt 3,5-ös gazdasági küszöbérték szint felett. A kezelt és a kezeletlen gyökerek károsodásának mértéke közötti különbség nagy volt (1,5 kategóriabeli eltérés), ami azt jelenti, hogy az inszekticides kezelés nagymértékben gátolta a lárvák kártételét (**15. táblázat**).
A kezelés ellenére azonban még a kezelt gyökereken is volt rágásnyom vagy kártétel, ezeket a töveket 1-es, 2-es, illetve ritkán a 3-as kategóriába soroltam.

1998-ban a 17 vizsgált táblából csak 5 (29%) táblán tapasztaltam 3,5-ös gyökérkártételi értéknél nagyobb értéket. Az inszekticiddel kezelt sorok növényeinek gyökerén lényegesen kisebb volt a lárvakártétel. A kezelt és a kezeletlen kukorica tőszámában nem tapasztaltam eltérést (**15. táblázat**).

Az 1996-ban használt csapdatípusok fogásai alapján kapott eredmények és a következő évben (1997) vett gyökérmintából megállapított károsítási értékek (Iowa 1-6-os skála) között regresszióanalízis segítségével elemeztem a két változó közötti összefüggés jellegét (**52. ábra**). Korrelációanalízissel pedig a változók

közötti lineáris kapcsolat szorosságát vizsgáltam (**16. táblázat)**. Az előbb említett regresszióanalízist a második évben is elvégeztem az 1997-ben kapott csapdázási eredmények és az 1998-ban szerzett gyökérkárosítási értékek (Iowa 1-6) között (**53. ábra**). Korrelációanalízissel pedig ebben az évben is vizsgáltam a kapott eredmények közötti lineáris kapcsolat szorosságát (**17. táblázat**).

A vizsgálatban minden évben az augusztus 12. és szeptember 3. közötti időszakban (3 hét) kapott csapdázási adatok és a következő évi kukoricában vizsgált kezeletlen gyökerek kártételi értéke közötti összefüggést vizsgáltam.

Az 1996-1997.-ben, valamint 1997-1998.-ban kapott adatok regresszióanalízis eredményei alapján az egyik évben a szójában lévő kukoricabogár populáció, valamint a másik évben a kukoricában kapott lárvakártétel között csekély összefüggés mutatkozik.

A korrelációanalízis segítségével kalkulált eredmények alapján a gyökérkártételi érték és a különféle csapdák fogása között –a csekély összefüggés ellenére– a legszorosabb összefüggés 1997-ben a sárga kúp alakú csapda fogásai között volt (R^2=0,169). Ez azt jelenti, hogy a vizsgált időben a kártételi érték meghatározását 17%-os pontossággal tudom meghatározni ezzel a csapdával.

1997-ben a determinációs együttható (R^2) értékeire a Pherocon AM csapda esetében 0,044, a Cucurbitacin csapda esetében 0,083, a sárga színű kúp alakú csapdánál 0,169, és az Olson sárga ragadós lapcsapdánál 0,022 számot kaptam.(**16. táblázat**).

1998-ban a Cucurbitacin csapda mutatta a legszorosabb összefüggést (R^2=0,15). Ebben az esetben az amerikai kukoricabogár lárváinak kártételét 15%-os pontossággal tudom meghatározni a Cucurbitacin csapda segítségével.

1998-ban kapott R^2 determinációs együtthatók számai a következők voltak: Pherocon AM csapda: R^2= 0.0049, Pherocon CRW csapda: R^2= 0,022, Cucurbitacin csapda: R^2= 0,15, Olson sárga ragadós lapcsapda: R^2= 0,092 (**17. táblázat**).

5. MEGVITATÁS

5. 1. A különböző csapdák alkalmasságának értékelése

Az Egyesült Államokban használatos csapdák fogásának összehasonlítását három éves csapdázási periódus alatt végeztem. A kártevő populációjának mintázásában alkalmazott csapdák fogási eredményeinek összehasonlítására azért van szükség, hogy a termelők a legmegfelelőbb csapdát alkalmazzák, amely segítségével olyan hatékony gazdasági küszöbérték adható meg, ami a következő évi kártevő populáció elleni védekezéshez adhat támpontot. A csapda kiválasztására hozott döntés előtt a hatékonyságon kívül más fontos tényezőt is figyelembe kell vennünk. Így a könnyen, gazdaságosan alkalmazható, a küszöbérték ismeretében gyors védekezési döntést lehetővé tevő csapdák jöhetnek számításba.

Leghatékonyabb eszköznek az Olson sárga ragadós lapcsapda bizonyult, azonban a táblákon történt kihelyezés során fellépő nehézségek (esőzés, erős széllökés) következtében nem hiteles fogási eredmények elkerülése érdekében nem ajánlható az amerikai kukoricabogár populációjának felvételezésére.

Az Olson sárga ragadós lapcsapda 1996 és 1997-ben kapott eredményei valószínűleg magasabb fogási értéket mutatnak, ha könnyebben kihelyezhetők. 1996-ban kevesebb megrongált csapdát találtam, azonban 1997-ben, a kedvezőtlen időjárás miatt a csapdák 20-30%-a a talajon volt.

A 36. ábrán látható összehasonlításból kitűnik, hogy az Olson sárga ragadós lapcsapda eredményei a kukoricában jóval nagyobb értéket képviseltek. Ennek a nagy mértékű különbségnek az a magyarázata, hogy a kukorica felfogja a szelet.

1996-ban, a szójában és kukoricában kihelyezett Cucurbitacin csapda fogási értékei közötti különbség eredete azzal magyarázható, hogy a kukoricában viszonylag eldugott csapda kevésbé volt képes befolyásolni a nagyobb távolságról érkező kártevők orientációját.

Az 1996, 1997, és 1998-ban végzett kutatás során a legmegbízhatóbb fogási eredményeket a Pherocon AM csapda mutatta. Hein és Tollefson (1985) szintén a Pherocon AM csapdát ajánlják, amely a legmegbízhatóbb fogási értéket adja.

A három év felvételezési eredményeit összehasonlítva azonban a Cucurbitacin és a kúp alakú csapdák fogása mutatta a legmagasabb értéket, ami azt jelenti, hogy az amerikai kukoricabogár populációjának felvételezésére a két különböző csapda szintén jól alkalmazható. Működésüket tekintve, mindkét csapda csalogatóanyagot tartalmaz, így hatásuknak közel azonosnak kell lenniük.

A fogási eredményekben megmutatkozó különbség a csapdák kialakításában kereshető. A Cucurbitacin csapdába valószínűleg könnyebb a bejutás a bogarak számára, így a fogási eredmények is magasabbak ebben a típusban.

Shaw és mtsai. (1984) az általuk alkalmazott cucurbitacin csapdát szintén alkalmasnak találták az amerikai kukoricabogár populációjának felvételezésére, azonban a vizsgálataim során a csapdák cseréjét és a fogott egyedek begyűjtését nehézkesnek találtam.

A populáció meghatározása mellett fontos információt nyújt az egyedek ivari aránya. A cucurbitacin csapdában a fogott egyedek összeszáradnak, ezért az ivari meghatározás nem megoldható. A cucurbitacin csalogatóanyaggal ellátott kúp alakú csapda korábban már ismertetett mindkét változata csak a populáció egyedszámának meghatározására alkalmas, az ivari arány vizsgálatára nem.

A felvételezés során kapott eredményeim alapján a kihelyezés egyszerűségét és a befogott egyedek ivari azonosításához szükséges fizikai állapot megtartásának képességét figyelembe véve, a Pherocon AM csapdát tartom a legalkalmasabbnak az amerikai kukoricabogár felvételezésére. Ha azonban ezeket a szempontokat a populáció felvételezése során nem kell figyelembe vennünk, akkor a viszonylag hosszabb kihelyezési időt igénylő és a befogott egyedek ivari meghatározására nem alkalmas Cucurbitacin és kúp alakú csapda használata is javasolható. Fontos

információként szolgálhat, hogy a csapdák kihelyezése és ürítése, valamint a csalogatóanyag cseréje nehézkes, időigényes.
Annak ellenére, hogy az Olson sárga ragadós csapda 1996-ban fogásai alapján a legeredményesebbnek mutatkozott, a kihelyezés során felmerült nehézségek miatt az utolsó évben már nem alkalmaztam a populáció táblaszintű felvételezésére.

A rajzás kezdetén a hím egyedek aránya nagyobb, a későbbiekben viszont a nőstény egyedek aránya nő (Short és Hill, 1972).
Ez a megállapítás a szexferomon csapda kivételével az általam használt összes csapda fogási eredményeire igaz. Mivel a Csalomon szexferomon csapdában lévő feromon a hím egyedeket vonzza, természetes, hogy ennél a csapdánál a vizsgálati periódus végén is nagyobb volt a hím egyedek aránya. Igaz, hogy a populáció egyedszámának mintázására a szex-feromon csapda is alkalmas, de a következő évi potenciális veszélyt jelentő lárvakártétel előrejelzéséhez a nőstény egyedek arányának ismeretében pontosabb információt kapunk. Ennek meghatározására a Pherocon AM csapda használata javasolt.
A Csalomon szexferomon csapda által az utolsó hetekben (szept. 3., 9., 16.) fogott magas kártevő szám nem tükrözi a populáció lefolyásának valódiságát, a többi csapda fogási eredményeivel összehasonlítva. A csapda a szexferomon hatására magához vonzza a hím egyedeket, így a felvételezés ideje alatt ezek a csapdák főleg hím egyedeket gyűjtöttek, amelyek nem elegendőek a populáció teljes méretének meghatározására.
A Pherocon AM csapda viszont mindkét nem fogására képes, így a fogásból jóval pontosabb képet kaphatunk a populáció sűrűségének változásáról.
A Csalomon szexferomon csapdák tábla szerinti fogásait figyelembe véve, a szójában és a kukoricában kis mértékű eltéréssel ugyan, de azonos hatékonysággal működött. Ugyanez elmondható a Pherocon AM csapdára is.

A Csalomon csapda alkalmazhatóságával kapcsolatban meg kell jegyeznem, hogy az akkor általam használt csapdák kialakítása bonyolult, kihelyezése nehézkes, a Pherocon AM csapdához képest időigényesebb.

5. 2. A csapdák elhelyezésének optimalizálása a kukoricatáblán belül

Az amerikai kukoricabogár előrejelzése több, a kártevő populációdinamikáját befolyásoló tényezőtől függ. A táblák közötti, valamint a kultúrák közötti rajzás meghatározása elngedhetetlen. Fontos a táblán belüli populáció alakulását befolyásoló tényezők meghatározása is.

A kártevő populációjának felmérésekor fontos szempont, hogy a reprezentatív értékek megtartásával, minél könnyebben végezzük azt el. Abban az esetben, ha a csapdázás során kapott eredményekből a következő évi védekezési döntés meghozható, akkor olyan egyszerűen és pontosan végrehajtható eljárást kell kifejleszteni, aminek alapján a termelők saját maguk is képesek minimális munkaidő ráfordítással a hasznos információ megszerzésére.

Az első évben a kukoricatábla különböző soraiban elhelyezett csapdák fogási értékei között nem tapasztaltam eltérést. Ez alapján a következő csapdázási években a csapdákat az első, viszonylag könnyen megközelíthető sorban helyeztem el. Ez a módszer a mintázási eredmények pontosságának megtartásával, egyszerűbbé és gyorsabbá teszi a csapdák kihelyezését és begyűjtését.

5. 3. Az amerikai kukoricabogár szója-kukorica vetésváltáshoz történő adaptációjának elemzése

A sátorhálós csapdázás során kapott eredmények bizonyítják, hogy a szójával vetésváltásban termesztett kukoricatábla talajában fejlődtek ki a rovarok, ami azt a feltételezést támasztja alá, hogy a nőstények a tojásrakás miatt keresik fel a

szójatáblát, így a lárvák a következő évi kukoricában kifejlődve potenciális veszély jelenthetnek a kultúrában.

A szója-kukorica vetésváltásban művelt táblákon a szójában végzett mintázás információt nyújthat az amerikai kukoricabogár következő évi lárvapopulációjának nagyságáról. Ez alapján következtethetünk a termesztni kívánt kukorica növényvédelmi szükségletére.

5. 4. A kártevő előrejelzésének lehetőségei szója-kukorica vetésváltásban

Az amerikai kukoricabogár elleni védekezésként Hein és Tollefson, (1985b) a vetésváltást ajánlják. Ennek gyakorlata hosszútávon nem bizonyult sikeresnek, ugyanis Indiana állam északi területein nagyméretkűvé vált a lárvakártétel szója-kukorica vetésváltásban (Levine és Oloumi-Sadeghi, 1996).

Ezeket a megállapításokat a három évben végzett mintázások alapján megerősítem, ugyanis a csapdázási időszak végére (a tojásrakás idején) a nőstény egyedek száma minden évben nagyobb volt a szójában, mint kukoricában.

Ha a nőstény egyedek százalékos fogási eredménye elfogadhatóan állandó szintet mutat, akkor ez a mintázási eljárás kifejlesztésénél előnyös lehet, mert a termelőknek csak a teljes fogási eredményre kell koncentrálniuk, és nem kell a rovarok ivari meghatározásához folyamodniuk, amely sok időt és tapasztalt szakembert vesz igénybe.

A szójatáblában történő imágófelvételezés eredményei a kukoricában kapott fogási eredményekkel együtt pontosabb lárvapopuláció előrejelzést tesznek lehetővé a következő évre.

Jelenleg még nincs olyan elfogadott, általánosságban használható módszer, amelynek segítségével a következő évi kukorica védekezésére vonatkozóan pontos információt kapnánk a szójában végzett kukoricabogár imágó felvételezés alapján. A szójára kidolgozott gazdasági küszöbérték fejlesztése és pontosítása napjaink egyik legfontosabb kutatási témája e területen (Edwards et al., 1999).

5. 5. A szójában kapott mintázási adatok és a következő évi lárvakártétel közötti összefüggés elemzése

Az 52. és az 53. ábrát tanulmányozva, a csapdák által fogott egyedek és a kukoricabogár lárvák kártétele között nincs, vagy csak nagyon gyenge összefüggés tapasztalható. Egyetlen esetben sem mondható ki a két változó között lineáris összefüggés, amit a számítógép által becsült piros egyenes jelez. A kapott eredmények alapján nem mondható el, hogy a szójában vizsgált nagyobb kártevő populáció esetén a várható lárvakártétel is nagyobb lesz a kukoricában, a következő évben.

A gyenge lineáris összefüggés ellenére azonban, ha az Y tengelyen feltüntetett 3,5-ös gazdasági küszöbértékből az adatok által alkotott ponthalmaz legnagyobb gyakorisággal előforduló értékeire illesztünk egy egyenest, és azt az X tengelyre vetítjük, megkapjuk azt a számot, amely az adott csapda esetében a következő évi lárvakártétel elleni védekezés szükségességét jelzi.

Így ezzel a módszerrel megállapítható, hogy az Iowa 1-6 skálán meghatározott 3,5-ös gazdasági küszöbérték mellett az egyes csapdák milyen fogási értékeket mutatnak. A szójában kapott mintázási adatok alapján vizsgált lárvakártétel során kapott eredmények több éves összehasonlító adatsor hiányában egyelőre nem jelentenek biztos megoldást. További, hasonló felvételezéseken alapuló adatsor birtokában biztosabban alátámaszthatók ezek a kijelentések.

A felvételezéseim alapján az alábbi értékek nyújthatnak segítséget a következő év védekezési döntésmeghozatalánál:

1997-ben a Pherocon AM csapdában 20 db, a Cucurbitacin csapdában 40 db, a sárga színű kúp csapdában 17db és az Olson sárga ragadós lapcsapdában szintén 17 db imágó/csapda/nap értéket kaptam. A fent leírt eredményeket a grafikonon lévő csapdák eredményeiből, a vizsgált táblák és csapdák számának átlagolása után kaptam.

1998-ban a Pherocon AM csapda 31db, a Cucurbitacin csapda 105 db, a Pherocon CRW csapda 40 db, és az Olson csapda 29 db imágó/csapda/nap, fogási értéket mutatott a kártételi skála 3,5-ös küszöbértékénél.
A csapdákban fogott pontos kártevőszám meghatározásának célja, hogy a termelő a szójában kihelyezett különböző csapdákat hetente vizsgálva, az adott csapdára vonatkozó kártevőszám elérése vagy túlhaladása esetén a lárva elleni védekezés mértékéről dönteni tudjon, a következő évben termeszteni kívánt kukoricában.

A hazai lárvakártétel értékelésnek különösen nagy jelentőséget ad az a tény, hogy az Indiana államban gazdaságilag veszélyes károsítási érték az ottani éghajlati viszonyoknak és növényvédelmi költségeknek megfelelően számított küszöbérték. Ez alapja lehet a magyarországi küszöbérték meghatározásának, de területtől, a növény válaszreakciójától, a gyökérregenerálódási képességétől, a várható termésmennyiségtől függően a védekezés költségét figyelembe véve lehet a gazdasági küszöbértéket meghatározni. A környezeti adottságok szintén nagymértékben befolyásolják a kukoricabogár lárvája által okozott kárt.
A kíséreteimet kizárólag vetésváltásban termesztett kukoricában végeztem, ahol a fogott nőstények százalékos aránya magas volt. Irodalmi adatok alapján (Godfrey és Turpin, 1983) azonban ismeretes, hogy a monokultúrában alacsonyabb a fogott nőstények aránya. Ez alapján azonban két küszöbértéket kell alkalmazni, az egyiket a monokultúrában, a másikat pedig a vetésváltásban.

6. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az amerikai kukoricabogár szerbiai megjelenését követően, Magyarországon gyors ütemben terjedt tovább. A kártevő populációja azonban a gyors terjedés és a heterogén előfordulás ellenére, egyelőre összességében még alacsony.

A populáció méretének növekedése miatt azonban indokolt a kártevő előfordulását – különösen az imágó jelenlétét – bizonyító fölvételezések, mellet olyan csapdázási eljárások és módszerek kialakítása, vagy adaptálása és a károsítási küszöbértéket megközelítő populáció mintázása, amelyek a védekezési döntés meghozatalát támasztják alá.

Az említett feladatok megvalósítására nyilvánvalóan alapot ad az Amerikai Egyesült Államok egyes államaiban meglévő magas populációsűrűség mellett használt eljárások és küszöbértékek, döntési mechanizmusok áttekintése.

Az amerikai kukoricabogár elleni védekezésben az integrált növényvédelmi eljárások alkalmazása felé kell törekednünk, amely magában foglalja a vetésváltást, a táblákon való felvételezést annak érdekében, hogy meghatározható legyen a bibeszál lerágása elleni védekezés adott évben, valamint a gyökérkártétel elleni védekezés szükségessége a következő évben. Ugyancsak fontos a peszticides védekezés indokoltságára vonatkozó vizsgálatok elvégzése annak érdekében, hogy csak akkor használjunk rovarölő szereket, amikor tényleg szükséges, valamint a környezeti, biológiai, kémiai és fizikai tényezők figyelembevétele, amelyek hozzájárulnak a kukoricabogár elleni védekezéshez.

A kukoricabogár kártételi előrejelzésének hazai kidolgozása, adaptálása, pontosítása nagyban függ azoktól a tényezőktől, amelyek befolyásolják a kifejlett kukoricabogár egyedek populációdinamikáját, valamint a tojásrakást. A mortalitási tényezők fontossága, valamint a kultúrák között rajzás meghatározása elengedhetetlen, illetve fontos azoknak a tényezőknek a mennyiségi meghatározása is, amelyek befolyásolják a táblán belüli populációt.

A három évben elvégzett kísérleteim eredményei alapján az amerikai kukoricabogár É-NY Indiana és közép-kelet Illinois államokban alkalmazkodott a szója vetésváltásban termesztett kukorica rendszerhez. Így a kártevő egyedinek egy része a tojásait a szójatáblában, valamint más táblákban, mint pl. a lucerna helyezi el. Ezzel a viselkedési változással növekszik a lehetősége annak, hogy a lárvák életképesek maradjanak a következő évben, mivelhogy a legtöbb szója táblát kukorica váltja fel. Annak a lárvának az életben maradása csekély, vagy szinte lehetetlen, amelyik a kukoricatáblában lerakott tojásokból kel ki, ugyanis a vetésváltás miatt a következő évben az adott táblában szója terem majd. Az a tény, hogy ha a nőstény kukoricabogár a szója táblában helyezi el a tojásait, azt jelenti, hogy a kártevő lárvája befolyásolhatja a következő évben termesztett kukorica termését.

Ennek a kutatásnak a keretében számos következtetést tártunk fel az amerikai kukoricabogárral kapcsolatban közép kelet Illinois és észak Indiana államokban. Az eredmények sok hasznos információhoz segítenek az amerikai kukoricabogár elleni védekezésben, ezzel együtt azonban számos kérdés is felmerül.
Azzal kapcsolatban, hogy az amerikai kukoricabogár alkalmazkodott a szója-kukorica vetésváltáshoz, valószínűsíthető, hogy egy kukoricabogár variánsról van szó, amely a kukoricából a szójába vándorol át és ott főleg a szója virággal, valamint a levelekkel táplálkozik, és a szója tábla talajába helyezi el tojásait. Ezeknek az információknak az ismerete alapján, Magyarországon is lehetséges ennek a variánsnak az előfordulása, amely a védekezési eljárás kidolgozását nehezítheti.

A rajzási periódus alatt kezdetben a nőstények aránya egyenlő a szójában és a kukoricában, azonban ez eltolódik, és a szójában nagyobb számban fordulnak elő a nőstények, aminek következtében a szójában történő tojásrakás lehetősége megnő.

Számos hipotézis született annak javaslatára, hogy mi lehet a viselkedésváltozás oka, de úgy tűnik erre konkrét magyarázat eleddig nem született.

Az egyik lehetséges magyarázat az, hogy amikor a kukoricabogarak nagy számban repülnek át a kukoricából a szója táblába, a kukoricában a bibeszál már elszáradt és elbarnult.

Amikor a kukoricában megjelennek a száraz, elbarnult bibeszálak, a kukoricabogár elhagyja a kultúrát. A tojásrakás legtöbb esetben ez után következik be, a kukoricán kívül. A kukoricatáblán kívüli tojásrakás nagyobb esély jelent a következő évben előbújó lárvák számára, hogy kukorica gyökér közelébe kerüljenek.

Egy nagyon fontos kérdés, hogy a lárva képes-e túlélni a szója gyökerén, azaz, hogy a szója biztosítja-e számára a túléléshez a tápanyagot vagy a korábban a kukoricában talált tápanyag elegendő-e számára a párzáshoz, valamint a tojások fejlődéséhez.

Nem tisztázott dolog, hogy milyen gazdasági küszöbértéket kell számolni a szójában fogott egyedeknél.

Lehetséges, hogy a bogarak kukoricából szójába történő rajzása összefüggésben van azzal, hogy az elöregedő bibékből kiáramló illatanyag jelt ad a táplálkozásra és a tojásrakásra. Az is lehet, hogy az elöregedő kukorica bibeszál illata taszítja az amerikai kukoricabogarakat a területről.

A kukoricából szójába történő átmenet következtében szeptember végéig a szójában legalább kétszer akkora számban voltak jelen a kukoricabogarak egyedei, mint a kukoricában. Ebben az azonos időpontban az amerikai kukoricabogár egyedek szintén nagy számban voltak jelen lucernában, kölesben, parlagfüvön, valamint nagy számban figyeltem meg őket Muharon (*Setaria*), Parlagfüvön (*Ambrosia*), valamint Selyemmályván (*Abutilon theophrasti* Medic). Ezek a megfigyelések azt támasztják alá, hogy ezen a területen a kártevők táplálkozási szokása nem változott meg teljesen, csak a kukorica iránt mutatott kizárólagos vonzódásuk csökkent.

Az amerikai kukoricabogár populációsűrűségének meghatározására a Pherocon AM csapda a legalkalmasabb. Táblánként minimum 8 db csapda szükséges az előrejelzés pontosságához. Javaslom, hogy a kukoricatáblán belül a csapdák az első sorban kerüljenek elhelyezésre, mivel ott is a tábla egészére jellemző, megbízható eredményt kapunk. Ezzel az eljárással egyszerűbbé és gyorsabbá válik a mintázás folyamata.

A szójában kihelyezett Pherocon AM csapda alkalmazásakor a gazdaságilag veszélyes küszöbérték 22-28 imágó/csapda/nap, amelynek pontosítása több éves adatsor alapján szükséges. Ha a csapdázás során ezt, vagy ennél magasabb értéket kapunk, a következő évi lárvakártétel gazdaságilag veszélyes terméscsökkenést fog eredményezni. Ezért a kukoricában a vetés előtt, vagy a vetéssel egy menetben történő talajfertőtlenítést vagy nagy fertőzés esetén a vetésváltás alkalmazását tartom megfelelőnek.

A szex-feromon csapda olyan területen használható, ahol a kártevő még nem, vagy kis egyedszámban van jelen. A szexferomonos csapdák ugyanis más módszerhez képest már igen kis populációsűrűség mellett nagyobb érzékenységgel jelzik a kártevő megjelenését (Tóth, 1990, Szőcs, 1993). Kihelyezése nehézkes, hosszú időt vesz igénybe, így javaslom, hogy a későbbiekben a Pherocon AM csapdához hasonló formátumúra tervezzék át egyszerűbb használhatósága érdekében.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) populációdinamikájának tanulmányozására, illetve a kártevő elleni védekezés lehetőségeinek magyarországi viszonyokhoz történő adaptációjához három éven át: 1996, 1997, és 1998 években az amerikai Purdue egyetem Rovartani tanszékének munkatársaival közösen felvételezést végeztünk különböző típusú rovarcsapdák segítségével Indiana állam 6 megyéjében.

A vizsgálataim céljai a következők voltak:

1. Különböző típusú csapdák alkalmazhatóságának értékelése a gazdaságilag veszélyes populáció becslésére.

2. A csapdák kukoricatáblán belül történő elhelyezésének optimalizálása.

3. Az amerikai kukoricabogár szója-kukorica vetésváltáshoz történő adaptációjának igazolása.

4. A kártevő előrejelzésének lehetőségei szója-kukorica vetésváltásban:
   - szója kultúrában, imágófelvételezés alapján
   - szója-kukorica vetésváltásban hím-nőstény fogásértékek alapján

5. A szójában csapdázott imágószám és a következő évi kukoricában megállapított lárvakártétel közötti összefüggés vizsgálata a védekezési döntés megalapozásához.

Új tudományos eredmények:

Populáció mintázási vizsgálataim során a következő új tudományos eredményeket kaptam:

1. Az 1996, 1997, és 1998-ban kapott csapdázási adatok alapján megállapítottam, hogy az általam vizsgált 4 csapdatípus közül, a táblaszintű populációfelmérésre, a védekezési döntés kialakítására legmegfelelőbb a Pherocon AM csapda. (könnyen kezelhető, a gyűjtött egyedek azonosítása, jól elvégezhető). A csapdázással táblaszinten a kukoricabogár populációjának dinamikáját (imágó/csapda, ivararány) a populáció természetes alakulásának megfelelően tudjuk követni.

2. Az európai felvételezésben használatos Csalomon szexferomon csapda és a Pherocon AM csapda fogási eredményeit összehasonlítva megállapítottam (a többi mintázási eszköz, más felvételezési, rovarhálózási helyek adatait is figyelembe véve), hogy a kártevő populációjának, rajzásdinamikájának táblaszintű követésére a Pherocon AM csapda használata jobb és pontosabb képet ad. Az általam használt Csalomon szexferomon csapdák adatai (amelyek túlnyomórészt csak hím egyedeket gyűjtöttek) nehezen adaptálhatók egy tábla szintjére.

3. A Pherocon AM csapda fogási eredményei alapján megállapítottam, hogy a csapdákat elég a kukoricatábla szélső sorában elhelyezni.

4. A Pherocon AM csapdával kimutattam, hogy az amerikai kukoricabogár imágói jelentős számban telepednek be szójatáblába. Az izolátor csapdák fogási eredményeivel bebizonyítottam, hogy a szója-kukorica vetésváltásban is jelentkezhet lárvakártétel. A nőstények a szójatábla talajába tojást raknak,

és a következő évi kukorica gyökerén jelentkezik a lárvakártétel. Így a védekezésként használatos vetésváltáshoz a vizsgált területen is adaptálódott a kártevő.

5. Megállapítottam, hogy a kukorica-szója vetésváltásban, a szójában végzett imágómintázás biztosíthatja az alapot ahhoz, hogy meghatározzuk a következő évben az adott táblán várható lárvapopulációt, ami alapján a kártevő elleni védekezésről dönthetünk.

6. Az általam használt csapdatípusok mindegyikénél megállapítottam azt az imágószámot, amely alapján a következő évben termesztett kukoricában meghozható a védekezési döntés.

SUMMARY

Evaluation of the western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) adult population through trapping and information on the adaptation of this insect to the soybean-corn crop rotation system

Abstract

In order to study the population dynamics of and control methods for the western corn rootworm (WCR), *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, I carried out, in collaboration with personnel from the Department of Entomology, Purdue University, W. Lafayette, Indiana, USA, a trapping study with several types of insect traps in 6 Indiana counties.

Research objectives:

1. Examination of the suitability of different types of insect traps for gauging WCR adult population levels.

2. Optimizing trap placement in cornfields.

3. Analyze the factors that lead to the adaptation of the WCR to the soybean-corn crop rotation system.

4. Pest forecast possibilities for WCR larval problems in corn grown in the soybean-corn crop rotation system:
   - in soybean cultures, based on western corn rootworm adult surveys
   - soybean-corn rotation, based on trapped male/female adult results

5. Examination of the relationship between trap catch numbers and the following year's damage, as caused by WCR larvae, as a measure for root protection.

Results:

1. Based on the trapping results for 1996, 1997 and 1998, I concluded that for WCR population information and establishing control decisions based on 4 trap types, the most reliable insect trapping value is generated from the Pherocon AM unbaited yellow sticky trap. The identification of captured WCR adults on this trap is easy. This trap shows the dynamics of the pest

population (adult/trap, sex ratio) in accordance with that of the natural population.

2. In the comparison made between the Hungarian pheromone baited trap and the Pherocon AM unbaited yellow sticky trap, I concluded that the Pherocon AM trap better mimics the natural field population.
   Data from the pheromone baited trap, which attracted only males, showed that it did not give a true picture of field level population.

3. Based on the results from the Pherocon AM portion of the trapping study, I concluded that placing the traps in the outside row of the cornfield is good enough to determine the possibility for larval damage to occur the following year in the field next to the corn.

4. Based on the results from the Pherocon AM unbaited sticky traps, I established that the adults of WCR immigrate in large numbers into soybean fields from surrounding cornfields. Based on the results from emergence cages in the following year's corn (in soybean the previous year), I verified that damage can also occur in corn in the soybean-corn crop rotation system. Females lay eggs in soybean fields and root damage shows up on the roots in the next year's corn crop. This fact proves that the WCR has adapted to the soybean-corn crop rotation system.

5. I established that surveys for WCR adults in soybean fields can serve as an indicator for possible rootworm larval problems in that field if it goes to corn the next year.

6. I verified what this year's WCR adult trap numbers mean in next year's corn as far as larval activity is concerned. These values provide information for decision making regarding WCR larval control in next year's corn crop.

MELLÉKLETEK

M. 1. IRODALOMJEGYZÉK

Ahmad, N., Walgenbach, D. D., Sutter, G. R., (1979): Degradation rates of technical carbofuran and a granular formulation in four soils with known insecticide use history. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 23: 572-574.

Apple, J. W., (1957): Reduced dosages of insecticides for corn rootworm control. J. Econ. Entomol. 50: 28-30.

Apple, J. W., (1961): Appraisal of insecticidal granules in the row against damage by the northern corn rootworm. J. Econ. Entomol. 54: 833-836.

Apple, J. W., Chiang, H. C., English, L. M., French, L. K., Keaster, A. J., Krause, G. F., Majo, Z. B., Munson, J. D., Musick, G. J., Owens, J. C., Rasmussen, E. E., Sechriest, R. E., Tollefson, J. J., Wedberg, J. L., (1977): Impact of northern and western corn rootworm larvae on field corn. North Central Regional Research Publication No. 239. University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, 10 pp.

Bača, F., (1993): New member of the harmful entomofauna of Yugoslavia Diabrotica virgifera virgifera LeConte (Coleoptera: Chrysomeldae). IWGO News Letter, Vol. 8, No.1-2: 21.

Bača, F., Lopandić, D., Stojčić, J., Živanović, D., (1998): The results of monitoring *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte in 1998 in Republika Srpska. IWGO Newsletter, Vol. 18, No.2, p.14.

Bača, F., Stojčić, J., Trkulja, V., Radanović, S, Lopandić, D., Živanović, D., Paravac, D., (1999): The results of monitoring *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte in Republika Srpska in 1999. Proceedings of workshop on western corn rootworm. 4th FAO/TCP meeting, 5th EPPO ad hoc Panel and the 6th International IWGO workshop on *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Paris, 4-5. November 1999.

Ball, H. J., (1957): On the biology and egg-laying habits of the western corn rootworm. J. Econ. Entomol. 50: 126-128.

Ball, H. J., (1982): Spectral response of the adult western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) to selected wavelengths. J. Econ. Entomol. 75: 932-933.

Ball, H. J., Weekman, G. T., (1962): Insecticide resistance in the adult western corn rootworm in Nebraska. J. Econ. Entomol. 55: 439-441.

Barna, Gy., Edwards, C. R., Gerber, C., Bledsoe, L. W., and Kiss., J., (1998): Management of western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in corn based on survey information from previous soybean crop. Acta Phytopatologica et Entomologica Hungarica, 33: (1-2), pp. 169-178. (1998).

Berger, H. K., (1997): The XIX th IWGO Meeting in Guimaraes, Portugal. IWGO Newsletter, Vol. 17., No.1-2, p.9.

Bergman, M. K. and F. T. Turpin, (1984): Impact of corn planting date on the population dynamics of corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). Environ. Entomol. 13: 898-901.

Bergman, M., (1987): Corn rootworm control: do we have any new solutions? Proc. Ill. Agric. Pestic. Conf. '87. Pp. 41-49. Urbana-Champaign, IL: Univ. Ill.

Boeve, P. J., Bledsoe, L. W., Edwards, C. R., (1996): western corn rootworm population and injury to corn following soybean in Northwest Indiana. (Department of Entomology, Purdue University, Preliminary report 1996).

Branson, T. F. and E. E. Ortman, (1970): The host range of larvae of the western corn rootworm: further studies. J. Econ. Entomol. 63: 800-803.

Branson, T. F. and Krysan, J. L., (1981) Feeding and oviposition behavior and life cycle strategies of *Diabrotica*: an evolutionary view with implications for pest management. Environ. Entomol. 10: 826-831.

Branson, T. F., and J. J. Jackson, (1988): An improved diet for adult *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) . J. Kans. Entomol. Soc. 61: 353-355.

Burkhardt, C. C., (1954): Control of injury by western corn rootworm adults. J. Econ. Entomol. 47 (2): 358- 359.

Bürki, H. M., (2000): Maisschaedling in der chweiz schon aufgetaucht. Mediendienst, Nr. 2487. 19. October 2000. (http://www.lid.ch/archiv/mediendienst/2000).

Chandler, D. L., (1997) Implementation of the USDA, ARS corn rootworm areawide management program across the United States. IWGO Newsletter, Vol. 18, No.1, p.21.

Chiang, H. C., (1973): Bionomics of the northern and western corn rootworms. Annu. Rev. Entomol. 18: 47-72.

Chio, H., Chang, C. S., Metcalf, R. L., Shaw, J., (1978): Susceptibility of four species of *Diabrotica* to insecticides. J. Econ. Entomol. 71: 389-393.

Coats, S. A., J. J. Tollefson, and J. A. Mutchmor, (1986): Study of migratory flight in the western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). Environ. Entomol. 15: 1-6.

Cox, H. C., Lilly, J. H., (1953): Chemical control of the corn rootworm. J. Econ. Entomol. 46: 217-224.

Edwards, C. R. Bledsoe, L. W. and Obermeyer, J. L., (1995): Managing corn rootworms-1995. Purdue University Cooperative Extension Service, West Lafayette, Indiana, USA. E-49.

Edwards, C. R., (1995): Az amerikai kukoricabogár, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae), a kukorica új kártevője Európában. (Növényvédelem 31 (8), 1995. 353-366.

Edwards, C. R., (1996): The dramatic shift of the western corn rootworm to first-year corn. In 1996 Proceedings of the Illinois Agricultural Pesticides Conference, Cooperative Extension Service, University of Illinois at Urbana-Champaign.

Edwards, C. R., J. Igrc-Barčić, H. K. Berger, H. Festič, J. Kiss, G. Princzinger, G. M. Schulten, I. Vonica, (1998): Overview of the FAO western corn rootworm management program for Central Europe. Pflanzenschutzberichte, Band 57. Heft 2. 3-14 p.

Edwards, C. R., Szász, Á., Vasas, L., Molnár, F., Kiss, J., Princzinger, G., Szabó, Z., és Petró, E., (1999): Az "areawide pest management" koncepció magyarországi alklamazása az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) populációcsökkentésében 1998-ban. 45. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 1999. február 23-24. Abstracts: Sáringer, Gy., Balázs, K., Szemessy, Á., (Editors), p. 44.

Edwards, C. R., Igrc-Barčić, J., and Kiss, J., (1999): Report of the 5th and final meeting of the FAO TCP 6712 project, "Development and implementation of containment and control of the western corn rootworm in Europe". IWGO Newsletter, Vol. 19, No.1, p.2.

Edwards, C. R., Igrc-Barčić, J., Berberovič, H., Berger, H. K., Festič, H., Furlan, L., Ivanova, I., Kiss, J., Princzinger, G., Sivčev, I., and Vonica, I., (1999): An update on the spread of western corn rootworm in Europe. Proceedings of workshop on western corn rootworm. 4th FAO/TCP meeting, 5th EPPO ad hoc Panel and the 6th International IWGO workshop on *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Paris, 4-5. November 1999.

Edwards, C. R., Gerber, C. K., and Bledsoe, L., W., (1999): Establishing an economic threshold for the adult of the Western Corn Rootworm variant. Abstract of the 4th FAO/TCP Meeting, 6th EPPO ad hoc Panel and the 7th International IWGO Workshop on *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, 16-17. November, 1999. Paris, France, p. 32.

Felsot, A. S., (1989): Enhanced biodegradation of insecticides in soil: implications for agroecosystems. Annu. Rev. Entomol. 34: 453-476.

Felsot, A. S., Steffey, K. L., (1986): Redistribution of carbofuran and terbufos in soil under different tillage conditions. Anst. 41st Annu. Meet. North Cent. Branch Entomol. Soc. Am. Minneapolis Minn. Abst. 259.

Felsot, A. S., Wilson, J. G., Kuhlman, D. E., Steffey, K. L., (1982): Rapid dissipation of carbofuran as a limiting factor in corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) control in fields with histories of continuous carbofuran use. J. Econ. Entomol. 75: 1098-1103.

Felsot, A., (1987): Fate and interactions of pesticides in conservation tillage systems. In *Arthropods in Conservation Tillage Systems*, ed. G. J. House, B. R. Stinner, pp. 35-43. College Park, MD: Misc. Publ. 65 Entomol. Soc. Am. 52 pp.

Festič, H., (1999): Distribution of WCR in Bosnia-Herzegovina. Proceedings of workshop on western corn rootworm. 4th FAO/TCP meeting, 5th EPPO ad hoc Panel and the 6th International IWGO workshop on *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Paris, 4-5. November 1999.

Festić, H., Berberocić, H., Huremović, Z., (1998): Spread of western corn rootworm in Bosnia-Herzegovina. IWGO Newsletter, Vol. 18, No.2, p.10.

Festič, H., Faginovič, M., Berberovič, H., Seratlic-Turkič, A., (1997): The results of monitoring Diabrotica virgifera virgifera LeConte in Bosnia and Herzegovina in 1997. IWGO Newsletter, Vol. 18, No.1, p.15.

Fisher, J. R., Bergman, M. K., (1986): Field sampling of larvae and pupae. See Ref. Krysan, J. L., Miller, T. A., 1986: Methods for the study of pest Diabrotica, pp. 101-121.

Foster, R. E., J. J. Tollefson, and K. L. Steffey, (1982): Sequential sampling plans for adult corn rootworms. J. Econ. Entomol. 75: 791-793.

Foster, R. E., J. J. Tollefson, J. P. Nyrop, and G. L. Hein, (1986): Value of adult corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) population estimates in pest management decision making. J. Econ. Entomol. 79: 303-310.

Furlan, L., Vettorazzo, M., Ortez, A., Frausin, C., (1998): Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) presence in Italy. IWGO Newsletter, Vol. 18, No.2, p.15.

Furlan, L., Vettorazzo, M., Montagner, M., Donantoni, L., Funes, V., (2000): iabrotica eradication attempt in the Veneto region of Italy. IWGO Newsletter, Vol. 21. No. 1-2. p. 6-8.

Gerber, C., Edwards, C. R., Bledsoe, L. W., and Barna, Gy., (1997): Western corn rootworm injury to corn following soybean in Nortwest Indiana: 1997 results (Poster display presentation, 1997 ESA Annual meeting, Dec. 16. 1997.)

Gillette C. P., (1912): *Diabrotica virgifera* as a corn rootworm. J. Econ. Entomol. 5: 364-366

Godfrey, L. D. and F. T. Turpin, (1983): Comparison of western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adult populations and economic thresholds in first-year and continuous corn fields. J. Econ. Entomol. 76: 1028-1032.

Gould, G. E., (1970): The corn rootworm problem in Indiana. Proc. Indiana Acad. Sc. 80: 267-274.

Grant, R. H. and K. P. Seevers (1989): Local and long-range movement of adult western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) as evidenced by washup along southern Lake Michigan shores. Environ. Entomol. 18: 266-272.

Gray, M., Steffey, K., Kinney, K., (1990): Corn rootworm soil insecticides: are the current application rates necessary? Proc. Ill. Agric. Pestic. Conf. '89, pp. 35-52. Urbana-Champaign, Ill: Univ. Ill.

Guss, P. L., Tumlinson, J. H., Sonnet, P. E., Proveaux, A. T., (1982): Identification of a female produced sex pheromone of the Western Corn Rootworm *Diabrotica virgifera virgifera* J. Chem. Ecol. 8: 545-556.

Hein, G. L., and J. J. Tollefson, (1984): Comparison of adult corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) trapping techniques as population estimators. Environ. Entomol. 13: 266-271.

Hein, G. L., and J. J. Tollefson, (1985b): Use of Pherocon AM traps as a scouting tool for predicting subsequent corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) larval damage. J. Econ. Entomol. 78: 200-203.

Hein, G. L., Bergman, M. K., and Bruss, R. G., (1985): Absolute sampling technique for corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adult emergence that adjusts to fit common-row spacing. J. Econ. Entomol. 78: 1503-1506.

Hesler, L. S., Sutter, G. R., (1993): Effect of trap color, volatile attractants, and type of toxic bait dispenser on captures of adult corn rootworm beetles (Coleoptera: Chrysomelidae).

Hill, R. E., (1975): Mating, oviposition patterns, fecundity, and longevity of the western corn rootworm. J. Econ. Entomol. 68: 311-315.

Hill, R. E., and Z. B. Mayo, (1974): Trap-corn to control corn rootworms. J. Econ. Entomol. 67: 748-750.

Hill, R. E., and Z. B. Mayo, (1980): Distribution and abundance of corn rootworm species as influenced by topography and crop rotation in eastern Nebraska. Environ. Entomol. 9: 122-127.

Hill, R. E., Hixson, E., Muma, M. H., (1948): Corn rootworm control tests with benzene hexachloride, DDT, nitrogen fertilizers and crop rotations. J. Econ. Entomol. 41: 392-401.

Hills, T. M. and D. C. Peters, (1971): A method of evaluating postplanting insecticide treatments for control of western corn rootworm larvae. J. Econ. Entomol. 64: 764-765.

Igrc-Barčić, J., and Dobrinčić, R., (1998): Result of monitoring Diabrotica virgifera virgifera LeConte in 1998 in Croatia. IWGO Newsletter, Vol. 18, No.2, p.9.

Igrc-Barčić, J., Dobrinčić, R., Maceljski, M., (1999): The spread and population density of the western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in Croatia in 1999. Proceedings of workshop on western corn rootworm. 4th FAO/TCP meeting, 5th EPPO ad hoc Panel and the 6th International IWGO workshop on *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Paris, 4-5. November 1999.

Igrc-Barčić, J., Maceljski, M., Zlof, V., (1997): The result of monitoring Diabrotica virgifera virgifera LeConte in 1997 in Croatia. IWGO Newsletter, Vol.18, No.1, p.14.

Ilovay, Z., (1996): Monitoring of western corn rootworm (Diabrotica virgifera virgifera LeConte) in Hungary, 1996. IWGO Newsletter, Vol. 16, No.2, p.18.

Imrei, Z., Sivčev, I., Tomasek, I., Tóth, M., (1999): Experiments with non-saturable pheromone trap for *Diabrotica virgifera virgifera*: comparison of different lures. 4th FAO/TCP meeting, 5th EPPO ad hoc Panel and the 6th International IWGO workshop on *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. 4-5. November, 1999. Paris, France, p. 1.

Jackson, J. J. and N. C. Elliot, (1988): Temperature-dependent development of immature stages of the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae). Environ. Entomol. 17: 166-171.

Karr, L. L., (1984): Temporal efficiency of the Pherocon AM® trap for adult corn rootworm sampling. M. S. thesis. Iowa State University, Ames. 98 pp.

Karr, L. L., and J. J. Tollefson, (1987): Durability of the Pherocon AM trap for adult western and northern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) sampling. J. Econ. Entomol. 80: 891-896.

Kaufmann, D. L., (1966): A study of the field behavior of adult Diabrotica virgifera LeConte and Diabrotica longicornis (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). Ph. D. dissertation. Kansas State University, Manhattan. 57 pp.

Keresi, T., Čamprag, D., Strbac, P., Sekulič, R., (1997): Distribution and population dynamic of Diabrotica virgifera virgifera LeConte in South Backa in 1997. IWGO Newsletter, Vol. 18, No.1, p.18.

Keresi, T., Čamprag, D., Strbac, P., Sekulič, R., (1998): Results of monitoring *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte in Southern Backa (Serbia, Yu) in 1998. IWGO Newsletter, Vol. 18, No.2, p.13.

Kirk, V. M., C. O. Calkins, and F. J. Post, (1968): Oviposition preferences of western corn rootworms for various soil surface conditions. J. Econ. Entomol. 61: 1322-1324.

Kiss, J., Edwards, C. R., Vasas, L., Molnár, F., Szász, Á., Petró, E., Tuska, T., Szabó, E., Szabó, Z., Prinzinger, G., Ripka, G., (1999): Adaptation of the areawide pest management concept for the control of Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in Hungary (1998-1999). 4th FAO/TCP meeting, 5th EPPO ad hoc Panel and the 6th International IWGO workshop on *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. 4-5. November, 1999. Paris, France, p. 28-29.

Kiss, J., Edwards, C. R., Vasas, L., Molnár, F., Szász, Á., Petró, E., Szabó, E., Tuska, T., Szabó, Z., Prinzinger, G., Ripka, G., (2000): Az "areawide pest management" koncepció magyarországi adaptálásának eredményei az ameriakai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) populációcsökkentésében. 46. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 2000. február 23-24. Abstracts: Kuroli, G., Balázs, K., Szemessy, Á, (Editors), p. 57.

Kiss, J., Edwards, C. R.., (2001): Crop rotation in Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) control. 44th Plant Protection Conference, Croatian Society of Agronomists, 10-12 February, 2001. Opatija.

Krysan, J. L. and R. F. Smith, (1987): Systematics of the *virgifera* species group of *Diabrotica* (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae) Entomography. 5: 375-484.

Krysan, J. L. and T. A. Miller, eds, (1986). Methods for the study of pest Diabrotica. Spingler-Verlag, New York.

Krysan, J. L., (1982): Diapause in the nearctic species of the *virgifera* grup of *Diabrotica*: evidence for tropical origin and temperate adaptations. Ann. Entomol. Soc. Am. 75: 136-142.

Krysan, J. L., Branson, T. F., (1983): Biology, ecology, and distribution of *Diabrotica*. In Proc. Int. Maize Virus Dis. Colloq. Workshop, ed. D. T. Gordon, J. K. Knoke, R. L. Nault, R. M. Ritter, pp. 144-150. Wooster, OH: Ohio Agric. Res. Dev. Centr. 266 pp.

Kuhar, T. P. and R. R. Youngman, (1995): Sex ratio and sexual dimorphism in western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adults on yellow sticky traps in corn. Environ Entomol. 24: 1408-1413.

Kuhlman, D. E., (1974): Results of 1973 corn rootworm control in demonstration plots. Proc. 26th Ill. Custom Spray Oper. Train. Sch., pp. 56-59. Urbana-Champaign, Il: Univ. Ill.

Lance, D. R., (1988): Potential of 8-methyl-2-decyl propanoate and plant derived volatiles for attracting corn rootworm beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) to toxic bait. J. Econ. Entomol. 81: 1359-1362.

Levine, E. and H. Oloumi-Sadeghi, (1991): Management of Diabroticite rootworms in corn. Annu. Rev. Entomol. 36: 229-255.

Levine, E. and H. Oloumi-Sadeghi, (1996): Western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) larval injury to corn grown for seed production following soybeans grown for seed production. J. Econ. Entomol. 89: 1010-1016.

Lukmann, W. H., (1978): Insect control in corn –practices and prospects, pp. 137-155. In E. H. Smith and D. Pimentel [eds], Pest control Strategies. Academic, New York.

Mayo, Z. B., (1975): five-year comparison of insecticides applied to control larvae of western and northern corn rootworms. Univ. Nebraska, Agric. Exp. Stn., SB 535, 15 pp.

Mayo, Z. B., (1984): Influences of rainfall and sprinkler irrigation on the residual activity of insecticides applied to corn for control of adult western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Econ. Entomol. 77: 190-193.

Mayo, Z. B., (1986): Field evaluation of insecticides for control of larvae of corn rootworms, pp. 183-203. In J. L. Krysan and T. A. Miller [eds], Methods for the study of pest Diabrotica. Springer, New York.

Metcalf, R. L., (1980): Changing role of insecticides in crop protection. Annu. Rev. Entomol. 25: 219-256.

Metcalf, R. L., and R. L. Lampman, (1989b): Chemical ecology of Diabroticites and Cucurbitaceae. Experientia (Basel) 45: 241-247.

Metcalf, R. L., J. E. Ferguson, R. L. Lampman, and J. F. Andersen, (1987): Dry cucurbitacin- containing baits for controlling diabroticite beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Econ. Entomol. 80: 870-875.

Metcalf, R. L., R. A. Metcalf and A. M. Rhodes, (1980): Cucurbitacins as kairomones for diabroticite beetles. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 77: 3769-3772.

Munson, R. E., Brindley, T. A., Peters, D. C., Lovely, W. G., (1970): control of both the European corn borer and western corn rootworms with the application of insecticide. J. Econ. Entomol. 63: 385-390.

Musick, G. J., and Fairchild, M. L., (1967): Preliminary study on some factors affecting control of western corn rootworm larvae with soil insecticides. J. Econ. Entomol. 60: 1522-1525.

Musick, G. J., Chiang, H. C., Luckmann W. H., Mayo, Z. B., and Turpin, F. T., (1980): Impact of planting dates of field corn on beetle emergence and damage by the western and northern corn rootworms in the Corn Belt. Ann. Entomol. Soc. Am. 73: 207-215.

Musick, G. J., Suttle, P. J., (1972): Ohio northern corn rootworm research, Part 1: Chemical control. Annual report. Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster, Ohio.

Naranjo, S. E. (1991): Movement of corn rootworm beetles, *Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae), at cornfield boundaries in relation to sex, reproductive status, and crop phenology. Environ. Entomol. 20: 230-240.

Naranjo, S. E., (1994): Flight orientation of *Diabrotica virgifera virgifera* and *D. barberi* (Coleoptera: Chrysomelidae) at habitat interfaces. Ann. Entomol. Soc. Am. 87: 383-394.

National Research Council, (1989): Alternative agriculture. National Academy Press, Washington D. C.

Oleson, J. D., Tollefson, J. J., (2000): A new Iowa scale for rating corn rootworm *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte larval injury. IWGO Newsletter, Vol. 21. No. 1-2. p. 9-10.

Petró, E., Szász, Á., Kerekes, L., Zsellér, I., Széll, E., Kiss, J., (1997): Application technical parameters of aerially applying SLAM® in Hungary: Preliminary results of adaptation trials. IWGO Newsletter, Vol. 17. No. 2. p. 14-15.

Petró, E., Szász, Á., Paulik, Z., Szabó, Z., Kiss, J., (1998a): Parameters of application technics of PZL M-18 (Dromedar) aircraft. IWGO Newsletter, Vol. 18., No. 2. p. 27.

Petró, E., Szász, Á., Kerekes, L., Hataláné Zsellér, I., Széll, E., Kiss, J., (1998b): A SLAM® légi kijuttatásának alkalmazástechnikai paraméterei. (Az első magyarországi adaptációs kísérlet eredményei). 44. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 1998. február 24-25. Abstracts: Sáringer, Gy., Balázs, K., Szemessy, Á., (Editors), p. 67.

Petró, E., Szász, Á., Paulik, Á., Szabó, Z., Kiss, J., (1999): A PZL M-18 (Dromader) repüőgép permetezéstechnikai paraméterei a kukoricabogár imágók elleni táplálkozáscsökkentő SLAM-bázisú térségi kezelésnél. 45. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 1999. február 23-24. Abstracts: Sáringer, Gy., Balázs, K., Szemessy, Á., (Editors), p. 72.

Petró, E., Szász, Á., Paulik, Á., Szabó, Z., Vasas, L., és Kiss, J., (2000): Permetlerakódás vizsgálata kukoricaállományban: hagyományos kistérfogatú (LV) permetezés. 46. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 2000. február 23-24. Abstracts: Kuroli, G., Balázs, K., Szemessy, Á., (Editors), p. 71.

Péczeli, Gy, (1984): A Föld éghajlata 69-87. Akadémiai kiadó, Budapest

Peters, D. C., (1964): Recent results of soil insecticide test in Iowa. Proc. North Cent. Branch Entomol. Soc. Am. 19: 95-97.

Peters, D. C., (1969): Some results from a "rootworm scouting" program. Proc. N. Cent. Branch Entomol. Soc. Am. 24: 142-143.

Poston, F. L., L. P. Pedigo, and S. M. Welch, (1983): Economic-injuy levels: reality and practicality. Bull. Entomol. Soc. Am. 29 (1): 49-53.

Princzinger, G., Ilovay, Z., (1996): Monitoring of western Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in Hungary, 1995. IWGO Newsletter, Vol. 16, No.1.

Priczinger, G., and Ripka, G., (1998): Distribution of *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte in Hungary in 1998. IWGO Newsletter, Vol. 18, No.2, p.11.

Princzinger, G., Ilovay, Z., Ripka, G., (1997): Result of monitoring Diabrotica virgifera virgifera LeConte in Hungary in 1997. IWGO Newsletter, Vol. 18, No.1, p.17.

Princzinger, G., Ripka, G., (1999): Monitoring of western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in Hungary in 1999. Proceedings of workshop on western corn rootworm. 4th FAO/TCP meeting, 5th EPPO ad hoc Panel and the 6th International IWGO workshop on *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Paris, 4-5. November 1999.

Pruess, K. P., G. T. Weekman, and B. R. Somerhalder, (1968): Western corn rootworm egg distribution and adult emergence under two corn tillage systems. J. Econ. Entomol. 61: 1424-1427.

Ripka, G., Princzinger, G., Hataláné Zsellér, I., és Kiss, J., (2000): Hol tart ma az amerikai kukoricabogár Európában? Agrofórum, 11. (3). p. 106-108.

Ripka, G., Princzinger, G., Hataláné Zsellér, I., Hegyi, T., Tóth, B., Vasas, L., és Vörös, G., (2000): Az amerikai kukorcabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, 1868) (Coleoptera: Chrysomelidae) felderítésével kapcsolatos hazai vizsgálatok 2000. évi eredményei. Integrált termesztés a kertészeti és szántóföldi kultúrákban (21.). 2000. november 28. Szerk.: Ripka, G., Vendrei, Zs., Olasz, Zs., Spilák, K., Kovács, G., p. 29.

Roselle, R. E., (1967): LV Sevin for rootworm control. Proc. North Cent. Branch Entomol. Soc. Am. 22: 95.

Rowley, W. A. and D. C. Peters, (1972): Scanning electron microscopy of the eggshell of four species of Diabrotica (Coleoptera: Chrysomelidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 65: 1188-1191.

Ruesink, W. G., (1986): Egg sampling techniques. See Ref. Krysan, J. L., Miller, T. A., eds. 1986. Methods for the Study of Pest Diabrotica. New York: Springer-Verlag pp 83-99.

Sammons, A. E., (1998): Western corn rootworm adult dispersal into soybean in Northwestern Indiana: Influence of crop rotation, tillage, and genetics. MS thesis, Purdue University, West Lafayette

Sammons, A. E., Edwards, C. R., Bledsoe, L. W., Boeve, P. J., and Stuart, J. J., (1997): Behavioral and feeding assays reveal a western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) variant that is attracted to soybean. Environ. Entomol. 26 (6): 1336-1342.

Shaw, J. T., W. H. Brink, D. W. Sherrod, and W. H. Luckmann, (1975): Predicting infestations of wireworms, corn rootworms, and black cutworms in Illinois cornfields. In Proceedings, 27th Illinois Custom Spray Operators Training School. Univ. of Illinois Cooperative Extension Service, Champaign, Ill.

Shaw, J. T., J. H. Paullus, and W. H. Luckmann, (1978): Corn rootworm oviposition in soybeans. J. Econ. Entomol. 71: 189-191.

Shaw, J. T., W. G. Ruesink, S. P. Briggs, and W. H. Luckmann, (1984): Monitoring populations of corn rootworm beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) with trap baited with cucurbitacins. J. Econ. Entomol. 77: 1495-1499.

Short, D. E. and R. E. Hill, (1972): Adult emergence, ovarian development, and oviposition sequence of the western corn rootworm in Nebraska. J. Econ. Entomol. 65: 685-689.

Sivčev, I, and Hrnčić, S., (1998): Monitoring of *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte in Yugoslavia in 1998. IWGO Newsletter, Vol. 18, No.2, p.12.

Sivčev, I., (1999): Monitoring of *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte in Serbia in 1999. Proceedings of workshop on western corn rootworm. 4th FAO/TCP meeting, 5th EPPO ad hoc Panel and the 6th International IWGO workshop on *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Paris, 4-5. November 1999.

Sivicek, P., (2000): Report on survey vestern corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in the Slovak Republic 2000. IWGO Newsletter, Vol. 21. No. 1-2. p. 37-38.

Smith, R. F. and J. F. Lawrence, (1966): Clarification of the status of the type specimens of Diabroticites. Univ. California Publications in Entomology. U. Calif. Press, Berkeley and Los Angeles.

Southwood, T. R. E., (1978): Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Second edition. Chapman and Hall, London. 524 pp.

Stamm, D. E., Z. B. Mayo, J. B. Campbel, J. F. Wikowski, L. W. Anderson, and R. Kozub, (1985): Western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) beetle counts as a means of making larval control recommendations in Nebraska. J. Econ. Entomol. 78: 794-798.

Steffey, K. L., Gray, M. E., (1989, 1990): insect pest management guide: field and forage crops. Circular 899, Coop. Ext. Serv. Univ. Ill. Urbana-Champaign. 38 pp.

Steffey, K. L., Kuhlman, D. E., (1985): Corn rootworm control: 1984 and beyond. Proc. 37th Ill. Custom Spray Oper. Train. Sch., pp. 152-165. Urbana-Champaign, IL. Univ. Ill.

Steffey, K. L.,J. J. Tollefson, and P. N. Hinz, (1982): Sampling for population estimation of northern and western corn rootworm adults in Iowa cornfields. Environ. Entomol. 11: 287-291.

Stern, V. M., R. F. Smith, R. Van Den Bosch, and K. S. Hagen, (1959): The integrated control concept. Hilgardia 29: 81-101.

Strand, S. P. and M. K. Bergman, (1987): Movement of first-instar western corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae) in soil. Environ. Entomol. 16: 975-978.

Suguiyama, L. F., and G. A. Carlson, (1985): Field crop pests: farmers report the severity and intensity. USDA Agriculture Information Bulletin 487.

Sutter, G. R., and D. R. Lance, (1991): New strategies for reducing insecticide use in the corn belt, pp. 231-249. In B. J. Rice [ed.], Sustainable agriculture research and education in the field. National Academy Press, Washington D.C.

Sutter, G. R., Branson, T. F., Fisher, J. R., Elliot, N. C., Jackson, J. J., (1989): Effect of insecticide treatments on root damage ratings of maize in controlled infestations of western corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Econ. Entomol. 82: 1792-1798.

Sutter, G. R., J. R. Fisher, N. C. Elliot, and T. F. Branson, (1990): Effect of insecticide treatment on root lodging and yield of maize in controlled infestations of western corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Econ. Entomol. 83: 2414-2420.

Sutter, G., Gustin, R., (1989): Environmental factors influencing corn rootworm biology and control. Proc. Ill. Agric. Pestic. Conf. '89, pp. 43-48. Urbana-Champaign, IL: Univ. Ill.

Szőcs, G., (1993): Feromoncsapdák a magyar piacon. Növényvédelem 29: 191-193.

Szőcs, G., Tóth, M., Újváry, I., Szarukán, I., (1995): Hazai fejlesztésű feromoncsapda az újonnan fellépő gyapottok-bagolylepkék (*Helicoverpa armigera* Hbn.) jelzésére. Növényvédelem 31: 261-266.

Taylor, C. R., (1975): The economics of control of northern and western corn rootworms in Illinois. Illinois Agr. Econ. 15: 11-13.

Tollefson, J. J., (1975): Corn rootworm adult egg sampling techniques as predictors of larval damage. Ph. D. dissertation, Iowa State University, Ames. 131 pp.

Tollefson, J. J., (1986): Field sampling of adult populations, pp. 123-146. In J. L. Krysan, and T. A. Miller [eds.], Methods for the study of pest *Diabrotica*. Springer, New York.

Tollefson, J. J., (1997): Area-wide management of corn rootworm in Iowa, USA. IWGO Newsletter, Vol. 18, No.1, p.21.

Tóth, M. (1990): Növényvédelmi rovarélettan és toxikológia alapjai, Szerk. Dr. Darvas Béla, Debrecen.

Tóth, M. és Szőcs, G., (1993): Feromonkutatásaink másfél évtizede az MTA Növényvédelmi Kutatóintézetében. Növényvédelem 29: 101-109.

Tóth, M., Nagy, B., (1995): Amerikából jöttem…..A kukoricabogár. Élet és Tudomány, 1995/8, p. 227-229.

Tóth M., Tóth V., Újvári I. Sivcev, I., Manoljovic, B., Ilovai Z., (1996): Szexferomonnal bogarak ellen is? Az első hazai bogár szexferomon csapda kifejlesztése az amerikai kukoricabogárra (Diabrotica virgifera virgifera LeConte, Növényvédelem, 32 (9), 1996 447-452 p.)

Tóth, M., Sivčev, I, Újváry, I., Ilovai, Z., van der Burgt, W. A. C. M., (1998): Development of new trapping devices for *Diabrotica virgifera virgifera* (Chrysomelidae, Coleoptera): results of 1997. IWGO Newsletter, Vol. 18. No. 1., p. 27.

Tóth, M., Sivčev, I., Horváth, P., Szarukán, I., Újváry, I., (1998): Development of new trapping devices for *Diabrotica virgifera virgifera*: A non-sticky, high capacity pheromone trap; bait attractive to females. Abstract volume of 3rd FAO WCR/TCP Meeting, 4th Meeting of the EPPO ad hoc Panel and 5th International IWGO Workshop on *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Urek, G., (Editor), 27-29. October 1998. Rogaška Slatina, Slovenia.

Tóth, M., Imrei, Z., Sivčev, I., Tomasek, I., (2000): Recent advances in trapping methods of *Diabrotica v. virgifera*: high-capacity, non sticky traps and effective trapping range. IWGO Newsletter, Vol. 21. No. 1-2., p. 31.

Turpin, F. T., (1977): Insect insurance: potential management tool for corn insects. Bull. Entomol. Soc. Am. 23: 181-184.

Turpin, F. T., and J. D. Maxwell, (1976): Decision making related to the use of soil insecticides by Indiana corn farmers. J. Econ. Entomol. 69: 359-362.

Turpin, F. T., L. C. Dumenil, and D. C. Peters, (1972): Edaphic and agronomic characters that affect potential for rootworm damage to corn in Iowa. J. Econ. Entomol. 65: 1615-1619.

Turpin, F. T., York, A. C., (1981): Insect management and the pesticide syndrome. Environ. Entomol. 10: 567-572.

Ulvé, C., (1999): Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte): Promising first field results of Pioneer transgenic rootworm-resistant maize. 4th FAO/TCP meeting, 5th EPPO ad hoc Panel and the 6th International IWGO workshop on *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Paris, 4-5. November 1999.

Vonica, I., (1998): Monitoring of *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte in Romania in 1998. IWGO Newsletter, Vol. 18, No.2, p.12.

Vonica, I., (1999): *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte in Romania. Proceedings of workshop on western corn rootworm. 4th FAO/TCP meeting, 5th EPPO ad hoc Panel and the 6th International IWGO workshop on *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Paris, 4-5. November 1999.

Wall, C., (1989): pp. 39-66. In: Justum, A. R., & Gordon, R. F. S., (eds.): Insects pheromones in Plant protection. John Wileyand Sons, Chichester, 1989.

Wall, C., (1990): Principles of monitoring. In: Ridgway, R. L., Silverstein, R. M., and Inscoe, M. (eds): Behavior-Modifying Chemicals for Insect Management. Marcel Dekker, Inc., New York and Basel 9-23.

Weekman, G. T., (1961): Problems in rootworm control. Proc. North Cent. Branch Entomol. Soc. Am. 16: 32-34.

Welch, V. A., (1977): Breeding for corn rootworm resistance or tolerance. 32 Annual Corn and Sorghum Res. Conf., Amer. Seed Trade Assn, Washington, D. C. pp. 131-142.

Wilcox, J. A., (1972): Coleopterorum Catalogus Supplementa. Pages 296-343 in Pars. 78. fasc. 2 (Edicio Seconda). (Chrysomelidae: Luperini: Diabroticina), 431 pp.

Wilde, G., (1978): Corn rootworm control in Kansas. Agric. Exp. Sta. Bull. 616. Kans. State Univ., Manhattan. 15 pp.

Williams, M. W., P. W. Holden, D. W. Parsons, and M. N. Lorber, (1988): Pesticides in ground water data base: 1988 intermin report. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs.

Witkowski, J. F., Owens, J. C., and Tollefson, J. J., (1975): Dial activity and vertical flight distribution of adult western corn rootworms in Iowa corn fields. J. Econ. Entomol. 68: 351-352.

Youngman, R. R., Kuhar, T. P., and Midgarden, D. G., (1996): Effect of trap size on efficiency of yellow sticky traps for sampling western corn rootworm (Coleoptera: Crysomelidae) adults in corn (J. Entomol. Sci. 31(3): 277-285.

M. 2. TÁBLÁZATOK

4. táblázat Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt Pherocon AM és Csalomon szexferomon csapdák hatékonyságának összehasonlítása egytényezős varianciaanalízissel (szójában és kukoricában)

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	2	714663	357331	29.82	0.000
Error	429	5139987	11981		
Total	431	5854650			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
				-+---------+---------+---------+-----
Pherocon AM kuk.	144	242.7	130.5	(----*----)
Pherocon AM szója	144	155.7	89.1	(----*-----)
Csalomon	144	241.2	104.7	(----*----)
				-+---------+---------+---------+-----
Pooled StDev =		109.5		140 175 210 245

5. táblázat Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt Pherocon AM és Csalomon szexferomon csapdák heti fogásainak összehasonlítása egytényezős varianciaanalízissel (szójában és kukoricában)

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	11	2004314	182210	19.48	0.000
Error	420	3928961	9355		
Total	431	5933275			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
				----+---------+---------+---------+--
1.hét Phero. AM kuk	36	204.78	95.06	(--*---)
1.hét Phero. AM szója	36	117.81	69.97	(--*--)
1.hét Csalomon	36	181.03	95.18	(--*--)
2.hét Phero. AM kuk	36	243.00	137.36	(--*--)
2.hét Phero AM szója	36	189.19	97.58	(--*--)
2.hét Csalomon	36	222.28	90.90	(--*--)
3.hét Phero. AM kuk	36	340.69	142.28	(--*--)
3.hét Phero AM szója	36	216.56	76.72	(---*--)
3.hét Csalomon	36	325.19	95.81	(---*--)
4.hét Phero. AM kuk	36	181.72	79.91	(--*--)
4.hét Phero. AM szója	36	95.92	52.18	(---*--)
4.hétCsalomon	36	232.50	90.53	(--*--)
				----+---------+---------+---------+--
Pooled StDev =		96.72		100 200 300 400

6. táblázat Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt Pherocon AM és Csalomon szexferomon csapdák heti fogásainak összehasonlítása egytényezős varianciaanalízissel (kukoricában)

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	5	1295149	259030	36.10	0.000
Error	66	473532	7175		
Total	71	1768681			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
1.hét Phero. AM kuk	12	185.33	60.44	(--*---)
1.hét Csalomon kuk	12	324.33	99.50	(---*--)
2.hét Phero. AM kuk	12	79.92	29.88	(--*---)
2.hét Csalomon kuk	12	386.08	74.36	(---*--)
3.hét Phero. AM kuk	12	32.33	16.63	(--*--)
3.hét Csalomon kuk	12	336.25	150.98	(--*---)
Pooled StDev =		84.70		0 150 300 450

7. táblázat Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt Pherocon AM és Csalomon szexferomon csapdák fogásainak kultúrák közötti összehasonlítása egytényezős varianciaanalízissel

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	4	350747	87687	88.45	0.000
Error	875	867493	991		
Total	879	1218240			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
Pherocon AM kuk	320	26.24	18.05	(-*-)
Pherocon AM szója	320	23.34	24.20	(-*)
Csalomon kukorica	80	60.76	48.28	(--*---)
Csalomon határ	80	59.11	47.95	(---*--)
Csalomon szója	80	83.09	51.67	(---*--)
Pooled StDev =		31.49		20 40 60 80

8. táblázat Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt Pherocon AM és Csalomon szexferomon csapdák fogásainak kultúrák közötti összehasonlítása (heti lebontásban) egytényezős varianciaanalízissel

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	9	29237	3249	10.20	0.000
Error	166	52874	319		
Total	175	82110			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
1.hét Phero. AM kuk	32	14.16	9.95	(--*--)
1.hét Phero. AM szója	32	4.38	3.45	(--*--)
1.hét Csalomon szója	8	20.50	23.71	(-----*-----)
1.hét Csalomon határ	8	18.25	25.78	(-----*-----)
1.hét Csalomon kuk	8	25.38	15.64	(------*-----)
2.hét Phero AM kuk	32	33.31	23.46	(--*--)
2.hét Phero AM szója	32	7.66	5.05	(--*--)
2.hét Csalomon szója	8	46.12	36.89	(-----*-----)
2.hét Csalomon határ	8	37.00	36.38	(------*-----)
2.hét Csalomon kuk	8	35.38	18.88	(------*-----)
				-+---------+---------+---------+-----
Pooled StDev =		17.85		0 20 40 60

a 8. táblázat folytatása

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	9	46113	5124	10.84	0.000
Error	166	78459	473		
Total	175	124572			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
3.hét Phero. AM kuk	32	25.72	14.34	(--*--)
3.hét Phero AM szója	32	15.34	7.37	(--*--)
3.hét Csalomon szója	8	62.38	36.85	(-----*-----)
3.hét Csalomon határ	8	40.00	30.61	(-----*-----)
3.hét Csalomon kuk	8	50.75	41.71	(-----*-----)
4.hét Phero AM kuk	32	33.69	17.80	(--*---)
4.hét Phero AM szója	32	26.03	12.62	(--*--)
4.hét Csalomon szója	8	79.62	46.20	(-----*-----)
4.hét Csalomon határ	8	49.75	31.54	(-----*-----)
4.hét Csalomon kuk	8	53.88	28.02	(------*-----)
				-------+---------+---------+---------
Pooled StDev =		21.74		25 50 75

a 8. táblázat folytatása

```
Analysis of Variance
Source          DF          SS          MS          F           p
Factor          9           52177       5797        6.38        0.000
Error           166         150890      909
Total           175         203067
                                                    Individual 95% CIs For Mean
                                                    Based on Pooled StDev
Level                   N   Mean        StDev   ---+---------+---------+---------+---
5.hét Phero.AM kuk      32  43.69       21.18       (---*--)
5.hét Phero.AM szója    32  42.97       21.42       (--*---)
5.hét Csalomon szója    8   97.75       54.22                   (------*------)
5.hét Csalomon határ    8   74.00       50.73           (------*------)
5.hét Csalomon kuk      8   72.37       49.94           (------*------)
6.hét Phero.AM kuk      32  33.25       14.27     (--*---)
6.hét Phero.AM szója    32  62.97       27.29           (---*--)
6.het Csalomon szója    8   83.00       42.82               (------*------)
6.hét Csalomon határ    8   58.87       53.00       (------*------)
6.hét Csalomon kuk      8   45.12       26.21   (------*------)
                                                ---+---------+---------+---------+---
Pooled StDev =              30.15                 30        60        90       120
```

a 8. táblázat folytatása

```
Analysis of Variance
Source          DF          SS          MS          F           p
Factor          9           168756      18751       25.00       0.000
Error           166         124519      750
Total           175         293275
                                                    Individual 95% CIs For Mean
                                                    Based on Pooled StDev
Level                   N   Mean        StDev   --------+---------+---------+--------
7.hét Phero.AM kuk      32  27.19       13.72     (--*-)
7.hét Phero.AM szója    32  46.28       19.24         (--*-)
7.hét Csalomon szója    8   110.75      47.32                     (----*---)
7.hét Csalomon határ    8   59.00       24.68         (----*----)
7.hét Csalomon kuk      8   60.88       29.87         (----*----)
8.hét Phero.AM kuk      32  23.94       14.21     (-*-)
8.hét Phero.AM szója    32  21.06       9.99    (-*--)
8.hét Csalomon szója    8   125.75      31.43                           (---*----)
8.hét Csalomon határ    8   106.38      73.47                     (----*---)
8.hét Csalomon kuk      8   71.62       62.07           (----*----)
                                                    --------+---------+---------+--------
Pooled StDev =              27.39                         40        80       120
```

a 8. táblázat folytatása

```
Analysis of Variance
Source        DF        SS        MS        F        p
Factor         9    254806     28312    33.97    0.000
Error        166    138341       833
Total        175    393147
                                        Individual 95% CIs For Mean
                                        Based on Pooled StDev
Level                 N     Mean     StDev --+---------+---------+---------+----
9.hét Phero.AMkuk    32    14.66      8.54     (--*-)
9.hét Phero AM szója 32     3.97      3.25 (--*--)
9.hét Csalomon szója  8    95.12     47.32                    (----*----)
9.hét Csalomon határ  8    69.50     51.78            (----*----)
9.hét Csalomon kuk    8    76.25     35.21                (----*----)
10.hét Phero.AM kuk  32    12.78     10.46   (-*--)
10.hét PheroAMszója  32     2.72      2.90 (--*-)
10.hétCsalomon szója  8   109.87     61.18                      (----*-----)
10.hétCsalomon határ  8    78.37     40.28                  (----*----)
10.hétCsalomon kuk    8   116.00     85.71                          (----*----)
                                        --+---------+---------+---------+----
Pooled StDev =            28.87          0        40        80       120
```

9. táblázat A kukorica 12. és 24. sorában kihelyezett Pherocon AM csapdák hatékonyságának összehasonlítása egyváltozós varianciaanalízissel (1996)

```
Analysis of Variance
Source        DF        SS        MS        F        p
Factor         1      8736      8736     1.00    0.318
Error        394   3441343      8734
Total        395   3450079
                                        Individual 95% CIs For Mean
                                        Based on Pooled StDev
Level         N     Mean     StDev ------+---------+---------+---------+
Sor 12      198    117.35     97.76            (------------*------------)
Sor 24      198    107.96     88.95 (------------*------------)
                                        ------+---------+---------+---------+
Pooled StDev =            93.46             100       110       120       130
```

10. táblázat A szegélyhatás vizsgálata a kukorica 1. és 12. sorában kihelyezett Pherocon AM csapdák fogási értékeinek összehasonlításával, egytényezős variancia analízissel

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	1	1920	1920	0.22	0.642
Error	214	1897732	8868		
Total	215	1899652			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
sor 12	108	118.19	97.99	(----------*----------)
sor 1	108	112.23	90.19	(----------*----------)
Pooled StDev =		94.17		96 108 120 132

11. táblázat Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt csapdák (Pherocon AM [P], Cucurbitacin [C], kúp alakú csapda [K], Olson sárgaragadós lapcsapda [O]) fogási hatékonysága és a kukorica különböző sorai közötti összefüggés vizsgálata egytényezős variancia analízissel

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	23	1728793	75165	14.84	0.000
Error	840	4255258	5066		
Total	863	5984051			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
sor12 P	36	112.22	98.83	(---*----)
sor24 P	36	92.28	72.63	(---*----)
sor36 P	36	117.86	104.78	(----*---)
sor48 P	36	119.28	104.33	(----*----)
sor60 P	36	95.17	69.31	(----*----)
sor72 P	36	92.28	84.25	(---*----)
sor12 C	36	34.11	31.49	(----*---)
sor24 C	36	36.89	44.55	(---*----)
sor36 C	36	45.11	50.95	(----*----)
sor48 C	36	24.75	23.05	(----*----)
sor60 C	36	48.25	63.89	(----*---)
sor72 C	36	31.78	33.46	(---*----)
sor12 K	36	23.03	25.31	(----*---)
sor24 K	36	25.25	20.74	(----*----)
sor36 K	36	28.39	31.68	(----*---)
sor48 K	36	26.94	32.30	(---*----)
sor60 K	36	23.28	27.46	(----*---)
sor72 K	36	32.36	37.37	(---*----)
sor12 O	36	156.75	128.05	(---*----)
sor24 O	36	113.53	76.48	(----*---)
sor36 O	36	97.58	65.11	(----*---)
sor48 O	36	144.61	115.93	(----*----)
sor60 O	36	126.86	95.32	(---*----)
sor72 O	36	123.75	84.77	(----*---)
Pooled StDev =		71.17		0 50 100 150

12. táblázat Kukoricában és szójában kihelyezett Pherocon AM csapdák hatékonyságának összehasonlítása egyváltozós varianciaanalízissel (1996)

1996

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	1	520111	520111	79.35	0.000
Error	790	5178234	6555		
Total	791	5698345			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
Kukorica	396	112.66	93.46	(---*---)
Szója	396	61.40	66.14	(---*---)
Pooled StDev =		80.96		60 80 100 120

1997

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	1	392490	392490	34.36	0.000
Error	790	9024874	11424		
Total	791	9417364			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
Kukorica	396	178.7	122.3	(----*-----)
Szója	396	134.2	88.8	(----*----)
Pooled StDev =		106.9		140 160 180

1998

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	1	56870	56870	46.07	0.000
Error	922	1138041	1234		
Total	923	1194911			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
Kukorica	462	33.71	46.16	(----*-----)
Szója	462	18.02	18.39	(----*----)
Pooled StDev =		35.13		18.0 24.0 30.0 36.0

13. táblázat Szójában és kukoricában fogott hím amerikai kukoricabogár egyedek összehasonlítása egyváltozós varianciaanalízissel (1996, 1997, 1998)

1996

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	1	1776.2	1776.2	52.00	0.000
Error	152	5191.4	34.2		
Total	153	6967.6			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
Kukorica (hím)	77	11.545	6.999	(---*----)
Szója (hím)	77	4.753	4.395	(----*---)
Pooled StDev =		5.844		6.0 9.0 12.0

1997

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	1	425.5	425.5	14.65	0.000
Error	130	3777.1	29.1		
Total	131	4202.6			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% Cis For Mean Based on Pooled StDev
Kukorica (hím)	66	9.515	6.636	(------*-----)
Szója (hím)	66	5.924	3.751	(------*-----)
Pooled StDev =		5.390		6.0 8.0 10.0

1998

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	1	16.9	16.9	1.56	0.213
Error	152	1641.4	10.8		
Total	153	1658.3			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% Cis For Mean Based on Pooled StDev
Kukorica (hím)	77	3.870	3.193	(----------*----------)
Szója (hím)	77	3.208	3.377	(----------*----------)
Pooled StDev =		3.286		3.00 3.60 4.20

14. táblázat Szójában és kukoricában fogott nőstény amerikai kukoricabogár egyedek összehasonlítása egyváltozós varianciaanalízissel (1996, 1997, 1998)

1996

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	1	616.0	616.0	7.38	0.007
Error	152	12683.9	83.4		
Total	53	13299.9			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
Kukorica (nőstény)	77	14.117	8.069	--+---------+---------+---------+---- (-------*--------)
Szója (nőstény)	77	18.117	10.089	(-------*--------)
				--+---------+---------+---------+----
Pooled StDev =		9.135		12.5 15.0 17.5 20.0

1997

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	1	425.5	425.5	14.65	0.000
Error	130	3777.1	29.1		
Total	131	4202.6			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
Kukorica (nőstény)	66	20.485	6.636	-----+---------+---------+---------+- (-----*------)
Szója (nőstény)	66	24.076	3.751	(-----*------)
				-----+---------+---------+---------+-
Pooled StDev =	5.390			20.0 22.0 24.0 26.0

1998

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	1	20.4	20.4	0.69	0.406
Error	152	4462.1	29.4		
Total	153	4482.5			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
Kukorica (nőstény)	77	24.857	5.705	----+---------+---------+---------+-- (----------*----------)
Szója (nőstény)	77	25.584	5.115	(----------*----------)
				---+---------+---------+---------+--
Pooled StDev =	5.418			24.0 25.0 26.0 27.0

15. táblázat Kezelt és kezeletlen kukorica gyökerek összehasonlítása egyváltozós varianciaanalízisel (1996, 1997, 1998)

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	p
Factor	5	47.743	9.549	20.98	0.000
Error	96	43.693	0.455		
Total	101	91.436			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
Kezelt 1996	17	2.2506	0.5284	(---*---)
Nemkezelt 1996	17	2.6194	0.5369	(---*---)
Kezelt 1997	17	2.5435	0.5060	(---*---)
Nemkezelt 1997	17	3.7529	0.7929	(---*---)
Kezelt 1998	17	1.6718	0.2812	(---*---)
Nemkezelt 1998	17	3.3400	1.0953	(---*---)
Pooled StDev =		0.6746		

```
----+---------+---------+---------+--
   1.60      2.40      3.20      4.00
```

16. táblázat Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt csapdatípusok fogási eredménye és a gyökérkártételi érték közötti kapcsolat vizsgálata korrelációanalízissel (1997)

	Pherocon AM	Cucurbitacin	Kúp csapda	Olson csapda	Iowa 1-6
Pherocon AM	1				
Cucurbitacin	0,635045323	1			
Kúp csapda	0,776295882	0,647841365	1		
Olson Csapda	0,760497852	0,512626822	0,555641231	1	
Iowa 1-6	-0,210292507	-0,288127802	-0,411830859	-0,150809195	1

17. táblázat Az amerikai kukoricabogár felvételezésére használt csapdatípusok fogási eredménye és a gyökérkártételi érték közötti kapcsolat vizsgálata korrelációanalízissel (1998)

	Pherocon AM	Pherocon CRW csapda	Cucurbitacin	Olson csapda	Iowa 1-6
Pherocon AM	1				
Pherocon CRW csapda	0,544626224	1			
Cucurbitacin	0,28545746	0,594368323	1		
Olson Csapda	0,739535946	0,651430065	0,278720427	1	
Iowa 1-6	-0,07000278	-0,149157367	-0,387546378	-0,303714894	1

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet fejezem ki témavezetőmnek Dr. Kiss József egyetemi tanárnak munkámhoz nyújtott hasznos szakmai és emberi támogatásáért, hogy lehetővé tette számomra dolgozatom elkészítését.

Megköszönöm Prof. C. Richard Edwards (Purdue Egyetem) segítségét, aki biztosította lehetőségét a külföldi felvételezéseimnek.

A kint töltött hónapok alatt nyújtott önzetlen szakmai és baráti segítségét köszönöm Larry W. Bledsoe-nak, valamint Corey Gerbernek.

Külön köszönetemet fejezem ki Dr. Micheli Erika egyetemi docensnek, aki utazásaim problémáinak megoldásában mindig szívesen állt rendelkezésemre.

Köszönöm a Növényvédelemtan Tanszék valamennyi munkatársának, hogy dolgozatom elkészítéséhez valamilyen formában hozzájárultak.

Végül, de nem utolsó sorban köszönök mindent családomnak és barátaimnak, hogy türelmükkel mindvégig segítségemre voltak és támogattak dolgozatom elkészítésében.