

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

KESZTHELYI SÁNDOR

**KESZTHELY
2004**

VESZPRÉMI EGYETEM
GEORGIKON MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
Növényvédelmi Intézet

Program- és témavezető:
DR. SÁRINGER GYULA
az MTA rendes tagja

**A KUKORICAMOLY
(*OSTRINIA NUBILALIS* HÜBNER) BIONÓMIÁJA**

Készítette:
KESZTHELYI SÁNDOR

KESZTHELY
2004

**A KUKORICAMOLY (OSTRINIA NUBILALIS HÜBNER)
BIONÓMIÁJA**

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében
a Veszprémi Egyetem Interdiszciplináris Doktori Iskolája
Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Tudományághoz tartozóan

Írta:
KESZTHELYI SÁNDOR

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el.

Keszthely,

.....
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom:

Bíráló neve: igen/nem

.....
aláírás

Bíráló neve: igen/nem

.....
aláírás

Bíráló neve: igen/nem

.....
aláírás

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján%-ot ért el

Keszthely,

.....
a Bíráló Bizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
az EDT elnöke

TARTALOMJEGYZÉK

KIVONAT.....	8
1. BEVEZETÉS.....	11
1.1. ELŐZMÉNYEK.....	11
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	14
2.1. A KUKORICA	14
2.1.1. A kukoricánövény (<i>Zea mays</i> Linnaeus).....	14
2.1.2. Kukorica termesztése napjainkban.....	15
2.2. A KUKORICAMOLY (<i>OSTRINIA NUBILALIS</i> HÜBNER).....	16
2.2.1. A kukoricamoly rendszertana, rokon fajai	16
2.2.2. A kukoricamoly morfológiája.....	17
2.2.3. A kukoricamoly elterjedése és jelentősége.....	19
2.2.4. A kukoricamoly ökológiája és biológiája.....	20
2.2.4.1. A kukoricamoly ökotípusai, és intraspecifikus genetikai különbségei	23
2.2.5. A kukoricamoly kártétele és gazdasági jelentősége.....	25
2.2.6. A kukoricamoly előrejelzése	27
2.2.6.1. Kukoricamoly előrejelzése fénycsapdák segítségével	28
2.2.6.2. Kukoricamoly előrejelzése feromoncsapdák segítségével	32
2.2.7. A kukoricamoly elleni védekezés	33
2.2.7.1. Agrotechnikai védekezés	33
2.2.7.2. Vegyszeres védekezés	35
2.2.7.3. Biológiai védekezés.....	36
2.2.7.3.1. A kukoricamoly természetes ellenségei	36
2.3. A VIZSGÁLATOKHOZ KAPCSOLÓDÓ SZAKIRODALOM ÁTTEKINTÉSE ...	40
2.3.1. Mintavételi kérdések matematikai megközelítése	40
2.3.2. Az alkalmazott molekuláris biológiai módszerek áttekintése ...	42
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	44
3.1. A KUKORICAMOLY MÁSODIK, NYÁRVÉGI RAJZÁSCSÚCSÁNAK MEGÍTÉLÉSE MAGYARORSZÁGON	44
3.2. A KUKORICAMOLY RAJZÁSÁNAK FÉNY- ÉS FEROMONCSAPDÁS MEGFIGYELÉSE	46

3.2.1. A felvételezés helyszínének és idejének ismertetése	46
3.2.2. A felvételezés eszközeinek és metodikájának bemutatása	47
3.2.3. A begyűjtött adatok feldolgozásának ismertetése	50
3.3. A KUKORICAMOLY ORSZÁGOS RAJZÁSFENOLÓGIAI ÉS POPULÁCIÓ- DINAMIKAI FELMÉRÉSE AZ ORSZÁGOS FÉNYCSAPDA HÁLÓZAT ADATAI SEGÍTSÉGÉVEL	52
3.4. OPTIMÁLIS MINTAVÉTELEI STRATÉGIA A KUKORICAMOLY LÁRVA- FERTŐZÖTTség BECSLÉSÉHEZ	54
3.4.1. Mintavétel	54
3.4.2. A feldolgozás módszerei	55
3.4.2.1. Elméleti módszertani megfontolások, összefüggések, jelölések	55
3.4.2.2. A tényadatokra épülő vizsgálatok módszerei	58
3.4.2.3. Fantom-kísérletek: számítógépes szimuláció	59
3.5. KUKORICAHIBRIDEK TÖMEG- ÉS BELTARTALMI VÁLTOZÁSA A KUKORICAMOLY KÁROSÍTÁSA KÖVETKEZTÉBEN	60
3.5.1. A felvételezés helyszínének, idejének bemutatása	60
3.5.2. Mintatermek, mintacsoportok kialakítása	61
3.5.3. Tömeg és egyéb értékmérő mutatók meghatározása	62
3.5.4. Szárazanyag, beltartalmi paraméterek meghatározása	63
3.5.4.1. Légszárazanyag tartalom meghatározása	63
3.5.4.2. A termés nyersfehérje tartalmának meghatározása	64
3.5.4.3. A termés nyerszsír tartalmának meghatározása	64
3.5.4.4. A termés keményítő tartalmának meghatározása	65
3.6. PARAZITOLÓGIAI VIZSGÁLATOK KUKORICAMOLY POPULÁCIÓKKAL ..	66
3.7.1. A kukoricamoly lárvagyűjtés helyszínei és időpontjai	67
3.7.2. A molekuláris biológiai vizsgálat metodikája	68
3.7.2.1. DNS izoláció	68
3.7.2.2. PCR	69
3.7.2.3. SSCP	70
4. EREDMÉNYEK	71
4.1. A KUKORICAMOLY MÁSODIK, NYÁRVÉGI RAJZÁSCSÚCSÁNAK MEGÍTÉLÉSE MAGYARORSZÁGON (2003)	71

4.2. A KUKORICAMOLY RAJZÁSÁNAK FÉNY- ÉS FEROMONCSAPDÁS MEGFIGYELÉSE (2002)	75
4.2.1. A fénycsapdák által szolgáltatott rajzásfenológiai eredmények, és azok meteorológiai elemekkel történő egybevetése.....	75
4.2.2. A szexuál-attraktáns csapdák által szolgáltatott rajzásfenológiai eredmények.....	89
4.3. A KUKORICAMOLY ORSZÁGOS RAJZÁSFENOLÓGIAI ÉS POPULÁCIÓDINAMIKAI FELMÉRÉSE AZ ORSZÁGOS FÉNYCSAPDA HÁLÓZAT ADATAI SEGÍTSÉGÉVEL (1999, 2000, 2001)	92
4.3.1. Az évek csapadékviszonyainak értékelése Walter–Lieth-féle klímadiagramok segítségével	92
4.3.2. Országos rajzásfenológiai és -dinamikai vizsgálat	94
4.4. OPTIMÁLIS MINTAVÉTELEI STRATÉGIA A KUKORICAMOLY LÁRVA-FERTŐZÖTTség BECSLÉSÉHEZ (1997-1998).....	105
4.4.1. Táblafelvételi adatok elemzése	105
4.4.1.1. <i>Eredeti (parcella) felbontású feldolgozás</i>	107
4.4.1.2. <i>Tényadatok elemzése a parcellák cellákra történő felbontásával</i>	108
4.4.2. Szimulációs vizsgálatok orientációs eredményei.....	113
4.5. KUKORICAHIBRIDEK TÖMEG- ÉS BELTARTALMI VÁLTOZÁSA A KUKORICAMOLY KÁROSÍTÁSA KÖVETKEZTÉBEN (2001)	115
4.5.1. Hibrid érzékenységeinek, és különbözőségének vizsgálatából származó eredmények	115
4.5.2. Lárva számából és elhelyezkedéséből származó vizsgálatok eredményei	120
4.6. PARAZITOLÓGIAI VIZSGÁLATOK KUKORICAMOLY POPULÁCIÓKAL (2000-2001)	130
4.7. MAGYARORSZÁGI KUKORICAMOLY POPULÁCIÓK GENETIKAI (DNS) VIZSGÁLATA (2002-2003)	134
5. KÖVETKEZTETÉSEK.....	138
5.1. A KUKORICAMOLY MÁSODIK, NYÁRVÉGI RAJZÁSCSÚCSÁNAK MEGÍTÉLÉSE MAGYARORSZÁGON (2003)	138
5.2. A KUKORICAMOLY RAJZÁSÁNAK FÉNY- ÉS FEROMONCSAPDÁS MEGFIGYELÉSE (2002)	139

5.3. A KUKORICAMOLY ORSZÁGOS RAJZÁSFENOLÓGIAI ÉS POPULÁCIÓ DINAMIKAI FELMÉRÉSE AZ ORSZÁGOS FÉNYCSAPDA HÁLÓZAT ADATAI SEGÍTSÉGÉVEL (1999, 2000, 2001)	143
5.4. OPTIMÁLIS MINTAVÉTELEI STRATÉGIA A KUKORICAMOLY LÁR- VAFERTŐZÖTTség BECSLÉSÉHEZ (1997-1998)	144
5.5. KUKORICAHIBRIDEK TÖMEG- ÉS BELTARTALMI VÁLTOZÁSA A KUKORICAMOLY KÁROSÍTÁSA KÖVETKEZTÉBEN (2001)	145
5.6. PARAZITOLÓGIAI VIZSGÁLATOK KUKORICAMOLY POPULÁCIÓKKAL (2000-2001)	148
5.7. MAGYARORSZÁGI KUKORICAMOLY POPULÁCIÓK GENETIKAI (DNS) VIZSGÁLATA (2002-2003)	149
6. ÖSSZEFOGLALÁS	150
6.1. A KUKORICAMOLY MÁSODIK, NYÁRVÉGI RAJZÁSCSÚCSÁNAK MEGÍTÉLÉSE MAGYARORSZÁGON (2003)	150
6.2. A KUKORICAMOLY RAJZÁSÁNAK FÉNY- ÉS FEROMONCSAPDÁS MEGFIGYELÉSE (2002)	150
6.3. A KUKORICAMOLY ORSZÁGOS RAJZÁSFENOLÓGIAI ÉS POPULÁCIÓ DINAMIKAI FELMÉRÉSE AZ ORSZÁGOS FÉNYCSAPDA HÁLÓZAT ADATAI SEGÍTSÉGÉVEL (1999, 2000, 2001)	151
6.4. OPTIMÁLIS MINTAVÉTELEI STRATÉGIA A KUKORICAMOLY LÁR- VAFERTŐZÖTTség BECSLÉSÉHEZ (1997-1998)	152
6.5. KUKORICAHIBRIDEK TÖMEG- ÉS BELTARTALMI VÁLTOZÁSA A KUKORICAMOLY KÁROSÍTÁSA KÖVETKEZTÉBEN (2001)	154
6.6. PARAZITOLÓGIAI VIZSGÁLATOK KUKORICAMOLY POPULÁCIÓK- (2000-2001)	155
6.7. MAGYARORSZÁGI KUKORICAMOLY POPULÁCIÓK GENETIKAI (DNS) VIZSGÁLATA (2002-2003)	156
7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	156
8. SZAKIRODALOM JEGYZÉK.....	158
9. AZ ÉRTEKEZÉS TÉZISEI.....	183
MELLÉKLETEK	191

KIVONAT

A KUKORICAMOLY (*OSTRINIA NUBILALIS* HÜBNER) BIONÓMIÁJA

A Szerző keresi a választ a kukoricatermesztés eredményességét meghatározó, azt alapvetően befolyásoló kártevő, a kukoricamoly, a mai napig vitatott, tisztázatlan biológiai és kártételi kérdéseire.

Az értekezés a kukoricamoly rajzásfenológiai, -dinamikai és nemzedékszám vizsgálataival (háttérben az időjárási tényezők változásával); a szántóföldön jelentkező fertőzöttség megállapításához szükséges séma kidolgozásával; kukoricában kialakuló kárt befolyásoló biotikus tényezők felmérésével; a jelentősebb rovarparazitoidok meghatározásával; a populációt szabályozó jelentőségük megállapításával, és a kukoricamoly feromon polimorfizmusából, illetve diapauza különbségeiből adódó genetikai háttér tisztázásával foglalkozik.

Legfontosabb új tudományos eredmények:

- A kukoricamoly második nemzedékének bizonyítása. A második rajzáscsúcs eredetének meghatározása rajzás megfigyeléssel, illetve lárvafejlődési- és növényvizsgálatokkal.
- A kukoricamoly magyarországi négy rajzástípusának leírása, feltérképezése. A határozott második rajzáscsúccsal rajzó, illetve a kétnemzedékes ökotípus északi térnyerésének bizonyítása.
- Optimális mintavételi módszer és stratégia kidolgozása a fertőzöttség objektív becsléséhez.
- A lárva elhelyezkedés, szám és a hibridérzékenység különbözőségeinek a bizonyítása.
- Az egy-, két- és többnemzedékes kukoricamoly ökotípusok egységes genetikai állományának leírása.

A kukoricamoly felszaporodása, kártételének növekedése napjainkban megfigyelhető, amelyet a tojásrakás idején uralkodó meleg, párás körülmények elősegítenek. A kukoricamoly rajzását az abiotikus elemek jelentősen befolyásolják, és az éjszakai erős lehűlések visszavetik a csapdázható nőstényszámot. A kukoricamoly parazitoidjainak felszaporodása gazdaállatuk egyedszámának, illetve az időjárás függvénye. A *Lidella thompsoni* és *Sinophorus alkae* a kukoricamoly populációdinamikai tényezőjének számít a palearktikum közép-európai részén, amely mellett az egyéb parazitoidok tevékenysége elhanyagolható.

ABSTRACT

BIONOMY OF EUROPEAN CORN BORER (*OSTRINIA NUBILALIS* HÜBNER)

Author tries to find answer to the unsettled biological, pathological and economic problems concerning the corn borer, a pest that influences or even determines the cultivation of maize.

The dissertation gives account of flight phenology-, flight dynamic- and generation number studies on corn borer (with the global climatic change in the background); elaborates a scheme required to determine the rate of infection in the field; assesses the biotic factors which influence the damage done in the maize crop; identifies the major parasitoids and determines their importance; and finally clears up the genetic background of the pheromone polymorphism and diapause differences of corn borer.

AUSZUG

A BIONOMIE DES MAISZÜNSLER (*OSTRINIA NUBILALIS* HÜBNER)

Die Autor sucht die Antwort auf die bis heute umstrittenen, ungeklärten, biologischen, schädlichen und ökonomischen Fragen des Maiszünslers, der ein den Maisbau bestimmender, beeinflussender Schädling ist.

Die Abhandlung beschäftigt sich mit Untersuchungen über die Geschwärmfenologie –dynamik und Generationsnummer des Maiszünslers (mit dem globalen Klimawechsel im Hintergrund); mit der Ausarbeitung des zur Bestimmung der Infiziertheit auf dem Ackerfeld nötigen Schemas; mit der Ermessung der im Mais entstandenen Schaden beeinflussenden biotischen Factoren; mit der Bestimmung der bedeutenden Insektparasiten und mit der Festsetzung ihrer Bedeutung; und mit der Klärung von dem genetischen Hintergrund des Maiszünslers, der sich aus seinem Pheromonpolymorphismus bzw. aus seinen Diapausedifferenzen ergibt.

1. BEVEZETÉS

1.1. Előzmények

Magyarországon a 2002-es gazdasági évben 1245 e ha volt a kukorica vetésterülete, amelyről 4,15 t/ha átlagtermést, és közel 5 millió tonna szemes kukoricát takarítottak be. Az adott évi kukoricatermés árbevétele országosan meghaladta a 110 milliárd forintot (ANONYM 2002).

Ebből is látható a kukoricatermesztés jelentősége, és az, hogy a terméscsökkentő tényezők által okozott 1%-os termésvesztés több mint egymilliárd forint kárt okoz a nemzetgazdaságnak. A terméscsökkentő tényezők közül a kukoricamoly az egyik legmeghatározóbb. Ezért fontos, hogy minél jobban megismerjük e kártevő biológiáját, az ellene való védekezés lehetőségeit, segítve az ágazat jövedelmezőségét, és egyben a gyakorlati szakemberek munkáját.

A FAOSTAT (forrás: <http://www.fao.org>) adatbázisa szerint 2050-re a föld lakossága meghaladja a 9 milliárdot. A világ mezőgazdasági termelésének ki kell elégítenie e fokozatosan duzzadó népesség igényeit, amely a növényvédelem számára is fokozottabb intenzitást és újabb kihívásokat jelent. TARJÁNYI és ORAVECZ (2001) szerint 2040-re a jelenlegi termelési volumen háromszorosát kell elérni ahhoz, hogy ne kelljen újabb területeket mezőgazdasági termelés alá vonni.

A termelés intenzitásának növelésével párhuzamosan ügyelni kell a termelés fenntarthatóságára is (ZSOLNAI 2001). A kemikáliák kizárólagos felhasználását az integrált növényvédelmi (Integrated Plant Protection, IPP) szemlélet váltotta fel, amelyben a növényvédő szerek felhasználása mellett meghatározó szerephez kell jutniuk az egyéb védekezési módszerek széles skálájának is.

E módszerek alkalmazása az élőlények biológiai, ökológiai hátterének vizsgálatai nélkül nem valósíthatók meg. Napjainkban a faunisztikai, fajdiverzitási és ökológiai vizsgálatok új lendületet kaptak a globális

klímaváltozás következtében. Új eddig Magyarországon nem ismert kártevők jelennek meg (pl.: hársbodobács), korábban ritka vándorfajok okoznak nagyméretű pusztítást (pl.: gyapottok-bagolylepke), és őshonos fajaink új ökotípusai hódítanak teret a Kárpát-medencében (pl.: kukoricamoly).

Az általános felmelegedés mellett a kukorica hazai termesztés technológiája is fokozatos változáson megy át. Az egyre terjedő amerikai kukoricabogár kártétele kikényszeríti az eddig alkalmazott vetésszerkezet megváltoztatását. A monokultúrás termesztés háttérbe szorulásával természetesen a kukorica magyarországi vetésterülete is csökken, így az említett termés csökkentő tényezők hatására is érzékenyebben reagál a nemzetgazdaság.

E megváltozott feltételek következtében a kukoricamoly eddigi megítélése is új megvilágításba kerül.

1.2. CÉLKITŰZÉSEK

Az értekezésemben igyekeztem választ találni azokra a kérdésekre, amely a kukoricamoly biológiája és kártétele szempontjából vitatottak, vagy magyarországi viszonyokra még megválaszolatlanok.

A rajzásfenológiai, –dinamikai és a nemzedékszámra vonatkozó vizsgálatok célja sokrétűek. Céлом volt bizonyítani a második generáció jelenlétét, illetve a második rajzáscsúcs vitatott eredetét. Kíváncsi voltam, miként alakulnak Magyarország területén a kukoricamoly rajzásgörbéi és így az egyes ökotípusok elterjedésének határvonalai, valamint miként igazolódnak a már publikált rajzásdinamikai törvényszerűségek. Az egy- és kétrajzású ökotípusok rajzásfenológiai különbségei, és a megfigyelést befolyásoló élettelen környezeti tényezők hatásának vizsgálata indukálta a fény- és feromoncsapdás megfigyeléseket, amely segítséget nyújthat az optimális védekezési időpont kidolgozásában.

Több esetben tapasztaltuk, hogy a kukoricamoly fertőzöttség megállapítása a gyakorlatban pontatlan, és számos nehézségbe ütközik. Munkánkkal egy olyan elméleti és gyakorlati munkamódszer kidolgozását céloztuk meg, amely kiküszöböli kukoricamoly lárvák foltszerű eloszlásából származó hibát, meghatározza a minimálisan szükséges mintaterület nagyságát, alakját, a felvételezendő tőszámot, és amely a gyakorlatban is könnyen alkalmazható.

A kártételi vizsgálatok másik részét, a kártételt befolyásoló, mindeddig nem vizsgált biotikus tényezők felmérése indokolta. A vizsgálatok célja volt kideríteni, hogy a kukoricamoly lárvakártétele következtében jelentkező csőtömegvesztés mellett, beltartalmi értékvesztés bekövetkezik-e? Ezen értékmérők alakulására milyen hatással van a termelt kukoricahibridek mollyal szembeni toleranciája, illetve az egy növényen belüli lárvák száma és azok elhelyezkedése.

Dolgozatomban megkíséreltem a hazai kukoricamoly populációk parazitoidjainak felmérését, és a kukoricamoly egyedszám-szabályozó szerepének tisztázását. Kíváncsi voltam mely fajok meghatározók a kukoricamoly felszaporodásának megakadályozásában, és mely fajok azok melyek számba vehetők, mint potenciális kukoricamoly parazitoidok Magyarországon. E mellett a rendszeresen megjelenő, kukoricamoly tápnövény közösségébe tartozó jelentősebb fajok felmérését is célul tűztem ki.

A világ különböző pontjain végzett ellentmondásos kukoricamoly genetikai vizsgálatok, a publikált feromonpolimorfizmus és diapauza különbségek, illetve a magyarországi kukoricamoly populációk genomjának összehasonlítása indukálta a kukoricamoly SSCP-vel végzett molekuláris vizsgálatát.

Mindezek mellett célom, hogy ismét felhívjam mind a termelők, mind a kutatók figyelmét e fontos kártevőre, terjedésére, egyre tömegesebb megjelenésére, az általa okozott károsítás mértékére, differenciáltságára, amely talán indokolja egy hatékony és gazdaságos védekezési módszer kidolgozását.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A kukorica

2.1.1. A kukoricanövény (*Zea mays* Linnaeus)

A kukorica Amerikából származó növény. VAVILOV (1928) géncentrum elmélete alapján a kukorica keletkezési helye Közép- és Dél-Amerikában Mexikó, Kolumbia és Peru hegyes vidéke. KOLOMBUS felfedező amerikai útja után került a kontinensre Spanyolországon és Portugálián keresztül. Magyarországra Olaszországból, vagy Dalmáciából 1590-ben érkezett török közvetítéssel (GYÖRFFY és MTSAI 1965).

A kukorica (*Zea mays*) a pázsitfűfélék (Poaceae) családjába, a kukoricafélék (Maydeae) rájába tartozik az itt szereplő másik 7 nemzetséggel együtt (LÁNG 1976, SIMON 1992). A kukorica nemzetségének csupán egy faja, a kukorica ismeretes (STURTEVANT 1899; SURÁNYI és MÁNDY 1955).

Egyszikű, egylaki, váltivarú fűféle növény a kukorica, melynek bojtos gyökérzete van. A csíra és mellékgyökerek a növény beéréséig 150-180 cm mélységre is lehatolnak. Ezek az elsődleges gyökerek. A másodlagos gyökérrendszer több szinten képződik (KRAKKAI és MÉSZÁROS 1958). A gyökérrendszer legnagyobb tömegét a járulékos gyökerek teszik ki. Ezek keletkezésük szerint lehetnek mellékgyökerek, melyek a növény számára a legfontosabbak, koronagyökerek, amelyek nagyon közel maradnak a talajfelszínhez, így a legkisebb csapadékot is hasznosítják, a harmatgyökerek támasztó szerepük mellett a foszfor felvételében is fontosak (MENYHÉRT 1979). A kukorica hajtásrendszerének tengelye a főhajtás, vagy a szár. Ezen foglalnak helyet a mellék- vagy fattyúhajtások, a levelek, valamint a nő- és a hímvirágzat. A kukoricaszár mereven felálló, hengeresen karószerű, belül egész hosszúságában tömött. A szár hossza a fajtától (hibridtől) függően nagyon változó (0,5 és 7 m), melyet csomók (nóduszok) szártagokra (internódiumokra) tagolnak. A csomók száma

fajtánként változó, 8 és 40 között ingadozik. A kukorica levélszáma megegyezik a föld feletti szártagokkal (LÁNG 1966).

Amikor június végén a hajtásrendszer növekedése befejeződik, utána indul meg a hím és nővirágzás. A hímvirágzat a címer, ami a hajtás csúcsán található. A nővirágzat torzsavirágzat, amelyből a kukoricacső fejlődik ki. A növényre protandria jellemző, tehát a hímvirágzás megelőzi a nővirágzást. A kukorica termése, hasonlóan a pázsitfűfélékhez szemtermés. Egy-egy csövön rendszerint 300-1100 szem található (GYÖRFFY és MTSAI 1965).

A kukorica nemesítése már őshazájában megkezdődött, az indiánok ősi módszerével, a tömegválogatással (SPARGUE 1955). Korábban a nemesítés fő céljának a termőképesség növelését tekintették (BÁLINT 1966). Utóbbi években a nemesítő legfőbb feladata az átlagtermés mellett a termésbiztonság növelése (BERZSENYI 1980a). Ezen célok elérése érdekében indultak el kutatások Európában és a tengerentúl, melynek eredményeként állították elő az USA-ban a beltenyésztéses hibrideket (JUGENHEIMER 1958). Nálunk BERZSENYI–JANOSITS (1958) állított elő először fajtahibridet, PAP (1953) pedig a beltenyésztett hibrideket.

2.1.2. Kukorica termesztése napjainkban

A kukorica a XX. században a legfontosabb takarmány és ipari növényünké vált, ami a vetésterületben és a terméseredményekben is egyaránt megmutatkozik. Sokoldalú hasznosíthatósága következtében jól értékesíthető. Hazánkban a felhasznált abraktakarmány 65-70%-a kukorica. Az ipar ma már nem csak szesz és keményítő, hanem étolaj, cukor, finomszesz és egyéb készítmények előállítására használja, melyeket nagyjából az élelmiszer- gyógyszer-, textil- és papíripar használ fel. Az utóbbi években nálunk is előtérbe került az emberi fogyasztásra való felhasználása (BOCZ és MTSAI 1992, BIRKÁS 2000).

A termőterület nagysága és aránya alapján jelenleg az egyik legjelentősebb kukoricatermesztő ország vagyunk Európában. A termőterülettel párhuzamosan nőtt a termésátlag, amely 6 t/ha körül mozog, bár az utóbbi évek aszályos időjárása a fejlődés ütemét lelassította. 2002-ben 50.000 ha-ral kevesebb kukoricát vetettek az országban, de még így is a legnagyobb vetésterületen termesztett gazdasági növényünk maradt. A statisztikai adatokból kiderült, hogy a 2000. évtől az emelkedő tendencia megfordul, és 2002-ben csökkent a betakarított termény mennyisége országosan (1781 e t deficit 2001-hez képest) és egy hektárra (1.150 kg-mal kevesebb, mint 2001-ben) vonatkoztatva is (ANONYM 2002).

A tapasztalt csökkenések az aszály és a gazdasági adottságok mellett, a kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) terjedését – amely magával hozta a vetésszerkezet megváltozását (ČAMPRAK és MTSAI 1995, KISS és MTSAI 2001) –, illetve a kukorica egyéb fontos kártevőinek az intenzívebb fellépését jelezheti (VÖRÖS 2002).

Az újabb kutatási eredmények gyakorlati felhasználásával napjainkban növelhető a termésbiztonság. Ezt erősebb szárszilárdságú és magasabb terméshozamú hibridek kinemesítésével (HADI és MTSAI 1994, PINTÉR és MTSAI 1994) és a génmanipulált (Roundup Ready, Bt), illetve a mutáció (IMI) segítségével előállított hibridek köztermesztésbe vonásával próbálják elérni (SWANTON és CHANDLER 1996, MARTON és MTSAI 1997, BETZ és MTSAI 2000, TARJÁNYI és ORAVECZ 2001).

2.2. A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* HÜBNER)

2.2.1. A kukoricamoly rendszertana, rokon fajai

A kukoricamoly rendszertanilag az ízeltlábúak törzsébe (Arthropoda), a rovarok osztályába (Insecta), a lepke-alkatúak öregrendjébe (Lepidopteroidea vagy Amphiesmenoptera), lepkék rendjébe (Lepidoptera), az valódi lepkék alrendjébe (Glossata), a kettős ivarnyílásúak ágazatába (Ditrysia), tűzmoly alkatúak öregcsaládjába

(Pyraloidea), a csőrös- tűzmolyok családjába (Crambidae) tartozik (PAPP 1996).

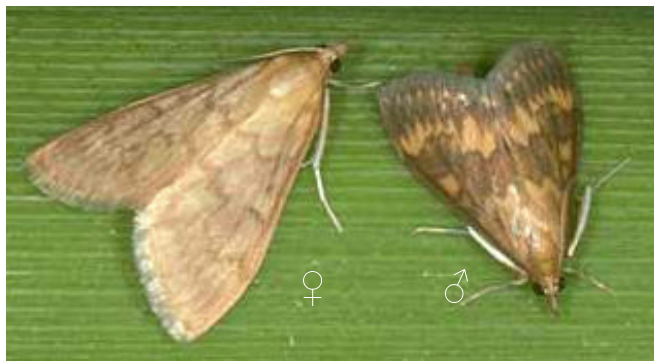
Morfológiai alapon alfajok is megkülönböztethetők, így Európa túlnyomó részén az *O. nubilalis* ssp. *nubilalis* Hübner az elterjedt (MUTUURA és MUNROE 1970, NAGY 1993).

Az *Ostrinia* nemzetség fajai gyakorlatilag az egész Földön megtalálhatók: *O. zealis* Guenee, *O. latipennis* Warren, *O. obumbratalis* Lederer, *O. orientalis* Mutuura és Munroe, *O. palustralis* Walker, *O. scapularis* Mutuura és Munroe, *O. zagualiaevi* Mutuura és Munroe és az *O. furnacalis* Guenee vagy ázsiai kukoricamoly, amely hasonló jelentőségű, mint az európai kukoricamoly (NAGY 1993).

Számos mezőgazdasági kártevőként nyilvántartott faj: muszkamoly (*Loxostege sticticalis* Linnaeus), a repcebecőmoly (*Evergestis extimalis* Scopoli), a tasakosmoly (*Nymphula nymphaeata* Linnaeus), a közönséges tűzmoly (*Nomophila noctuella* Denis és Schiffermüller), a közönséges bíbormoly (*Pyrausta purpuralis* Linnaeus), az aranyló bíbormoly (*Pyrausta aurata* Scopoli) stb. (PAPP 1996).

2.2.2. A kukoricamoly morfológiája

A hím és nőtény lepkék között jellemző az ivari dimorfizmus. A hím kisebb, szárnyainak fesztávolsága 22-25 mm. Az elülső szárnya lilásbarna színű halványsárga hullámos keresztvonalakkal tarkított. Hátsó szárnya hasonló, néha világosabb színű és egy szélesebb sárga harántsáv díszíti. Potroha karcsú, megnyúlt és barna színű (ČAMPRAK 1994). A nőtény valamivel nagyobb (1. ábra), szárnyainak fesztávolsága 27-32 mm. Elülső szárnya aranyssárga, keskeny, sötét, hullámos keresztsávokkal tarkított. Világossárga, hátsó szárnyát széles, harántsáv díszíti. Tora és potroha teltebb, vastagabb, agyagsárga színű (NAGY 1993).



1. ábra. Kukoricamoly nőstény és hím lepkéje (fotó: Marlin E. Rice)

A tojás ovális, lapos kezdetben áttetsző, 0,5 mm átmérőjű. A lapos tojáscsomó levélre simuló, amelyben „tetőszerűen” fedik egymást a tojások. Egy-egy tojáscsomó elérheti a 10-15 mm átmérőt is, amely 25-50 petét tartalmaz. Szabad szemmel tejcsepp benyomását kelti (NAGY 1993).

A lárva kikeléskor 3-4 mm, élete folyamán 5, ritkán 6-7 lárvastádiumon megy keresztül a bábozódásig. Fejtok színe az utolsó hernyóstádium eléréséig fokozatosan sötétül. A fejtok szélességének a lárvastádium megállapításánál van jelentősége. A kifejlett hernyó szennyesfehér, néha halvány rózsaszínű, hátoldalán hosszanti szürke sávokkal és szelvényenként hat szőrszálat (sertét) viselő szemölcsökkel. Kifejletten 22-26 mm hosszú (KESZTELYI és MTSAI 2003).

A báb sötét, vagy világos barna, 13-18 mm hosszú. A nőstények bábjai nagyobbak, súlyosabbak, így morfológiailag elkülöníthető a két nem. A báb finom, laza szövődékben található a lárvajáratban (NAGY 1993) néha a szár oldalán (KESZTHELYI és MTSAI 2003).

2.2.3. A kukoricamoly elterjedése és jelentősége

A kukoricamolyt szinte az egész Földön jelentős polifág kártevőként ismerik. Eredetileg eurázsiai elterjedésű, de később áthurcolták a Távol-Keletre, Észak-Afrika keleti részére, és cirok szállítmányokkal Észak-Amerikába is. Ázsiában ugyanezen nemzetségbe tartozó, szintén polifág faj az ázsiai kukoricamoly (*Ostrinia furnacalis*) míg Európában az *O. nubilalis* spp. *nubilalis* az elterjedt, így többek között Svájcban is ez a faj okozza a kukoricában a kárt (BIGLER és BOSSHART 1987).

A Kárpát-medencében a kukoricamoly általánosan elterjedt az 500-700 m tengerszint alatti területeken, fő kártételi körzete elsősorban a medence déli része, ritkábban jelentős még a Tiszántúlon (UBRIZSY és REICHART 1958, NAGY 1986). A volt Szovjetunió területének nagy részén szintén megtalálható a kukoricamoly. Az 50. szélességi fok alatt az európai területeken általános, de kártétele a Kaukázuson túl is gyakori, egészen Mongóliáig (SCSEGOLJEV 1951). Az USA-ban, közvetlenül a betelepedés éve (1917) utáni időszakban volt különösen jelentős a kártétele. Ebben az időszakban előfordult, hogy egy-egy növényben 22-69 db hernyót is találtak (GUENNELON és ANDEMARD 1960). A táblák tényleges fertőzöttségétől és a termésátlagtól függően a kártevő okozta veszteség hektáronként 250-1000 kg között változhat (BENEDEK 1979), de elérheti a hektáronkénti 26,2 mázsát is (DARABOS 1973). Könnyen belátható, hogy a kukoricamoly gazdasági jelentősége a monokultúra térhódításával, a vetésterület bővülésével és a termesztés magasabb szintre emelésével arányosan növekedett. Hazánkban a kukorica fertőzöttsége évenként és tájegységenként változó (DOLINKA 1979).

Az időjárás változás következtében a kukoricamoly rajzásfenológiai és nemzedékszám változása mellett elterjedési területének kiterjedése is megfigyelhető (MILE 1990, VÖRÖS 2002). TIEDEMANN (1996) a búza és a kukorica termesztési határainak északabbra tolódását prognosztizálta, amivel párhuzamosan a meleg- és szárazsággeljáró károsítók elmozdulása

is bekövetkezhet. GOURDIAAN és ZADOKS (1993) agroökoszisztéma-modellek összevetéséből arra következtettek, hogy a klimatikus változások a tápnövényüket kísérő kártevőket is lényegesen befolyásolják. PORTER és MUNKATÁRSAI (1991) szerint az átlaghőmérséklet 1 °C-os emelkedésével a kukoricamoly elterjedési területének határa több száz km-rel északabbra tolódhat. STOLLÁR és MUNKATÁRSAI (1993) tanulmányukban ugyanezt a tendenciát említik.

2.2.4. A kukoricamoly ökológiája és biológiája

A kukoricamoly egyike a legpolifágabb rovaroknak, az USA-ban már 1924-ig 215 növényfajt és fajtát jegyeztek fel tápnövényének (ANONYM 1961, SAPRIO 1976). Természetes körülmények között egyik fontos élőhelye a bozótokkal átszőtt ritkás égeres (Alnetum) lehetett, ahol manapság is gyakori (pl. Ócsa), azonban ezek a területek erősen megfogyatkoztak az utóbbi években (NAGY 1986).

NAGY (1975) a kukoricamoly elsőrendű tápnövényeinek tekinti a *Zea mays*-t, *Humulus lupulus*-t, *Panicum miliaceum*-t; másodrendűnek a *Capsium annum*-ot, a *Vigna sinensis*-t és az *Echinochloa crus-galli*-t.

MANNINGER (1960) vizsgálatai szerint április 1-jétől mért napi hőmérsékleti maximumok amikor elérik az 1500 °C-ot, akkor a hernyók 70%-a bábbá alakul. A bábidő 30 °C mellett kb. 7 nap. Egyébként nagyban a hőmérséklet függvénye. Maga a bábozódás a napi 15-16 °C-os átlaghőmérséklet beköszöntésével kezdődik (TULASHVILI 1976).

A kukoricamoly rajzásfenológiája jelentős változáson ment át az elmúlt században. Korábban egynemzedékes fajnak tartották. Az 1890-es években a kukoricamoly nagy kárt okozó gradációját írták le az Alföldön, amely a nyár első felében jelentkezett (JABLONOWSKI 1898).

Először 1953-ban figyeltek fel a diapauza nélkül fejlődő lepkék jelentős nyári (második) rajzására (NAGY 1955, 1959, 1960b). Azóta ez a magyarországi tömeges második rajzás állandósultnak vehető, főképpen az

ország délkeleti felében (NAGY 1960b, 1961, 1964, VERES és ZAJÁK 1973, HANÓ 1976).

MOHAI (1975) egész országra kiterjedő fénycsapda vizsgálatai során a kukoricamoly - igazolva a fentieket - az északi és nyugati országrészek kivételével, két kifejezett, markánsan elkülönülő rajzáscsúcsát írta le.

A kukoricamoly eltérő nemzedékszámában fejlődik az elterjedési terület ökológiai adottságai szerint. A Magyar Középhegységtől délre évente két, ettől északra eső területeken csak egy generáció fejlődik (NAGY 1958). MÉSZÁROS (1969) az egy- és kétnemzedékes ökotípus elterjedésének határvonalát az évi 3200 °C izotermánál húzta meg.

SÁRINGER (1978) szerint, a melegebb és hűvösebb országrészekben észlelt eltérő nemzedékszám oka egyrészt a területek hőösszeg különbözőségében keresendők. A diapauza kialakulásában és a nemzedékszámában a fotoperiódusnak és az adott területen uralkodó hőmérsékletnek van meghatározó szerepe (SÁRINGER 1976; LAVIALLE 1988). A hő és a fotoperiódus mellett, a tápnövénykör-változása is a kukoricamoly fiziológiai, ökológiai, populációdinamikai változásait idézheti elő (NAGY 1985).

Jelenleg a nyár második felében jelentkező rajzáscsúcs megítélése ellentmondásos. NAGY és SZENTKIRÁLYI (1993) összefoglaló tanulmányukban tették közzé a Kárpát-medencében megfigyelt kukoricamoly rajzásokról megjelent eredményeket. Különös figyelmet fordítottak arra, hogy az évenkénti második rajzás valóban második nemzedéket képvisel-e, vagy csak a diapauzált lárvákból fejlődő, áttelelt nemzedék elhúzódozó rajzásának következménye. Arra a következtetésre jutottak, hogy csak nagyon ritkán és elszórtan fordul elő egy komplett második nemzedék, ugyanis ennek kifejlődését már a tápnövény kedvezőtlen tulajdonságai (száradó, idős levelek), a nem megfelelő hőmérséklet és a fotoperiódus és nem utolsósorban az augusztus-szeptemberben tapasztalt nagymértékű tojásparazitáltság korlátozza.

Egy későbbi dolgozatukban NAGY és MUNKATÁRSAI (1997) már arról írnak, hogy 1987-89-es években és 1995-ben Dél-Magyarországon, a nagyobb hőmérséklettel rendelkező időszakokban van lehetőség arra, hogy a második nemzedék lárvái befejezhetik fejlődésüket. Ennek a második nemzedéknek károsítása azonban már elhanyagolható.

Az áttelelő diapauzált lárvák elhúzódó, második rajzáscsúcsot produkáló véleménnyel szemben több tanulmány született, amely ezt a nyárvégi rajzáscsúcsot a második generációnak tulajdonítja. SZEŐKE és MUNKATÁRSAI (1996) a melegebb nyári „alföldies” élőhelyeken a kukoricamoly második nemzedékéről írnak. VÖRÖS (2002) összefoglaló munkájában rajzásfenológiai és lárvafejlődés vizsgálatokra alapozva bizonyította a kukoricamoly második nemzedékének jelenlétét Tolna megyében.

HANÓ (1976) Komárom megyei megfigyelései és mérései szerint a kukoricamoly peterakása július 1-jétől július 30-ig tartott. Egy tojáscsomóban 2-25 db tojást talált. A kukoricamoly tojásrakásával, a kikelt lárvák mortalitásával REH és OHNESORGE (1988) tanulmánya foglalkozik részletesebben. A lárvák kelése, a tojásrakás időpontjától számított 7-10 nap alatt történt meg. A tojáscsomók kelés előtt sötétebb színűvé váltak. A kis lárvák rövid ideig együtt maradtak. Ezekből alakultak ki a fertőző gócok. Az L₁-es fokozatú hernyók jelenlétét a levelek lemezén jelentkező szabálytalan, ablakos lyuggatás árulja el (BATIASHVILI 1976). Az első vedlés után, a lárvák a szárba fúrják magukat. Gyakran találni fiatal hernyót a levelek fő ereiben is. A lárvafejlődés üteme gyors. Augusztus közepén minden lárvastádium megtalálható. Szeptember közepén L₄-L₅-ös hernyókat, októberben pedig kizárólag L₅-ös lárvát lehet találni. Az áttelelő lárva a hideget jól tűri. A -32 °C nem befolyásolta az életben maradási arányszámukat (MANNINGER 1949). A kukoricamoly áttelelésével PLETZER (1962) foglalkozott részletesebben, és megállapította, hogy a kukoricaszárnak jelentős a szerepe, mivel

nagymértékben csökkenti a napi hőingadozást, így a szélsőségesen hideg időjárás kevésbé befolyásolja az áttelelő lárvák mortalitását.

A kifejlett lárv nem megfelelő telelési helyszín (pl.: paprikabogyó), vagy bolygatás esetén, új, telelésre alkalmas növény szárba fúrja be magát, amely nem feltétlenül a tápnövénye (ebből a tápnövények számának téves bővülésére is következtek) (HANÓ 1976).

2.2.4.1. A kukoricamoly ökotípusai, és intraspecifikus genetikai különbségei

A kukoricamoly, elterjedési területétől függően eltérő nemzedékszámban fejlődik (lásd 2.2.4. fejezet). Magyarországon egy teljes első (univoltin) és egy részleges második (bivoltin) nemzedék kifejlődését figyelték meg (NAGY és MTSAI 1997), míg Észak-Amerika déli államaiban (SHOWERS és MTSAI 1975), illetve Észak-Afrikában (EL-ADL 1983) a többnemzedékes (multivoltin) ökotípus előfordulása a jellemző.

A fenn említett ökotípusok esetleges genetikai különbözőségeire, a diapauza és feromon vizsgálatok hívták fel a figyelmet a hazai és a nemzetközi irodalomban egyaránt (BECK és APPLE 1961, SPARKS és MTSAI 1966, ROELOFS és MTSAI 1972, KLUN és MTSAI 1975, ELLSWORTH és MTSAI 1983, GLOVER és MTSAI 1992). A diapauza kutatások során derült fény a kukoricamoly különböző törzseire, biotípusaira (NAGY 1993).

Különböző tulajdonságú kukoricamoly törzsek létezését már régebben gyanították (BARBER 1925, O'KANE és LOWRY 1927), de elsőként ARBUTHNOT (1944) mutatta ki az Észak-Amerika Corn Beltjéből a többnemzedékes homozigóta és az egynemzedékes heterozigóta törzseket. Észak-Amerika különböző területeiről származó populációk a diapauzában, fejlődési sebességben (BECK és APPLE 1961, SPARKS és MTSAI 1966, ELLSWORTH és MTSAI 1983), sőt fotoperiódus érzékenységben is különböznek (CHIANG és MTSAI 1968). A kukoricamoly populációk genetikai vizsgálatainak eredményei, a szakirodalmi adatok alapján

ellentmondásos. PORNKULWAT és MUNKATÁRSAI (1998), Észak-Amerikában DNS vizsgálatokkal az egy és kétnemzedékes (uni-, bivoltin) ökotípusok és a több nemzedékes (multivoltin) ökotípus genetikai különbözőségét állapították meg. MARCON és MUNKATÁRSAI (1997) európai és észak-amerikai populációk genetikai vizsgálatából arra a következtetésre jutottak, hogy a különböző nemzedékszámú populációk genetikai eltérése nem kimutatható, mivel az ökotípusok közti szaporodás következtében a folyamatos géncsere elmosza az esetlegesen kialakuló genetikai határokat. ARBUTHNOT (1949) és MCLEOD (1976) szerint az eltérő nemzedékszám oka a hőmérséklet különbözősége mellett, a diapauzára való hajlam genetikai rögzítettségében keresendő.

Az eltérő törzsek létezését megerősítik az újonnan folytatott szexferomon vizsgálatok (ROELOFS és MTSAI 1972, GLOVER és MTSAI 1992). Az International Working Group for Ostrinia (IWGO) Észak-Amerika és Európa nagy részére kiterjedő felmérései is megerősítették a szexferomon izomerek eltérő arányú keverékéhez vonzódó kukoricamoly törzsek létezését (KLUN és MTSAI 1975). Az első rajzás idején hatékony 11 tetradecínil-acetát keveréknek a második rajzásra legyengült, vagy teljesen megszűnt a hatása (NAGY 1993).

Ebből arra lehet következtetni, hogy a korábban is eltérő ökotípusnak tartott egy és kétrajzású populációk (NAGY 1958) különbsége a szexferomon-polimorfizmusban is megmutatkozik (PEÑA és MTSAI 1988, SORENSEN és MTSAI 1992). GLOVER és MUNKATÁRSAI (1992) megállapították, hogy a kukoricamoly diapauza utáni fejlődése - amely fontos eleme a nemzedékszám kialakításnak - az ivari kromoszómán lévő gén által meghatározott. Bár a kukoricamoly populációk morfológiailag elkülöníthetetlenek, feromon és hibridizációs vizsgálatok alátámasztják a különböző ökotípusok genetikai különbözőségét (CARDÈ és MTSAI 1978). A kukoricamoly ilyen irányú genetikai vizsgálatával BENGTSSON és LÖFSTEDT (1990) foglalkozott részletesebben, amelynek többek között

célja volt kideríteni, hogy mely locuson lévő allélok határozzák meg a nőstény feromon termelését és a hím erre adott válaszát.

2.2.5. A kukoricamoly kártétele és gazdasági jelentősége

A kárkép változatos, nemcsak gazdanövényenként eltérő, hanem egy növényen is különböző szimptomákat mutat. A károkat a hernyó a szár belsejének végigrágásával, vagy a cső megrágásával okozza, megzavarva azzal a tápanyagforgalmat és a növény fejlődését. Több szerző (MILE és ILOVAI 1979, PÁLFY 1983) a kár e formáját elsődlegesnek tekinti, megkülönböztetve a kukoricaszár eldőléséből, címertöréséből eredő veszteségektől. A károk közé tartozik a megtelepedő szaprofiton és fitopatogén gombák által előidézett közvetett termésveszteség is (VIRÁG 1959, HERTELENDY 1999).

A molylárvák kukoricán okozott kártételének megállapítására már többen végeztek méréseket valamint kísérleteket, s ezek eltérő volta is mutatja, hogy a kártétel kialakulásában sok tényező játszik meghatározó szerepet (MANNINGER 1949, BERZSENYI 1980b, ČAMPRAK 1994). A kárkép a területen foltszerűen jelentkezi, amely a faj tojásrakási etológiájából következik (NAGY 1993).

A kár nagyfokú változatossága egy tápnövényen belül is széles határok között mozog. A kártétel nagyságának növekedése, a monokultúrás kukoricatermesztés és az iparszerű termesztési módok elterjedésével párhuzamosan alakult (DARABOS 1973). Napjainkra a kukoricamoly egyedszáma a húsz évvel ezelőttihez képest közel a hétszeresére emelkedett, amely a kártétel nagyságának alakulását is jelentősen meghatározza (MILE 1990).

HERTELENDY és SZABÓ (1976) kutatásai alapján 69%-os töfertőzöttség mellett a potenciális termés 11%-a, azaz hektáronként 740 kg a kukoricamoly által okozott kár. Ebből a csőtömeg-csökkenés 512 kg, a

ledőlt tövek miatti veszteség 228 kg. A termés csökkenés a szárban talált lárvák számának arányában növekedett. A veszteség mértéke emelkedő tendenciát mutat. Ha csak fertőzött, de törésmentes a szár; ha a fertőzés miatt a szár a cső felett tört el; ha a szár a cső alatt tört el; és ha elfeküdt a szár. MANNINGER (1960) 68%-os fertőzés mellett 20%-os termésveszteséget mutatott ki. MILE és ILOVAI (1979) szerint 10%-os fertőzöttség 5-6000 kg/ha termésveszteséget okoz. Csapadékos évben, azonos fertőzöttség mellett a kár mindig nagyobb. PÁLFY (1983) mérései során az elsődleges és a másodlagos kárt közel azonos mértékűnek találta. Öt év adatai alapján, a fertőzöttségi százalékhöz kötve, termésben és forintban adja meg a veszteségeket. CHIANG (1973) 10 éven át tartó vizsgálatai alapján, arra a következtetésre jutott, hogy az áttelelt nemzedék egy lárva növényenként 3%-kal csökkenti a termést. DOLINKA (1961) a korai fajtáknál 3,5-5,9%, a középkorai fajtáknál 2,6-2,9%, a középkésői fajtáknál 7,7% termésveszteséget mutatott ki. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a kukoricamoly kártételének mértéke rendkívül változó. Elsősorban a fertőzési százaléktól, a fertőzés bekövetkeztének időpontjától, az egy tőben található hernyók számától (LABATTE 1991), az időjárástól és a kukorica fajtájától, hibridtől függ (HERTELENDY 1978, 1979, HORVÁTH 1996). Különösen érzékeny károkat okoz csemegekukoricán (FÁTRAI és KRASZNAI 1977, JÁKI 1986, GÁL és HERTELENDY 1993a, 1993b).

A kukoricán kívül megtalálható a kukoricamoly lárvakártétele szeptember folyamán paprikán, amelyet többnyire a második nemzedék okoz (NEY 1966, ARTHOFER 1966, FÜLÖPNÉ és ACSÁDI 1994). V. RAKK és MUNKATÁRSAI (1992) beszámolnak arról, hogy Keszthelyen, a Belecskai paprika fajtában, a magtermesztő táblán, a bogyók 10-15%-át károsították a kukoricamoly lárvái. A károsított paprika magházában, a magok 17%-át elpusztították, ezen kívül a magok 20%-a penészes lett. Jelentős károkat mértek még kender- (NAGY 1959), komló- (BENEDEK és MTSAI 1966) és málnaültetvényekben (BALOGH 1973), sőt megfigyelték jelenlétét gyümölcsösben is (VARGA 1967).

2.2.6. A kukoricamoly előrejelzése

Az előrejelzési vizsgálatok a védekezés szükségességének és időpontjának megállapítására szolgálnak. A fertőzöttség várható nagysága matematikai képlet segítségével kifejezhető. BARLOW és MUTCHMOR (1963) parciális regressziós analízissel határozta meg a várható kártételt, mégpedig az imágók rajzásakor a fénycsapdában fogott egyedek száma és a rajzásidő alatt lehullott csapadék adatainak felhasználásával.

A kukoricamoly által okozott kár nagysága, illetve a kártétel bekövetkeztének időpontja fontos a védekezési időpont helyes megválasztásánál és a várható termésveszteség becslésénél. A inszekticidekkel történő védekezések pontos időzítéséhez szükség van az előrejelzésére. Távprognózis nem adható, mert az áttelelő lárvákat ért biológiai hatások és a klimatikus tényezőktől erősen függő rajzás és tojásrakás eredményessége előre nem elemezhető ki (MANNINGER 1971).

Tojásrakáskor nagyon fontos a meleg, párás időszak (MOHAINÉ 1992). A lepke csak 18,5 °C levegő hőmérséklet feletti éjjeleken rak tojást. Az amerikai kukoricatermesztő övezet azért kedvez jobban a kukoricamoly elszaporodásának, mert rajzáskor melegebb és párásabb az időjárás, mint hazánkban (MANNINGER 1960). A szignalizáció, a kártevő közvetlen jelentkezésének a kimutatása, a kukoricamoly esetében is hasznos adatokat szolgáltat a védekezés szükségessége, és ennek időzítése tekintetében (NAGY 1961a, MÉSZÁROS 1969). A tojást rakott nőstény potrohán jelentkező sárgás sáv a szignalizációban ugyancsak értékesíthető (ELLIOT és MTSAI 1978).

A tojáscsomók felmérése még mindig csak hozzávetőleges adatokat szolgáltat a várható fertőzöttséget illetően, mert a heves záporok, az erős szél, a tartós szárazság egyaránt hozzájárulhat a tojások és a kelő lárvák mortalitásához (DUBLIZIGARIC 1966). A levélrágottság mértéke és a később bekövetkező kártétel között, amerikai hibrideken határozott összefüggést állapítottak meg (BERRY és MTSAI 1978).

A gyakorlatban elvégezhető előrejelzési módszereket HERCZIG és HANÓ (1987), illetve BENEDEK (1983) foglalta össze. Utóbbi megállapította, hogy a felszaporodást a rajzás idején uralkodó időjárás határozza meg. A mérsékelt meleg, csapadékos időjárás kedvez a rajzásnak.

A védekezés időzítésénél az előző évi fertőzésből kell kiindulni. Az egyes fertőzési százalék-tartományokhoz különböző termésátlagok rendelhetők, ennek alapján megállapítható a termésveszteség. Az előrejelzési módszerek összehasonlítását PÁLFY (1982) foglalta össze. Ebből, a különböző előrejelzési megoldások hatékonyságának és pontosságának különbségeire hívja fel a figyelmet. A mezőgazdasági gyakorlatban a fény és a szexuál-attraktáns csapdákra alapozott prognózis a legelterjedtebb.

2.2.6.1. Kukoricamoly előrejelzése fénycsapdák segítségével

Az éjjel repülő rovarok tömegviszonyainak és a rajzás idejének megállapítására a legáltalánosabban használt mintavételi eszköz a fénycsapda, amely a rovarok pozitív fototaxisán alapul. A fénykörbe jutott rovarok többnyire logaritmikus spirál mentén közelednek a fényforráshoz. BUDDENROOK (1937) szerint, tehát a rovarok mechanikusan, akaratuk ellenére jutnak el a lámpához.

A fénycsapdás rovargyűjtés a populáció felmérés relatív eszközei közé tartozik, amely a rovar természetes viselkedésének megzavarásán alapul. Ezzel a felvételezéssel nem lehet számokban megadni egy-egy faj területegységre vonatkozó egyedsűrűségét, hanem a befogott egyedek számának emelkedéséből, csökkenéséből lehet következtetni a populáció egyedszám változásaira. A begyűjtött egyedeket kell viszonyítani a területen adott időegység alatt jelenlevő rovarnépsétséghez. Feltételezhető tehát, hogy a fénycsapda által szolgáltatott adatok állandó viszonyban vannak a jelenlevő populáció nagyságával (NOWINSZKY 2003).

JERMY (1998) véleménye szerint, „...a fénycsapdák a jelenlevő rovarnépesség egyedeinek csak egy igen kis töredékét képesek befogni...” Ezt az állítást támasztják alá KISS (1989), valamint KISS és MÉSZÁROS (1989) vizsgálatai, amely során 1,6 méter magasságban, a tábla szegélyétől 20-30 m távolságban, a kukoricában irányított fényű csapdát üzemeltettek, amelyet a rovarok nem láthattak távolról. Ez bizonyította, hogy a befogott egyedek nem a fényforráshoz repültek, hanem annak környékén tartózkodtak.

JÁRFÁS (1982) a kártevő lepkefajok előrejelzésére a fénycsapda adatok felhasználását dolgozta ki. A fénycsapdás gyűjtési adatok hasznosíthatósága sokrétű. Faunisztikai, állatföldrajzi, taxonómiai, cönológiai, etológiai, rajzásfenológiai és populációdinamikai vizsgálatok is megvalósíthatók. A rajzásfenológiai felmérések során a különböző fajok befogott egyedei segítségével megállapítható a nemzedékszám, ezek megjelenésének, eltűnésének időpontja, valamint a rajzások időtartama. Az adatok grafikus módon történő ábrázolása szemléletesebben is mutatja mindezen tendenciákat. Populációdinamikai vizsgálatok számára a több éven át folyamatosan üzemelő fénycsapda által szolgáltatott adatok alkalmasak. Az így nyert adatok az évek közötti egyedszám változást, a populáció hiperciklikus változásait tükrözik (NOWINSZKY 2003).

A növényvédelmi gyakorlat számára is jelentős információkkal szolgál a fénycsapda által gyűjtött adatsor. HANÓ (1984) megállapította, hogy az optimális védekezés időpontjáig, a tömeges lárvakelésig az imágók 80%-a rajzik ki. KATONA és CZIKLIN (1984) csemegekukoricán végzett megfigyeléseikben megállapították, hogy az ökológiai tényezők ismeretében, valamint a fénycsapda fogási eredmények alapján, a lárvakelés kezdetétől 3-4 naponta megismételt területi megfigyelésekkel kiegészítve, hatékonyan lehet védekezni. Tehát a védekezés időpontja a tömeges lárvakelés időszaka. PÁLFY (1976) Vas megyei körülmények között a kártételi veszélyhelyzetet 10%-os molyfertőzöttség fölött határozta meg.

A kukoricamoly fénycsapdás megfigyelése során hazánkban B. BALÁZS (1965) vette először figyelembe a klimatikus tényezőket. A fénycsapdák naponkénti fogását, az aznapi meteorológiai elemekkel vetette egybe.

A rovarok hím és nőtény egyedei fajonként eltérő arányban gyűjthetők fénycsapdával. A fénycsapdával befogott rovarok ivararányát évtizedek óta figyelemmel kísérik a kutatók, amelynek eredményei értékes információkat nyújthatnak a növényvédelmi prognosztika számára. Így gradáció kialakulását feltételezhetjük, ha a fénycsapdával fogott nőtények száma nagymértékben növekszik (NOWINSZKY és MTSAI 2000).

A szakirodalmi adatok ellentmondásosak a fénycsapdás gyűjtésre alapozott szexuál-index meghatározásánál. Míg JÁRFÁS (1978) mindkét nemzedék esetében kevesebb hímet és több nőtényt tapasztalt, addig LESZNYÁK és MUNKATÁRSAI (1993) az első nemzedék esetében hímdominanciát állapítottak meg a rajzás kezdeti stádiumában. Az egynemzedékes kukoricamoly fénycsapdázott anyagból a nőtény arányát CORDILOTT (1989) Svájcban 47,3%-nak találta. Az ivararány fajspecifikus statikus érték, amely a népességváltozással összefüggő használható eredmény (SZEŐKE és SZARUKÁN 1987). MOHAINÉ és HERCZIG (1979), majd LESZNYÁK és MUNKATÁRSAI (1993) szerint, a fénycsapda által gyűjtött rovar egyedeinek változásával a nőtények százalékos aránya is változik. Az összefüggést JÁRFÁS és MUNKATÁRSAI (1978) a nemek eltérő hőküszöbével magyarázta.

A természetben, a nőtények arányszámát elsősorban a hőmérsékleti minimum értékek befolyásolják. A hímek és a nőtények csak meghatározott fiziológiai állapotban vonzódnak a fényhez. A kukoricamoly nőtényei viszont a bábból való kibújás után bármikor repülhetnek a fénycsapdára (SHOWERS és MTSAI 1974).

A kukoricamoly viselkedése a fényforrás közelében változatos lehet. JÁRFÁS (1978) eredményei támpontot nyújtanak a kukoricamoly hazai körülmények közötti optimális megfigyeléséhez. Véleménye szerint, a 190 cm magasságban kihelyezett, higanygőz lámpával üzemeltetett csapda fogáseredményei a legkedvezőbbek, amely 50-200 méter távolságból, 20 óra és 03 óra közötti időtartamban képes intenzíven kukoricamolyt vonzani. VOJNITS és VOIGT (1971) felmérései ettől kissé eltérnek ettől, mivel ők a kihelyezési magasságot 2,5 méterben optimalizálták. Ebben a témakörben HERCZIG és BÜRGÉS (1980) munkája adhat bővebb tájékoztatást.

HERVEY és PALM (1935) arról számol be, hogy a fényhez közel, a kukoricalevélen ülő lepkék néhány perc múlva felszálltak és továbbrepültek. CORDILLOTT (1989) megfigyelte, hogy a kukoricamoly imágók gyakran megnyugodtak a fényben vagy annak környékén. A lepkék kiültek a fénycsapda egy méteres körzetébe. Azt is tapasztalta, hogy a lepkék 1-3 méterrel a csapda fölött, többnyire szélirányban, egyenesen a kukoricatábla felé haladtak és eredeti irányuktól nem térítette el őket a lámpa fénye.

A fénycsapdás felméréseket számos abiotikus tényező is befolyásolja. JÁRFÁS (1978) a legfontosabb időjárási elemeknek a hőmérsékletet, a relatív páratartalmat és a szélesebséget tartja. Néhány fontos kártevőre vonatkozóan telítési értékeket határozott meg. Kiszámította, hogy ezen időjárási elemek mért értékein, a befogható rovarok hány százaléka repülhet a fényre. Több publikáció számol be a hőmérséklet és a csapadék rajzást befolyásoló hatásáról (JAKABFINÉ és RUSZIN 1977, GYURKÓ 1980, OHNESORGE és REH 1987). A korai rajzáscsúcs bekövetkeztét okozhatja egyaránt a korai májusi csapadék (HERTELENDY 1979) és hirtelen jelentkező kora tavaszi erőteljes felmelegedés (PÁLFY 1976, KESZTHELYI és TAKÁCS 2000). A frontváltozások hatásával, a fényre repülő rovarok megfigyelésével WÉBER (1959), míg a nap fénycsapdázást befolyásoló

hatásaival NOWINSZKY és MUNKATÁRSAI (1999), NOWINSZKY és PUSKÁS (2001) foglalkoztak részletesen.

Az egyes környezeti tényezők az élő szervezetekre gyakorolt hatásukat azonban nyilvánvalóan nem egyenlő mértékben és nem egymástól függetlenül, hanem az összes többi tényezővel egyidejűleg és részben kölcsönhatásban fejtik ki. Előzetes kutatások eredményei alapján 25 környezeti tényező gyűjtést módosító hatását sikerült bizonyítani (NOWINSZKY 2003).

A fénycsapda sok értékes információt szolgáltat a biológiai kutatások és a növényvédelmi prognosztika számára. A legfontosabb kártevő fajokra vonatkozóan viszont fel kell tárnai a környezeti tényezők együttes módosító hatását, ezáltal lehetővé válik a gyűjtési adatok korrekciója. A hiperciklikus mozgás tendenciájának nyomon követésére a korrigált fogási adatokat lehetne használni (NOWINSZKY 2003).

2.2.6.2. Kukoricamoly előrejelzése feromoncsapdák segítségével

A rajzásmenet nyomon követésére újabban alkalmazott eszköz a szexferomon csapda. FABER (1975) a 11 tetradecinil-acetát különböző izomer kombinációinak hatását próbálta ki. A vegyület cisz, illetve transz izomerjeit ötféleképpen keverte össze. A legtöbb vizsgálati helyen a 97:3 arányt találta eredményesnek. Európa nagy részén élő populációk az ilyen arányú izomerhez vonzódtak a leginkább, az olaszországi és hollandiai egyedek kivételével.

Magyarországon sajnos hasonló felméréseket mindeddig senki nem végzett. KLUN és MUNKATÁRSAINAK (1975) két kísérlete is bizonyította a Z:E 97:3 arányú izomer vonzását. Néhány adatból kiderül, hogy az első rajzás idején hatékony 11 tetradecinil-acetát, a második rajzás idején gyenge vagy semmilyen hatást nem fejt ki. Ez arra enged következtetni, hogy a két eltérő ökotípusnak számító egy és kétnemzedékes populációk különbsége, a szexferomon-polimorfózisban is megmutatkozik (PEÑA és

MTSAI 1988). A szexuál-attraktáns csapdák, különböző mértékű vonzását az USA-ban is leírták (HARRISON és VAWTER 1977). Az aszinkronitás a feromon- és fénycsapdák által szolgáltatott adatok között is fellelhető (LESZNYÁK és MTSAI 1993).

PÁLFY (1982) eredményei szerint a szintetikus szexferomonok jó szelektivitású készítmények, de a kártevő rajzásdinamikájának nyomon követésére jelenleg alkalmatlanok.

Szexuál-attraktáns csapdák előrejelzési megbízhatóságának megítélése ellentmondó, azonban több szerző által alkalmazott (JÁRFÁS 1978) és javasolt (SZEŐKE 1994) prognosztikai eszköz. Mindez azzal magyarázható, hogy a feromonok hatásának függése a különböző környezeti tényezőktől még nem tisztázott.

2.2.7. A kukoricamoly elleni védekezés

2.2.7.1. Agrotechnikai védekezés

A kukoricamoly a károsított növényi részekben telel át, így ellene a védekezés legkézenfekvőbb megoldása a helyes agrotechnika. Az agrotechnikai módszerek közé tartoznak a legrégebbi eljárások, amelyek közül több ma is eredményesen alkalmazható. Az állattenyésztés háttérbe szorulásával csökkent a kukoricaszár alomként, takarmánként történő felhasználása (CSUTINÉ és MTSAI 1959). A szár felszecskázása akár a kukoricaföldön, akár a gazdasági udvaron történik, csak kevés hernyót pusztít el (NAGY 1960a, 1961b, 1961c). Amennyiben a szecskázott anyag silóba kerül, a hernyókra ez pusztulást jelent (BRADLEY 1952). A kukoricatárlón kíváncsi a tiszta szántás (MISETA 1958, BERGER 1980), mert a szárdarabokkal alászántott hernyóból kifejlődő lepke még 10 cm mélységből is felszínre tud jutni (GRANDORY és ROTA 1954). Franciaországban a különböző védekezési módszerek összehasonlítása

során jó eredményt értek el a szár feldarabolása utáni alászántásos módszerrel (STENGEL 1979). 1920 és 1940 közötti esztendőkből az agrotechnikai módszerek jelentették a védekezés fő lehetőségeit (ECKSTEIN 1935). Amerikai vizsgálatok kimutatták, hogy a jól végrehajtott agrotechnikával 95%-os populációcsökkenést is el lehet érni (BIGGER és PETN 1953). A jó agrotechnikai védekezéshez hozzátartozik a megfelelő állománysűrűség, az optimális vetésidő és tápanyag utánpótlás is (BRADLEY 1952, ENGEL 1971). Az 2-5. ábrákon olyan agrotechnikai hibák, vagy mezőgazdasági megoldások láthatók, amelyek segítik a kukoricamoly áttelelését.



2. ábra. Kukoricatarló tavasszal



3. ábra. Gyomos kukoricatábla



4. ábra. Betakarítatlan kukorica télen



5. ábra. Betakarítás után kévébe rakott kukoricaszárak

2.2.7.2. Vegyszeres védekezés

Az inszekticides kezelések napjaink legelterjedtebb megoldásai a molylárva elleni védekezésben. Vegyszeres védekezéssel a kukoricamolylártétel közvetlenül megakadályozható, azonban Magyarországon a takarmánykukoricában a fertőzöttség mértéke ritkán haladta meg a gazdaságos védekezés szintjét. Az árukukorica előállításban a kémiai megoldások alkalmazása kérdéses, mivel „az ágazat a magas vegyszerárakat nem bírja el” (PÁLFI 1983). Ezért az inszekticidek alkalmazása a vetőmagtermesztésben és a csemegekukorica előállításban indokolt. A szintetikus inszekticidekkel hazánkban az első kísérletek az 1950-es évek végén indultak, aminek eredményei azt bizonyították, hogy erős fertőzés esetén egyetlen kezeléssel nem érhető el jó eredmény (PÁSZTOR 1962). Számos eredményes kísérlet folyt granulált rovarölő szerek (COX és MTSAI 1956a, 1956b, WRESSEL és DRISCOLL 1959, NAGY 1962, SZIGETHY 1964, 1966), illetve érintő idegmérgek (HAWKINS 1951, LUCKMANN és PETTY 1958, WELLS 1962, NAGY és PÁSZTOR 1962) felhasználásával hazai, mind nemzetközi szinten. Megoldások születtek, intenzív kukoricatermesztés mellett öntözőberendezésen keresztül kijuttatott inszekticidek alkalmazásával is (FROMMER és MOLNÁR 1989; JOBBÁGY 2003). Egyes tanulmányok nagy jelentőséget tulajdonítanak az állománypermetezésnél a hidas traktorok alkalmazásának, melynek jelentősége a repülőgépes védekezések visszaszorulásával párhuzamosan növekedni fog (KESZTHELYI és MTSAI 2003). A vegyszeres védelmet addig érdemes végezni, amíg a kikelt hernyók nem furakodnak be a szárba, ezért ilyenkor a szignalizáció a legfontosabb. A vegyszerek széles skálája használható a kukoricamolyl populáció egyedszámának korlátozására (az 1. melléklet tartalmazza a 2003-ban kukoricamolyl ellen engedélyezett készítmények listáját). A kukoricaszár takarmányozási célra való felhasználásakor, valamint csemegekukoricánál tekintettel kell lenni a vegyszermaradványra (HERTELENDY és SZABÓ 1976).

2.2.7.3. Biológiai védekezés

2.2.7.3.1. A kukoricamoly természetes ellenségei

A kártevő leküzdésére több megoldás született, de a környezetvédelmi szemlélet előretörésével a természetes ellenségek alkalmazása tűnik a legösszerűbb megoldásnak. Intenzív kutatómunka indult hazai és nemzetközi szinten a kártevő biológiai leküzdésére már az 1920-as évek második felében. Ennek lendületet adott a kukoricamoly Észak-Amerikába történő betörése. Ekkor számos amerikai és európai kutató kereste a kukoricamoly parazitoidjait, epizitáit (HUSZ 1928, 1929, KOTLÁN 1928, 1929, NAGY 1993).

Biológiai védekezéssel környezetkímélő módon és hatékonyan lehetne védekezni a kukoricamoly ellen.

A kukoricamolyt megtámadó kórokozók: a *Perezia pyraustae* protozoa, a *Metarrhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* gombák és a *Bacillus thuringiensis* baktérium, amellyel napjainkban a leghatékonyabb biológiai védekezést végzik. A *Bacillus thuringiensis* tartalmú granulált készítmények perzisztencia követelménynek (a kukoricamolynál nagyon fontos) is jobban megfelelnek, mint a korábbi permetlé formulációk (HUDON 1963, HSIU és MTSAI 1973, LYNCH és MTSAI 1977). A *Bacillus thuringiensis* hatékony változatainak felhasználásával többen foglalkoztak külföldön (ANGLADE és VIELE 1973, INJAC 1979), és hazánkban is (HATALÁNÉ és MILE 1992). A kukorica kultúrában számos engedélyezett készítménye volt és van forgalomban (pl.:Dipel, Foray 48B stb.)

A *Beauveria bassiana* gombaspóráit kukorica és árpalisztra felvive jó eredményeket értek el a Szovjetunióban (VELICKAJA 1968). Észak-Amerikában a *Perezia pyraustae*-hoz fűztek reményeket, ahol e mikroorganizmus természetes populációkban elterjedt (WENG 1975). Az entomopatogén gombák, labor és üvegházi körülmények közötti eredményes felhasználása igazolt (BAIRD 1954, YORK és BRINDLEY 1958),

azonban ezek szántóföldön történő felhasználása mindeddig eredménytelen maradt.

Az első parazitoidot, a *Sinophorus alkae*-t 1927-ben Schmidt tenyésztette ki kukoricamoly lárvából (JABLONOWSKI 1930). Egy amerikai kutatócsoport pár évvel később kukoricamoly lárvákból a *Lydella thompsoni* nevű fürkészlegyet nevelte ki, amely a későbbiekben a kukoricamoly jelentős parazitoidjaként jelent meg. Több publikáció e fajokat mind Magyarországról (BÁNK 1972), mind külföldről a kukoricamoly jelentős populáció csökkentő tényezőjeként említi. Franciaországban e fürkészlegy az *Eriborus terebrans* fürkészdarázzsal együtt a hernyók 30 százalékát pusztította el (STENGEL 1979). Az *Eriborus terebrans* jelentőségét, parazitoid tevékenységét több nemzetközi publikáció is kiemeli (WINNIE és CHIANG 1992, LANDIS és HAAS 1992).

DUDICH (1928) és NAGY (1984) összefoglaló munkái tartalmazzák a kukoricamoly Magyarországon található potenciális parazitoidjainak listáját. A parazitoid fajok jelentőségének megítélése igen ellentmondó. A *Sympiesis viridula* fémfürkész és a *Habrobracon brevicornis* gyilkosfürkész fajokat a kukoricamoly rendszeres parazitoidjainak említi NAGY (1984), amelyek megjelenése és tevékenysége napjainkban sajnos csökkenő tendenciát mutat. A fent említett *Synophorus alkae* és *Lydella* fajokat pedig a legfontosabb rovarparazitoidjaiként tartja számon több felmérés (BÁNK 1972, NAGY 1984). E rovarok mellett a gyakorlati növényvédelem szempontjából fontos lehet a *Habrobracon hebetor* (PAPP 1994). E gyilkosfürkész fajjal együtt említhető a *Habrobracon brevicornis* (ZAKI és MTSAI 1994) és a *Macrocentrus grandii* (ORR és PLEASANTS 1996), amely 18%-ban is képes parazitálni a kukoricamoly lárvákat.

Az itt felsorolt fajok mellett, még számos rovarparazitoidja van a kukoricamolynak, amelyek kisebb százalékban pusztítják a lárvákat. Itt lehet említeni a *Phaeogenes nigridentis*, a *Sympiesis viridula* és az *Exetastes illusor* fürkészdarazsakat (NAGY 1984), és a *Pseudoperichaeta nigrolineata* fürkészlegyet (GRENIER és PLANTEVIN 1990).

A rovarparazitoidok felhasználásánál a *Trichogamma* sp. tojásfűrészek alkalmazására összpontosították az erőket Európában. Bizonyos fajukat a megvédendő terület „elárasztásos módszerével” biológiai védekezésre használják, biopeszticid formájában. Különösen jól bevált a velük történő védekezés a kukoricamolyon kívül, a nyerges szőlőfűrtmoly (*Lobesia botrana* Denis et Schiffermüller) és a tarka szőlőfűrtmoly (*Eupoecilia ambiguella* Hübner) ellen. E téren a legtöbb munkát a Szovjetunióban végezték (SCSEPETYILNYIKOVA 1975), de számos publikáció igazolta e nemzetség különböző fajainak felhasználhatóságát (BIGLER és BRUNETTI 1986, HATALÁNE és MTSAI 1986, HASSAN és GUO 1991, SZEŐKE és MTSAI 2001).

A ragadozók vonatkozásában szegényes a hazai szakirodalom. A varjak (SZOMJAS 1913, 1914) és más madárfajok lárva és lepke pusztítása mellett, egyéb rovar epiziták is szerepet játszhatnak a kukoricamoly pusztításában. A poloskák közül RÁCZ (1980) az Orius és Nabis fajokat említi meg, mint rendszeresen előforduló tagjai a kukoricásnak. Nálunk is jelentős szerepet tölthetnek be a külföldön leírt potenciális ragadozók, az Anthocoridae, a Nabidae a Coccinellidae és a Chrysopidae családba tartozó fajok (CHIANG és HOLDAWAY 1955), amelyek fontos szerepet játszanak a tojáscsomók és fiatal lárvák pusztításában. A Fromicidae, a Trombiidae és a Phytoseiulidae családokba tartozó fajoknak is hasonló szerepük lehet, de ez kevésbé tisztázott (HERGULA 1930).

2.2.7.3.2. Egyéb biológiai védekezési megoldások

A rezisztencianemesítés kilátásait, módszereit GUTHRIE (1974, 1980) és ORTEGE (1980) munkái tárgyalják. A rezisztencia a növény morfológiai és kémiai tulajdonságain alapszik, azonban a növény fejlettsége, az év klímakaraktere stb. módosíthatja a genetikailag rögzített rezisztenciát. Az erős fertőzőttség esetében eltűnhetnek a fajtabeli különbségek, amelyek

kisebbségi egyedsűrűség esetén még megmutatkozhatnak. A molyrezisztencia vizsgálat számos nehézségbe ütközik, mert az öröklöttség mellett a fajta, a hibrid fenotípusos fejlődése is meghatározza a fertőződés mértékét. A nemesítés érdekében a vizsgálatokat a lárvák növénybeni eloszlására is ki kell terjeszteni, mert a fajták, hibridek termésvesztesége, károsodása a lárvák növényen belüli elhelyezkedésének is a függvénye (CSOU JÜ CSÖN 1960). Álrezisztencia is kialakulhat, amikor az egyébként fogékony fajta a külső tényezők hatására nem fertőződik (DOLINKA 1973, 1975, 1976). Európa minden kukoricatermesztő országában szelektáltak és nemesítettek a kukoricamoly ellen többé-kevésbé rezisztens kukoricahibrideket; így a volt Jugoszláviában LAZAREVIĆ (1962), BACA és HADŽISTEVIĆ (1979), Romániában BOBIRNAC (1961), a volt Csehszlovákiában MASLER és PIOVARCI (1966), Magyarországon DOLINKA (1961, 1979) és VÖRÖS (1978) nemesített és talált kukoricamoly rezisztens vonalakat. Egyes fajták - azonos fertőzési szint esetében - biológiailag ellenállónak bizonyultak, nagyobb termést hoztak, azaz a fertőzést jobban tűrték, toleránsabbnak bizonyultak (VÖRÖS 1978). Azokon a területeken, ahol a kukoricamoly több nemzedékes, bonyolódik a kérdés azzal is, hogy ugyanazon hibridek rezisztenciája, vagy toleranciája a különböző nemzedékű hernyók ellen rendszerint eltérő (JENNINGS és MTSAI 1974). A Nemzetközi Kukoricamoly elleni Rezisztencia-kutató Munkacsoport (International Working Group on Ostrinia) létrejöttében is a rezisztencianemesítés jelentősége tükröződik (ANGLADE és MTSAI 1980). Magyarországon is, az iparszerű kukoricatermesztés kifejlődésével nagyobb teret kapott e tevékenység (DOLINKA és NAGY 1972).

A génebeszeti úton módosított növények közül a herbicid toleránsok mellett a *Bacillus thuringiensis* génjét tartalmazók köztermesztése folyik a legnagyobb felületen az USA-ban, Argentínában és Kínában. A gén által termelt fehérjének köszönhetően a Bt kukorica a tenyészidőszak végéig védett a kukoricamoly kártételével szemben, így maximálisan

kihasználható a hibrdek terméspotenciálja (SANDERS és CZEPO 1998; BETZ és MTSAI 2000). A génmanipulált hibrdek környezetükre gyakorolt hatása, azonban a mai napig pontosan nem tisztázott. A kukorica toxin tartalmának bomlásával, hasznos élő szervezetekre gyakorolt hatásával több tudományos dolgozat foglalkozott (CREECHIO és STOTZKY 1998, HILBECK 1998).

2.3. A vizsgálatokhoz kapcsolódó szakirodalom áttekintése

2.3.1. Mintavételi kérdések matematikai megközelítése

A valószínűségelmélet és a matematikai statisztika kellő alapismeretet nyújt a mintavételi kérdések vizsgálatához (PRÉKOPA 1962; RÉNYI 1966; SVÁB 1967; VINCZE 1975; HARNOS 1993). E források alapján vázolom az ide vonatkozó elméleti alapokat.

A becslés pontosságának növelhetősége matematikai nézőpontból a nagy számok törvényén alapul. Esetünkben e törvény alábbi megállapítása a leglényegesebb: valamely X véletlen változó mintabeli átlagának ($\bar{X}$ -nak) hibája (szórása) a mintaegységek (n) számának négyzetgyökével arányosan csökken, feltéve, hogy a mintaegységek függetlenek egymástól.

Képletben:

$$s_{\bar{X}} = s / \sqrt{n},$$

ahol: s a minták közötti szórás,

$$s^2 = \sum (x_i - \bar{X})^2 / (n-1),$$

$s_{\bar{X}}$ az átlag szórása (hibája).

Az előírt D pontossághoz a képlet átrendezésével nyerhető becslés a szükséges mintaegységek n' számára:

$$n' = (s/D)^2$$

A gyakorlatban azonban D helyett - amely az átlag szórására ír elő felső határt - célszerűbb az ún. konfidencia intervallum félszélességét, a Δ hibahatárt előírni. Erre az igaz, hogy a sokasági átlag 95%-os

valószínűséggel az $\bar{X}$ átlag $\pm \Delta$ sugarú környezetébe esik. Normális sokasági eloszlás esetén $\Delta = tD$, ahol t az $\alpha = 5\%$ -os hibaszinthez tartozó $n-1$ szabadságfokú Student-féle kritikus t -érték, $n > 20$ esetén $t \approx 2$, $\Delta \approx 2D$. Ekkor a szükséges minták száma:

$$n' = \left(\frac{t \cdot s}{\Delta} \right)^2$$

Ha az alapsokaság statisztikai eloszlását nem ismerjük, n' -re felső becslést nyerhetünk a Csebisev-egyenlőtlenség felhasználásával. Az eredmény annyiban tér el az előbbi képlettől, hogy t helyére $1/\sqrt{\alpha}$ kerül, ahol α a megbízhatósági hibaszint. ($\alpha = 0,05$ mellett elég nagy n -hez $t \approx 2$; $1/\sqrt{\alpha}$ pedig $\sqrt{2}$, ennél fogva a Csebisev-egyenlőtlenségből n' -re számított becslés ötször akkora, mint a normális eloszlás mellett kapott becslés).

A sokasági eloszlás ismeretében a becslő képlet pontosítható. Rovarpopulációkra vonatkozóan SOUTHWOOD (1968) több részletre kiterjedő tömör összefoglalást ad. Kitér a fertőzöttség térbeli mintázatának néhány fontosabb típusára: Bernoulli-eloszlás, Poisson-eloszlás, csonkított Poisson-eloszlás, Pascal-eloszlás. Ezeknek az eloszlástípusoknak rövid és pontos jellemzése található JÁNOSSY és MUNKATÁRSAI (1966) könyvében.

A rovarpopulációk térbeli eloszlásának leírására a legtöbb esetben alkalmas a Pascal-eloszlás (más néven negatív binomális eloszlás), amely - mint az ún. ragályos" eloszlások egyik családja - jelezni tudja a mintázat foltosságát.

Egyik leggyakrabban alkalmazott egyszerű foltossági mutató a David-Moore-féle csoportosulási koefficiens:

$$C_{DM} = s^2 / \bar{X} - 1$$

Minél nagyobb a mintázat foltossága, annál nagyobb a David-Moore koefficiens. Speciálisan, a teljesen véletlen mintázatnak megfelelő Poisson eloszlás esetén C_{DM} elméleti értéke 0, mert ekkor a szórásnégyzet egyezik az átlaggal. Bernoulli (más néven Binomiális) eloszlású sokaságnál C_{DM} negatívvá válik, az ilyen mintázat az egyenletes megoszlás irányába tolódik.

A véletlentől pozitív irányú eltolódást jelent a Pascal-féle mintázat-eloszlás, ekkor C_{MD} pozitív.

A David-Moore-féle csoportosulási koefficiensből nyerhető az ún. diszperziós paraméter, becslése:

$$DP = \bar{X}/C_{DM}$$

amely a Pascal-eloszlás egyik paramétere. Ez annál nagyobb, minél enyhébb a mintázat foltossága, tehát a „foltatlanság” mutatójának tekinthető.

SOUTHWOOD (1968) is kitér arra, hogy a csoportosulási koefficiens és a diszperziós paraméter mintabeli becslése nem egyértelmű, függ a mintaegységek nagyságától és részben geometriai alakjától, ami a mintaegységek függetlenségének hiányából fakad. Nem ragályos eloszlásoknál e kérdés elhanyagolható, de foltos mintázat esetén szinte szituációként keresni kell a leghatékonyabb mintavételi eljárást.

2.3.2. Az alkalmazott molekuláris biológiai módszerek áttekintése

A populáció-genetikai tanulmányokban gyakran alkalmazzák a mitokondriális DNS elemzést (HILLIS és MTSAI 1996, BAKER 2000). A mtk DNS mutációs rátája a sejtmagi DNS-hez viszonyítva sokkal gyorsabb, ezért ideálisabb a populációk elkülönítésére (PORNKULWAT és MTSAI 1998). Az egyedben a mitokondriális genom számos haploid kópiában van jelen, melyek genetikai értelemben azonosak. A mitokondriumok anyai öröklődésűek. A rekombináció hiánya következtében a mtk DNS nukleotid sorrendje jóval pontosabban mutatja az evolúciós változásokat, mint a sejtmagi genom.

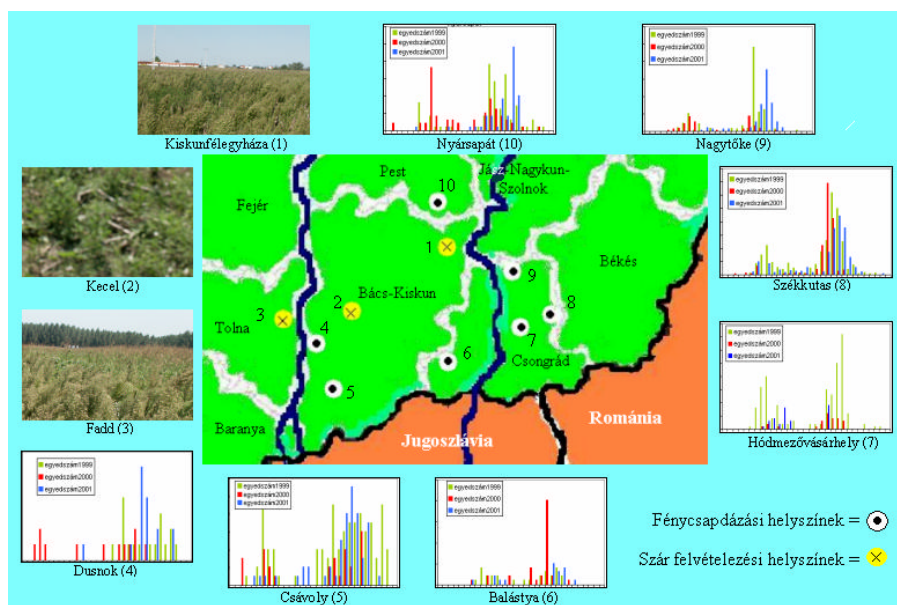
A mitokondriális citokróm b gén nukleotid sorrendjének analízisét gyakran alkalmazzák rovar populációk elkülönítésére, evolúciós kapcsolatuk vizsgálatára (ROKAS és MTSAI 2003). A legtöbb citokróm b-vel foglalkozó populáció genetikai témájú cikkben bázis szekvenciákat

hasonlítanak össze, ami elég sok információt tartalmaz, de eléggé pénz és idő igényes is. A feladatunk célját tekintve hasonlóan megfelelő a ritkábban alkalmazott SSCP módszer (HODGKINSON és MTSAI 2002). Az SSCP, a Single Strand Conformation Polymorphysm angol elnevezésből származik, melyet ORITA és MUNKATÁRSAI (1989) írtak le először. A módszer alapja, hogy az egyszálúvá denaturált DNS szálak instabilak, és a denaturáció csökkentésével specifikus konformációt vesznek fel (több helyen önmagával kapcsolódik), ami a nukleotid sorrendtől függ. A DNS bázis sorrend különbségek vizuálisan is láthatóvá tehetők a poliakrilamid gél elektroforézissel, ugyanis a különböző konformációjú egyszálú DNS molekulák eltérő sebességgel vándorolnak a gélben. Ezzel az eljárással 100-500 bp hosszú DNS fragmenteket lehet optimálisan vizsgálni. A módszer érzékenységét mutatja, hogy már 1 bp eltérés is kimutatható, illetve az azonos szekvenciájú DNS fragmentek azonos sebességgel vándorolnak a poliakrilamid gélben (SUNNUCKS és MTSAI 2000). A szekvenálással szemben az SSCP előnye: gyorsabb és olcsóbb a haplotípus detektáláshoz.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A kukoricamoly második, nyárvégi rajzáscsúcsának megítélése Magyarországon

Vizsgálatainkat az országos fénycsapda-hálózat adataira támaszkodva terveztük meg. A rajzásdiagramok alapján kirajzolódott az országban az a terület, ahol a második, nyárvégi rajzáscsúcs nagyobb a nyáreleji első rajzáscsúcsnál (6. ábra).



6. ábra. Dél-, Délkelet-Magyarországon, a hét fénycsapda állomás három évének rajzásdiagramja és a felvételezési helyszínek

E dél-, délkelet-magyarországi régió három pontján – Fadd (Tolna) 2 ha, Kecel (Bács-Kiskun) 2 ha, Kiskunfélegyháza (Bács-Kiskun) 2,5 ha - (Csongrád megyében sajnos nem találtunk hasonló kukoricatáblát) – betakarítatlan tavalyi kukoricatáblákon 4x100 db kukoricamollyal fertőzött szárat hasítottunk fel. E táblák szomszédságában található idei

kukoricaállományából 4x80 db kukoricamolyos szárat is felvágunk a lárvastádiumok meghatározása céljából.

A lárvastádiumok vizsgálatát VÖRÖS (2002) munkájában közölt adatok szerint végeztük:

	<u>Fejtok szélesség (mm)</u>	<u>Testhossz (mm)</u>
L ₁	0,4-0,7	4-8
L ₂	0,8-1,2	9-13
L ₃	1,3-1,6	14-18
L ₄	1,7-2,0	19-23
L ₅	2,1-2,4	23-26

Munkahipotézisünk szerint, ha a tavaly be nem takarított szárokban találunk még élő kukoricamoly lárvát vagy bábót augusztusban, akkor igaz az a feltevés, miszerint a második generáció jelenléte Magyarországon jelentéktelen. A második rajzáscsúcs ezeken a területeken is az áttelelt lárvák elhúzóódó rajzásának következménye.

A vizsgálatot 2003. augusztus 6-8. között végeztük, amit a rajzásdiagramok által megállapított második rajzáscsúcs időtartamára időzítettünk.

A globális felmelegedés igazolása érdekében megkértük az OMSZ-től az 1995-2002-ig terjedő időszakra az évi átlaghőmérséklet, az átlag csapadék és a napi napfényes órák számát.

3.2. A kukoricamoly rajzásának fény- és feromoncsapdás megfigyelése

3.2.1. A felvételezés helyszínének és idejének ismertetése

A prognosztikai felméréseket a Zala megyei Balatonmagyaródi Mezőgazdasági Szövetkezeti Rt. egybefüggő hibridkukorica táblájában és a Somogy megyei Várda település határában található magántermelő tulajdonában levő kukoricásban végeztük 2002. évben áprilistól szeptemberig.

A területeket úgy próbáltuk megválasztani, hogy egyik az évente egy-, a másik az évente kétrajzású ökotípus területén helyezkedjen el. Számos tudományos dolgozatban is közölt ökotípus határvonaltól -, amely Székesfehérvár és Szolnok között húzható elméleti egyenes - északra helyezkedik el a Balatonmagyaródi Rt. területe, míg délre a közép-somogyi Várda település.

Balatonmagyaródon felállított fény és szexuál-attraktáns csapda egy 100 ha-os egybefüggő hibridkukoricásban működött. A területen Pioneer hibrid került elvetésre vetőmag-előállítás céljából, amelynek nevét nem adhatták meg, a termeltető jogainak tiszteletben tartása miatt. A terület adottságait tekintve egy 24,3 AK, jó N-, P- és K-ellátottságú, enyhén dombos terület, amely maximálisan képes kielégíteni a hibridkukorica-termesztés minden követelményét. A talajelőkészítési, növényápolási, növényvédelmi munkákat (gyomirtás) optimális időben, a növény fenológiai igényei szerint végezték el. A területen kukoricamoly ellen nem védekeztek.

A várdai tábla 50 ha-os 20,1 AK és jó N-, P- és közepes K-ellátottságú, egyöntetűen sík terület, amelybe Asgrow 641 hibridet vetettek. Az eredményes gazdálkodás érdekében minden talajelőkészítési és növényvédelmi munkát (gyomirtás) megfelelő időben végeztek el, de kukoricamoly ellen nem védekeztek.

A vizsgálat idejének megállapításánál a fő szempont az volt, hogy a kukoricamoly biológiájához igazodva, a feltételezett megjelenéstől az ősz közepéig fogott utolsó egyedig működjenek a csapdák. Így egységesen április 25-től szeptember 30-ig végeztünk felméréseket mindkét helyen.

3.2.2. A felvételezés eszközeinek és metodikájának bemutatása

Jermy-típusú fénycsapdákkal végeztük mindkét helyen a felvételezéseket, amely Balatonmagyaródon baleset-megelőzési megfontolások miatt 24 V-os törpefeszültségről működött, szemben a várdai csapdával, amely hálózati (220 V) feszültségről üzemelt. A 7. és a 8. ábrán a kihelyezett fénycsapdák láthatók.



7. ábra. Balatonmagyaródra kihelyezett
fénycsapda

8. ábra. Várdán működtetett
fénycsapda

Balatonmagyaródon és Várdán is 190 cm magasságra függesztettük fel a csapdákat úgy, hogy annak fényét a kukoricatábla felé, sem tereptárgy, sem egyéb közelben levő fényforrás nem zavarta. Izzónak többek között a Jermy által is javasolt 100 W-os normál izzókat használtuk, amelynek színhőmérséklete 2900 °K. Ölőanyagként kloroformot használtunk, amellyel minden este üzembe helyezés előtt feltöltöttük a fénycsapdáinkat.

Balatonmagyaródon a fénycsapdát 15 m-re a kukorica állományába állítottuk fel. Takarástól nem kellett tartanunk, mivel az amúgy is alacsony hibrid, a címerezést követően érte el a fénycsapda izzójának magasságát. Várdán közvetlenül a kukoricatábla mellé állítottuk fel a fénycsapdát. A fénycsapdák minden nap este 20 órától reggel 9 óráig működtek.

Mindkét felvételezési helyszínen szexuál-attraktáns csapdák segítségével is végeztünk megfigyelést. Közvetlenül a kukoricatáblák mellé helyeztünk ki Arco-Pheron MZ típusú szexferomon-csapdákat. A csapdák ragacslapját 2 hetente, a feromont tartalmazó kapszulát havonta cseréltük. Az 9. ábrán a balatonmagyaródi feromoncsapda látható.

A fény- és szexuál-attraktáns csapdák egymástól közel 100 méter távolságban voltak.



9. ábra. Balatonmagyaródon kihelyezett szexuálattraktáns csapda



10. ábra. Fénycsapdás gyűjtésből származó anyag feldolgozás előtti stádiumban

Az adatok begyűjtése mindkét prognosztikai eszköz esetében kétnaponként történt, amely hozzánk heti rendszerességgel jutott el. A fénycsapdával gyűjtött két nap anyagát előre elkészített „gyűjtési cédulával” ellátott nejlon fóliatasakba helyeztettük. A gyűjtési cédula tartalmazta a jellemző éjszakai időjárást és az adott dátumot (10. ábra).

A hozzánk beérkezett anyagból a kukoricamolyokat elkülönítettük és nemek szerint szétválogattuk. Az eredményeket mindkét helyszínen fogási naplóba rögzítettük.

3.2.3. A begyűjtött adatok feldolgozásának ismertetése

A begyűjtött molyokat kiválogattuk, és nemek szerint szétválogattuk. Az eredményeket a fogási naplóba rögzítettük, a felmérés végeztével az adatokat grafikus formában ábrázolva, megkaptuk a rajzágörbékét mindkét területre. Mindezekből leszűrt általánosságokat a már ismertetett rajzásdinamikai törvényszerűségekkel egybevetettük.

Keszthelyről és Kaposvárról a Meteorológiai Állomásokról megkértük a területek adott időtartamra vonatkozó meteorológiai adatait. Az igényelt adatok: csapadék (mm), relatív páratartalom (Kaposvárról nem állt módunkban a légnedvesség adatokat megkérni) és a hőmérséklet. A meteorológiai elemeket külön grafikonokon értékeltük, majd a csapadék és hőmérséklet adatokból elkészítettük a felvételi helyekre vonatkozó Walter-Lieth-féle klímadiagramokat.

Mindkét helyszínen, minden hónapra kiszámítottuk a hőmérséklet és csapadék adatok segítségével a Seljaninov-féle hidrotermikus kvóciens értékét, amelyekkel az adott időszak csapadék viszonyait tudtuk jellemezni:

$$HTK = (cs \times 10) / h$$

ahol: a HTK = hidrotermikus kvóciens; cs = az adott hónapban hullott csapadék mennyisége (mm); h = az adott hónap effektív hőmérsékleti összege (°C). A kapott értéket a képlethez tartozó skála szerint értékeltük. Így, ha a $HTK < 1$, akkor csapadék deficitről, ha a $1 < HTK < 1,5$, akkor optimális csapadék viszonyokról és, ha a $1,5 < HTK$ csapadék többletről beszélhetünk.

MANNINGER 1949-ben publikált eredményeire alapozva április1-jétől a napi hőmérséklet maximális értékeit összeadtuk 1500 °C-ig, és megállapítottuk, hogy az adott napokban a populáció hány százaléka rajzott ki.

A meteorológiai elemeknek a vizsgálat időtartamára vonatkozó adatait egybevetettük a rajzás ugyanezen időszakra vonatkozó adataival. Ezekből megállapítottuk, hogy egyes meteorológiai elemek milyen hatással voltak a rajzásra, hogyan befolyásolták a fénycsapdás gyűjtést. Vizsgáltuk, hogy a szexuálindex változása miként követte egyes abiotikus tényezők emelkedését vagy csökkenését, illetve szexuálindex milyen kapcsolatban van a fogási eredményekkel.

Szexuálindexnek nevezzük a nőstények és az összegyedszám hányadosa közötti összefüggést:

$$SZ = F/(F+H)$$

ahol: az SZ = szexuálindex, F = nőstényszám, H = hímek száma.

Mindkét felvételezési helyszínen a fénycsapdák fogási adataiból kiszámoltuk a MÉSZÁROS-féle generációs kvóciens 2002. évre vonatkozó értékeit:

$$G = B/A$$

ahol: G = generációs kvóciens; B = az első nemzedék egyedszáma; A = az áttelelt nemzedék egyedszáma (MÉSZÁROS 1964). A nemzedékek határvonalának eltűnése, amely a rajzás elhúzódása miatt jelentkezett, megnehezítette és kissé szubjektívvá tette a számértéket.

Mindkét fénycsapda által szolgáltatott adatokból kiszámítottuk az egy napra vetített relatív egyed- (1RESZ) és nőstényszámot (1RNSZ) (általánosan kidolgozott kvóciensek). Az előbbi a kukoricamoly jelenlétet jelzi naponként, az utóbbi a kukorica állományokra nehezedő kártételi nyomást fejezi ki.

Kiszámításuk:

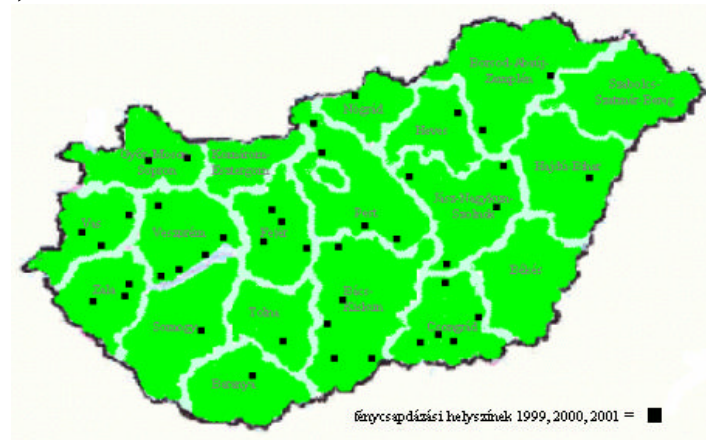
$$1RESZ = N_{esz}/N_{nap}; 1RNSZ = NN_{sz}/N_{nap}$$

ahol: N_{esz} = nemzedékenkénti egyedszám; NN_{sz} = nemzedékenkénti nőstényszám; N_{nap} = nemzedékenkénti napok száma.

Az össz-, a hím és a nőstényfogási adatokat meteorológiai elemekkel összevetve statisztikailag is kiértékeljük a SPSS for Windows 9.0 program segítségével.

3.3. A kukoricamoly országos rajzásfenológiai és populációdinamikai felmérése az országos fénycsapda hálózat adatai segítségével

A kukoricamoly országos rajzásfenológiai és -dinamikai vizsgálata érdekében három év (1999, 2000, 2001) országos fénycsapda fogási eredményeit kértük meg a Budapesti Központi Növény és Talajvédelmi Szolgálattól (Növényvédelmi Információs Rendszer, NIR). Ez 42 felvételezési helyszín adatait tartalmazta az ország több megyéjéből (11. ábra).



11. ábra A NTSZ fénycsapdázási helyszínei 1999, 2000 és 2001-ben

Az Országos Meteorológiai Szolgálat Pest megyei központjától e három évre vonatkozó meteorológiai adatokat igényeltük minden év április 25-től szeptember 30-ig. A győri, keszthelyi és a szegedi regionális állomásról az abiotikus elemek közül az átlag-, a maximum, a minimum hőmérsékletet, a hullott csapadék és a relatív páratartalmat kaptuk. A meteorológiai elemeket külön értékeltük, a csapadék és a hőmérséklet adatokból elkészítettük a felvételi helyek adott időtartamára vonatkozó Walter-Lieth-féle klímadiagramokat.

Az ország 42 fénycsapda felvételezési helyszínéről begyűjtött rajzásadatok alapján elkészítettük az adott területeken megfigyelhető populációk rajzásfenológiáját. A fénycsapda által szolgáltatott adatokból kiszámítottuk az egy napra vetített relatív egyedszámot (lásd a 3.2. fejezetet), amely a kukoricamoly jelenlétét és kártételi nyomását jelzi egy napra lebontva.

A három egymást követő év rajzásadataiból módunkban állt a Mészáros-féle generációs kvóciens (lásd a 3.2. fejezetet), az elszaporodási kvóciens, és az egymást követő évek generációs kvóciensének (általában kidolgozott mutató) kiszámolása, amelyek segítségével rajzásdinamikai megállapításokat tettünk.

$$E=U/M$$

ahol: E = elszaporodási kvóciens; U = az adott év egyedszáma;
M = az adott évet megelőző év egyedszáma.

$$GY=UG/MG$$

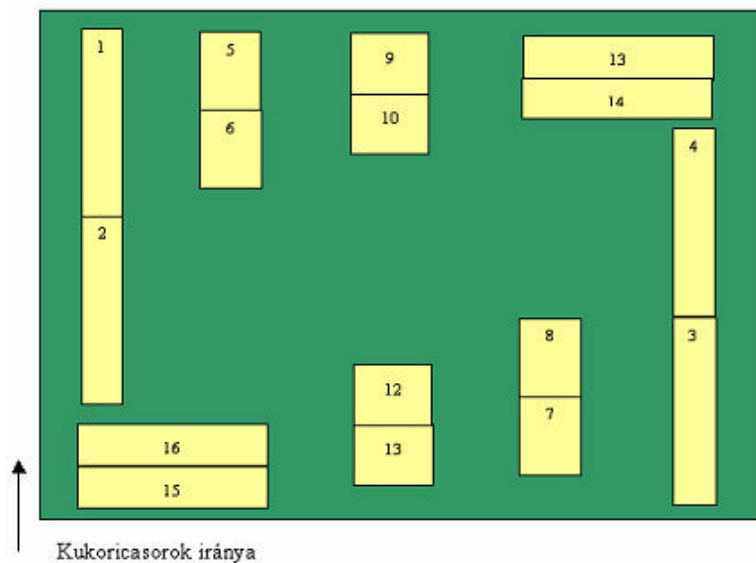
ahol: GY = egymást követő évek generációs kvóciense; UG = az adott év első generációjának egyedszáma; MG = az adott évet megelőző év utolsó generációjának egyedszáma.

Mindezekből leszűrt általánosságokat a már publikált rajzásdinamikai törvényszerűségekkel egybevetettük.

3.4. Optimális mintavételei stratégia a kukoricamoly lárvafertőzöttség becsléséhez

3.4.1. Mintavétel

A kukoricamoly lárvakártételének felmérését először 1997 őszén Somogyszilen, egy 120 ha-os kukoricatáblán végeztük. Leszámoltunk egy 10 m²-es területen lévő kukoricatöveket és a látható kukoricamoly kárképeket. Az ismétléseket (4, 6, 10) 50 soronként jelöltük ki a tábla szélén, majd 100 m-rel beljebb. Ezután áttértünk a 13 fm-en található tövek vizsgálatára, majd az egymást követő 100 tő fertőzöttségének megállapítására. Később az ismétléseket az egymás melletti sorokban jelöltük ki. Végezetül a 12. ábrán látható mintaterületeket alakítottuk ki, ahol a tövek sorszámának feltüntetése jelentette a fertőzöttséget. 1998-ban Igalon egy 108 ha-os területen a felmérést megismételtük. Mivel itt a fertőzöttség többszörösen meghaladta az előző évit, soronként 25 töves blokkokat alakítottunk ki és jegyeztük fel a károsítást.



12. ábra. A kukoricamoly lárvakártétel felmérésére kialakított mintaterületek

3.4.2. A feldolgozás módszerei

3.4.2.1. Elméleti módszertani meggondolások, összefüggések, jelölések

A fertőzöttség adott pontosságú becsléséhez szükséges mintaegységek nagyságának, alakjának és számának keresése céljából az

$$n' = \left(\frac{t \cdot s}{\Delta} \right)^2$$

képletből indulhatunk ki annak ellenére, hogy ez elvileg csak független és normális eloszlású mintaelemek mellett érvényes. A normális eloszlás követelménye nem túl lényeges. Az átlag, bennünket érdeklő környezetében már kisebb mintaegységek esetén is elfogadható közelítéssel teljesül.

1. tábla (Somogyszil, 1997)

1- 4. parcella – 10x100 m (13 sor x 510 tő)	⇒ 6630 tő
5- 8. parcella – 25x40 m (32 sor x 204 tő)	⇒ 6528 tő
9-12. parcella – 40x25 m (52 sor x 128 tő)	⇒ 6630 tő
13-16. parcella – 100x10 m (130 sor x 51 tő)	⇒ 6630 tő

2. tábla (Igal, 1998)

1- 4. parcella – 10x100 m (13 sor x 500 tő; 25-ös egység)	⇒ 6500 tő
5- 8. parcella – 25x40 m (28 sor x 200 tő; 25-ös egység)	⇒ 6500 tő
9-12. parcella – 40x25 m (52 sor x 128 tő; 25-ös egység)	⇒ 6500 tő
13-16. parcella – 100x10 m (130 sor x 50 tő; 25-ös egység)	⇒ 6500 tő

Zavaró lehet a függetlenség követelménye. Kisméretű mintaegységekre biztosan nem érvényes. Vegyük például a legkisebb mintaegységet az egyetlen tőt. Foltos fertőzöttségi mintázatnál egy fertőzött tő szomszédságában nagy valószínűséggel szintén fertőzött töveket találtunk, egészséges tő szomszédai viszont várhatóan szintén egészségesek. Más szóval a szomszédos tövek között bizonyos mértékű

korreláció tapasztalható. Ha növeljük a mintaegységek méretét, a szomszédos mintaegységek korrelációja fokozatosan gyengül. Remélhető, hogy egyszer csak gyakorlatilag jelentéktelenné válik. Hogy ez mikor következik be, azt a fenti képlet célszerű átalakításával próbáltuk kideríteni.

A képlet említett átalakításától elvártuk, hogy abban megjelenjenek a mintavételi tényezők mutatói: a foltosság, a mintavételi egységek nagysága (és alakja), a tényleges fertőzöttség.

Alkalmazott jelölések:

- r = a kukoricatövek száma mintaegységenként
- n = a felmérésben szereplő mintaegységek száma
- $N = nr$, a felmért tövek száma összesen
- p = a tábla tényleges fertőzöttségi foka decimális alakban
- x_i = az i -edik mintaegységben mért abundancia
- $\bar{X} = x_i$ értékek átlaga
- s = az x_i értékek szórása
- $s_{\bar{X}} = s/\sqrt{n}$, az átlag hibája (szórása)
- $s_{\bar{X}_{rel}} = s_{\bar{X}}/\bar{X}$, az átlag relatív hibája
- $p' = \sum x_i/N = \bar{X}/r$, a fertőzöttségi fok becsült értéke (decimálisan)
- $F\% = 100 p\%$, a fertőzöttségi fok %-ban adott értéke
- $sp' = s_{\bar{X}}/r$, p' hibája (szórása)
- $s_{p'_{rel}} = sp'/p'$, p' relatív hibája, azonos $\bar{X}$ relatív hibájával
- $var_1 = s^2/r$, egy töre vetített abundancia bizonytalansága
- $I_f = s^2/\bar{X} = 1 + I_{DM}$, nevezzük ezt foltossági indexnek
- $DP = \bar{X}/I_{DM}$, diszperziós paraméter
- $H = \Delta/R$, a p' fertőzöttségre előírt abszolút hibahatár
- $h = H/p$, a p' fertőzöttségre előírt relatív hibahatár
- $N' = n'r$, a kívánt pontosságú becsléshez szükséges tövek jóslott száma

A felírt mennyiségek közül az r , n , H és h előre rögzíthetők. Vizsgálatainkban azokra a mutatókra fordítunk különös figyelmet, amelyek mintavétel-függőek.

Ezek:

- i -edik mintaegységben mért abundancia (x_i),
- abundancia-értékekből számolt átlag ($\bar{X}$),
- a szórás (s),
- a statisztikák egyszerű függvényei:
 - fertőzöttség relatív hibája ($s_{p'_{rel}}$),
 - az abundancia egy tőre vetített bizonytalansága (var_1),
 - a foltossági együttható (I_f),
 - kárfelvételben kívánatos „jósolt” tőszám (N').

Munkaformulák közül lényeges a fentebb felírt n' képlet különböző célszerű átalakítása. Mindegyiket két változatban - az abszolút hibahatárral (H), illetve a relatív hibahatárral (h) - írtuk fel. A formális levezetéseket mellőzzük, mivel a listázott alapmutatók behelyettesítéséről és egyszerű algebrai átalakításokról van szó. A modelleket N' -re fejeztük ki.

1. munkaformula, N' és a fertőzöttség relatív hibájának kapcsolata:

$$N' = N \cdot (t/H)^2 \cdot s_{p'_{rel}}^2 \cdot p^2 = N \cdot (t/h)^2 \cdot s_{p'_{rel}}^2$$

2. munkaformula, N' és az egy tőre vetített bizonytalanság kapcsolata:

$$N' = (t/H)^2 \cdot var_1 = (t/h)^2 \cdot var_1/p^2$$

3. munkaformula, N' és az I_f foltossági index kapcsolata:

$$N' = (t/H)^2 \cdot I_f \cdot p = (t/h)^2 \cdot I_f/p$$

A munkaformulák néhány gyakorlati vonatkozását érdemes kiemelni.

1. A $(t/H)^2$, illetve a $(t/h)^2$ arányossági tényező nem függ a foltosságtól, ezért a vizsgálatokat elegendő elvégezni egyetlen α hibaszint és H vagy h hibahatár mellett. Bármelyik változtatásnál N' egységesen egy

konstans szorzóval módosul. Ha például a hibahatárt duplázzuk, N' negyedelődik.

2. Adott hibahatárnál az N'/N hányados a fertőzöttségi fok relatív hibájának négyzetével arányos. Ha tehát e relatív hiba duplázódik, akkor a „jósolt” N' négyszereződik.
3. N' arányos az I_f foltossági index-szel, továbbá abszolút hibahatár (H) előírása esetén N' arányos a p fertőzöttségi fokkal, relatív hibahatár (h) előírása mellett viszont fordítottan arányos a p fertőzöttségi fokkal.

Példaként tekintsük a véletlen mintázatú fertőzöttség esetét, amikor is $I_f = 1$. A 3. munkaformula h -val felírt változatát alkalmazva $t = 2$ és $h = 0,10$ mellett, az arányossági tényező: $(t/h)^2 = 400$, N' -re néhány fertőzöttségi fok mellett az alábbi alsó becsléseket kapjuk:

Fertőzöttségi fok (F%)	1%	10%	20%	50%
Legalább szükséges tőszám (N)	40000	4000	2000	800

Foltos fertőzöttségi mintázatnál a felmérni szükséges N' tőszám a kimutatásban szereplő értékeknél nagyobb.

3.4.2.2. A tényadatokra épülő vizsgálatok módszerei

A két táblán felvételezett adatokat számítógépre vittük, majd - speciálisan erre a célra szerkesztett programmal - a parcellákat mindkét táblán kisebb egységekre, cellákra bontottuk. A felbontást a cellaméretek (r) és az cellaalakok számos kombinációjára elvégeztük úgy, hogy

- adott cellaalak mellett a cellaméretet változtattuk,
- adott cellaméret mellett a cellaalakot változtattuk.

Valamennyi kombinációra meghatároztuk a fentebb felsorolt fontosabb mutatókat (n , $F\%$ és relatív hibája, foltossági index, jósolt

szükséges tőszám stb.) $\alpha = 5\%$ -os hibaszint és $h = 0,1 = 10\%$ -os relatív hibahatár mellett. Ezután táblázatos és grafikus eljárással kerestük a mutatók tendenciájában a fordulópontot a cellaméret és a cellalak függvényében. A „fordulópont” jelzi az optimális mintavételi „stratégiát”, mert itt szűnik meg a szomszédos mintavételi egységek (cellák) korrelációja. A cellaválasztás egyik szélső esete az $r = 1$ tő (1x1-es cella), a másik szélső eset az 1 cella = 1 parcella.

A jósolt N' számításával mindvégig 95%-os konfidencia intervallummal és 10%-os előírt relatív hibahatárral dolgoztunk, hiszen egyéb pontosság csak a $(t/h)^2$ arányossági tényező módosulását jelenti. Az sem lényeges, hogy melyik mintavétel-függő mutatót vizsgáljuk, mert adott fertőzöttségnél, a fertőzöttség relatív hibája, az egy tőre vetített bizonytalanság és a foltossági index arányosak egymással, így tendenciájuk azonos.

3.4.2.3. Fantom-kísérletek: számítógépes szimuláció

A szimuláció mentes a kísérletes megközelítés kötöttségeitől, ezért mélyebb betekintést enged, számos többletinformációt adhat. A tényleges felvételeink

- először is: csak két fertőzöttségi fokra terjednek ki (a két tábla),
- másodszor: a foltosság mértéke csak két variánst tartalmaz,
- harmadszor: a képezhető cellák száma (n) a táblák mérete által behatárolt.

Számítógépes szimulációval megszabadulhatunk ezektől a kötöttségektől. Az erre a célra kidolgozott programot a következőkben ismertetem.

Adott $F\%$ és foltosság mellett nagyméretű fiktív táblán véletlenszerűen egyenként „szórtunk el” kukoricamoly lepkéket, majd a lepke által elfoglalt tő szomszédságában a foltméretnek megfelelő számú lárvát

„telepítettünk”. A lepkék bevitelét addig folytattunk, míg a lárvasűrűség el nem érte az előírt F% fertőzöttségi fokot.

Ezután a tábla valamely részén adott (r) számú tövet tartalmazó téglalap alakú „ablakot”, cellát nyitottunk. A cellában leszámoltuk a lárvák számát (x). A szétszórást és a leszámolást $n = 500$ -szor megismételtük, a kapott x_1 , x_2 adatokból átlagot és szórást számoltunk, ezekből a fentebb leírt mutatókat képeztünk. Közben mód nyílt az eloszlás pontosabb tanulmányozására is. A futtatást a cellaméretek és cellaalakok különböző kombinációi mellett végeztük el, majd a fertőzöttségi fokok és a foltméretek szélesebb skáláján újra meg újra megismételtük. A kapott mutatók rendszerét ezután az előbbi pontban leírt módon értékeltük.

A matematikai kiértékelést, feldolgozást és a számítógépes szimulációt dr. Józsa Sándor matematikus segítségével végeztem.

3.5. Kukoricahibridek tömeg- és beltartalmi változása a kukoricamoly károsítása következtében

3.5.1. A felvételezés helyszínének, idejének bemutatása

A vizsgálatokat 2001-ben Somogyszil határában elterülő két különböző táblán, eltérő időben végeztük. A hibrid érzékenység, és különbözőség-vizsgálatokat október első hetében mértük fel egy 120 ha-os egybefüggő, monokultúrában termesztett kukoricásban. A termőföld egy 18 AK-s, 44-es (K_A) kötöttségű, közepes foszfor-, kálium-ellátottságú, jó humusztartalmú terület.

A területen, 60 hektáron Colomba, míg a másik 60 hektáron az Occitan nevű kukoricahibridek kerültek elvetésre. Mind a két kukorica saját éréscsoportjának vezető termőképességű hibridje, amelyet a tájegységben elfoglalt vetésterület nagysága is jól jelez.

A lárvaszám és elhelyezkedés vizsgálatokhoz szükséges adatok alapjául szolgáló felvételezéseket október végén, egy 50 ha-os

kukoricásban végeztük. A termőföld adottságai: 24,5 AK, 39 (K_A) kötöttség, közepes humusz és foszfor, jó kálium ellátottság. Az elővetemény búza volt, amelynek lekerülését követően alpműtrágyázás és az optimális időben elvégzett talajmunkák után a DK-471-es kukoricahibrid került elvetésre.

A területeken a kukorica tápanyag utánpótlását, növényvédelmi munkáját a fenológiai stádiumoknak megfelelően biztosították. Kukoricamoly ellen egyik táblán sem történt védekezés.

A vizsgálat időpontját úgy állapítottuk meg, hogy a kukorica vegetációs ciklusát már befejezze, és a kukoricamoly által okozott károsítások kifejezőek és jól elbírálhatóak legyenek.

3.5.2. Mintateretek, mintacsoportok kialakítása

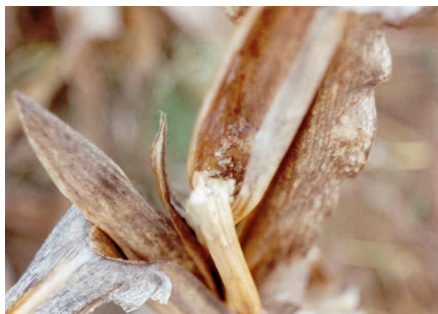
A felvételezéseket véletlenszerű mintateretek kijelölésével a 120 ha-os táblán négy, míg az 50 ha-os táblán három ismételtsében oldottuk meg úgy, hogy a begyűjtött anyag homogén és reprezentatív legyen. Mindkét terület, minden ismételésében 20 egymás mellett elhelyezkedő sor 20 növényét vizsgáltuk át. A területeken a károsító jelenlétének megállapítása mellett a fertőzöttségi százalék felmérése is megtörtént.

A hibrid érzékenység és különbözőség vizsgálatok során a moly jól látható kártétele (szár vagy címertörés) alapján megállapítottuk a fertőzési százalékot, és ezen mintaterkekről a termésveszteség kiszámítására 10 mollyal fertőzött és 10 fertőzésmentes növényről letörtük a csöveket. A fertőzött növényekről letört csövek között találtunk olyanokat, amelyekben a moly közvetlenül is kárt tett berágásával (13. ábra).

A lárvaszám és elhelyezkedés összefüggés vizsgálatoknál a mintateretek összes növényén befurakodási nyílást, vagy rágcsálék, ürülék nyomokat kerestünk az úgynevezett másodlagos kárképek mellett. A 14. ábrán a lárva károsításáról árulkodó nyom látható.



13. ábra. Kukoricamoly lárvajárata a csutkában



14. ábra. A kukoricamoly kártételéről árulkodó rágcsálék és ürülék „nyomok”

Minden mintaterről a 10 egészséges növényről letört csövet, és a károsító jelenlétét igazoló összes növényt csövestől laboratóriumba szállítottunk, ahol a növények felvágása után megállapítottuk a lárvák számát és elhelyezkedését. Ezek után öt csoportot alakítottunk ki, amelybe 10 növény csövei tartoztak mintacsoportonként. Így az egészséges, az egy lárva a cső alatt, az egy lárva a cső felett, a két lárva növényenként, és a három lárva növényenként csoportokat képeztük. Az egy növényben található háromlárvas minták alacsony száma miatt a három mintaterről begyűjtött csövekből együttesen képeztünk vizsgálati anyagot.

3.5.3. Tömeg és egyéb értékmérő mutatók meghatározása

A Colomba és Occitan hibridek növényállományából származó csövek tömegét lemértük, és a súlykülönbségek alapján egységnyi területre kiszámoltuk a veszteséget. A DK-471-es hibrid állományából származó mintáknál már lemértük a csövek össz-, morzsolt szem- és csutka tömegét is, amely adatokból meghatároztuk a veszteségeket, szem-csutka arány változásokat, illetve a szem-csutka arány különbségeket (Sz.Cs.A.K.).

Emellett kiszámoltuk az effektív terméscsökkenést az alábbi képlettel:

$$ETCS = F \cdot f / 100$$

ahol: az F = fertőzöttségi százalék; f = molyos és egészséges tövek terméskülönbsége százalékban (DOLINKA 1961).

3.5.4. Szárazanyag, beltartalmi paraméterek meghatározása

Mindkét vizsgálat minden mintacsoportjánál a lemorzsolt szemekből meghatároztattam a légszáraz szárazanyagot, nedvességet, illetve nyersfehérje, nyerszsír, keményítő százalékos mennyiségét.

3.5.4.1. Légszárazanyag tartalom meghatározása

A 14%-nál nagyobb víztartalmú aprított, porított átlagmintából ismert tömegű porcelán vagy alumíniumtálba 50-250 g szárazanyag-tartalomnak megfelelő mennyiséget mértünk. A bemért takarmányt a tálban szétteregettük, hogy a levegő jól átjárja és könnyen kiszáradjon. A kiszáritást néhány napon át 60 °C alatti hőmérsékleten végeztük. A szárítást súlyállandóságig végeztük. A szárítószekrényből kivett törékeny, porítható anyagot 24 óráig levegőn állni hagytuk. Ez idő alatt az anyag és a laboratórium levegőjének víztartalma között egyensúly állt be. Ezután az anyagot tálal együtt visszamértük. Számítás:

$$\text{Légszáraz anyag \%} = 100 \cdot L_s / b$$

ahol: L_s = légszáraz anyag a bemért anyagban (g), b = a bemért (eredeti vízdús) anyag tömege (g) (DUDUK 1984)

3.5.4.2. A termény nyersfehérje tartalmának meghatározása

A meghatározás makro-Kjeldahl-Winkler bórsavas módszerrel végeztük. 1-2 g finoman porított légszáraz anyagot Kjeldahl roncsolólombikba mértünk. A lombikba katalizátort tettünk (K_2SO_4 és $CuSO_4$ keveréket és Se 0,1 g-ot, g egy csepp), majd a vizsgálandó anyag bemért mennyisége és zsírtartalma szerint 25-40 ml nyers kénsavat töltöttünk hozzá. Az anyagot melegítettük. A feltárást akkor fejezhető be, amikor a lombikban lévő oldat elszíntelenedik, vagy halványsárga, máskor kékeszöldre változik. Ezután következik a desztillálás folyamata. Az elroncsolt anyagból az NH_3 -t 33%-os fölös mennyiségű nátronlúggal közvetlenül a roncsolólombikból egy szedőbe - amelybe előzetesen desztillált vizet és bórsavat helyeztünk - desztilláltuk át. A desztillálás után 2 csepp kongóvörös indikátort tettünk az oldatba, amelyet ismert faktorú 0,1 n sósavval titráltunk.

Számítás:

$$\text{Nyers fehérje \%} = S \cdot f_s \cdot 0,008755 \cdot 100/b$$

ahol: S= a fogyott 0,1 n sósav ml-ben, f_s = a sósav faktora, b= a vizsgálathoz bemért anyag súlya g-ban, 0,008755= 1 ml 0,1 n sósavnak megfelelő nyers fehérje súlya g-ban (M.SZ.6830-65 1966).

3.5.4.3. A termény nyerszsír tartalmának meghatározása

A takarmány nyers zsír tartalmának meghatározása Soxhlet-féle módszer szerint történt. 5 g vizsgálandó anyagot, zsírmentes extrahálóba tettünk és zsírmentes vattával dugaszoltuk le. A hüvelyt a Soxhlet-féle extrahálókészülék középrészébe tettük, majd összekapcsoltuk az előre lemért és n-hexánnal háromnegyed részig megtöltött lombikkal. A mintát 6 órán keresztül extraháltuk. Gondoskodtunk a megfelelő hűtésről. Desztilláltuk az oldószert, és a maradékot tartalmazó lombikot 98 °C hőmérsékletű szárítószekrénybe helyeztük egy órára. Az exikkátorban hagytuk lehűlni, majd visszamértük.

Számítás:

$$\text{Nyerszsír \%} = a \cdot 100 / b$$

ahol: a= visszamért anyag g-ban, b= bemért anyag g-ban (M.SZ.6830-65 1966).

3.5.4.4. A termény keményítő tartalmának meghatározása

A keményítő meghatározás Ewers által leírt módszer szerint történt. A mintából 2,5 g-ot mértünk le és tettük 100 cm³ széles nyakú mérőlombikba. Adtunk hozzá 25 cm³ 0,31 n sósavat a lombik mozgatása közben, hogy a minta teljesen átnedvesedjen. A lombikot forrásban lévő vízfürdőbe tettük és 15 percig forraltuk. Miután kivettük a vízfürdőből, azonnal 20-25 ml hideg desztillált vizet adtunk hozzá és hideg vízfürdőben lehűtöttük szobahőmérsékletre. Alacsony fehérjetartalom esetén adtunk hozzá 5 cm³ Carrez I. oldatot, összeráztuk, majd adtunk hozzá 5 cm³ Carrez II. oldatot. Desztillált vízzel jelíg töltöttük, és összerázás után 15 perc múlva szűrtük. Az oldatnak tükrösnek kell lennie.

A szűrlet optikai forgatóképességét polariméteren mértük 2 dm hosszú csőben. Számítás:

$$\text{Keményítőtartalom} = 100 \cdot 100 \cdot \alpha / 183,7 \cdot 2 \cdot 2,5 = 10,887 \cdot \alpha$$

ahol: α = körfok (M.SZ.6830-65 1966).

A termény beltartalmi meghatározását a VE Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar Állatélettani és Takarmányozástani Tanszék laboratóriumának munkatársai végezték.

A minták, mintacsoportok tömeg és beltartalmi érték meghatározásából származó adatokat statisztikailag is kiértékeltem a Statistica for Windows 2.0 program segítségével.

3.6. Parazitológiai vizsgálatok kukoricamoly populációkkal

Vizsgálatainkat 2000- és 2001-ben a Somogy megyei Somogyszilben végeztük egy 100 ha-os, egybefüggő táblában. Ezen a területen több éve monokultúrában történik az árukukorica termesztése. A területen található kukoricamoly populáció rovarparazitoidjainak felderítése céljából mindkét évben 4x100 kukoricamoly által károsított növényt gyűjtöttünk be. A növények begyűjtése a károsítás jelei alapján történt (rágcsálék). A begyűjtés után a növényeket zsákos futtatóba helyeztük, hogy a lárvaparazitoidokat kineveljük (15. ábra).



15. ábra. A parazitoidok kifuttatása zsákos futtatóval



16. ábra. Kukoricaszárban talált parazitoid bábing

A futtató zsákokat a Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar Növényvédelmi Intézetének inszektáriumába helyeztük, ahol a kukoricamoly lárvák és parazitoidjaik a természeteshez közeli állapotok szerint fejlődhetnek. A parazitoidok kifejlődése után (május harmadik dekádjának elején) felhasítottuk a kukoricaszárakat, és megszámoltuk a parazitoidok bábingeit (16. ábra) és a parazitált lárvákat. Így a parazitoidok imágói és bábingei segítségével sikerült meghatározni a lárvaparazitoidokat és a lárvaparazitáltsági százalékot.

A bábparazitoidok meghatározásához szükséges károsított kukoricaszárakat 2000- és 2001-ben Somogy-szil határában, egy magángazda tulajdonában lévő 5 ha-os kukoricaállományból szedték. 100-100 károsított növényt gyűjtöttünk mindkét év májusának első dekádjában, a még lábon álló kukoricatáblából. Hasonlóan az őszi felvételezéshez, itt is a kártételi nyomok alapján történt a begyűjtés. A begyűjtött szárakat szintén zsákos futtatóba helyezték. Ezek későbbi felhasítása után állapítottuk meg a bábparazitáltsági százalékot.

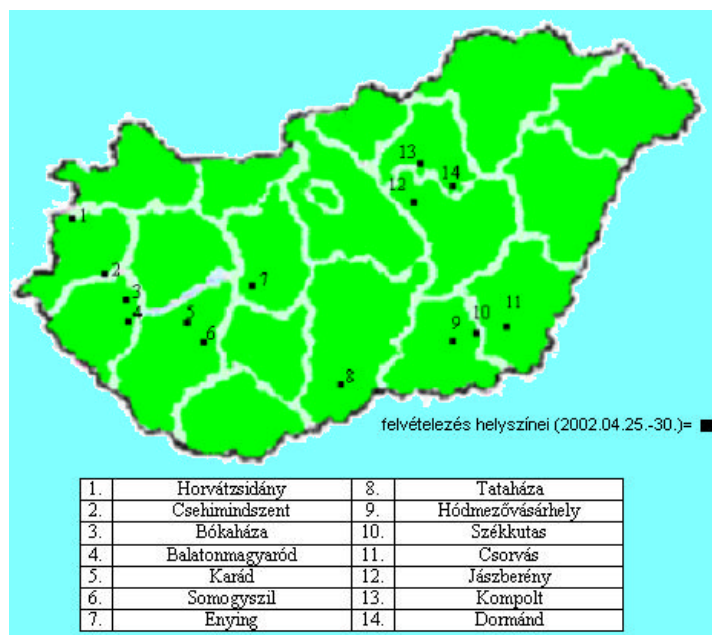
A kifutott rovarparazitoidok meghatározását a Kőszegi Rovarparazitológiai Laboratórium munkatársai Ács Zoltán, George Melika és Thüroczy Csaba végezték.

3.7. Magyarországi kukoricamoly populációk genetikai (DNS) vizsgálata

3.7.1. A kukoricamoly lárvagyűjtés helyszínei és időpontjai

A vizsgálatot 2002. április 25.-30. között végeztük az ország 14 különböző pontján (17. ábra). A felvételezés helyszíneit úgy próbáltuk megválasztani, hogy egy régióból több minta származzon. Minden területről, kukoricaszárak felhasításával 3-4 db lárvát gyűjtöttünk, amelyeket abszolút alkoholban -20 °C-on tároltunk a molekuláris munkákig (2003). A szövet mintavétel megkönnyítése érdekében a gyűjtést úgy időzítettük, hogy a területeken kifejlett (L₅) lárvákat találjunk.

Egyiptomi kukoricamoly lárvákat is bevontunk a vizsgálatba, amelyeket Prof. Dr. Hessein A. Boraie a Tantai Egyetem munkatársától kaptunk. A begyűjtött lárvák genetikai vizsgálatát Ács Zoltánnal, a Kőszegi Parazitológiai Intézet munkatársával végeztük el.



17. ábra. Kukoricamoly lárvagyűjtési helyszínek

3.7.2. A molekuláris biológiai vizsgálat metodikája

3.7.2.1. DNS izoláció

A kukoricamoly lárvák tor izomzatából steril szikével kivágott 1-2 mm-es darabok, egyenként tiszta eppendorf csőbe kerültek, amelyet 1xTAE-ben (TRIS, Acetát, EDTA), szobahőmérsékleten történő 1,5 órás áztatás követett. Az áztatás célja eltávolítani a mintákból az alkoholt, mely akadályozná a későbbi PCR reakciókat. Ezután ún. „Chelex”-es DNS kivonást következett: minden egyes mintához 200-200 µl 5%-os Chelex keveréket és 3,6 µl Proteináz K-t (50 µg/µl) adtunk, majd steril műanyag homogenizálóval (Sigma) eldörzsöltük a mintákat. A szövetek minél teljesebb feltárása érdekében egy kevés steril szénporral végeztük az eldörzsölést.

5% Chelex extrakciós keverék:

- 1 g Chelex (BioRad Chelex 100 Resin)
- 200 µl 20% SDS
- 200 µl 1.0 mTris pH~8
- 20 µl 0,5 M EDTA pH 8.0
- 19 ml steril víz

A Chelex gyöngyök megkötik a fémionokat, illetve egyéb gátló anyagokat, melyek gátolhatják PCR reakciókat. Az extrakciós keverékben 12 órán át inkubáltuk a mintákat 56 °C-on, gyakori vortexes keverés mellett. Ezután a felülúszó réteget levettük, melyet 95 °C-on 10 percig tartottuk, hogy a proteináz enzimek inaktiválódjanak. A kész DNS mintákat -20 °C-on tároltuk felhasználásig.

3.7.2.2. PCR

A citokróm b gén PCR-es felszaporításához univerzális primereket használtunk:

CB1 primer: 5'-TAT GTA CTA CCA TGA GGA CAA ATA TC-3'

CB2 primer: 5'-ATT ACA CCT CCT AAT TTA TTA GGA AT-3'

A PCR reakciókat 25 µl végtérfogatra készítettük, mely a következőket tartalmazta:

200 µM dNTP, 0,15 µM CB1 és CB2 primerek, 1xPCR puffer, 2mM MgCl és 0,4 U Taq DNS polimeráz (Zenon). MJ Resource PTC 100 PCR gépet használtunk.

Az alkalmazott hőmérsékleti lépések:

- 10 perc előinkubálás 94 °C-on,
- 36 ciklus 30 sec. 94 °C-on, 1 perc 46 °C-on, 2 perc 72 °C-on,
- végső elongáció 10 perc 72 °C-on.

3.7.2.3. SSCP

A kb. 430 bp PCR termékek összehasonlítását SSCP-vel végeztük, amihez a poliakrilamid gélt előkészítettük.

A 12%-os végkoncentrációjú akrilamid gél összetevői:

- 0,5x TBE 2955 µl,
- akrilamid (30%) 1200 µl,
- TEMED 5 µl,
- 10% ammónium perszulfát 40 µl.

A kész gélt előzőleg üresen futtattuk 1 órán át 0,5x TBE-ben (Tris, bórsav, EDTA) 45 Volton. Az 5-5 µl PCR termékeket az alábbi keverékkel (95% formamid, 20mM EDTA, 0,05% brómfenol kék, 0,05% xylen cyanol) 100 °C-on tartottuk 10 percig.

A hődenaturált DNS szálakat tartalmazó csöveket ezt követően hirtelen jégre tettük, hogy a hőmérséklet csökkenéssel ne alakuljanak vissza eredeti kettősszálú formává. Az egyes szálú denaturált konformáció fennmaradását a formamid segítette. Az így egyes szálú formává alakított PCR termékeket vittük fel az előbb említett vertikális akrilamid gélre. A gélt 15 °C-on futtattuk 45 Volton egy napig. Ezután, etídium bromidos oldatban áztattuk az akrilamid gélt, hogy UV fényben láthatóvá és fotózhatóvá váljanak a DNS sávok.

4. EREDMÉNYEK

4.1. A kukoricamoly második, nyárvégi rajzáscsúcsának megítélése Magyarországon (2003)

A globális klímaváltozást igazoló abiotikus elemek évenkénti értékei láthatók az 1. táblázatban.

1. táblázat

Az átlaghőmérséklet, a csapadékösszeg és a napfényes órák számának éves értékei 1995-től 2002-ig Magyarországon

	évi átlaghőm. (°C)	évi csapadékösszeg (mm)	napfényes órák száma (óra)
1995.	10,6	698	1891
1996.	9,6	670	1825
1997.	10,1	520	2080
1998.	10,5	734	2023
1999.	10,6	806	1949
2000.	11,6	442	2204
2001.	10,4	608	1904
2002.	11,3	562	1852

A táblázatból kiderül, hogy az évi átlag hőmérséklet növekedése, illetve az éves csapadékmennyiség csökkenése figyelhető meg az utóbbi években Magyarországon, amellyel párhuzamban a napfényes órák száma nem mutat jelentős összefüggést.

A 2002. évi betakarítatlan kukoricatáblákon magas molyfertőzöttségi százalékot mértünk. Faddon a tövek 42%-át, Kiskunfélegyházán 60%-át

károsította a kukoricamoly, míg Kecelen az előzetes tárcsázás miatt nem tudtuk elvégezni a százalékos fertőzöttség meghatározását.

A be nem takarított, tavalyi kukoricaszárban élő, diapauza közbeiktatásával fejlődő lárvák keresésének eredménye egyértelmű. Egyik területen sem találtunk élő, vagy frissen elpusztult lárvát, illetve bábinget. Megjegyezzük, hogy a tavalyi kukoricaszárakat felhúzza, annak gyökérközei internódiumaiban nedves szöveteket találtunk az erős aszály ellenére.

A szárakat felvágva üres lárvajáratokat, elpusztult lárvákat vagy azok fejtökjait, illetve elhagyott bábingeket találtunk (18-21. ábra).



18. ábra. Elpusztult kukoricamoly hernyó fejtökja



19. ábra. Elpusztult kukoricamoly hernyó



20. ábra. Elhagyott lárvajárat



21. ábra. Kukoricamoly bábingje

A 2. táblázat az átlag 100 tőben talált kukoricamoly maradványokat tartalmazza területenként, százalékos formában. Látható, hogy az esetek többségében nem találtuk meg az elpusztult lárvát vagy az elhagyott bábinget. A kiskunfélegyházi területen az elpusztult lárvák magas százalékos arányát tapasztaltuk, amely lehet a tavalyi erős parazitáltság, vagy a kedvezőtlen klimatikus hatások következménye. Több esetben megtaláltuk a parazitoid jelenlétére utaló jeleket, mint parazitoid bábing, parazitált kukoricamoly lárvát, elpusztult parazitoid (22. ábra), azonban ilyen irányú vizsgálatokat nem végeztünk.

2. táblázat

A betakarítatlan száraz feldolgozásának eredményei

	Fadd	Kecel	Kiskunfélegyháza
elhagyott járat (%)	63	45	58
elpusztult lárvát (%)	18	23	31
elhagyott régi bábing (%)	19	32	11



22. ábra. Elpusztult parazitoid a parazitált lárvával

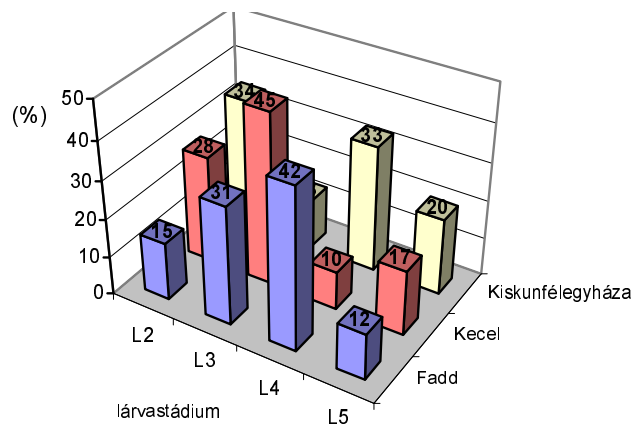


23. ábra. Elpusztult kukoricamoly báb a kukoricaszár és a levélhüvely között

Az elhagyott bábingek alacsony százalékát a kukoricamoly bábozódási etológiájával magyarázzuk, mivel több esetben megfigyeltük, hogy a báb, a

bábing a kukorica levélhüvely és a szára között található (23. ábra). Így az ott kirepült lepke bábinge könnyen leeshet, kikerülhet a növényből. A madarak táplálkozása is közrejátszik ebben a jelenségben.

A lárvastádium vizsgálatok eredményeit mutatja 24. ábra. A kukoricamoly minden lárvastádiumát megtaláltuk a vizsgált területeken. A lárvák mellett a szárazban, élő bábokat és idén elhagyott bábingeket is találtunk, amelyek ebben a térségben bizonyítékul szolgálnak a második, nyárvégi rajzáscsúcs meglétére.



24. ábra. A kukoricamoly II. nemzedékű lárvastádiumainak (L₂-L₅) százalékos előfordulási aránya augusztus első dekádjában

A kikelt fiatal lárvákat (L₁) nem tüntettük fel a grafikonon, miután ezek megtalálása nehézségekbe ütközött, ezért vizsgálatunk a fejlettebb lárvastádiumok jelenlétére szorítkozott. Látható, hogy egyik lárvastádium jelenléte sem döntő, vagy meghatározó ebben az időszakban, azonban az L₄, L₅ fejlődési stádiumok magas százalékban való előfordulása augusztus első dekádjában, mindenképpen a nyárvégi, második nemzedék megjelenését igazolják.

4.2. A kukoricamoly rajzásának fény- és feromoncsapdás megfigyelése (2002)

4.2.1. A fénycsapdák által szolgáltatott rajzásfenológiai eredmények, és azok meteorológiai elemekkel történő egybevetése

A rajzásfenológiai értékelésekhez a meteorológiai adatok segítségével elkészítettük a területek adott időszakaira vonatkozó Walter-Lieth-féle klímadiagramokat. Ezek láthatók a 2. mellékletben.

A klímadiagramokból kitűnik, hogy a két terület csapadékviszonyai különbözőek. Mindkét területre viszont a kora tavaszi magas csapadékhullás a jellemző, amely a diapauzáló hernyókra nem gyakorolt jelentős hatást. Balatonmagyaródra vonatkoztathatók a keszthelyi meteorológiai adatok, amik szerint az áprilisi nagy mennyiségű csapadék után száraz időszak következett, amely korai, viszonylag erősebb rajzásképet vetít elénk. E klimatikus adottság az ősz végéig kitartott, elősegítve az esetleges második nemzedék megjelenését. A várdai Walter-Lieth-féle klímadiagramon, a kezdeti csapadékos időszakot újabb, rövidebb nedves időszak követett, amely akadályozta a nagyobb létszámú áttelelt nemzedék megjelenését. Júniustól már szárazabb időjárás következett, amely a balatonmagyaródi értékekhez hasonlóan segíthette a második generáció erőteljesebb rajzását.

Látható, hogy a hőmérsékleti adatok nagyjából hasonló arányban és ugyanolyan értéken mozogtak mindkét területen. Az esetleges rajzásdinamikai különbségek okait tehát a hullott csapadék eltérő alakulásában kell keresnünk.

3. táblázat

A felvételezési helyek havonként összesített meteorológiai és fénycsapda fogási adatai

	Hónapok	Σ csapadék (mm)	Σ hőmérséklet(°C)	HTK	csapadék viszony	Σ kuk.moly (db)	hím (db)	Nőstény (db)
Várda	Április	100,4	340,75	2,94	szélsőségesen csapadékos	-	-	-
	Május	55	609,1	0,9	száraz	9	7	2
	Június	95	672,65	1,41	optimális csap.viszony	99	60	39
	Július	77,2	740,9	1,04	optimális csap.viszony	48	15	33
	Augusztus	37,1	687,8	0,53	száraz	81	40	41
	Szeptember	50,8	481,6	1,05	optimális csap.viszony	19	8	11
Balatonmagyaród	Április	116,5	315,6	3,69	szélsőségesen csapadékos	-	-	-
	május	33,9	570	0,59	száraz	13	9	4
	Június	44,2	623,3	0,7	száraz	61	39	22
	Július	59,1	685	0,86	száraz	45	16	29
	Augusztus	47,4	649,8	0,72	száraz	95	52	43
	Szeptember	27,9	452,4	0,61	száraz	18	9	9

Magyarázat: HTK=Seljaninov-féle hidrotermikus kvóciens, amelyhez tartozó értékelési küszöbök szerint tudtuk megállapítani az adott időszak csapadék viszonyait.

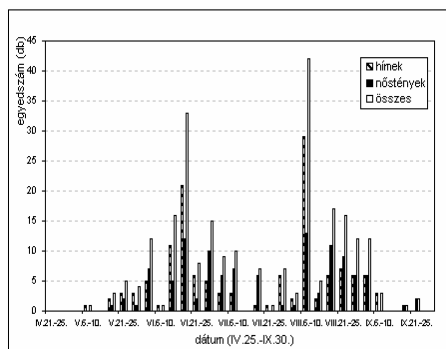
A 3. táblázatban a különböző meteorológiai értékeket egybevetettük a rajzás adatokkal. Az időegységnek a hónapot vettük. A Seljaninov-féle hidrotermikus kvóciens segítségével az adott időszak csapadékviszonyait tudtuk jellemezni, és egyben összehasonlítani. Jól látható, hogy a HTK alakulása, illetve az általa történő besorolás párhuzamot mutat a Walter-Lieth-féle klímadiagramokon megfigyelhető értékekkel.

Mindkét területen a kezdeti szélsőségesen csapadékos időjárás után egy kevésbé csapadékos időszak következett, amely Balatonmagyaród térségében egyöntetű csapadék deficit formájában jelentkezett.

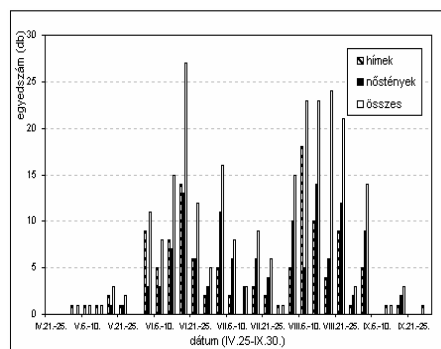
A táblázatból kiolvasható, hogy mindkét területen a kukoricamoly havonkénti egyedszám változásait a hímek arányosan követték, ellentétben a nőstényekkel. Várdán a júliusi visszaesés minimális mértékben jelentkezett. Ugyanezen időtartományhoz tartozó nőstény egyedszám Balatonmagyaródon átmenetet képezett a júniusban és augusztusban megfigyelt rajzásnál.

Érdekes megemlíteni, hogy Várdán a júniusi magas egyedszámhoz egy magasabb hidrotermikus kvóciens társult. Ezt a tendenciát Balatonmagyaródon nem figyelhettük meg. A júliusban a HTK és az egyedszámok között szintén különbségek tapasztalhatók a két terület között. Leolvasható, hogy ha minimális mértékben is, de a várdai optimális csapadékviszonyok magasabb egyedszámmal párosultak ezen időszakban. A rajzás utolsó két hónapjában uralkodó száraz időjárás mindkét területen megközelítően hasonló mértékben alakította a csapdázott egyedszámot.

Ezekből az eredményekből, viszont messzemenő következtetéseket nem vonhatunk le, hiszen a rajzásfenológia alakulására egyéb populáció dinamikai törvényszerűségek is hatással vannak.



25. ábra. A 2002-ben tapasztalt kukoricamoly rajzásdiagram Balatonmagyaródon



26. ábra. A 2002-ben tapasztalt kukoricamoly rajzásdiagram Várdán

A 25. és 26. ábrákon láthatók a fénycsapdák fogási adatainak felhasználásával készült rajzásdinamikai oszlopdiagramok. Az ábrákból kiderül, hogy Várdán és Balatonmagyaródon is két rajzáscsúcs jelent meg, függetlenül attól, hogy a balatonmagyaródi felmérési hely az egyrajzású ökotípus területének határvonalán helyezkedik el. A kapott adatok itt is határozott két generáció jelenlétét igazolják. Az északabbi területen kiugróan magas fogási eredményt kaptunk, de összességében látható hogy a közép-somogyi fénycsapda jóval több lepkét gyűjtött. Mindkét helyen az áttelelt nemzedék megjelenése hosszabb, vontatottabb ütemben következett be, ami talán azzal magyarázható, hogy az egyedek a fejlődésükhöz szükséges effektív hőösszeget különböző időpontokban kapták meg. Az első nemzedék rajzása hirtelen fejeződött be, amelyet a gyors lehűlés is indokolhat. A két generáció közötti határvonal elmosódását a folyamatosan jelenlevő, a populáció szintjét állandó értéken tartó egyedeknek tudható be. Ezek a lepkék az 1500 °C izoterma által jelzett időpont után fejlődtek ki. Balatonmagyaródon az első rajzáscsúcsot június 13-a és 17-e, míg a második csúcsot augusztus 7-e és 10-e között regisztráltuk. A várdai rajzáscsúcsok megállapítása bonyolultabb feladat, mivel a rajzás elhúzódott és több egyedet fogtunk. Az első generáció esetében ez június 14-e és 21-e közötti időre, a második generációnál pedig augusztus 10-e és 20-a közötti időre esett.

A Manninger-féle 1500 °C-os effektív hőösszeget (a napi maximum hőmérsékletek szummája április 1-jétől), a két terület különböző időpontokban érte el. Ezt a hőmérséklet összeget Balatonmagyaródon június 13.-án, míg Várdán június 5-én kaptuk. A két ábrán jól látható, hogy mindkét helyen a fent említett időpontoknál kezdett a rajzágörbe határozottan felfelé ívelni. Tehát ezektől az időpontoktól számítva figyelhettük meg a kukoricamoly tömeges megjelenését. MANNINGER (1949) szerint az 1500 °C maximumnál a lárvák 70 százaléka bábozódik.

A nemzedékek határvonalának megállapításánál szubjektív módon jártunk el, mivel a két generáció közötti éles határvonal nem figyelhető meg. Így az egyes rajzásoszlopok ívének alsó szakaszánál állapítottuk meg a két generáció határát. Balatonmagyaródon ez az időpont július 21-ére, míg Várdán július 25-ére esett. A határpontok ismeretével meg tudtuk állapítani az egyes nemzedékek rajzásának időtartamát, a generációk egyedszámát, a rajzás hosszát (4. táblázat), a generációs kvóciens értékeit, és az egy napra vetített relatív egyed és nőstényszámot (5. táblázat).

4. táblázat

A fénycsapda adatok alapján a kukoricamoly rajzásidőtartama a csapdázott imágók száma és azok nemzedékenkénti összehasonlítása

		Balatonmagyaród	különbség (%)		Várda
Rajzás időtartam (nap)	1. generáció	72	<	12,5	81
	2. generáció	62	1,63	>	61
Kukoricamoly jelenlét (nap)		134	<	5,97	142
Egyedszám (db)	1. generáció	122	0,81	>	121
	2. generáció	120	<	10,83	133
	Σ	244	<	3,68	253
Nőstényszám (db)	1. generáció	57	<	7,01	61
	2. generáció	53	<	28,3	68
	Σ	110	<	17,27	129
Hímszám (db)	1. generáció	65	8,33	>	60
	2. generáció	67	3,07	>	65
	Σ	132	5,6	>	125

5. táblázat

A fénycsapda adatok alapján a kukoricamoly generációs kvóciensei, relatív egyedszámai és azok összehasonlításai

		Balatonmagyaród	különbség		Várda
generációs kvóciens		0,98	<	0,07	1,09
Hímek generációs kvóciense		1,03	<	0,05	1,08
Nőtények generációs kvóciense		0,92	<	0,03	1,11
1RESZ	1. generáció	1,69	0,2	>	1,49
	2. generáció	1,93	<	0,17	2,1
	Σ	1,81	0,03	>	1,78
1RNSZ	1. generáció	0,79	0,01	>	0,78
	2. generáció	0,85	<	0,26	1,11
	Σ	0,82	<	0,08	0,9

Magyarázat: A generációs kvóciensek esetében a különbségek az 1-től való eltérés abszolút értékeinek különbségei. 1RESZ = egy napra vetített relatív egyedszám, 1RNSZ= egy napra vetített relatív nőtényszám.

Balatonmagyaródon az első lepke csapdázása május 10-én történt, míg az utolsó szeptember 23-án. Az áttelelt nemzedék rajzásának időtartama rövidebbnek mutatkozott, előbb befejeződött, ellentétben a Várdán tapasztaltakkal. Ott az áttelelt nemzedék rajzása 10 nappal tovább tartott, mint az elsőé. Együttesen számolva a kukoricamoly jelenléte a vizsgált területen kb. 4,5 hónapot tett ki. Látható, hogy a csapdázott egyedek tekintetében hasonló értéket kaptunk mindkét generáció esetében, amely állandóság a nemek egyedszámának alakulásában is jelentkezett. A nyár második szakaszában megjelenő generációnál minimálisnak mondható hím egyedszám növekedéshez egy szintén elhanyagolható mértékű

nőstényszám csökkenés párosult. Az összesített eredmények figyelembevételével megállapítható, hogy Balatonmagyaródon a kukoricamoly ez évi jelenléte hímdominanciát mutat. Tehát az egyedszám-növekedés nem hozta magával lineárisan a tojásszám nő.

Leolvasható, hogy az első nemzedék egyedszáma kis mértékben, de csökkent az azt megelőzőhöz képest, amely jól látható a generációs kvóciens 1-hez közelítő értékén. Függetlenül attól, hogy Balatonmagyaród az egyrajzású ökotípus területéhez közel helyezkedik el, kijelenthető, hogy nem csupán részleges az első nemzedék előfordulása. A nemzedékek összehasonlításának hányadosa eltéréseket mutat a nemek esetében is. Ez a csökkenés nem hozta magával a nemek azonos arányú változását, mivel a hímek számának emelkedéséhez képest durván kétszeres nőstényszám csökkenés párosult.

Az egy napra vetített relatív egyedszám tekintetében a második generáció számított értéke felülmúlta az első generáció hasonló értékét. A nyár második felében majdnem 2 egyedet csapdáztunk naponta, ami az egyedszám változással járó csökkent rajzásidő eredménye is. Számunkra több információt ad az 1 napra vetített relatív nőstényszám alakulása. Ez hasonló tendenciát mutat a fent említett mutató változásával. A növekedés mértéke viszont kisebb, tehát az egyedszám növekedése a hímszám emelkedésének eredménye. Látható, hogy a kukoricamoly nőstényeinek jelenléte egy napra vetítve az egész idényben 0,82.

Várdán május 5-én csapdáztuk az első egyedet, az utolsó egyed fogási időpontja pedig szeptember 26-a volt. A két nemzedék jelenlétének időtartama között 20 napos különbséget tapasztaltunk. A fogási adatok alapján Várdán 2002-ben 8 nap híján 5 hónapig rajzott a kukoricamoly. A csapdázott egyedszám és a rajzásidőszak között fordított arányosságot tapasztaltunk, ellentétben a balatonmagyaródi értékekkel, ahol a rajzásidő csökkenése az egyedszám csökkenésével járt együtt. Az áttelelt nemzedékhez képest 10%-os egyedszám növekedés figyelhető meg a

csapdázás második felében. A 8%-os hímnövekedéshez 11%-os nősténynövekedés párosult. Minimális nőstényszám többletet állapítottunk meg az egész idényben.

A generációs kvóciens alakulása eltérést mutat a balatonmagyaródi összes és nőstény értékek tekintetében. A hímek, nőstények és az összes fogási eredmények jóval túllépték az 1-es értéket, amely a nőstényeknél radikálisabban jelentkezett. Ez a területre jellemző erősebb második generáció jelenlétét, és egy, a kukorica vegetációjának későbbi, nagyobb mértékű károsítását jelzi.

Az egy napra vetített egyedszám az áttelelt nemzedéknél megközelítően 1,5-ről a nyár második felére a napi 2-es érték felé emelkedett. Ez a változás is jelzi számunkra egy erősebb nemzedék megjelenését. Az egy napra vetített relatív nőstényszám 33%-os emelkedést jelez. A második generációnál számolt 1,11-es relatív nőstényszám jelentős tartalékokat jelez a következő évre, a környéken várható kártételre vonatkozóan.

A felvételezési helyeken tapasztalt rajzások között számos különbséget és hasonlóságot állapítottunk meg. Míg az első időtartama szinte napra megegyezett a két helyen, addig az áttelelt generáció rajzása Várdán 9 nappal hosszabbnak bizonyult. Ez a korai első fogási időponttal magyarázható, amely a csapadékosabb közép-somogyi időjárásnak és a magasabb relatív páratartalomnak tudható be. A kukoricamoly évi rajzása 8 napos különbséggel zajlott le a területeken, ami 5,97%-kal nagyobb lepke létszámmal párosult Várdán. Leolvasható a 4. táblázatból, hogy a Várdán mért értékek felülmúlták a Balatonmagyaródon tapasztaltakat a nőstény- és összegyedszám tekintetében. A hímek száma viszont Balatonmagyaródon volt magasabb mindkét generáció esetében, amely minimális többletet okozott az első nemzedék összes kukoricamoly számában. A nőstények számában tapasztalt nagyobb különbség a második generációnál majdnem eléri a 30%-ot, amely a várdai populáció erősebb

fekunditási potenciálját jelzi. Ez a következő évi nagyobb kártétel lehetőségét jelenti.

A generációs kvóciensek értékeinek vizsgálatánál is nagy különbségeket tapasztaltunk a két terület kukoricamoly rajzásfenológiája között. Egyértelműen kitűnik, hogy Várdán az első nemzedék megjelenése és jelenléte az erősebb. Balatonmagyaródon az első generáció a domináns. A populációk egyedszámai közötti eltérések abszolút értékeinek különbségei jól mutatják, hogy milyen mértékben különböznek a szaporodási közösségek összhím és -nőstény egyedszám-változásai. A változások közötti különbség a hímeknél a legnagyobb, míg a nőstények esetében kisebb mértékű. Tehát a nőstények száma Várdán nagyobb mértékben emelkedett, mint ahogy Balatonmagyaródon csökkent.

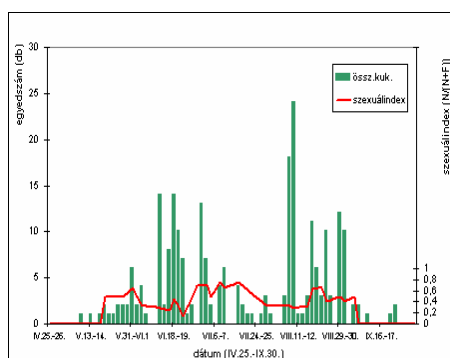
Az egy napra vetített relatív egyed és nőstényszám tekintetében vegyes kép mutatkozik a két populáció összehasonlításánál. Balatonmagyaródon magasabb értékeket tapasztalhattunk az első generációnál. Az itt megfigyelt egy napra vetített relatív nőstényszám már a következő évi populáció fennmaradása érdekében jelentkezik, mivel az akkor lerakott tojásokból kikelt hernyók egy része diapauzál. A Várdán tapasztalható 0,17-es egy napra vetített relatív egyedszám különbség az első nemzedék esetében, a nőstények nagyobb számával indokolható. Várdán, a második generáció idején, a hirtelen megnövekedett nőstényszám a következő évi populáció alapjául szolgál. Az első generáció esetében tapasztalt egy napra vetített relatívan alacsonyabb nőstényszám azzal magyarázható, hogy az ekkor lerakott tojásokból kikelt lárváknak nagyobb az esélye a kifejlődésre. Tehát az ország északabbi területén elhelyezkedő Balatonmagyaródon az áttelelt nemzedék biztosítja a következő évi populáció egyedszámát, míg a délkeleti területen található Várdán a második.

A 27. és 28. ábrákon látható grafikonokon együtt tüntettük fel a rajzás és a szexuálindex alakulását. Mindkét ábrán látható a protandria jelensége. A rajzás kezdeti stádiumában egyértelmű hímdominanciát állapítottunk

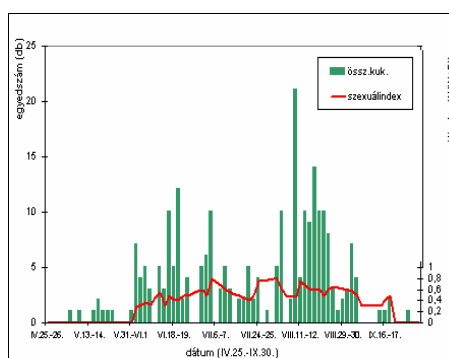
meg, majd később a nőtények száma mutatott emelkedő tendenciát. Ezt a jelenséget burgonyabogár, alma- és szilvamoly esetében is kimutatták (JERMY és SÁRINGER 1955, DESEŐ és MTSAI 1971).

Balatonmagyaródon mindkét nemzedéknél láthatjuk az enyhe csúcsokat a szexuálindex vonaldiagramján, amelyek a rajzáscsúcsok után kissé késve jelentkeztek. Ugyanitt megfigyelhető egy mélypont az első nemzedék rajzásánál.

Várdán egyöntetűbb kép látható. Nem különül el olyan élesen a két nemzedék nőstény egyedeinek megjelenése, mint az északabbi területen. Tehát a nőtényszám számottevően nem változott a két generáció közötti időszakban. Ez is elősegítette az erős első nemzedék megjelenését.



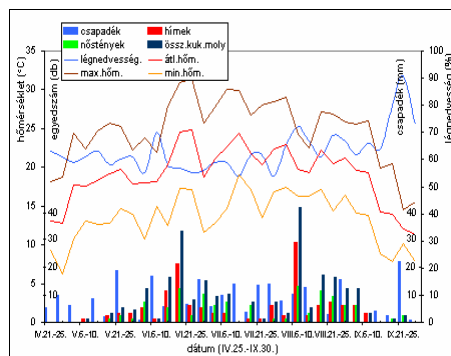
27. ábra. A 2002-ben tapasztalt kukoricamoly rajzás és szexuálindex Balatonmagyaródon



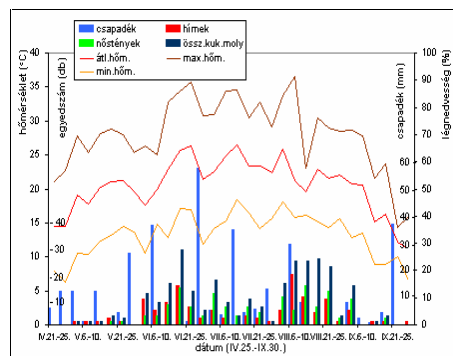
28. ábra. A 2002-ben tapasztalt kukoricamoly rajzás és szexuálindex Várdán

A meteorológiai és a fogási adatokat együtt is ábráztuk felvételezési helyenként. Ezeket az adatokat tartalmazza a 29. és 30. ábra azzal a különbséggel, hogy Balatonmagyaródon a légnedvességet is mértük. Az ábrák alapján könnyen megállapítható, hogy a csapadék csúcsok nem egyeznek meg a fogott egyedszám csúcsokkal. A légnedvesség alakulása

szintén hasonló eltérést mutat. A hőmérséklet görbék esetében szintén látható összefüggés a rajzásadatokkal. A rajzáscsúcsok idején magas átlaghőmérsékletet figyeltünk meg mindkét helyen, amely egy viszonylag gyenge éjszakai lehűléssel párosult minden esetben. Az erős éjszakai lehűlések pedig erőteljesen visszavetették a csapdázható molyok számát, ami a hímek számának csökkenésében mutatkozott meg jobban.



29. ábra. Meteorológiai és kukoricamoly rajzás adatok a 2002-ben Balatonmagyaródon



30. ábra. Meteorológiai és kukoricamoly rajzás adatok a 2002-ben Várdán

Az eredmények igazolása miatt indokoltnak láttuk a töfertőzöttség százalékos megállapítását is. Így Balatonmagyaródon az átlagos töfertőzöttséget 9%-nak, míg Várdán 11%-nak találtuk, amit a kukoricamoly második generációjának rajzása után, szeptember első dekádjában mértünk fel.

➤ A fénycsapda fogási adatok statisztikai értékelése

Mindkét helyszínen külön-külön, majd az összesített adatokból is számoltunk statisztikai összefüggéseket a csapdázási eredmények és a meteorológiai adatok között.

Balatonmagyaródon a következő eredmények születtek: statisztikailag igazolhatóan kijelenthetjük a protandria jelenség ismerete mellett is, hogy a

kukoricamoly nemeinek mennyiségi változása szignifikáns összefüggésben áll egymással. ($P = 100\%$; $r = 0,966$). Az összesített csapdázott eredmények kapcsolata a nőstény aránnyal statisztikailag igazolható kapcsolatot mutatott $P = 98,3\%$; $r = 0,267$ -es összefüggéssel.

A kukoricamoly hím egyedeinek aktivitása, megjelenése és egyben csapdázhatósága ha eltérő mértékben is, de szignifikáns összefüggést mutatott a meteorológiai elemek alakulásával. A hím kukoricamoly szám és a napi maximum hőmérséklet között pozitív jellegű kapcsolatot állapítottuk meg ($P = 96,8\%$; $r = 0,239$). Az éjszakai lehűlés kissé erősebb hatást gyakorolt a hímszámmra, amely statisztikailag is igazolható ($P = 97\%$; $r = 0,243$). Az átlaghőmérséklet ($P = 98,2\%$; $r = 0,264$) hatása szintén szignifikánsnak mondható a hímszámmal. A hímszám alakulása és a csapadékmennyiség közötti kapcsolat statisztikailag kimutatható korrelációt mutatott kevésbé szoros kapcsolattal ($P = 95,4\%$; $r = -0,232$). Látható, hogy a csapadékmennyiség és a hím egyedszám között az arányosság fordított.

A kukoricamoly nőstény egyedeinek csapdázhatósága és a meteorológiai elemek közötti kapcsolat hasonlóan alakult a hímekéhez, viszont itt az összefüggések szorosabbnak mutatkoztak. A nőstényszám és a hőmérséklet között szignifikánsan igazolható kapcsolatokat mutattunk ki. A nőstényszám és a maximum hőmérséklet ($P = 98,6\%$; $r = 0,274$), a minimum hőmérséklet ($P = 96,7\%$; $r = 0,227$) és az átlaghőmérséklet ($P = 96,7\%$; $r = 0,277$) között pozitív, szoros kapcsolatot írtunk le. A csapadékmennyiséggel való összehasonlítás során szintén pozitív korrelációt tapasztaltunk, de kevésbé szoros összefüggéssel ($P = 96,1\%$; $r = -0,270$).

Az összes kukoricamoly-fogás, hasonlóan a fentiekhez, pozitív jellegű szignifikáns kapcsolatot mutatott a maximumhőmérséklettel ($P = 98,6\%$; $r = 0,273$), a minimumhőmérséklettel ($P = 97,7\%$; $r = 0,255$), az átlaghőmérséklettel ($P = 99,1\%$; $r = 0,290$). Éppen szignifikáns korrelációt kaptunk a Balatonmagyaródon fogott összes egyedszám és csapadék

menyisége között ($P = 95\%$; $r = -0,280$). A balatonmagyaródi szexuálindex és meteorológiai adatok között nem kaptunk statisztikailag igazolható összefüggést. A korrelációs számítás e tényezők között $P = 91-94,8\%$ kapcsolatot regisztrált, elhanyagolható mértékű szorossággal.

Elmondható, hogy a balatonmagyaródi adatok statisztikai értékelése során minden esetben az átlaghőmérséklet mutatta a legmagasabb és a minimum hőmérséklet a legkisebb statisztikailag igazolható összefüggést a fogási adatokkal. A légnedvességi adatok statisztikai vizsgálatánál szintén nem igazolható korrelációt tapasztaltunk a fogási adatokkal. Egyedül a nőstényszám mutatott szignifikáns összefüggést a relatív páratartalommal ($P = 95,1\%$; $r = 0,254$), kevésbé szoros kapcsolat mellett.

A várdai eredmények statisztikai adatfeldolgozása után sokkal szorosabb összefüggéseket tapasztalhattunk, mint az északabbi területen. Szignifikáns összefüggést mutattunk ki a kukoricamoly nőstényeinek és hímjeinek egyedszáma között szoros kapcsolattal ($P = 100\%$; $r = 0,678$), illetve az összkukoricamoly és a szexuálindex között ($P = 100\%$; $r = 0,381$). A kukoricamoly hímjei pozitív korrelációt mutattak a maximum hőmérséklettel ($P = 99,3\%$; $r = 0,301$), az átlaghőmérséklettel ($P = 99,1\%$, $r = 0,290$) és fordított arányossággal, de a csapadék mennyiséggel is ($P = 96,9\%$; $r = -0,238$). Ugyanezen tényezőnek a minimum hőmérséklettel való kapcsolata statisztikailag nem igazolható ($P = 93,7\%$; $r = 0,209$).

A kukoricamoly nőstények a maximum és az átlaghőmérséklettel 100%-os szignifikanciát mutattak, megközelítően hasonló erősségű összefüggéssel ($r = 0,433$; $r = 0,444$). A minimum hőmérséklet is szignifikáns szinten korrelatívnak mutatkozott, hasonlóan a csapadékhoz ($P = 99,2\%$; $r = -0,295$).

A csapdázott összegyedszám tekintetében is szoros kapcsolatokat állapíthattunk meg a meteorológiai elemekkel. A korrelációs számítás az összegyedszám a minimum- ($P = 99,3\%$; $r = 0,301$), a maximum- ($P = 100\%$; $r = 0,390$), az átlaghőmérséklet ($P = 100\%$; $r = 0,389$), illetve a csapadék mennyisége ($P = 99\%$; $r = -0,286$) között szignifikáns

összefüggést mutatott ki. Ellentétben a balatonmagyaródi adatokkal, ahol a szexuálindex nem mutatott statisztikailag igazolható összefüggést a vizsgált abiotikus elemekkel. A szexuálindex a minimum és az átlaghőmérséklettel való kapcsolata $P = 100\%$ -os szinten korrelatív volt, közel hasonló szorossággal ($r = 0,386$; $r = 0,417$). Vizsgálataink szerint a maximum hőmérséklet jelentősen befolyásolja a szexuálindex alakulását ($P = 99,9\%$; $r = 0,380$). A nőstények száma, az összesen fogott egyedek tükrében jelentősen csökkenő tendenciát mutatott a csapadék mennyiségének emelkedésével ($P = 99,4\%$; $r = -0,304$).

Elvégeztük a felvételezések összesített statisztikai értékelését is:

Az összesített eredményekből is egyértelműen leszögezhető, hogy a kukoricamoly hímjeinek és nőstényeinek egyedszám-változása ($P = 100\%$; $r = 0,686$), illetve az összkukoricamoly száma és a szexuálindex ($P = 100\%$; $r = 0,284$) között szignifikáns összefüggéseket találtunk. Látható, hogy a hím és nőstényszám között szoros az összefüggés.

Elmondható, hogy a kukoricamoly hímjeinek egyedszám-változása szignifikanciát mutatott az abiotikus tényezőkkel. A maximum hőmérséklettel ($P = 99,9\%$; $r = 0,267$), a minimum hőmérséklettel ($P = 99,6\%$; $r = 0,226$), az átlaghőmérséklettel ($P = 100\%$; $r = 0,277$) és a csapadékkal ($P = 99,3\%$; $r = -0,299$) szoros kapcsolatot állapítottunk meg.

Érdekes megemlíteni, hogy a maximum hőmérséklet ($P = 100\%$; $r = 0,371$), minimum hőmérséklet ($P = 100\%$; $r = 0,292$), az átlaghőmérséklet ($P = 100\%$; $r = 0,375$) és a csapadék ($P = 99,8\%$; $r = -0,246$) jelentősen befolyásolta a nőstényszámot. Látható, hogy magasabb szignifikancia szinten és erősebb összefüggéssel állapíthattuk meg a kapcsolatokat itt, mint a hímszám esetében.

A kukoricamoly egyedszám-változására jelentős, statisztikailag igazolható befolyást gyakoroltak hasonló szintű szignifikanciákkal, kissé különböző összefüggésekkel a vizsgált meteorológiai elemek. Az így megállapított értékszámok a következők: kukoricamoly-minimum

hőmérséklet: $P = 100\%$; $r = 0,275$, -maximum hőmérséklet: $P = 100\%$; $r = 0,337$, -átlaghőmérséklet: $P = 100\%$; $r = 0,345$, -csapadék: $P = 99,8\%$; $r = -0,245$.

A szexuálindex tekintetében hasonló eredmények születtek az összesített vizsgálat esetében, mint azt a várdai adatok feldolgozásánál. Nagyobb mértékű a nőtényszám növekedése a hímszám növekedésénél a maximum hőmérséklet ($P = 99,9\%$; $r = 0,267$), a minimum hőmérséklet ($P = 100\%$; $r = 0,297$) és az átlag hőmérséklet ($P = 100\%$; $r = 0,308$) esetében is. Korrelatív kapcsolatot írtunk le fordított arányossággal a szexuálindex és a csapadék mennyiség között ($P = 98,2\%$; $r = -0,187$). Tehát a növekvő csapadék mennyiség mellett jelentkező, csökkenő kukoricamoly számon belül eltérő arányban reagáltak a nemek, amely a nőtényszám csökkenésének erőteljesebb jelentkezésében mutatkozott meg.

A statisztikai adatok differenciáltsága, a meteorológiai adatszolgáltató és a fénycsapdás felmérések helyszínei közötti távolság különbségekkel magyarázható.

4.2.2. A szexuál-attraktáns csapdák által szolgáltatott rajzásföldrajzi eredmények

A feromon csapdák által gyűjtött imágók mindkét területen a kétrajzású ökotípus megjelenését regisztrálták.

Balatonmagyaródon az áttelelt nemzedék csúcsát 4 egyed megjelenése jelentette, amelyet egymást követő három alkalommal fogtunk június 5-e és 10-e között. Az első nemzedéknél ez a csúcs augusztus 21-e és 25-e között következett be, 10 lepkével. Megfigyeltünk itt egy hasonlóan erős rajzáscsúcsot a két nemzedék között, amelyet július 4-én és 5-én 4 fogott lepke jelzett.

Várdán folyamatos rajzást tapasztaltunk, határozott csúcsokat nem állapítottunk meg, amely a két nemzedék jelenlétét egyértelműen tükrözné. A kétnaponkénti értékelés dekádonkénti ábrázolásában lehetne érzékelni a két nemzedéket jelző nagyobb egyedszámok megjelenését júniusban és augusztus első felében.

A rajzás időszakot kétfelé osztottuk (a fénycsapdás fejezetben megállapított időpontoknak megfelelően), és megállapítottuk a generációs kvóciens és az egy napra vetített relatív hím egyedszám értéket mindkét területre. Ennek eredményei láthatók a 6. táblázatban.

6. táblázat

Szexuál-attraktáns csapdák által gyűjtött kukoricamoly rajzásadatok

		Balatonmagyaród	Különbség (%)		Várda
Rajzás időtartam (nap)	1. generáció	51	<	5,88	54
	2. generáció	42	5	>	40
Kukoricamoly jelenlét (nap)		93	<	1,07	94
Egyedszám (db)	1. generáció	61	35,0	>	45
	2. generáció	31	<	25,8	39
	Σ	92	9,52	>	84
generációs kvóciens		0,51	<	0,35	0,86
1 RESZ	1. generáció	1,19	0,36	>	0,83
	2. generáció	0,73	0,32	>	0,41
	Σ	1,02	0,13	>	0,89

Magyarázat: A kettős vonal alatt a különbségek abszolút értékben szerepelnek.

1RESZ = egy napra vetített relatív egyedszám (ebben az esetben hímszám)

Leolvasható, hogy a feromon- és a fénycsapda által regisztrált adatok nagymértékben különböznek. A rajzás Várdán tartott tovább, ha minimális

mértékben is. Az egyedszámnál vegyes képet láthatunk. Az áttelelt nemzedéknél a balatonmagyaródi, az első nemzedéknél a várdai feromoncsapda gyűjtött több egyedet. Összesítve a balatonmagyaródi csapda által gyűjtött anyag a tetemesebb. Ez az érték párhuzamot mutat a fénycsapdával megállapított adatokkal.

A generációs kvóciensek mindkét területen az áttelelt nemzedék határozottabb megjelenését jelzik, amely mindenképpen eltérést mutat a fénycsapdás előrejelzésnél tapasztaltakkal. A két terület összehasonlításánál a várdai értékek a magasabbak, ami egybevág a fénycsapdás gyűjtésből származó adatokkal.

Az egy napra vetített relatív egyedszám hímekre vonatkoztatott értékei Balatonmagyaród térségében erősebben jelentkeztek, amely egybevág a másik prognosztikai eszköz által regisztráltakkal.

Balatonmagyaródon a háromcsúcsú rajzásgörbét, Várdán pedig egyöntetű rajzásképet állapítottunk meg. Ezekre a megfigyelésekre alapvetően a következő magyarázatok szolgálhatnak.

1. A köztes csúcs, és az egyöntetű rajzásképp betudható az átlagosan megjelenő nagy számú hímegyed felbukkanásának is, amelyek a fejlődésükhöz szükséges effektív hőösszeget jóval később kapták meg. Ezt a feltételezést viszont az ugyanazon időszak alatt azonos helyen működtetett fénycsapdák által szolgáltatott információk cáfolják meg.
2. A második lehetséges magyarázat, hogy az Arco-Pheron MZ-típusú feromoncsapda által szolgáltatott adatsor, nem hitelesen tükrözi vissza az adott populáció rajzásfenológiáját. Ahhoz viszont, hogy ezt kijelenthessük, több adatra lenne szükség.

Mindezek tudatában maradjunk annál a megállapításnál, hogy a fény és a feromoncsapda által jelzett rajzásdinamika jelentős aszinkronitást mutat.

Elmondható, hogy a két prognosztikai eszköz által szolgáltatott eredmények jelentős különbséget mutattak. A feromoncsapda által gyűjtött

adatsor jelentős variabilitása miatt nem tartottuk szükségesnek az így gyűjtött adatsor statisztikai elemzését.

4.3. A kukoricamoly országos rajzásfenológiai és populációdinamikai felmérése az országos fénycsapda hálózat adatai segítségével (1999, 2000, 2001)

4.3.1. Az évek csapadékvizonyainak értékelése Walter–Lieth-féle klímadiagramok segítségével

A rajzásfenológiai értékelésekhez megkértük az adott területek meteorológiai adatait, amelyek segítségével elkészítettük a területek adott időszakaira vonatkozó Walter-Lieth-féle klímadiagramokat. Ezek láthatók 3-5. mellékleteken.

Az 1999-es évben humid klimatikus viszonyok jelentkeztek a vizsgált területeken (3. melléklet). Kisebb száraz „foltok” fellelhetők a nyár eleji és -végi időszakban, azonban a vizsgált időtartam egészét tekintve csapadékos időjárási viszonyok uralkodtak. Ez különösen Keszthely klímagramjából tűnik ki leginkább, hiszen itt csak augusztus közepétől látható csapadék csökkenés. Ezek az adatok egy erőteljes kukoricamoly rajzás képét vetítik elénk. A humid időjárási viszonyok, a hullott csapadék és az ezzel párosuló magas relatív páratartalom segítik a lárvák stádiumváltásait, illetve fokozzák a nőstények tojásrakási tevékenységét.

A 2000-es év klímadiagramjait figyelve megállapítható (4. melléklet), hogy az 1999-es csapadékos évet egy nagyon száraz esztendő követte. Keszthely és Győr térségében júliusban megfigyelhető ugyan egy kis csapadékosabb időszak, azonban az egész időintervallumot tekintve a száraz időjárás dominált. Ez a csúcs, viszont elősegítette a keszthelyi területen az első nemzedék megjelenését, amelynek kezdete pont erre az időszakra esett. A 2000. évi arid időjárás a szegedi klímadiagramon tükröződik vissza leginkább. Látható, hogy a vizsgált időszak

egyértelműen aszályos. Bár ezen a területen a kukoricamoly két nemzedékben rajzik, ez a csapadék hiány növelhette a lárva mortalitást, visszavethette a tojásrakási aktivitást és így mindkét nemzedék egyedszámát.

Az előző év arid jellemzői nem mondhatók el (5. melléklet) 2001-re. Kiegyensúlyozottabb csapadékviszonyok jellemezték ezt az évet. Ennek ellentmond, hogy Győr területén a nyár első felét és közepét viszonylagos szárazság jellemzi, amely csökkenthette a megjelenő populációk egyedszámát.

Keszthelyen is látható a szárazság mérséklődése, tehát itt is hasonló a tendencia. Mivel itt húzódik az egy és kétrajzású ökotípusok határvonala, elképzelhető a két nemzedékben rajzó ökotípus erőteljesebb fellépése. Szegeden többnyire humid időjárás jellemezte az év e szakaszát, amely segíthette a második generáció erőteljes megjelenését, és a kétrajzású ökotípus térhódítását.

A győri adatokból – amely az egyrajzású populációk területe – arra következtethetünk, hogy az egynemzedékes ökotípus megjelenésének az 1999-es év kedvezett a legjobban.

Keszthelyen a 2000, 2001-es év nem kedvezett a kukoricamoly két nemzedékben történő rajzásának. Az 1999-es évben viszont erőteljes két nemzedék megjelenését állapítottuk meg.

A szegedi területen, az 1999-es és 2001-es év segítette a kétnemzedékes ökotípus térhódítását és nagyobb egyedszámban történő megjelenését. A 2000-es évet vizsgálva viszont elmondhatjuk, hogy hasonlóan az ország más területeihez, az aszály jelentősen mérsékelhette a kukoricamoly megjelenését.

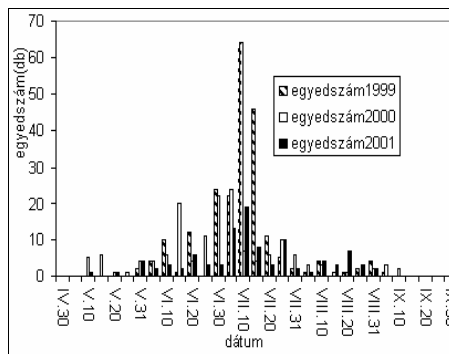
4.3.2. Országos rajzásfenológiai és -dinamikai vizsgálat

Az elkészített három év rajzásdiagramjai alapján, négy típusra lehetett elkülöníteni a kukoricamoly magyarországi rajzásmenetét. Így az egy és két nemzedékben rajzó kukoricamoly populációk által határolt területeket további két részre osztottuk.

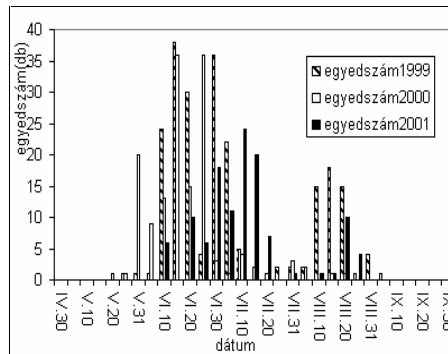
A 31., 32., 33., 34. ábrákon a négy különböző rajzásfenológiai típus látható, amelyek legjobban reprezentálták az adott régió rajzássajátságait.

Az észak-nyugati területeken, Győr-Moson-Sopron és Vas megye területein tipikusan egy nemzedékben rajzik a kukoricamoly (31. ábra). A rajzásidőtartam elhúzódik, amelynek elején és végén minimális egyedszámban jelenik meg a kukoricamoly. Ez azzal magyarázható, hogy az áttelelő lárvák diapauzájának feloldása hosszú ideig elhúzódik. Az egycsúcsú rajzásgörbe csúcspontja július 5.-15. közé tehető.

Az évente kétcsúcsú rajzásalakulást mutató populáció rajzásgörbéjét szemlélteti a balassagyarmati fogási adatokból készült 32. ábra. Itt a második generáció megjelenése sokkal elhanyagolhatóbb a domináns első generációénál. A generációs kvóciens értéke ezeken a területeken $\approx 0,1-0,6$.



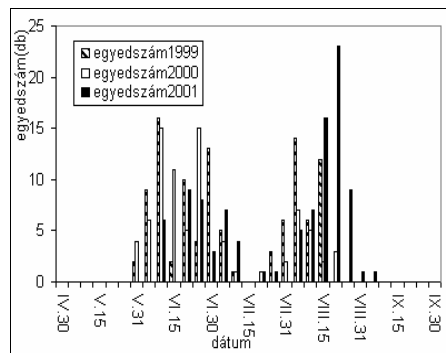
31. ábra. Oszkón (Vas) tapasztalt kukoricamoly rajzás 1999, 2000, 2001-ben



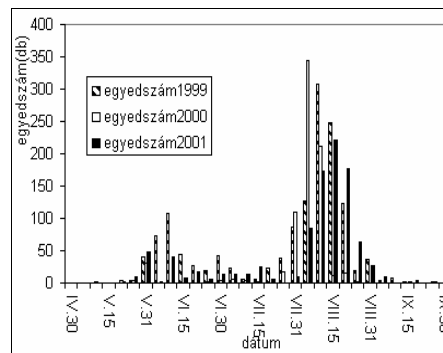
32. ábra. Balassagyarmaton (Nógrád) tapasztalt kukoricamoly rajzás 1999, 2000, 2001-ben

A közép-magyarországi területek kukoricamoly populációinak nyári első nemzedékének megjelenése már jóval nagyobb egyedszámú, sőt bizonyos években egyes területeken az egyedszám még felül is múlja az első generáció megjelenését. Ezt reprezentálja mezőkövesdi rajzásdiagram (33. ábra). A generációs kvóciens értéke e régióban $\approx 0,7-2$.

A negyedik típus az úgynevezett „tipikusan két nemzedékben” megjelenő populációk, amelyek a Dél-Alföldön, és az Alföld egyes területein jelentkeztek (34. ábra). Itt a második generáció megjelenése jóval dominánsabb az első generációénál. Mind a csapdázott egyedszám, mind a rajzásidőtartam tekintetében felülmúlja a tavaszvégi nyár eleji első rajzást. A generációs kvóciens értéke ezeken a területeken $\approx 2-11$.



33. ábra. Mezőkövesden (Borsod-Abaúj-Zemplén) tapasztalt kukoricamoly rajzás 1999, 2000, 2001-ben

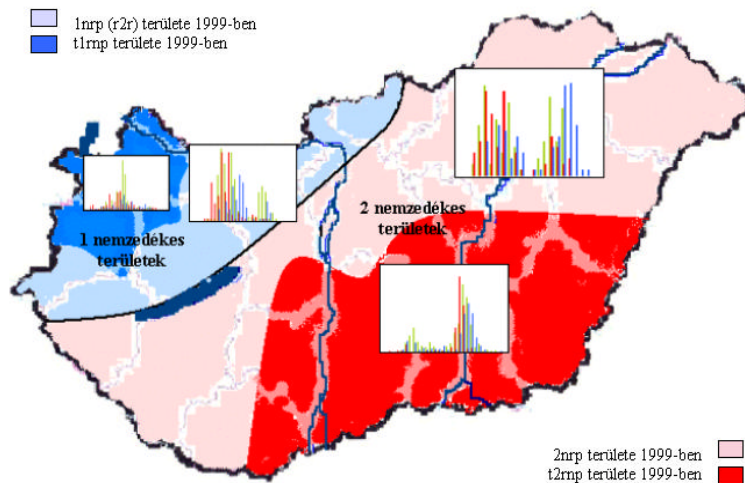


34. ábra. Székkutas (Csongrád) tapasztalt kukoricamoly rajzás 1999, 2000, 2001-ben

A 35. ábrán az említett rajzástípusok elterjedésének határvonalait ábrázoltuk Magyarország területén 1999-ben. Látható, hogy a tipikusan egy nemzedékes populációk megjelenése az északnyugat-magyarországi régió, amely Vas és Győr-Moson-Sopron megye területére tehető.

A határozott második rajzású populációk megjelenési területe jóval nagyobb, amely a 35. ábrából is egyértelműen kitűnik. Ez a dél-magyarországi régió, amelynek területe megközelítően négyszeresen

haladta meg a határozottan egy nemzedékben megjelenő populációk területét 1999-ben. Leolvasható, hogy a határozott második rajzású és a hasonló egyedszámú két nemzedékekkel rajzó populációk 1999-ben jóval nagyobb területet foglalnak el, mint a határozott egy nemzedékkel megjelenő populációk.



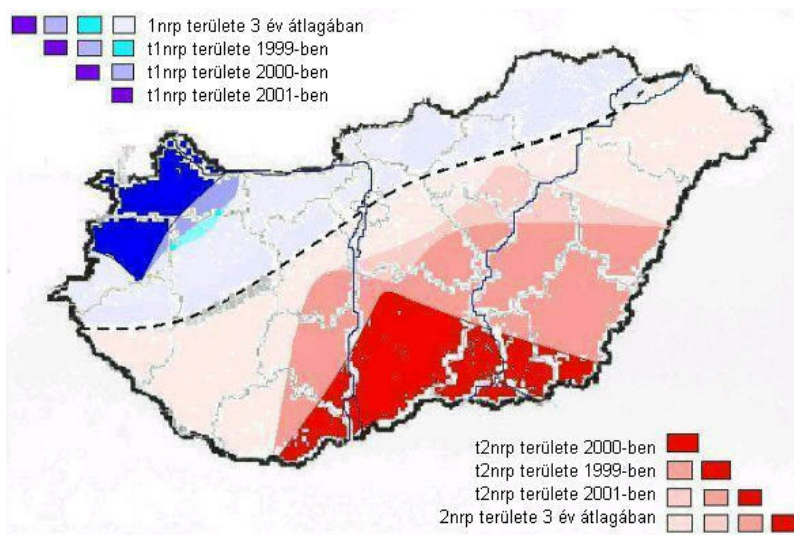
35. ábra. Kukoricamoly rajzás típusainak elterjedése Magyarországon 1999-ben

Magyarázat: A vonal az egy és két nemzedékben rajzó populációk képzeletbeli határvonala 1999-ben. 1nnp (r2r) = egy nemzedékben rajzó kukoricamoly populációk, és részleges második rajzás; t1nnp = határozottan egy nemzedékben rajzó kukoricamoly populációk; 2nnp = két nemzedékben rajzó kukoricamoly populációk; t2nnp = határozottan két nemzedékben rajzó kukoricamoly populációk.

A nemzedékek határvonalát jelző görbe északi területeken húzódik. Érdeemes megemlíteni, hogy az Északi-Középhegység területén elhelyezkedő fénycsapdák is a kétnemzedékes populációk megjelenését

regisztrálták 1999-ben. Ez a jelenség ebben az évben tapasztalható meleg, csapadékos időjárással magyarázható.

A 36. ábrán az eltérő rajzású populációk elterjedéseit láthatjuk három év átlagában. Jól érzékelhető miként változtak a rajzástípusok elterjedésének határvonalai a vizsgált három évben.



36. ábra. A kukoricamoly egy és két nemzedékben rajzó populációinak magyarországi elterjedése az 1999., a 2000. és a 2001. években

Magyarázat: A szaggatott vonal az egy és két nemzedékben rajzó populációk határvonala 1999-ben. 1nnp (r2r) = egy nemzedékben rajzó kukoricamoly populációk, és részleges második rajzás; t1nnp = határozottan egy nemzedékben rajzó kukoricamoly populációk; 2nnp = két nemzedékben rajzó kukoricamoly populációk; t2nnp = határozottan két nemzedékben rajzó kukoricamoly populációk.

A 2000-es, erősen száraz, csapadékmentes év jelentősen visszavetette a határozott második nemzedékben rajzó populációk térhódítását. Ez az északnyugati területeken megjelenő kukoricamoly populációk által elfoglalt területek változatlanságában is jelentkezett.

A 2001. évben tapasztalt csapadékkal párosult melegebb időjárás, azonban elősegítette a kétnemzedékes populációk északabbra hatolását, és az egy nemzedékben megjelenő populációk térvesztését. A szaggatott vonallal jelölt nemzedékek határvonala durván a Bakony és az Északi-Középhegység déli határára tehető. Ez a megállapítás, három év megfigyeléséből származik.

A 7. táblázatban és a 6. mellékletben szereplő csapdázott egyedszám értékek régiónkénti összesítéseit tartalmazza. A csapdázott egyedszám eredményeiből visszatükröződik a nemzedékek egymáshoz viszonyított dominanciája. Északnyugatról délkeletre haladva az áttelelt nemzedék során tapasztalt egyedszámtöbblet kezd kiegyenlítődni, majd átfordul az első nemzedék egyedszám dominanciájába.

Érdemes megemlíteni, hogy az egynemzedékes területeken az egymást követő években erőteljes egyedszám csökkenést regisztrált a fénycsapda. Győr és Kóny térségében például a 2001. év egyedszáma 96%-kal kevesebb a 2000-ben tapasztalt egyedszámnál.

A határozott áttelelt nemzedékkel rajzó területek három évének régiónkénti értékei egyértelműen mutatják az első generációk határozottabb megjelenését. Ezeken a területeken éves bontásban is ugyanezt a tendenciát figyelhetjük meg az összesített táblázatban. A Borsod-Abaúj-Zemplénben tapasztalt alacsonyabb százalékos különbség és 2001 fordított előjelű különbsége, a nyári első nemzedék időnkénti megerősödését jelzik. A Zala megyei Nemessándorházán 2001-ben, Kálócfán 2000-ben és a Balatongyörökön 1999-ben megfigyelt erőteljesebb nyári első nemzedék rajzása szintén a kukoricamoly határozottabb megjelenését jelzik.

7. táblázat

Az 1999, 2000, 2001-es országos fénycsapda fogási eredményekből számolt egyedszámok az ország kisebb egységeire bontva

	1999 (db)			2000 (db)			2001 (db)			3 év összesített különbsége (%)
	1. nem- zedék	2. nem- zedék	összesen	1. nem- zedék	2. nem- zedék	összesen	1. nem- zedék	2. nem- zedék	összesen	
Győr-Ménfőcsanak-Sopron	188	-	188	80	-	80	3	-	3	> 100
Különbség (%)	> 100			< 100			> 100			
Vas	246,6	-	246,6	215	-	215	61	-	61	> 100
Különbség (%)	> 100			> 100			> 100			
Veszprém	214	58	272	208	32,5	240,5	33,5	10,2	43,7	> 77,8
Különbség (%)	> 72,8			> 84,3			> 69,5			
Zala	87,6	15	102,6	25,6	16,3	41,9	19	6,3	25,3	> 71,5
Különbség (%)	> 82,8			> 36,3			> 66,6			
Pest (észak), Nógrád	58	21,3	79,3	50,6	3	53,6	35,6	6	41,6	> 78,9
Különbség (%)	> 63,2			> 94			> 83,1			
Borsod-Abaúj-Zemplén, Heves	49,6	29,6	79,2	53	11	64	19,3	24,3	43,6	> 47,2
Különbség (%)	> 40,3			> 79,2			< 20,5			
Jász-Nagykun-Szolnok, Hajdú-Bihar	97,8	155	252,8	33,2	18	51,2	22,4	30,4	52,8	< 24,5
Különbség (%)	< 36,9			> 45,7			< 26,3			
Somogy,Tolna, Baranya	55,6	99,3	154,9	77,3	61	138,3	17,3	50,6	67,9	< 28,7
Különbség (%)	< 44			> 21			< 79,6			
Fejér	104	269	373	57	47	104	22	474	496	< 76,8
Különbség (%)	< 61,3			>17,5			< 95,3			
Pest (dél)	12	65,3	77,3	25,3	20,6	45,9	14	263	277	< 84,6
Különbség (%)	< 81,6			> 18,5			< 94,6			
Bács-Kiskun	7,5	26,2	33,7	7,5	3,7	11,2	3,7	15,5	19,2	< 58,8
Különbség (%)	< 71,3			> 50,6			< 76,1			
Csongrád	114	262,6	376,6	23,6	160	183,6	50,4	198,4	248,8	< 69,7
Különbség (%)	< 56,5			< 85,2			< 74,5			

Magyarázat: A különbségek rovatba az adott év nemzedékszámainak százalékos különbségei vannak feltüntetve. > = az 1. nemzedék egyedszáma nagyobb;
< = a 2. nemzedék egyedszáma nagyobb

A dél-dunántúli illetve a közép-magyarországi területek csapdázott egyedszámai a kukoricamolymásodik generációjának 24-28%-os többségét jelzik. Ezeken a területeken, azonban nem mondható el a nyári első nemzedék határozottabb megjelenését, mert az évek során történt megfigyelések változó erősségű generációk megjelenését jelzik. Ez a területek hőmérsékleti és csapadék viszonyaitól nagymértékben függ.

A Pest megye déli területein, illetve Bács-Kiskun és Csongrád térségében regisztrált egyedszámokból, viszont a második generáció

egyértelmű dominanciája állapítható meg. Ezt az egyes években tapasztalt 83-92%-os második nemzedékben csapdázott egyedszám többlete is alátámasztotta.

A 7. mellékletben, a területeken tapasztalt kukoricamoly jelenlétét tüntettem fel nemzedékenkénti bontásban. Az egynemzedékes területeken az egyedszámnál megállapított csökkenő tendencia itt nem állapítható meg, a kukoricamoly megjelenésének időtartama nem csökkent. Így csupán az egy napra vetített relatív egyedszám értékeinek csökkenése mutat párhuzamot az egyedszám csökkenésével.

Látható, hogy az északnyugati kukoricamoly populációk egyetlen nemzedékének rajzásidőtartama jóval felülmúlja a kétnemzedékes populációk egyik nemzedékének időtartamát. A három év százalékos különbségeinek csökkenése figyelhető meg a dél-keleti területek felé haladva.

Egy-két kivételtől eltekintve a kétnemzedékes területeket figyelve megállapítható - az északnyugat délkeleti fekvéstől függetlenül -, az áttelt nemzedékek rajzás időtartalmának elhúzódása. A nyári első nemzedékek esetenkénti hosszabb jelenléte a délebbi területen tapasztalható. 1999-ben a 34 kétnemzedékes felvételezési helyszínből 15 helyen volt hosszabb a második generáció jelenléte. Ugyanez 1999-ben már csak 5 helyszínt jellemzett, amely a száraz csapadékmentes klimatikus viszonyoknak tulajdonítható. A kukorica növények vízvesztése, kényszerérése visszavetette a második nemzedék kifejlődését. Viszont 2001-ben 10-re emelkedett a hosszabb másodkrajzású populációknak helyt adó helyszínek száma.

Az eddig tárgyalt csapdázott egyedszám és rajzásidőtartam értékeiből elkészítettük felvételezési helyszínenként az egy napra vetített relatív egyedszám értékeit (1RESZ), illetve abszolút értékben feltüntetett különbségeit (8. melléklet). Ennek a régiónkénti összesítéseit tartalmazza a 8. táblázat.

8. táblázat

Az 1999, 2000, 2001-es országos fénycsapda fogási eredményekből számolt egy napra vetített relatív egyedszámok az ország régióira bontva

egyrajzású területek	1999 1RESZ		2000 1RESZ		2001 1RESZ		átlag
Gy-M-S	3,7		0,7		0,6		1,6
Vas	1,73		0,96		0,53		1,07
kétrajzású területek	1999 1.gen. 1RESZ	2000 1.gen. 1RESZ	2001 1.gen. 1RESZ	1999 2.gen. 1RESZ	2000 2.gen. 1RESZ	2001 2.gen. 1RESZ	
Veszprém	2,55	2,57	0,45	0,75	1,1	0,24	
átlag	1,85		>		0,69		
Zala	1,2	0,43	0,27	0,46	0,6	0,23	
átlag	0,96		>		0,43		
P-N	1,2	0,78	0,84	0,53	0,22	0,25	
átlag	0,94		>		0,33		
BAZ-H	1,07	1,24	1,13	1,3	0,45	1	
átlag	1,14		>		0,91		
JNSZ-HB	1,81	0,76	0,47	3,1	0,47	1	
átlag	1,01		<		1,52		
S-T-B	1,37	1,03	0,36	2,29	0,94	1,63	
átlag	0,92		<		1,62		
Fejér	2,1	0,87	0,55	5,15	1,1	4,55	
átlag	1,17		<		3,6		
Pest (dél)	0,27	0,35	0,08	0,99	0,61	2,89	
átlag	0,23		<		1,49		
Bács-Kiskun	0,19	0,32	1,24	0,41	0,22	0,3	
átlag	0,58		>		0,31		
Csongrád	1,92	0,42	0,96	4,27	2,68	4,03	
átlag	1,1		<		3,66		

Magyarázat: > = az 1. generáció egyedszáma nagyobb; < = a 2. generáció egyedszáma nagyobb; Gy-M-S= Győr–Moson-Sopron megye, P-N=Pest (észak) és Nógrád megyék; BAZ-H=Borsod-Abaúj-Zemplén és Heves megyék; JNSZ-HB= Jász-Nagykun-Szolnok és Hajdú- Bihar megyék; S-T-B= Somogy, Tolna és Baranya megyék

Az egy- és kétnemzedékes területek között a nemzedékek kukorica vegetációra nehezedő nyomását jelző egy napra vetített relatív egyedszám értékeiben éles eltérések nem találhatók. A 8. táblázatot figyelve kiderül, hogy ezen értékszám alakulása változatos, 0,08 és 4,26 között mozog.

Mindezek ismeretében, azonban elmondható, hogy a három év nemzedékenkénti átlagai, hasonló tendenciát mutatnak az egyedszám és a rajzásidőtartam vizsgálataival. A kukoricamoly, kukorica vegetációra nehezedő nyomása a délebbi területeken a második nemzedékben volt nagyobb, míg ez az összefüggés az északi régiókban fordított.

Különösen magas egy napra vetített kukoricamoly egyedszám figyelhető meg Csongrád megyében a második rajzáskor, például Székkutason 2001-ben 12,35. A különbségek értékei 0 és 2 között mozognak, amelynek növekedése szintén csak az alföldi területeknél tapasztalható.

A 9. melléklet és a 9. táblázat tartalmazza a fénycsapdázási helyszínek három évre vonatkozó elszaporodási és generációs kvócienseinek számított értékeit régiókra bontva.

Látható, hogy az egynemzedékes területeken (különösen Győr–Moson–Sopron térségében) az egymást követő években a kukoricamoly megjelenése csökkenést mutat, amely az évek átlagában is megmutatkozott. A kétnemzedékes régiók generációs kvóciensei jól mutatják az egy éven belül megjelenő generációk egymáshoz viszonyított arányát. Jól látható az áttelelt nemzedékek erőteljesebb megjelenése az északabbi területeken, míg például a Pest megye déli részére és Csongrádra vonatkozó hányadosok éppen a második generáció egyre erőteljesebb fellépését jelzik. A Fejér megyébe tapasztalt magas generációs kvóciens értékek e terület felmelegedésével, vagy a gyűjtés hibájával magyarázható.

9. táblázat

Az 1999, 2000, 2001-es országos fénycsapda fogási eredményekből számolt elszaporodási és generációs kvóciens értékei az ország régióira bontva

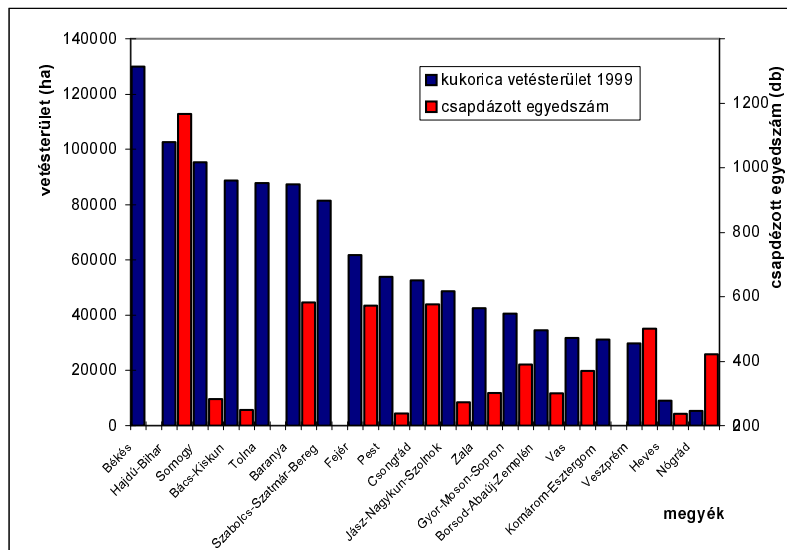
Egyrajzású területek	Elszaporodási kvóciens			
	1999-2000	2000-2001	átlag	
Gy-M-S	0,42	0,03	0,22	
Vas	0,65	0,95	0,8	
Kétraajzású területek	Generációs kvóciens			
	1999	2000	2001	átlag
Veszprém	0,56	0,12	0,5	0,39
Zala	0,42	0,73	0,88	0,67
P-N	0,54	0,23	0,13	0,3
BAZ-H	0,69	0,16	0,66	0,5
JNSZ-HB	3,08	0,64	1,4	1,7
S-T-B	0,97	0,71	11,67	4,45
Fejér	2,39	0,75	7,18	3,44
Pest (dél)	8,25	0,92	11,61	6,92
Bács-Kiskun	2,11	0,78	5,72	2,87
Csongrád	1,91	5,05	4,86	3,94

Magyarázat: Gy-M-S= Győr–Moson-Sopron megye, P-N = Pest (észak) és Nógrád megyék; BAZ-H = Borsod-Abaúj-Zemplén és Heves megyék; JNSZ-HB = Jász-Nagykun-Szolnok és Hajdú- Bihar megyék; S-T-B = Somogy, Tolna és Baranya megyék

A 9. mellékletben feltüntetett egymást követő évek generációs kvócienseiből is kiderült, hogy az egynemzedékes területeken az adott év első generációja határozottabb megjelenést mutat a megelőző év második generációjánál. Eger területén 2000-ről 2001-re húszszoros egyedszám

növekedés mutatkozott. Délebbre haladva többek között Csongrád, Bács-Kiskun és még Baranya, Tolna térségében is a második rajzás nagyobb egyedszámú megjelenése látható a következő év áttelelt nemzedékéhez viszonyítva. Ez alól a megállapítás alól egy-két településen tapasztalt adatok kivételt képeznek.

Összevetettük az adott évek országos kukorica vetésterületét, az adott évre vonatkozó átlagos csapdázott egyedszámmal. A 37. ábrán 1999-ben tapasztalható összefüggések láthatók. Bár Hajdú-Bihar és Heves megyékben párhuzam tapasztalható a vetésterületek és az átlagos csapdázott egyedszámok megyénkénti alakulásai között, e két paraméter közötti kapcsolat, azonban nem mutat egyértelmű összefüggést.



37. ábra. Magyarország kukorica vetésterülete és a fénycsapdázott kukoricamoly egyedszám összefüggése megyénként 1999-ben

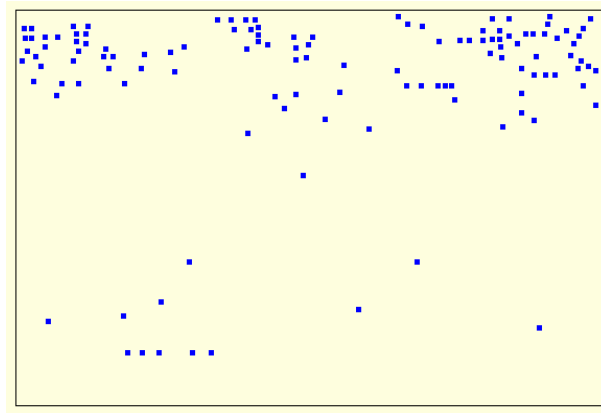
4.4. Optimális mintavételei stratégia a kukoricamoly lárvafertőzöttség becsléséhez (1997-1998)

4.4.1. Táblafelvételi adatok elemzése

Az 1997. évi első felméréskor, a 10 m²-en, a 13 fm-en és a 100 tövön talált kukoricamoly lárvakártétele, 0 és 21% között ingadozott, szinte függetlenül az ismétlések számának növelésétől. A későbbiekben (16x1000 m²-en) megállapítottuk, hogy a táblán 1,5% körüli a fertőzöttség. A jelenséget a kukoricamoly lárvák foltszerű elhelyezkedése okozza (38. ábra), ami a tojásrakás etológiájára vezethető vissza. A június folyamán kirajzó imágók, az érési táplálkozásuk után rakják le tojásaikat (Egy csomóban 10-45 tojás található). A tojásrakási hely is a foltszerűséget erősíti. A táblán a kukoricamoly nőstények a legmagasabb növényeket választják ki tojásrakásra. Viszont a kukoricamollyal már fertőzött növény riasztólag hat a tojásrakó nőstényre. A kikelt hernyók vagy azonnal berágnak a szárba (39. ábra), vagy a vándorlási ösztön miatt a levél pereméig vagy csúcsáig másznak, majd selyemszálon ereszkednek. Ezt többször megismétlik, így a tojáscsomótól távol is kerülhetnek. Sűrű, egymással érintkező növényállományban messze eljuthatnak. A fiatal lárvák hosszú és sűrű szőrözöttsége lehetővé teszi, hogy 2-3 m/sec légmozgással nagyobb távolságra is elkerüljenek. A megtelepedett hernyók, a szárat rágják végig, majd ősszel, az utolsó internódiumok egyikében elkészítik a telelő helyüket (40. ábra).

A foltszerű elrendeződés nagymértékben megnöveli a minta nagyságát, ha azonos biztonsággal kívánjuk a fertőzöttség nagyságát megállapítani. A 10. melléklet jól szemlélteti a folyamatot. Egy 50%-os fertőzöttség esetén, amennyiben nincs foltszerűség, vagyis minden második töő károsított, a 10%-os hibahatár eléréséhez elegendő 9 töő (lásd bal felső grafikon) vizsgálata. A foltszerű eloszlás esetén növekszik a felvételezendő tövek száma. Ha 3 tövenként ismétlődik a fertőzött és egészséges kukorica, akkor

már 22 tő jelenti a hibahatáron belüliséget (jobb felső grafikon), az 5-5-ös bloknál (bal alsó grafikon) 46 tő, a 10-10-esnél (jobb alsó grafikon) pedig 91 tő.



38. ábra. A kukoricamoly kártételének eloszlása a 25x40 m-es parcellán, 1,5%-os tőfertőzöttség esetén (Somogyszil, 1997)



39. ábra. Kukoricamoly L₁-es lárva berágási helye (fotó: Takács A.)

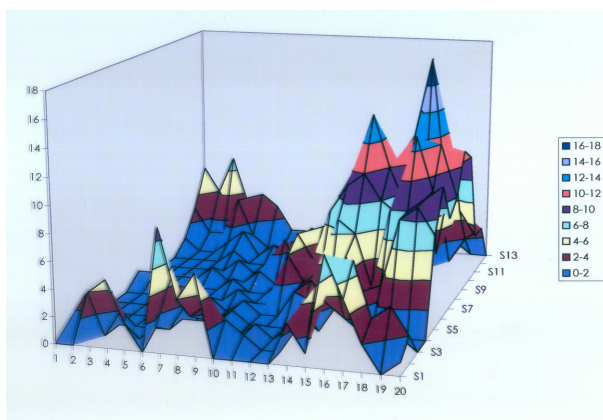


40. ábra. Telelőre vonult kukoricamoly lárva (fotó: Takács A.)

Modelleztük a foltyszerűség hatását az 50%-nál kisebb fertőzöttségnél is. A szükséges tőszám nem csupán tízszeresére (mint az előző példában, hanem 50-100-szorosára is emelkedett).

A második évben (1998) közel 10%-os fertőzöttségű táblán végeztük a felméréseket. A hagyományos felvételezéssel 0 és 72% közötti ingadozást

kaptunk. Az 1000 m²-es parcellákon 25 töves blokkokat alakítottunk ki, és a foltosságot ábrázoltuk (41. ábra).



41. ábra. A kukoricamoly kártételének eloszlása (25 töves blokk) a 10x100 m-es parcellán 10%-os tőfertőzöttség esetén (Igal, 1998)

4.4.1.1. Eredeti (parcella) felbontású feldolgozás

A két tábla aggregált adatait és a fontosabb statisztikai mutatóit foglaltuk össze az 11-12. mellékletekben. A szükséges jósolt tőszámot (N') 95%-os megbízhatóságra és 10%-os relatív hibahatárra ($h = 0,10$) számítottuk.

A két melléklet összehasonlítása összhangban áll a 3. munkaformulával [$N' = (t/h)^2 \cdot I_f/p$], mely szerint előírt relatív hibahatárnál - a szükséges felvételi tőszám fordítottnan arányos a fertőzöttség fokával. A 2. táblán a fertőzöttségi fok mintegy 6-szorosa az 1. táblán megállapított fertőzöttségnek, kb. ilyen arányban kevesebb tő elegendő a 2. tábla felvételezésekor (lásd N').

Mindkét táblán figyelemreméltó tendencia, hogy a parcellaalak nyújtásával (a sorok számának növelésével, egy időben a soronkénti tövek számának csökkentésével) a foltossági mutatók következetesen

csökkennek, ezzel együtt csökken a szükséges tövek jósolt száma. Úgy tűnik, hogy a mintaegységek kijelölésénél célszerű ilyen értelemben elnyújtott parcellákat választani.

Az 52 és 130 soros parcellatípusoknál a foltossági index irreálisan alacsony (a 2. tábla esetében 1 alatt marad), ami arra vall, hogy ekkora parcella-választásnál már elmosódik a szomszédos tövek fertőződésének „rokonsága”. Ennek következménye a szükséges N' tőszámok nagyon alacsony becsült értéke.

Ezért szükséges folytatni a tendenciák feltárását a parcellák finomabb (kisebb cellákra történő) felbontásával.

4.4.1.2. Tényadatok elemzése a parcellák cellákra történő felbontásával

A táblákat, ezen belül a parcellákat tovább bontottam a felvételezés által megengedett cellaméretek és alakok néhány kombinációjára. A foltosságmutatók közül csak a foltossági indexeket közlöm az alábbi táblázatokban (10., 11. táblázat), mivel adott fertőzöttségi foknál ezek egymással arányosak, tendenciájuk hasonló.

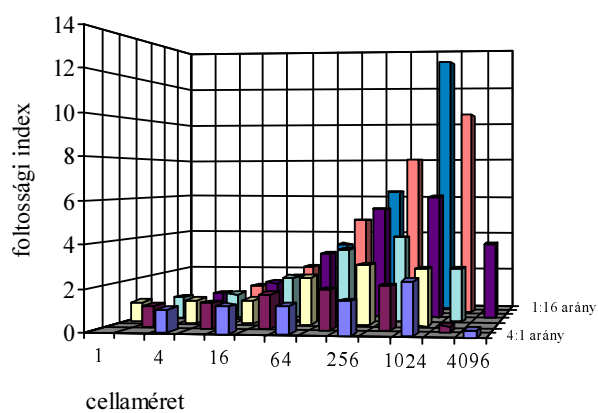
A 10-11. táblázatok és a 42-43. ábrák mutatják a foltossági indexek alakulását.

Mindkét táblánál megfigyelhető, hogy adott cellaalak mellett kisméretű celláról indulva a foltossági index először növekszik, majd nagyméretű celláknál csökkenni kezd. Sem túl kis-, sem túl nagyméretű cellák nem jelzik reálisan a foltosságot, elfedik a szomszédos tövek korrelációját. Adott cellaalaknál, az a cellaméret ad maximális információt a foltosságról, amelynél az I_f foltossági index a legnagyobb méretű.

10. táblázat

Az 1. tábla foltossági indexei különböző cellaméret és -alak szerint
(átlagos fertőzöttség: 1,62%)

Cella- méret	Cellaalak						
	4:1	2:1	1:1	1:2	1:4	1:8	1:16
	arány						
1			0,983				
2		1,006		0,999			
4	1,055		1,08		1,055		
8		1,175		1,219		1,251	
16	1,238		1,144		1,626		1,621
32		1,593		2,08		2,31	
64	1,31		2,26		3,134		3,399
128		1,854		3,49		4,815	
256	1,56		2,859		5,47		6,27
512		2,076		4,099		7,982	
1024	2,465		2,693		6,077		13,274
2048		0,264		2,612		10,318	
4096	0,302				3,704		

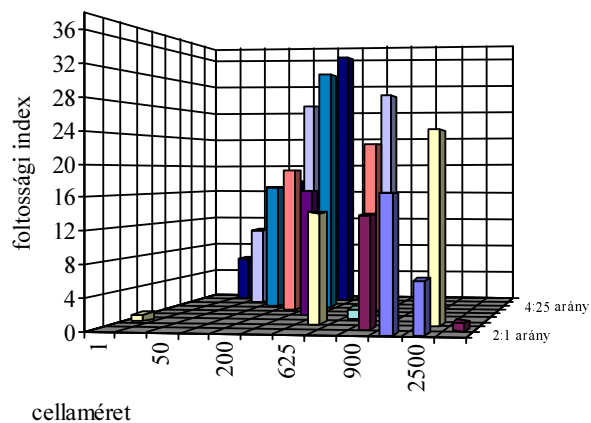


42. ábra. Az 1. tábla foltossági indexei különböző cellaméret és -alak szerint

11. táblázat

A 2. tábla foltossági indexei különböző cellaméret és -alak szerint(átlagos
fertőzöttség: 10,2%)

Cella- méret	Cellaalak								
	2:1	3:2	1:1	32:25	16:25	8:25	4:25	2:25	1:25
	arány								
1			0,9						
25									5,932
50								10,549	
100							18,871		17,573
200						19,216		28,693	
400					16,551		32,751		36,126
625			13,94						
800				1,372		22,846		30,064	
900		13,88							
1250	16,55								
2500	6,42		24,25						
3750		1,97							



43. ábra. A 2. tábla foltossági indexei különböző cellaméret és -alak szerint

A 10., 11. táblázatokban oszloponként más-más a foltossági index legnagyobb értéke. Minthogy a felmérni kívánt összes tő száma arányos I_f -fel, az a cellaalak közelíti meg az optimális mintaegység alakot, amelynél a legnagyobb foltossági index a legkisebb értékű a többi cellaalaknál talált maximumok között.

Az 1. táblán (somogyszili) a 2:1 arányú cellaalaknál találjuk a maximális foltossági indexek minimális értékét ($I_f = 2,1$), és pedig az 512 töves (32 sor x 16 tő) cellaméretnél. A 3. munkaformulával becsült szükséges tőszám mintegy 50.000 tő, ami kb. 100 cellát (ismétlés) ölel fel. Az optimális mintavételi stratégiát e cellaméret és cellaalak környezetében kell keresnünk.

A 2. táblán (igali) ugyanilyen módon találjuk a 3:2 arányú cellaalaknál, a 900-as cellaméretnél az optimum-centrumot ($I_f = 13,9$). Egy 36 sor x 25 tő cellaváltozatot jelent, a becsült szükséges tő 56.000, kb. 60 cellányi.

Az előbbi eredményekben az a legmeglepőbb, hogy a jelzett optimális mintaegység több sort tartalmaz, mint soronkénti tövet (2:1, illetve 3:2 arány). Mivel sortávolságnyi sor-szakaszra kb. 4 tő esik, a jelzett cellaalak geometriailag korántsem négyzetszerű. Az eredmény biológiai hátterét keresve, valószínűleg a sorirányra inkább merőleges szélirányra kell gondolnunk.

Eddig viszonylag durva cellabontások szerepeltek a táblázatos kimutatásban. Érdemes a jelzett optimum-pont környezetében finomabban feltérképezni a foltossági index alakulását. A 2. tábla esetében az eredeti mintavételi módszer miatt finomításra nincs mód, de az 1. tábla esetében van.

Az alábbiakban az 1. tábla foltossági indexeinek táblázatát „nagyítom” ki az optimálisnak jelzett 2:1 arányú cellaalak és 512 tő cellaméret környezetében, és pedig 4:1, 3:1, 5:2, 2:1 és 3:2 cellatípusok mellett (12. táblázat).

12. táblázat

Cellatípusok értékelésének numerikus eredményei

4:1 típusú cellák

Cellaméret (tő)	900 (60x15)	1.024 (64x16)	1.156 (68x17)	1.296 (72x18)	1.444 (76x19)
Foltossági index (If)	1,57	2,46	1,04	0,53	0,76
Jósolt szüks. tőszám (N')	38.000	56.000	24.000	13.000	27.000

3:1 típusú cellák

Cellaméret (tő)	147 (21x7)	192 (24x8)	243 (27x9)	300 (30x10)	363 (33x11)
Foltossági index (If)	1,65	1,60	1,85	1,82	1,53
Jósolt szüks. tőszám (N')	40.000	37.000	46.000	45.000	36.000

5:2 típusú cellák

Cellaméret (tő)	160 (20x8)	250 (25x10)	360 (30x12)	490 (35x14)	640 (40x16)
Foltossági index (If)	1,73	2,03	1,92	1,54	1,72
Jósolt szüks. tőszám (N')	42.000	48.000	48.000	36.000	42.000

2:1 típusú cellák

Cellaméret (tő)	288 (24x12)	338 (26x13)	392 (28x14)	450 (30x15)	512 (32x16)
Foltossági index (If)	1,92	2,25	2,23	1,92	2,08
Jósolt szüks. tőszám (N')	45.000	54.000	56.000	49.000	51.000

3:2 típusú cellák

Cellaméret (tő)	384 (24x16)	486 (27x18)	600 (30x20)	726 (33x22)	864 (36x24)
Foltossági index (If)	2,26	2,79	2,66	1,85	1,50
Jósolt szüks. tőszám (N')	53.000	70.000	67.000	44.000	36.000

A kimutatásban cellatípusonként kiemeltem a legmagasabb fertőzöttségi indexet (2,46; 1,85; 2,03; 2,25; 2,79). Ezek között a legalacsonyabb az $I_f = 1,85$ érték, amely a 27 sor x 9 tő cellaválasztásnál adódott (3:1-es cellatípus!), a felvételezés jósolt összes tőszáma 46 ezer. A 12. táblázat értékelésében megfogalmazott eredmény - nem lényeges mértékben - módosult.

4.4.2. Szimulációs vizsgálatok orientációs eredményei

A szimulációs vizsgálatokban nagy számú variánst futtattunk le számítógépen. Ezért itt csak a részeredményekre térünk ki.

A 13. és 14. táblázatban illusztrálásképpen bemutatom két variáns eredményeit. Itt a lárvák szétszórásának típusa 1 sor = 4 tő, a foltméret 5 és 15 lárva, a vizsgálati cellaalak 1 sor = 4 tő.

A bemutatott táblázatból is leolvasható a 3. munkaformula által jósolt törvényszerűség: minél nagyobb a fertőzöttségi fok, annál kevesebb tő szükséges a kártétel adott megbízhatóságú becsléséhez.

A szimulációs vizsgálatokból további tendenciák állapíthatók meg. A lárvák szétszóródásának iránya befolyásolja a mintavételi stratégiát, azaz a mintavételi egységek alakját, nagyságát és a szükséges minimális tőszámot.

A szétszóródás mérete (5, 10 vagy 20 lárva szóródik el egy lepke által rakott tojáscsomóból, szintén befolyásolja az optimális mintavételi eljárást. Nagyobb méretű szóródás esetén a szükséges tőszám növekszik, a mintaegység optimális mérete (és alakja) nem változik.

Előzetes vizsgálatoknak kell megelőzni a mintavételi terv kialakítását.

13. táblázat

Szimulációval kapott foltossági indexek (I_f) és „jósolt” szükséges tőszámok (n')
1:4 arányú folttípus és 5 lárva/folt mellett, 1:4 cellaalakkal

Előírt fert. %	2		10		20		30	
Cellaméret (tő)	I_f	n'	I_f	n'	I_f	n'	I_f	n'
16	1,2	25000	3,7	15000	3,8	7500	2,9	3800
64	3,5	69000	4,3	17000	2,9	5800	3,4	4600
144	4,4	89000	2,8	11000	4,2	8400	3,2	4300
256	3,4	68000	2,6	10000	2,6	5200	3,5	4700
400	4,8	97000	4,6	18000	2,5	5000	3,2	4300
576	3,3	67000	3,7	15000	2,9	5800	2,8	3700
784	3,9	78000	4,2	17000	3,5	7000	3,5	4700
1024	4,6	92000	3,5	14000	2,7	5400	2,3	3000
1296	2,9	58000	3,4	14000	3,1	6200	2,6	3500
1600	4,4	88000	3,5	14000	3,2	6400	2,4	3200
1936	3,8	72000	3,1	12000	2,2	4300	2,6	3500

14. táblázat

Szimulációval kapott foltossági indexek (I_f) és „jósolt” szükséges tőszámok (n')
1:4 arányú folttípus és 15 lárva/folt mellett, 1:4 cellaalakkal

Előírt fert. %	2		10		20		30	
Cellaméret (tő)	I_f	n'	I_f	n'	I_f	n'	I_f	n'
16	6,6	133000	4,4	18000	4,4	8700	3,1	4200
64	7,4	150000	4,7	19000	5,5	11000	5,1	6800
144	5,8	116000	9,9	40000	6,9	14000	6,3	8400
256	7,1	143000	10,1	41000	7,8	16000	6,1	8100
400	8,1	163000	8,5	34000	6,9	14000	6,2	8200
576	7,0	140000	4,8	19000	8,8	18000	5,4	7200
784	10,5	210000	6,6	27000	7,4	15000	7,1	9500
1024	12,8	257000	7,2	29000	5,6	11000	6,1	8200
1296	9,0	180000	8,3	33000	8,5	17000	5,2	6900
1600	9,6	193000	6,8	28000	5,4	11000	6,9	9200
1936	9,9	198000	8,8	35000	7,3	15000	7,7	10000

4.5. Kukoricahibridek tömeg- és beltartalmi változása a kukoricamoly károsítása következtében (2001)

4.5.1. Hibrid érzékenységének, és különbözőségének vizsgálatából származó eredmények

A fertőzöttségi százalék megállapításánál, a két hibridnél közel azonos eredményre jutottunk. A Colomba-nál, a négy ismétlés során a fertőzöttség 23,55%-nak, míg az Occitan-nál - valamivel alacsonyabbnak – 22,25%-nak mutatkozott. A fertőzöttségi százalék esetében a hibridek közötti különbség statisztikailag nem volt igazolható, ezért az egész területre egységesen 23 százalékra korrigáltuk a fertőzöttségi százalékot.



44. ábra. Egészséges és károsított növényről származó csövek méret különbsége

Az 15. táblázatban közölt adatokból jól láthatjuk, hogy a kukoricamoly károsítása következtében jelentős tömegvesztés következett be, amely mind a két hibridnél 20-25% körüli veszteséget jelentett. A 44. ábrán jól látható a károsított és egy egészséges cső közötti méretbeli különbség. Az Occitan alacsonyabb mértékű tömegcsökkenése is kiolvasható a táblázatból, amely jelen esetben 3,18%-os termésvesztés-különbséget jelent.

15. táblázat

A kukoricacső-minták tömegadatai

	Colomba							
	egészséges				károsított			
Minta száma	1	2	3	4	1	2	3	4
10 cső tömege (kg)	2,40	2,30	2,56	2,62	1,80	1,96	2,02	1,72
minta össztömege (kg)	9,90				7,50			
Veszteség (%)	24,25							
minta átlagtömege (kg)	0,247				0,187			
veszteség (%)	24,30							
	Occitan							
	egészséges				károsított			
Minta száma	1	2	3	4	1	2	3	4
10 cső tömege (kg)	2,10	2,08	1,60	2,08	1,90	1,86	1,25	1,16
minta össztömege (kg)	7,86				6,16			
Veszteség (%)	21,63							
minta átlagtömege (kg)	0,196				0,155			
veszteség (%)	21,12							

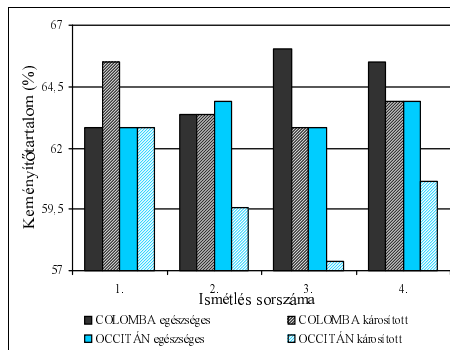
A 60°C-on szárított minták szárazanyag-, az ehhez tartozó víz-, nyerszsír (%), nyersfehérje (%) és keményítő (%) értékeit a 16. táblázat tartalmazza.

16. táblázat

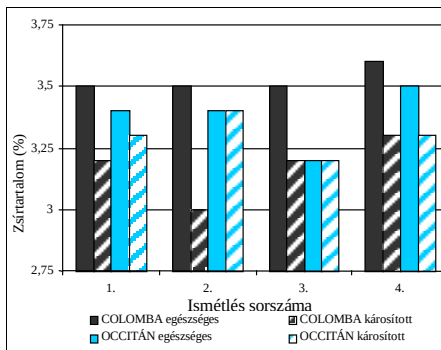
A kukoricacső-minták légszáraz (60 °C) beltartalmi értékei

		sz.a. (%)	víz (%)	ny. fehérje(%)	ny. zsír. (% sz.a.)	keményítő (% sz.a.)
Colom- ba	egészséges	74,30	25,70	8,42	3,52	64,43
	károsított	77,42	22,57	7,94	3,17	63,89
	különbözet	+3,12	-3,13			
Occitan	egészséges	80,05	19,95	8,60	3,37	63,35
	károsított	84,27	15,73	8,46	3,30	60,10
	különbözet	+4,22	-4,23			

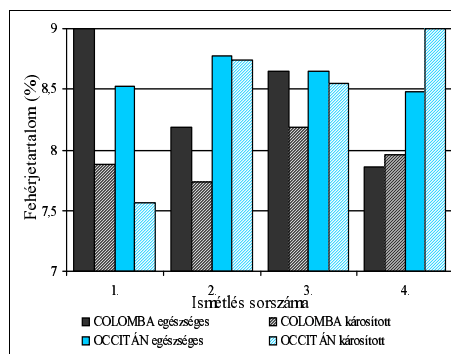
A 16. táblázatban már csak a minták átlagát tüntettük fel. A károsított tételekben a beltartalmi paraméterek is egyértelműen kisebbek, míg a légszáraz szárazanyag-értékek magasabbnak bizonyultak. A paraméterváltozások grafikus formában a 45., 46. és 47. ábrán láthatók.



45. ábra. A kukoricamoly lárvakárosítás hatása a keményítőtartalomra



46. ábra. A kukoricamoly lárvakárosítás hatása a zsírtartalomra



47. ábra. A kukoricamoly lárvakárosítás hatása fehérjeteralomra

A tapasztalt effektív termésnövekedés, tömeg-, nyersfehérje, nyerszsír és keményítő veszteségeket fajlagosan és százalékosan is kiszámoltuk. Ezen egyedi károsítás következtében fellépő, 1 hektárra vonatkoztatott értékek a 17. táblázatból olvashatók le. Látható, hogy mindkét hibridnél a kártétel nagysága tételenként megközelítően hasonló mértéket öltött. A

nyersfehérje csökkenése 5-7%, a nyerszsír veszteség 5-8%, míg a keményítő tartalom csökkenés egységesen 6% körül mozgott. Az Occitan-hibridnél a veszteségek fajlagosan csekélyebbnek mutatkoztak. Ez magyarázható a felvételezés kori csősúlyokkal is, mivel a Colomba e tekintetben magasabb értékeket képviselt.

17. táblázat

A kukoricamoly lárvakárosítás következtében tömeg és beltartalmi értékcsökkenések fajlagosan és százalékosan

		Colomba		Occitan	
		kg/ha	%	kg/ha	%
Tömegveszteség		945,59	–	638,96	–
ETCS		–	5,57	–	4,97
Nyersfehérje	Fertőzöttségből adódó veszteség	13,90	–	3,31	–
	Tömegveszteségből adódó veszteség	59,15	–	44,02	–
	Összfehérje-veszteség	73,05	6,89	47,33	5,35
Nyerszsír	Fertőzöttségből adódó veszteség	10,14	–	1,65	–
	Tömegveszteségből adódó veszteség	24,73	–	17,23	–
	Összszsír-veszteség	34,87	7,87	18,88	5,45
Keményítő	Fertőzöttségből adódó veszteség	15,64	–	76,01	–
	Tömegveszteségből adódó veszteség	452,66	–	324,02	–
	Összkeményítő-veszteség	468,3	5,77	400,63	6,15

Magyarázat: A táblázatban a tömegveszteség mellett szereplő értékek kiszámolása alapjául szolgáló 1 ha-ra vonatkoztatott tömegveszteséget teljes értékű, egészséges, légszáraz szárazanyagra korrigálható takarmánynak tekintettem, mivel nem tudtam, hogy a tömegvesztés során az egyes beltartalmi értékek milyen arányúak

Az adatok statisztikai értékelése során megállapítottuk, hogy a Colomba-nál a károsítás és a nyerszsírtartalom csökkenése között pozitív korreláció van ($P = 99,8\%$). Elmondható, hogy e hibrid egyre erősebb fertőzés esetén egyre drasztikusabb zsírtartalomvesztéssel reagál. Az eredmények azt mutatják, hogy a csökkenés szorosan követi a fertőzöttség mértékének változását ($r = 0,903$). A károsítás, és annak átlagtömeget módosító hatása között szintén szoros összefüggést találtunk ($P = 99,3\%$, $r = 0,640$). Ez magyarázható a molylárva rágása közben fellépő nagy mértékű nyerszsírvesztéssel. Vizsgálataimból kiderült, hogy e hibridnél a nyerszsírtartalom és az átlagtömeg között szoros kapcsolat van ($P = 99,7\%$, $r = 0,886$). Bizonyos nyersfehérje csökkenés is bekövetkezik ugyan, de nincs olyan szoros kapcsolat, mint az előbb említett nyerszsírtartalomnál. A keményítőtartalom és a károsítás között a Colomba kukorica hibridnél nem találtunk összefüggést ($P = 39,6\%$, $r = 0,217$).

Az Occitan kukorica hibridnél a beltartalmi értékek változásai másképpen alakultak. A keményítő-tartalom és a károsítás között pozitív jellegű kapcsolat állapítható meg ($P = 96,8\%$). A hibrid növekvő károsításra, fokozott keményítőtartalom-vesztéssel reagál. A másik két beltartalmi paraméter változása nem mutatott összefüggést a kukoricamolylárva kártételével. Emellett a keményítőtartalom és az átlagtömeg közötti kapcsolat szignifikánsnak mondható ($P = 94,5\%$; $r = 0,697$), azonban nincs olyan szoros kapcsolat, mint a Colomba tömege és zsírtartalom változása között.

A légszáraz szárazanyag és így a víztartalom értékei mindkét hibridnél összefüggésbe hozhatók a károsítással. A korrelációanalízis az Occitan-nál 99,5%-os, míg a Colomba-nál 90,1%-os szignifikanciát mutatott.

Elvégeztük a minták összesített statisztikai értékelését is. Az átlagtömeg csökkenése szoros párhuzamot mutatott a károsítás mértékével ($P\% = 99,3\%$; $r = 0,640$), ami a zsírtartalom ($r = 0,645$) és keményítőtartalom ($r = 0,682$) váltoásaival is magyarázható. Az összesített mintákból származó eredmények közül a nyerszsír-tartalom és a károsítás közötti kapcsolat volt a legerősebb ($P = 99,7\%$ szignifikáns; $r = 0,690$). A keményítő tartalomváltozás, a molyrágás következtében szignifikánsnak mondható ($P = 91,5\%$), csökkenést eredményezett kevésbé szoros összefüggéssel ($r = 0,444$), míg a nyersfehérje változása nem szignifikáns kapcsolatot mutatott ($P = 82,8\%$; $r = 0,359$).

Vizsgáltuk az egyesített mintákból számított adatokból a különböző hibridek összefüggését a beltartalmi értékváltozásokkal, és kiderült, hogy a károsítás következtében fellépő keményítőtartalom-változás nagymértékben függ az adott hibridtől ($P = 97,9\%$; $r = 0,569$). A nyerszsír-tartalom mennyiségének változása, a kukoricamoly károsítása következtében, nem a hibridek sajátágaiból adódó különbségekkel magyarázható ($P = 11,9\%$), hanem egyéb tényezők (pl. víztartalom) befolyásoló hatásaival kell számolni.

4.5.2. Lárvaik számából és elhelyezkedéséből származó vizsgálatok eredményei

A kukoricamoly lárvaik, a tövek 15%-át fertőzték az 50 ha-os táblán. A laboratóriumi vizsgálat során a fertőzöttség megoszlása lárvaszám és elhelyezkedés szerint a következőképpen alakult: egy lárva a cső alatt: 30%, egy lárva a cső felett: 44,5%, a két lárva növényenként: 24%, és a három lárva növényenként: 1,5%.

18. táblázat

Minták átlagos cső- szem és csutkatömeg adatai, illetve veszteségei

		egész- séges	egy lárva csó alatt	egy lárva csó felett	két lárva	három lárva
Minta átlagtömege (kg)		0,216	1,195	0,189	0,128	1,105
Veszteség	g	-	20,75	27,16	88	111,16
	%	-	9,57	12,53	40,61	51,3
egy, ill. két lárvas minták átlagai (kg)		-	0,192		0,122	
Veszteség	g	-	23,96		93,79	
	%	-	11,05		43,28	
egyesített minták átlagai (kg)		-	0,164			
Veszteség	g	-	51,89			
	%	-	23,94			
minta átlagos szemtömege		0,184	0,167	0,163	0,111	0,091
Veszteség	g	-	16,66	21	72,66	92,53
	%	-	9,04	11,4	39,45	50,24
egy, ill. két lárvas minták átlagai (kg)		-	0,165		0,106	
Veszteség	g	-	17,83		77,63	
	%	-	9,68		42,15	
egyesített minták átlagai (kg)		-	0,141			
Veszteség	g	-	42,35			
	%	-	22,99			
minta átlag csutkatömeg		0,0325	0,0284	0,0263	0,0173	0,0138
Veszteség	g	-	4,08	6,2	15,17	18,63
	%	-	12,56	19,07	46,67	57,32
egy, ill. két lárvas minták átlagai(kg)		-	0,0273		0,0163	
Veszteség	g	-	5,13		16,16	
	%	-	15,78		49,72	
egyesített minták átlagai (kg)		-	0,0229			
Veszteség	g	-	9,54			
	%	-	29,35			

A 18. táblázatból kiolvasható az összcső-, a morzsolt szem-, a csutkatömeg és a veszteség mintacsoportonként. Egyértelműen tükröződik, hogy a lárvák számának növekedésével a tömegveszteség növekedése logaritmikus. Két lárva együttes kártételére érzékenyebben reagált a

növény, míg egy harmadik lárva károsítására a nagymértékű tömegvesztés mérséklődött. A növényenkénti egy lárva elhelyezkedése is befolyásolta a csőtömeg nagyságát. A cső felett elhelyezkedő lárva kártételére érzékenyebben reagált a növény.

Az egyesített minták eredményeinél az értékek már lineáris tendenciát mutatnak. Egységesen növekszik a veszteség mértéke az összesített egylárvás mintákból származó adatoktól az egyesített minták adatain keresztül az egyesített többlárvás adatokig. E három mintacsoportnál a veszteségek százalékos alakulása (az összcső, morzsolt szem-, csutkatömeg) megközelítően hasonlóan alakult. A 48. ábra a szárban rágó kifejllett lárvát mutatja. A 49. ábrán a kukorica szemtermésében közvetlenül károsító hernyó látható.



48. ábra. Kukoricamoly lárva a kukorica szárában (fotó: Takács A.)



49. ábra. A kukoricacsőbe rágó hernyó kártétele

A szem és a csutkatömeg egymáshoz viszonyított arányának adatait tartalmazza a 19. táblázat. A nagyobb mérvű károsításra eltolódik a csőösszetevők aránya a szem javára. Szem-csutkaarány különbség növekedése a cső alatti egy lárvás károsítástól a háromlárvás károsításig enyhén lineáris. A szem-csutkaarány különbségek (Sz.Cs.A.K) alakulása hasonló tendenciát mutat a 18. táblázatban közölt veszteség típusok adatainak változásával. Ha a lárvák elhelyezkedését, illetve több lárva esetén figyelmen kívül hagyjuk a lárvák számát és az egyesített szem-

csutka arányokat és ezek különbözeteit vizsgáljuk, szintén a változások logaritmusának lineárisává válását követhetjük nyomon.

19. táblázat

A minták szem-csutka arányainak adatai

	Egészséges			1 lárva a cső alatt			1 lárva a cső felett			2 lárva			3 lárva
Mintaszaám	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
szem-csutka arány	5,99	5,49	5,54	5,78	6,08	5,83	5,80	6,31	6,53	6,13	6,58	7,04	6,60
átlag	5,67			5,89			6,21			6,58			6,60
Sz.Cs.A.K.	-			0,22			0,55			0,91			0,94
egy, ill. két lárvas szem-csutka arány	-			6,04			6,58						
egy, ill. két lárvas Sz.Cs.A.K.	-			0,38			0,92						
egyesítetett minták szem-csutka aránya	-			6,26									
egyesítetett minták Sz.Cs.A.K	-			0,60									

Kiszámoltuk, hogy milyen mértékben változott meg a csőösszetevők aránya. A károsított növények szem-csutka arányát az egészséges növények szem-csutka arányára korrigáltuk, majd a szem és csutka eltérést grammban és százalékban is megadtuk (20. táblázatban). Az adatokból kitűnik, hogy a károsítási csoportokban, ha eltérő mértékben is, de megközelítőleg azonos arányban változtak a szem és csutkatömegek. Egységnyi szemtömeg növekedést durván hat- hétszeres csutkatömeg-csökkenés követett.

20. táblázat

A minták szem-csutka arányainak adatai

		1 lárva a cső alatt	1 lárva a cső felett	2 lárva	3 lárva
szemtömeg (g)		167,45	163,16	111,5	91,63
e. sz. cs. a.		166,5	161,01	109,35	89,66
különbség	G	+0,95	+2,15	+2,15	+1,97
	%	+0,56	+1,29	+1,92	+2,14
csutkatömeg (g)		28,46	26,3	17,16	13,87
e. sz. cs.a korrigált szemtömeg		29,41	28,45	19,31	15,84
különbség	G	0,95	-2,15	-2,15	-1,97
	%	3,33	-8,17	-12,406	-14,20

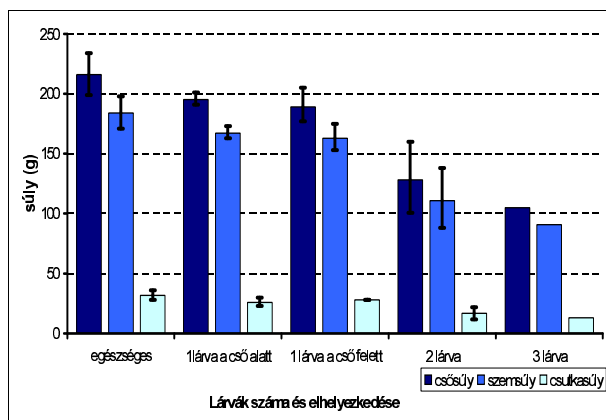
A 21. táblázat tartalmazza a 60 °C-on szárított minták szárazanyag-, víz-, nyersfehérje-, nyerszsír- és keményítő-értékeit és különbségeit mintacsoportonként. Látható, hogy a lárvák számának növekedésével a szárazanyag-tartalom nőtt, míg a beltartalmi értékek csökkentek. A lárva elhelyezkedés tekintetében (a nyersfehérje kivételével), ezen mutatók esetében is kisebb veszteségeket tapasztaltunk a cső felett rágó lárvák által károsított növényeknél. Ugyanebben a táblázatban tüntettük fel a minták összesítéseiből származó hasonló értékeket és különbségeket.

Grafikusan ábrázoltuk a növényenkénti lárvák számának és helyzetének hatását a termés tömegére, szárazanyag tartalmára és beltartalmi értékeire. (50. és 51. ábra).

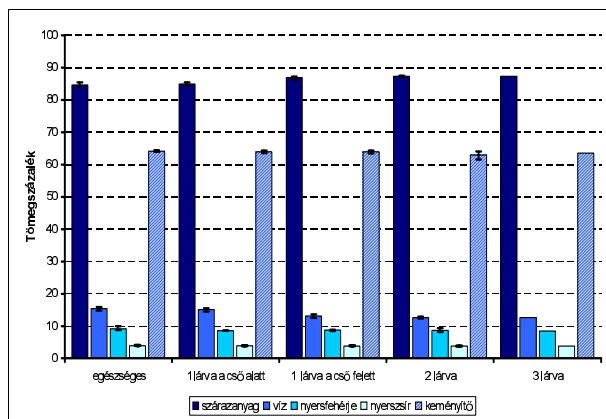
21. táblázat

A kukoricacső-minták légszáraz (60 °C) beltartalmi értékei

	sz.a. 60 °C (%)	víz 60 °C (%)	nyers- fehérje (% sz.a.)	nyers- zsír (% sz.a.)	kemé- nyítő (% sz.a.)
egészséges	84,61	15,38	8,97	3,95	64,13
egy lárva a cső alatt	84,91	15,08	8,66	3,86	63,92
különbözet	+0,30▲	-0,30▼	-0,31▼	-0,08▼	-0,21▼
egy lárva a cső felett	86,9	13,1	8,71	3,86	63,89
különbözet	+2,29▲	-2,29▼	-0,26▲	-0,08▼	-0,24▼
két lárva	87,34	12,66	8,59	3,78	62,95
különbözet	+2,73▲	-2,72▼	-0,38▼	-0,17▼	-1,18▼
három lárva	87,36	12,64	8,46	3,81	62,57
különbözet	+2,75▲	-2,74▼	-0,51▼	-0,14▲	-1,56▼
egy lárvás össz- eredmények	85,90	14,09	8,68	3,86	63,90
különbözet	+1,29▼	-1,29▼	-0,28▼	-0,08▼	-0,23▼
egyesített ered- mények	86,62	13,37	8,60	3,82	63,33
különbözet	+2,01▼	-2,01▼	-0,36▼	-0,12▼	-0,80▼
több lárvás össz- eredmények	87,35	12,65	8,52	3,79	62,76
különbözet	+2,74▼	-2,73▼	-0,44▼	-0,15▼	-1,37▼



50. ábra. A lárva számának és elhelyezkedésének hatása a kukoricacső tömegére



51. ábra. A lárva számának és elhelyezkedésének hatása a termés szárazanyag tartalmára és beltartalmi értékeire

A károsítás típusokból számított veszteségek segítségével további kalkulációkat végeztünk. Az egyes kártípusok egyedi jellegét feltételeztük az egész táblán. E számítások tömeg és beltartalmi értékekre vonatkozó adatait tartalmazza a 22. táblázat. Minden veszteség típusnál jól látható az értékek ugrásszerű változása a kétlárvas károsítás megjelenésénél. A veszteségek növekedésének tendenciáját a háromlárvas károsítás típus által

okozott veszteségek százalékában kifejezve, minden károsodásnál hasonló mértékű a növekedés üteme. Az egy lárva a cső alatti és az egy lárva a cső feletti kártípusok veszteség különbsége egységesen 4,5-4,7 százaléka, az egy lárva a cső feletti és a kétlárvás kártípus veszteség változása 53-60 százaléka, míg a kétlárvás és a háromlárvas kármegjelenési forma között egyöntetűen 18-23 százaléka a három lárva által okozott veszteségeknek. A táblázatból kitűnik, hogy mekkora veszélyt jelent a növényenkénti lárvák számának növekedése, és tábla szinten történő magasabb előfordulási aránya. Ugyanezen táblázatban, a minták durvább bontásban történő megvilágítása is látható.

A 22. táblázat első négy oszlopában szereplő adatokból kiszámoltuk a veszteség típusok egymáshoz viszonyított értékeit. E számításokból származó adatokat tartalmazza a 23. táblázat. Látható, hogy a fertőzöttségből adódó beltartalmi érték veszteségek töredékei a tömegvesztés során jelentkező hasonló veszteségtételeknek.

A tapasztalt effektív termésnövekedést, tömeg-, nyersfehérje-, nyerszsír- és keményítő-veszteségeket fajlagosan és százalékosan is kiszámoltuk. Feltüntettük az egyes károsítás típusok veszteséget okozó százalékos arányát is. Ezen egyedi károsítás során fellépő egy növényre és egy hektárra vonatkoztatott adatait a 13. melléklet mutatja. Mindhárom beltartalmi érték vesztesége mind hektárra, mind egy növényre vetítve ugyanakkora mértéket öltött. Az egy hektárra vonatkozó nyersfehérje-, nyerszsír-, keményítő-vesztés 3% körülnek, míg ugyanezen minőségi jellemzők egy növényre vonatkozó értékei egységesen 20% körülnek mutatkoztak. A károsítás típusok táblaszintű mérlegelésénél a kétlárvás forma bizonyult a legnagyobb jelentőségűnek, míg a legelhanyagolhatóbb veszteséget – alacsony előfordulási százaléka miatt – a háromlárvas típus okozta.

22. táblázat

Az egyes károsítási típusok táblaszintű megjelenésére vonatkozó adatai

		egy lárva cső alatt	egy lárva cső felett	két lárva	három lárva	egy lárvas összered- mények	több lárvas összered- mények	egyesített eredmé- nyek
	tömegveszteség (kg)	169,66	213,95	740,39	942,9	181,67	791,07	431,47
	effektív terméscsökkenés(E.T.CS)	1,35	1,71	5,91	7,53	1,45	6,32	3,44
nyersfehérje	fertőzöttségéből adódó veszteség (kg)	4,97	4,17	6,08	8,14	4,57	7,11	5,84
	tömegveszteségből adódó veszteség (kg)	12,88	16,24	56,21	71,58	13,79	60,05	32,75
	összveszteség (kg)	17,85	20,41	62,29	79,72	18,36	67,16	38,59
	veszteség 1 ha-ra (%)	1,87	2,14	6,55	8,13	1,93	7,07	4,06
	veszteség egy növ.- re (%)	12,5	14,32	43,71	55,95	12,88	47,13	27,08
nyerszír	fertőzöttségéből adódó veszteség (kg)	1,34	1,38	2,69	2,22	1,36	2,46	1,92
	tömegveszteségből adódó veszteség (kg)	5,67	7,15	24,74	31,51	6,07	26,43	14,41
	összveszteség (kg)	7,01	8,53	27,43	33,73	7,43	28,89	16,33
	veszteség 1 ha-ra (%)	1,67	2,03	6,55	8,06	1,77	6,90	3,90
	veszteség egy növ.- re (%)	11,17	13,6	43,73	53,77	11,84	46,06	26,03
keményítő	fertőzöttségéből adódó veszteség (kg)	3,42	4,61	18,83	24,86	3,66	21,85	12,79
	tömegveszteségből adódó veszteség (kg)	92,06	116,10	401,77	511,67	98,58	429,27	234,13
	összveszteség (kg)	95,48	120,71	420,6	536,53	102,24	451,12	246,92
	veszteség 1 ha-ra (%)	1,40	1,77	6,19	7,90	1,5	6,64	3,63
	veszteség egy növ.- re (%)	9,37	11,85	41,29	52,69	10,03	44,29	24,24

23. táblázat

Veszteség típusok egymáshoz viszonyított értékei

		egy lárva csó alatt	egy lárva csó felett	két lárva	három lárva
nyersfehérje	a fertőzőttségéből adódó veszteség %-a az összfertőzőttséghez	27	20	9	10,2
	a fertőzőttségéből adódó veszteség %-a tömegvesztésből adódó veszteséghez	38	25	10,8	11
nyerszsír	a fertőzőttségéből adódó veszteség %-a az összfertőzőttséghez	19	16	9	6
	a fertőzőttségéből adódó veszteség %-a tömegvesztésből adódó veszteséghez	23	19	10,8	7
keményítő	a fertőzőttségéből adódó veszteség %-a az összfertőzőttséghez	3	3,8	4,4	4,6
	a fertőzőttségéből adódó veszteség %-a tömegvesztésből adódó veszteséghez	3,7	3,9	4,6	4,8

Az adatok statisztikai értékelése során, a DK-471-es hibridnél a lárvaszám növekedésére a szárazanyag-tartalom szignifikánsan növekedett ($P = 99,7\%$; $r = 0,755$), amellyel együtt szignifikánsan és szoros összefüggésben a csutka- ($P = 100\%$; $r = -0,887$) és a szemtömeg ($P = 100\%$; $r = -0,896$) csökkenése jelentkezett. A szem-csutkaarány növekedése 99,6%-os szignifikanciát mutatott a lárvaszám emelkedésére. A lárvák számának kapcsolata a nyerszsír és a keményítő értékeinek alakulásával pozitív korrelációt mutatott. A legszorosabb összefüggést a nyerszsír produkálta ($P = 99,9\%$; $r = -0,802$). A károsítók számának keményítő változást befolyásoló hatása is negatív, nem szignifikáns korrelációt mutatott ($P = 90,2\%$), kevésbé szoros kapcsolattal ($r = -0,479$). Tehát a lárvaszám növekedésére a növény drasztikus nyerszsír, és enyhébb mértékű keményítő csökkenéssel reagál. A nyersfehérje-változás és a lárvaszám növekedése között nem találtunk statisztikailag igazolható összefüggést ($P = 83,4\%$; $r = 0,391$).

A lárvák elhelyezkedése és az értékmérő tulajdonságok között statisztikailag csak a szárazanyag-tartalom ($P = 98,7\%$) esetében tudtuk

igazolni az összefüggést. Valószínűnek tűnik azonban, hogy a szignifikancia hiánya több esetben is az alacsony mintaszám és a mért értékek eredendően kis tömegének következménye.

Míg a csutka ($P = 97,5\%$; $r = 0,617$) és a szem ($P = 98,2\%$; $r = 0,691$) tömegváltozása párhuzamot mutatott a nyerszsír kukoricaszembe történő beépülésével, addig a fehérjére és keményítőre nem voltak hatással. Érdekes megemlíteni, hogy a vízvesztés a csutka ($P = 99,8\%$; $r = 0,781$) és szemtömeg ($P = 99,5\%$; $r = 0,730$) változással szoros kapcsolatot mutatott.

A szem-csutkaarány megváltozásának tendenciája és a beltartalmi értékek beépülésének kapcsolata hasonló trendet mutat az előbb vázolt szem és csutkatömeg változással. A szem-csutkaarány változás, a nyerszsír tartalomváltozással majdnem szignifikáns szinten ($P = 91\%$; $r = 0,489$) korrelatívnak mutatkozott. E befolyásoló hatás a nyersfehérje ($P = 86,3\%$; $r = 0,436$) illetve a keményítő tartalomváltozással ($P = 71,4\%$; $r = 0,320$) való kapcsolata nem szignifikáns.

A lárvaszám növekedésének és a lárvák eltérő elhelyezkedésének következtében jelentkező víztartalom változás szintén a nyerszsír tartalom beépülését befolyásolta szignifikánsan, ámde laza összefüggéssel ($P = 97,5\%$; $r = 0,481$).

Vizsgáltuk a beltartalmi paraméterek károsítás típusonként történő változásainak egymásra gyakorolt hatását is, de itt semmilyen statisztikailag igazolható kapcsolatot nem találtunk.

4.6. Parazitológiai vizsgálatok kukoricamoly populációkkal (2000-2001)

A két év vizsgálata során, a következők kukoricamoly lárva- és bábparazitoidokat találtuk: *Lydella thompsoni* (syn.: *Lydella senilis*) (Tachinidae), *Sinophorus alkae* (syn.: *Limnerium alkae*) (Ichneumonidae), *Phaeogenes nigridens* (syn.: *Tycherus nigridens*) (Ichneumonidae),

Simpiesis viridula (syn.: *Eulophus viridulus*) (Chalcidiae), Bracon sp. (Braconidae).

Az egyes fajok százalékos előfordulását a 24. táblázat tartalmazza, amelyben évek szerinti bontásban külön szerepelnek a báb- és a lárvaparazitoidok.

24. táblázat

A kukoricamoly parazitoidok egyedszáma és százalékos megoszlása a vizsgált két év alatt

Évek		2000					2001					Σ (%)
Minták		1.	2.	3.	4.	Σ (%)	1.	2.	3.	4.	Σ (%)	
Lárvaparazitoidok (db)	Lydella thompsoni	13	10	11	5	9,75	11	9	16	15	12,75	11,25
	Sinophorus alkae	5	7	-	3	3,75	4	1	10	9	6	4,87
	Simpiesis viridula	1	-	-	2	0,75	1	1	-	-	0,5	0,62
	Bracon sp.	-	1	-	-	0,25	-	-	-	-	-	0,12
Bábp-arazitoid (db)	Phaeogenes nigridens	-					2					1

A lárvaparazitoidok mind fajsám, mind egyedszám tekintetében felülmúlták a bábparazitoidokat. A lárvaparazitoidokat négy, míg a bábparazitoidokat egyedül az Ichneumoninae alcsaládba tartozó *Phaeogenes nigridens* faj képviselte.

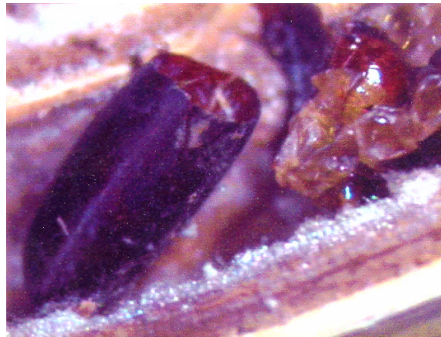
A vizsgált években a parazitoidok tevékenységét vizsgálva megállapítottuk, hogy a somogyszili kukoricamoly populációban átlagosan 16,87%-os volt rovarparazitáltság. A 2001-es 17,25%-os parazitáltság 4,75%-kal bizonyult nagyobbnek a 2000-ben megfigyelt hasonló értéknél. Ez az emelkedés tulajdonképpen a növekvő kukoricamoly lárvafertőzésnek is tulajdonítható, amely valószínűleg a 2001. évben uralkodó

csapadékosabb, melegebb időjárásnak tudható be, szemben a 2000-es év erősen meleg, csapadékmentes viszonyaival. A parazitoidok százalékos növekedése minden bizonnyal a gazdaállatok egyedszám-növekedésével függ össze.

Az adatokból kiderült, hogy a parazitoidok közül *Lydella thompsoni* (52-53. ábra) csökkentette a legnagyobb mértékben a kukoricamoly lárvák egyedszámát. Ez a fürkészlégy közel kétszer annyi lárvát pusztított el, mint az összes fürkészdarázs együttvéve. Az évek együttes vizsgálatából kiderült, hogy csaknem minden tizedik kukoricamoly lárvát parazitált a *Lydella thompsoni*. A szárak felhasítása során többször találtam elpusztult fürkészlégy imágókat a kukoricamoly lárvájában. Az elpusztult legyek mellett mindig megtaláltuk a parazitoid bábingjét és az elpusztult kukoricamoly lárvát.



52. ábra. A *Lydella thompsoni* imágója



53. ábra. A fürkészlégy bábinge az elpusztult kukoricamoly lárvájával

A fürkészlégy után, a második legjelentősebb, a hártáásszárnyú *Sinophorus alkae*. E nyerges fürkészdaráznál is megfigyelhető a 2001. évben történő erőteljesebb megjelenés, amely 1%-os parazitáltság növekedésben jelentkezett.

A további három faj - amelyek egyenként képviselik a három jelentős fürkészdarázs családot - kisebb százalékban vett részt a kukoricamoly

populáció egyedszámának csökkentésében. Közülük a *Simpiesis viridula* fémfűrész emelhető ki, amely 0,62%-ban parazitálta a kukoricamoly lárváit. Az 54., 55. ábrán a *Simpiesis viridula* imágója (♂), és a parazitált hernyó látható.



54. ábra. A *Simpiesis viridula* imágója (♂)



55. ábra. A *Simpiesis viridula* által parazitált kukoricamoly lárvá

A közölt táblázatból kitűnik, hogy elhanyagolható százalékban jelent meg egy *Bracon* nemzetségbe tartozó gyilkosfűrész faj és a *Phaeogenes nigridentis* bábparazitoid (56. ábra).



56. ábra. A *Phaeogenes nigridentis* bábparazitoid imágója

Vizsgálataink során találtunk parazitált *Lydella* bábokat. Ez a hiperparazitoid 2-3%-ban fordult elő a fürkészlegyek bábjaiban, azonban a zsákos futtatóval nem sikerült az imágókat begyűjtenünk.

A tavasszal begyűjtött kukoricaszárak felhasításakor néhány esetben találtunk a kukoricamoly lárvájáratában egy ismeretlen oligopod lárvát (57. ábra), amely kinevelve bibircses bogárnak bizonyult (*Malachius bipustulatus* Linnaeus) (58. ábra).



57. ábra. A *Malachius bipustulatus* lárvája (fotó: Keresztes B.)

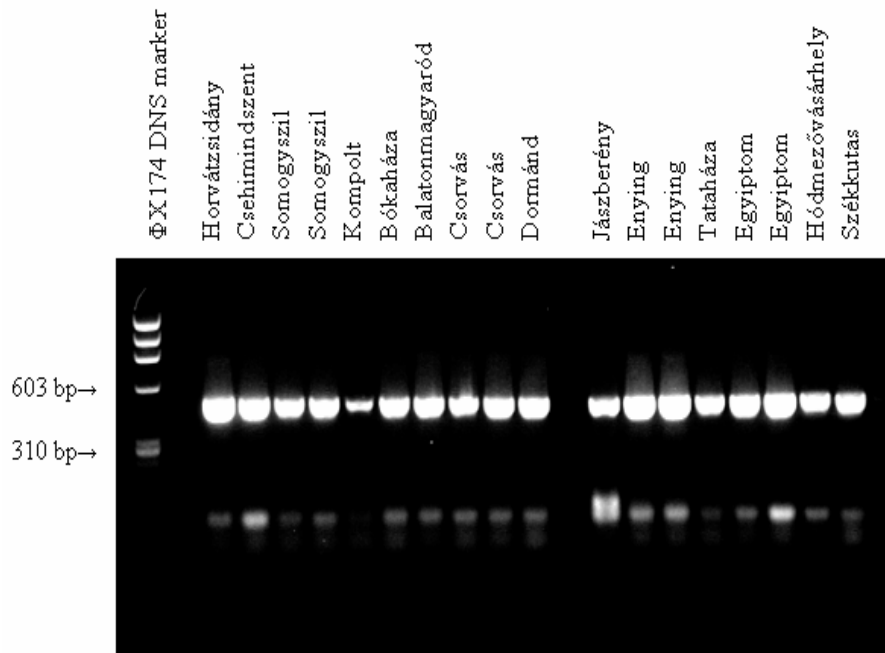


58. ábra. A *Malachius bipustulatus* imágója

4.7. Magyarországi kukoricamoly populációk genetikai (DNS) vizsgálata (2002-2003)

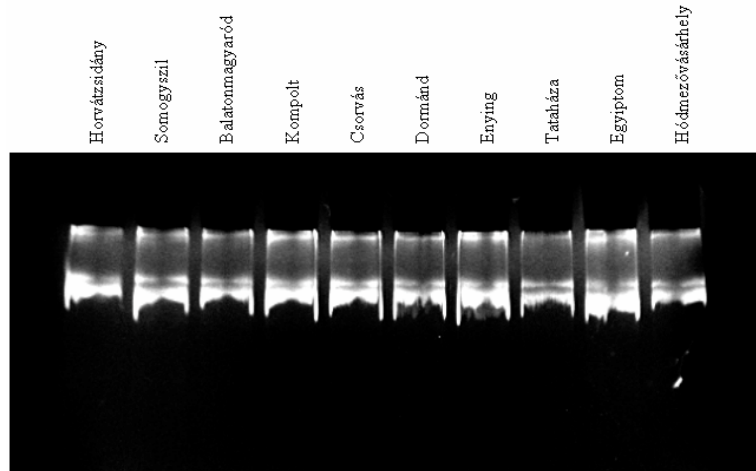
Az univerzális citokróm b primerekkel (CB1/CB2) elegendő mennyiségű PCR terméket kaptunk a kukoricamoly hernyók DNS mintáiból (59. ábra).

Az 5-5 µl PCR termék SSCP analízis gélfotóját mutatja a 60. és a 61. ábra.

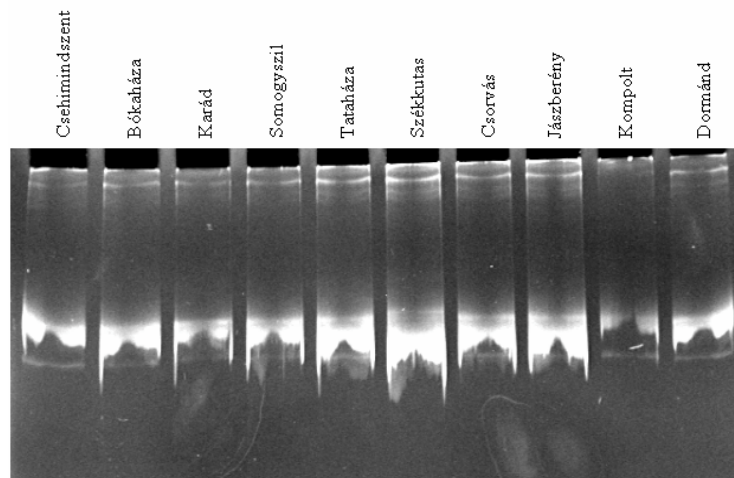


59. ábra. 18 kukoricamoly DNS minta citokróm b PCR terméke (CB1 és CB2 primerekkel). 1,5%-os agaróz gélen 5-5 µl PCR terméket futtatva. A PCR fragment ~430 bp hosszú.

A gélfotók DNS sávjainak vizsgálataiból elmondható, hogy a 14 magyarországi gyűjtőhelyről származó kukoricamoly hernyók mitokondriális citokróm b génjeinek SSCP-vel végzett elemzése gyakorlatilag egy haplotípust mutatott. Még a jóval távolibb, egyiptomi kukoricamoly is hasonló DNS sávokat adott. Ez feltételezi, hogy a kukoricamolynak térségünkben egy kiterjedt egységes populációja élhet. Ezek az eredmények összhangban vannak egy korábbi vizsgálattal, ami Európában és Észak-Amerikában élő kukoricamoly példányokat hasonlított össze DNS markerek alapján (MARCON és MTSAI 1997).



60. ábra. Mitokondriális citokróm b PCR fragmentek SSCP analízise. 9 magyarországi, és egy egyiptomi gyűjtőhelyről származnak az *Ostrinia nubilalis* DNS minták. A DNS sávok közel azonos haplotípust mutatnak.



61. ábra. Mitokondriális citokróm b PCR fragmentek SSCP analízise. 10 magyarországi gyűjtőhelyről származnak az *Ostrinia nubilalis* DNS minták. A Székkutasról származó minta kivételével azonos haplotípust mutatnak a DNS sávok.

A székkutasi minta az egyetlen, mely „kilógott” a többi közül. Ha genetikailag kissé különbözik is ez az egyed, semmiképpen sem a kiindulási „két rajzáscsúcsú ökotípus” létét bizonyítja. Ugyanis ez esetben a hódmezővásárhelyi, tataházi és csorvási példányoknak is a székkutasihoz hasonló DNS sávokat kellett volna adniuk. A székkutasi minta citokróm b különbözőségét az SSCP módszer hibájának tulajdonítottuk. De az eredeti kérdésfeltevésünkre adott választ lényegében nem befolyásolja. Azaz a hazai évi egy és két rajzáscsúcsú kukoricamoly populációk egységes állományt alkotnak.

5. KÖVETKEZTETÉSEK

5.1. A kukoricamoly második, nyárvégi rajzáscsúcsának megítélése Magyarországon (2003)

A területeken tapasztalt nagy töfertoőzség mindenképpen a kukoricamoly erős felszaporodását jelzik a dél-, délkelet-magyarországi területeken (Faddon 42%-os, Kiskunfélegyházán 60%-os töfertoőzség).

A kukoricamoly nemzedékszám alakulását befolyásoló abiotikus tényezők vizsgálatából kiderült, hogy bár a napfénytartam éves értékei nem mutatnak jelentős változást (amely Magyarországon nem befolyásolja a diapauzát), a hőmérséklet jól látható emelkedése, azonban hozzájárulhat a diapauza nélkül fejlődő nemzedék jelentősebb egyedszám megjelenéséhez. Ez a kártevők nemzedékszámának megváltozásához, és elterjedési területük északabbra tolódásához vezet, amit PORTER és MUNKATÁRSAI (1991), STOLLÁR és MUNKATÁRSAI (1993) egy évtizede előre jeleztek.

A tavalyi kukoricaszárak vizsgálatának az eredményeiből arra következtetünk, hogy a nyárvégi, második rajzáscsúcs egy tényleges második generáció megjelenésének a következménye, mivel élő, életképes lárvát vagy bábót nem találtunk a betakarítatlan kukoricaszárban. Így kizárható a diapauzáló lárvák elhúzódo, késő nyári rajzásának ténye. A talajközeli nedves szövetek megfelelő körülményeket nyújthatnak a diapauzájukat befejező lárvák júniusi bábozódoásához.

A lárvastádium vizsgálatok eredményei, illetve a nagyszámú báb augusztus első dekádjában jelzik a nyárvégi, második rajzáscsúcsot. Az öt lárvastádium (pl.: Fadd: $L_2 = 15\%$, $L_3 = 31\%$, $L_4 = 42\%$, $L_5 = 12\%$) augusztus eleji jelenléte igazolja a nyári második generáció megjelenését (L_2 , L_3), és a nyári első nemzedék lárvafejlődésének befejeztét is (L_4 , L_5).

Parazitáltsági százalék felmérést nem végeztünk. Ezeken a területeken regisztrált „kirobbanó” második rajzáscsúcs (amit a fénycsapdák is jeleztek), és a második nemzedék fiatal lárváinak egyedszáma igazolta,

hogy a természetes ellenségek számottevően nem befolyásolták a populáció nagyságát.

A terjedő amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) kártételének mérséklésére és a magasabb termés hozam érdekében az országban egyre nagyobb teret hódítanak a hosszabb tenyészidejű kukorica hibridek. Ezek hosszabb vegetációs ciklusa megfelelő táplálékot nyújthat a diapauza nélkül fejlődő második nemzedék kialakulásához. Emellett a másodlagos tápnövények is megfelelő háttérrel biztosíthatnak (pl.: paprika Csongrádban).

Miután vizsgálatunk csupán az ország egy régiójára szorítkozott, így nem jelenthetjük ki a második nemzedék országos szintű megjelenését. A fénycsapda által rögzített adatokból arra következtethetünk, hogy a közép- és nyugat-magyarországi területeken megfigyelt kisebb rajzáscsúcs délkelet felé haladva egyre növekszik, amit a nem diapauzáló lárvákból fejlődött lepkék okoznak.

Mindezek ismeretében arra következtethetünk, hogy a globális felmelegedés hatására a dél, délkelet-magyarországi területeken lehetőség nyílt egy teljes második nemzedék kifejlődéséhez, amelyet a kukoricamoly parazitoidjai és a tápnövény spektruma sem befolyásol jelentősen.

5.2. A kukoricamoly rajzásának fény- és feromoncsapdás megfigyelése (2002)

Balatonmagyaródon és Várdán is két határozott nemzedék megjelenését regisztráltuk.

Elmondható, hogy a két megfigyelt kukoricamoly populáció rajzásfenológiája, rajzásgörbe alakulása között különbségeket találtunk, amely betudható a területeken tapasztalt eltérő időjárási körülményeknek. Balatonmagyaródon az első rajzás, míg a délebbi, várdai területen a második rajzás bizonyult nagyobb egyedszámúnak.

Megállapítottuk, hogy az első generáció megjelenése hosszabb, mint a diapauza nélkül fejlődő nemzedéké (1 generáció időtartama: 72 nap Balatonmagyaródon, Várdán 81 nap; 2 generáció időtartama: 62 nap Balatonmagyaródon, Várdán 61 nap). Ez az effektív hőösszeggel magyarázható, amelyet bizonyos egyedek később kaptak meg és így a rajzás elhúzódását okozhatták. Ezt támasztja alá a Manninger-féle április 1-jétől számított hőösszeg.

Mindkét területen tapasztaltuk a protandria jelenségét, amely az első rajzás esetében szembetűnőbb volt. Balatonmagyaród térségében egész évre vonatkoztatva hímdominanciát állapítottunk meg, amely azt jelenti, hogy a megnövekedett egyedszám nem párosult a nőstények egyedszám emelkedésével. Várdán a kezdeti hímdominancia megszűnt, és az egész évre vonatkoztatva nőstény túlsúlyt állapítottunk meg, amely természetesen magával hozta a következő generáció népesebb egyedszámát.

Az egy napra vetített relatív egyedszám és nőstényszám tekintetében Várdán ($1RESZ = 2,1$; $1RNSZ = 0,9$) mindkét esetben magasabb értéket kaptunk a nyár második felében, mint Balatonmagyaródon ($1RESZ = 1,93$; $1RNSZ = 0,82$), amely szintén a második generáció erőteljesebb megjelenését bizonyítja. Ezt a tendenciát láthatjuk a nőstényeknél a teljes rajzási időszakra vonatkoztatva. A szexuálindex alakulása megtartotta szintjét a két nemzedék megjelenése között is, tehát ez is magyarázhatja az erősebb második generáció megjelenését.

Függetlenül attól, hogy az összegyedszám egy napra vonatkoztatva magasabb értéket képviselt Balatonmagyaródon ($1RESZ = 1,81$), a Várdán ($1RESZ = 1,78$) tapasztalt nagyobb nőstényszám miatt itt magasabb százaléku töfertőzöttséget figyeltünk meg (Balatonmagyaródon 9%, Várdán 11%).

A felmérések alapján megállapítható, hogy az imágók ellen, a légi úton történő védekezést két alkalommal lehetett volna elvégezni. Balatonmagyaródon az áttelelt nemzedék, Várdán a második generáció

megjelenése után történő inszekticides kezelés vezetett volna eredményre. Ennek elvégzése tisztán anyagi természetű, így csak elméleti meggondolásból vetjük fel (mivel a kukoricaágazat nem bír el ennyi védekezést).

A rajzáscsúcsok ismeretében meghatározhatjuk az L_1 -es lárvák ellen történő optimális védekezési időpontokat a területeken. Így az esetleges permetezéseket Balatonmagyaródon június 23-a és 28-a, valamint augusztus 10-e és 25-e között kellett volna elvégezni, míg Várdán június 25-e és július 5-e, valamint augusztus 25-e és 30-a között, melynek megállapítása nehezebb volt az elhúzódóbb egyedszám maximumok miatt. A mért töfertőzöttségek, viszont nem indokolták a védekezéseket.

A statisztikai vizsgálatokból következik, hogy a nemek egyedszámai egyenes arányossággal együtt változtak mindkét területen ($P = 100\%$; $r = 0,966$), illetve az összkukoricamoly szám nőstény aránnyal való kapcsolata is szignifikáns ($P = 98,3\%$; $r = 0,267$).

A hőmérséklet értékek, szignifikáns mértékben befolyásolták az össz- a hím és a nőstény egyedszámot. Az összesített eredményekből kiderült, hogy a nőstény egyedszám változások erősebb összefüggést mutattak mindhárom hőmérsékleti kategória függvényében (pl.: a maximum hőmérséklet összefüggése a nőstényszámmal: $P = 98,6\%$; $r = 0,274$; a hímszámmal $P = 96,8\%$; $r = 0,239$).

A csapadék mennyiségének alakulása fordított arányosságban, de szoros szignifikanciával alakította a kukoricamoly ($P = 99,8\%$, $r = -0,246$) és annak nemeinek egyedszám változásait. A nőstények itt is szorosabb összefüggést jeleztek.

Érdemes megemlíteni, hogy a balatonmagyaródi légnedvesség vizsgálatánál vegyes képet kaptunk. Egyedül a nőstényszám változásával kapcsolatban sikerült szignifikáns összefüggést leírni ($P = 95,1\%$; $r = 0,254$). A csapadék és a légnedvesség adatok alakulása köztudottan szoros összefüggést mutatnak. Így elképzelhető, hogy a nem megfelelő adatmennyiség hibájának tudható be a másik esetekben tapasztalt nem

szignifikáns kapcsolat. Vannak olyan felmérések (pl.: LESZNYÁK és MTSAI 1993), melyek arról számolnak be, hogy a relatív páratartalom növekedése fokozhatja a hímek nemi aktivitását. A nőstényszám esetében tapasztalt összefüggés viszont azt feltételezi, hogy megfelelő számú adat esetén is ez a tényező mozdul el a legkönnyebben az alacsonyabb értékek felé.

A szexuálindex átlag- ($P = 100\%$; $r = 0,308$) és maximum hőmérséklettel ($P = 99,9\%$; $r = 0,267$) való kapcsolatának szorossága azt jelezheti számunkra, hogy ha a fénycsapdázás idején a napi hőmérsékletingadozás az alsó intervallum felé közelít, a napközben tapasztalható magas hőmérsékleti értékek szintén erős befolyást gyakorolnak a nemek arányára.

A csapadék nem csak abszolút értékben veti vissza a csapdázott nőstény egyedszámot, hanem a nőstények hímekkel történő arányba állításánál az így kialakult hányados csökkenését is okozhatja ($P = 98,2\%$; $r = -0,187$).

Összegezve kijelenthető, hogy míg a kukoricamoly összegyedszámát, hímszámát és nőstényszámát jelentősen befolyásolják a vizsgált abiotikus elemek, a nőstényszám majdnem minden tekintetben a legerősebb összefüggést hozta.

A statisztikai adatfeldolgozás során tapasztalt differenciáltság a fénycsapdázás helyszínének és a meteorológiai adatszolgáltató helyszínének közötti távolságnak tudható be. Elmondható, hogy annál egzaktabb és pontosabb képet kaphatunk az abiotikus elemek kukoricamoly rajzást befolyásoló hatásairól, minél közelebb vannak egymáshoz e helyszínek.

A fény és feromoncsapdás prognosztika között jelentős aszinkronitást fedeztünk fel. A feromoncsapdás vizsgálat által szolgáltatott adatok egyenetlenségét és jelentős differenciáltságát az előrejelzési eszköz megbízhatatlanságával magyarázhatjuk. A kukoricamoly hím egyedei feromonra repülésének eltérő volta nem újkeletű gond, amely a továbbiakban számos vizsgálat és kutatás céljaként szolgálhat.

5.3. A kukoricamoly országos rajzásfenológiai és populáció dinamikai felmérése az országos fénycsapda hálózat adatai segítségével (1999, 2000, 2001)

Elmondható, hogy a kukoricamoly rajzása eltéréseket mutat Magyarország területén. Ezeknek a rajzástípusoknak a megoszlása határozott földrajzi területekre tehető, amelyeknek kiterjedésére hatnak az évek során eltérő időjárási viszonyok.

A rajzásfenológiai vizsgálatok segítségével, a két alapvető rajzástípust, további két típusra sikerült elkülöníteni. A rajzástípusok magyarországi elhelyezkedéséből kiderült, hogy a „tipikusan egyrajzású” populációk lényegesen kisebb területet foglalnak el, mint a második generáció megjelenésével rajzó populációk. Az egyes rajzástípusok által elfoglalt területek nem állandó érvényűek, hanem évről évre változnak, amelyre a hőmérséklet és csapadékviszonyok jelentős befolyást gyakorolnak.

Északnyugatról délkeletre haladva, a második nemzedékben megállapított egyedszám illetve generációs kvóciens növekedései (Fejér megyében $G = 3,44$; Csongrád megyében $G = 3,94$) a nyár második felében kialakuló rajzás határozottabb megjelenését mutatják. Az egymást követő évek generációs kvóciensei is jól mutatták az északnyugati területek populációinak első (pl.: Kálócfa 2000-2001 között $GY = 0,42$), míg a délkeleti populációk második generációinak határozottabb megjelenését (pl.: Zsombó 2000-2001 között $GY = 2,14$). A rajzásidőtartam és az egy napra vetített relatív egyedszám értékei is mutatták az imént említett tendenciát, de ez a változás kevésbé volt szembetűnő ezen értékszámok vizsgálatánál. Ezek ismeretében kijelenthető, hogy egy populáció egy éven belüli generációinak összehasonlításánál a csapdázott egyedszám és a generációs kvóciens értékei az irányadóak.

Az elszaporodási kvóciens értékei az évente megjelenő kukoricamoly populációk csökkenését jelzik Magyarország északnyugati területein

(Győr-Moson-Sopron megyében: $E = 0,22$), míg a délebbi régiókban a kétnemzedékes ökotípus egyre erőteljesebb megjelenését regisztrálhatjuk. A tipikusan egyrajzású populációk térvesztése, és a kétrajzású populációk térnyerése a vizsgált évek során, az egyre melegebb időjárásunknak tudható be.

A rajzástípusok, illetve az egy és kétnemzedékes populációk elterjedését nem lehet pontosan meghatározni. A három év vizsgálatából megállapítható, hogy az egy-, illetve kétrajzású populációk elterjedési határvonala Keszthely-Székesfehérvár-Hatvan vonallal különíthető el.

A kukorica megyénkénti vetésterülete, és csapdázott kukoricamoly egyedszámok közötti összefüggések nem jelzik egyértelműen a jelentős kukoricatermesztő vidékek erősebb károsítását.

5.4. Optimális mintavételei stratégia a kukoricamoly lárva-fertőzöttség becsléséhez (1997-1998)

A kukoricamoly fertőzés a táblán foltszerűen jelentkezik. A felvételezendő tőszám a foltszerűség növekedésével, és a fertőzöttségi százalék csökkenésével növekszik.

A szimulációs vizsgálatokból kiderül, hogy a mintavételei terv csak előzetes tájékozódó felmérések után dönthető el. Az előzetes felméréseknél tájékozódunk a fertőzöttség okáról, a lárva-szétszóródás alakjáról és nagyságáról.

E tájékozódás a mintavételei stratégia kialakításának része, amelyről a szimulációs eredmények részletes elemzése után fogalmazhatunk meg határozottabb ajánlást.

Az általunk kialakított foltossági index (I_f) segítségével lehetségessé vált az optimális mintavételei egységek méretének és alakjának optimalizálása.

Az elméleti úton felállított $[N' = (t/h)^2 I_{\text{folt}} / p]$ vizsgálati munkaformula alkalmazásával megállapítható, hogy:

- 2%-os fertőzöttség esetén a megvizsgálandó tövek száma 30-60.000, és ez a mennyiség a fertőzöttség növekedésével arányosan csökken.
- Az optimális parcella méret (cella) – méret 500-1.000 tő mintaegységenként.
- A foltok iránya annyiban befolyásolja az optimális mintavételi eljárást, hogy igyekezni kell a foltok irányára merőleges mintavételi cellákat kialakítani.

Az említett megállapításokból és az elméleti munkaformulából kiindulva sikerült egy gyakorlati, a szakemberek által egyszerűen és könnyen kezelhető munkaformulát kialakítani $[N' = N (s_{p,rel} \% / 5\%)^2]$. E munkaformula segítségével, előzetes vizsgálatokkal (vagy a felmérés közben folyamatosan) számíthatjuk a fertőzöttség becslésének relatív hibáját. Ahányszor nagyobb ez a megkívánt 5%-os relatív hibánál, ezen arány négyzetével szorozva a már felvételezett tövek számát, megkapjuk az összes kívánt felvételezési tő számát.

5.5. Kukoricahibridek tömeg- és beltartalmi változása a kukoricamoly károsítása következtében (2001)

A 23%-os kukoricamoly-fertőzés a monokultúrában termesztett kukorica esetében átlagosnak mondható, amely a további monokultúra és az esetleges hibás agrotechnika következtében akár magasabb mértékű is lehet. A második felmérés során megállapított tőfertőzöttség alacsonyabbnak bizonyult (15%) az előző vizsgálatban tapasztaltaknál, mivel az elővetemény búza miatt az előző évi populációkból származó imágókkal nem kellett számolni. A vetésváltásban termesztett kukorica esetében mégis magasnak mondható a tőfertőzöttség, amely a tábla fekvésével (kukoricatáblákkal való szomszédság, kiemelkedő terület) és a megfelelően páras, meleg környezeti adottságaival magyarázható.

A hibridek tömegvesztése szoros kapcsolatban van a molykárosítással ($P = 99,3\%$; $r = 0,640$). A hibridek közötti termésvesztés különbségre, a Colomba drasztikus nyerszsírtartalom-vesztése jelenthet magyarázatot, mivel ez nagymértékben befolyásolja az átlagtömeg nagyságát. Az Occitan-nál egyik beltartalmi paraméter sem hozható ilyen szoros összefüggésbe az átlagtömeggel.

Mind a három hibridnél megfigyeltük a károsítás következtében fellépő vízvesztést, amely a kukorica stresszkörülmények közötti élettani folyamataival magyarázható. Vizsgálataink szerint a kukoricamoly kártételére a növény kényszeréssel reagál.

Kijelenthető, hogy mind a három beltartalmi paraméter mennyiségének csökkenése és a károsítás között, ha eltérő mértékben is, de kapcsolat van. Míg a nyerszsír számával ($P = 99,7\%$; $r = 0,690$), keményítőtartalom ($P = 91,5\%$, $r = 0,444$) és a molykár között szoros, szignifikáns a kapcsolat, addig a nyersfehérjetartalom-változás kevésbé hozható összefüggésbe a károsító tevékenységével.

A hibridek közötti keményítőtartalom mennyiség változásának különbsége a károsítás mellett, a két hibrid különbözőségéből és a hibridektől függő sajátosságokból származik ($P = 91,5\%$, $r = 0,444$). A nyerszsírtartalom változásának eltérése nem hibridfüggő, hanem egyéb tényezők által befolyásolt tulajdonság.

A károsítás típusok súlyozásánál, a növényenkénti két lárva kártétele a fő terméscsökkentő tényező, míg a növényenkénti három lárva, magas tömeg- és beltartalom-károsító hatása az alacsony százalékos előfordulása ($1,5\%$) miatt elhanyagolható.

A cső alatt elhelyezkedő lárva károsító hatása mind a százalékos előfordulásában, mind pedig a károsítás tekintetében elmarad a cső felett rágó hernyó jelentőségétől (a cső alatt elhelyezkedő lárva 30% -ban, míg a cső felett elhelyezkedő lárva $44,5\%$ -ban fordult elő). Ez az asszimilációs felületek növényrészenkénti eltéréseivel magyarázható. A cső alatti hat-hét internódiumon található levelek levélfelülete, és asszimilációs

tevékenysége elmarad a cső felett elhelyezkedő levelekétől. A különbséget azonban statisztikailag nem sikerült igazolnunk.

A hibridek tömegvesztése szoros összefüggésben van a lárvák számával ($P = 100\%$, $r = 0,896$), és ezek elhelyezkedésével ($P = 98,3\%$, $r = 0,681$). Megállapítható, hogy a növény a szállító edénynyaláb károsodásainak növekedésére a szem-csutkaarány változásával reagál. A növény stressz körülmények hatására nem csupán a generatív szerveinek fejlesztésével válaszol, hanem a cső kialakításán belül a "teljes értékű" szemek arányára fekteti a hangsúlyt a csutka hátrányára.

Kijelenthető, hogy mindhárom beltartalmi paraméter mennyiségének csökkenése, illetve a lárvák száma és elhelyezkedése között, ha eltérő mértékben is, de kapcsolat van. Míg a szárazanyag-tartalmat a lárvaszám ($P = 99,7\%$, $r = 0,755$) és az elhelyezkedés ($P = 98,7\%$, $r = 0,722$) szignifikánsan befolyásolta, addig a nyerszsír, a keményítő tartalom csak a lárvák számával, a nyersfehérje tartalom pedig egyikkel sem volt igazolható összefüggésben.

A nyerszsír beépülésének szoros összefüggése és érzékenysége a károsítás növekedésével a szemtömeg, csutkatömeg, szem-csutkaarány és víztartalommal való korrelatív kapcsolatával is magyarázható.

Az elméleti megfontolásokból következik, hogy a növényenkénti lárvák számának növelésével és táblaszintűvé válásával a termésvesztés radikális méretű lehet. A növényenkénti lárvaszám növekedésével a veszteségek minden tömeg és beltartalmi érték csoportosításnál azonos ütemben változtak. A két lárvák kártételének megjelenésekor a veszteségek rohamos mértékű növekedést mutattak.

A Colomba és Occitan hibridek közötti nyerszsír és keményítő mennyiségváltozások és különbségeik befolyásoló tényezőinek feltárása, valamint a keményítő és mindinkább a nyersfehérje tartalom – károsítás növekedésének következtében történő – csökkenésének megismerése további kérdéseket és vizsgálatokat vet fel.

5.6. Parazitológiai vizsgálatok kukoricamoly populációkkal (2000-2001)

A két évig végzett vizsgálatokból kiderült, hogy a parazitoidok és a kukoricamoly lárvák egyedszám változása hasonlóan alakult, tehát a parazitoidok mennyiségi növekedése összefügg gazdaállatuk felszaporodásával.

A 2001. évben tapasztalható lárva és bábparazitáltság százalékos emelkedését, a *Lydella thompsoni* (Σ kifutott egyedszám: 51; parazitálási % = 12,75), a *Sinophorus alkae* (Σ kifutott egyedszám: 24; parazitálási % = 6) és a *Simpiesis viridula* (Σ kifutott egyedszám: 2; parazitálási % = 0,5) egyedszám növekedése okozta.

A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a *Lydella thompsoni* és a *Sinophorus alkae* fajok parazitoid tevékenysége a kukoricamoly populáció egyedszámával arányosan jelentkezik. Ezek a fajok együttesen 11-18-szor annyi lárvát pusztítanak el, mint a többi faj együttléve.

A megtalált további három faj közül a *Simpiesis viridula* fémfürkész emelhető ki, mivel jelenlétére – ha kisebb mértékben is –, minden évben számíthatunk.

A futtatóban megjelent gyilkosfürkész és a *Phaeogenes nigridens* bábfürkész megjelenése, a felmérés tapasztalatai szerint, esetlegesnek mondható (parazitálási % a két év átlagában = 1). A kukoricamoly parazitoidjaival foglalkozó összefoglaló munkájában NAGY (1993) a *Phaeogenes nigridens*-t „ritkaságként” említi. Ezt a megállapítást ez a felmérés is alátámasztotta.

A Bracon nemzetségbe tartozó fajokat több publikáció is jelentős populációt csökkentő, és a gyakorlati növényvédelem szempontjából fontos tényezőként említi (NAGY 1984, PAPP 1994). Így kissé meglepő alacsony egyedsűrűségük (parazitálási % a két év átlagában = 0,12).

A *Malachius bipustulatus* imágója levéltetvekkal és pollennel táplálkozik, míg a lárvája ragadozó, azonban saját testénél nagyobb méretű

táplálékállatot valószínű nem képes elejteni. A lárva a védett, biztonságos körülmények miatt fejlődhetett a kukoricamoly lárvajaratában.

5.7. Magyarországi kukoricamoly populációk genetikai (DNS) vizsgálata (2002-2003)

A Magyarország különböző területeiről származó kifejlett (L_5) kukoricamoly lárvák molekuláris genetikai vizsgálatából kiderült, hogy a hazánk területén élő kukoricamoly populációk azonos genetikai állománnyal rendelkeznek. Így igazolódtak PORNKULVAT és MUNKATÁRSAI (1998) észak-amerikai kukoricamoly populációkkal végzett kísérleteinek eredményei, miszerint az egy és kétnemzedékes (uni-, bivoltin) ökotípusok génállománya nem különbözik.

Az egyiptomi és magyarországi minták hasonlósága alátámasztja MARCON és MUNKATÁRSAI (1997) tanulmányát – miszerint az egy-, két- és többnemzedékes ökotípusok genetikailag azonosak –, és ellentmond PORNKULVAT és MUNKATÁRSAI (1998) eredményeinek.

Vizsgálataink szerint, Magyarországon az egyes kukoricamoly populációk diapauza nélküli fejlődése és szexferomon-polimorfizmusa, tehát nem génikusan meghatározott.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

6.1. A kukoricamoly második, nyárvégi rajzáscsúcsának megítélése Magyarországon (2003)

Magyarország délkeleti megyéiben végeztünk lárvavizsgálatokat. Tavaly 4x100, idén 4x80 kukoricaszárat hasítottunk fel.

Vizsgálat során a tavalyi száракban kizárólag elpusztult lárvákat és bábokat találtunk, friss bábingeket nem. Ezek alapján azt állapítottuk meg, hogy a nyárvégi, második rajzáscsúcs egy tényleges második generáció megjelenésének a következménye, és egyben kizárható a diapauzáló lárvák elhúzóódó, második rajzása.

Az idei száрак vizsgálatának eredményei, pedig igazolták a második nemzedék fejlődését ezen a területen (pl.: Fadd: $L_2 = 15\%$, $L_3 = 31\%$, $L_4 = 42\%$, $L_5 = 12\%$). Így bebizonyosodott, hogy a délkelet-magyarországi területeken a kukoricamolynak egy valódi második nemzedéke alakul ki évek óta, amelyet az országos fénycsapda-hálózat adatai is alátámasztanak.

6.2. A kukoricamoly rajzásának fény- és feromoncsapdás megfigyelése (2002)

Somogy megyei Várda és a Zala megyei Balatonmagyaród területén fény- és feromoncsapdás rajzásmegfigyelést végeztünk. Erre a célra Jermy-típusú fénycsapdákat és Arco-Pheron MZ típusú feromon csapdákat használtunk.

Vizsgálataink a Zala megyei területen is kétnemzedékes populáció jelenlétét bizonyítják, melyet a melegebb időjárással magyarázhatunk. A délebbi területen található populáció második generációjának megjelenése erőteljesebbnek bizonyult.

A Balatonmagyaródon tapasztalt magas fogási értékek nem párosultak a fekunditás emelkedésével, így alacsonyabb töfertoőzottség alakult ki (9%),

mint a somogyi régióban (11%). Mindezek ismeretében kijelenthetjük, hogy egyik területen sem lett volna indokolt a két alkalommal történő légi védekezés.

A vizsgált abiotikus elemek statisztikailag igazolhatóan befolyásolták a fénycsapdába került kukoricamoly mennyiségét.

A hőmérsékleti értékek közül a minimum alakulása, (amely számunkra az éjszakai lehűlések mértékét jelzi) visszavetette a hímek ($P = 99,6\%$, $r = 0,226$) mellett a nőstények számát abszolút értékben ($P = 100\%$, $r = 0,292$) és a szexuálindex ($P = 100\%$, $r = 0,267$) tekintetében is. Az adatok azt bizonyítják, hogy az éjszakai erős lehűlések csökkentik a csapdázható nőstényszámot.

A hullott csapadék egyértelműen mérsékli a rajzást (csapdázott nőstényszámmal való összefüggése: $P = 99,8\%$, $r = -0,246$) és csökkenti a tojásrakási aktivitást.

A szexuál-attraktáns csapdák által gyűjtött egyedek száma jelentős eltérést mutatott. A két prognosztikai eszköz között jelentős a fogási különbség. Elképzelésünk szerint a feromon, amelyet az Arco-Pheron MZ típusú szexuál-attraktáns csapda tartalmaz, nem vonzza az általunk vizsgált területeken található kukoricamoly hímjeit.

6.3. A kukoricamoly országos rajzásfenológiai és populáció dinamikai felmérése az országos fénycsapda hálózat adatai segítségével (1999, 2000, 2001)

A Növény és Talajvédelmi Szolgálat országos fénycsapda hálózatának (NIR) adatai segítségével rajzásdinamikai megállapításokat tettünk Magyarországra vonatkozóan.

Elmondható, hogy a kukoricamoly két rajzáscsúcsú megjelenése hazánkban egyre északabbi területeken jelentkezik, amely az enyhe tavasznak és a meleg, csapadékos nyárnak tulajdonítható. Ezt a generációs kvóciensek ide vonatkozó értékei is alátámasztják: Csongrád megyében

$G = 3,94$, Fejér megyében $G = 3,44$. Az elszaporodási kvóciensek, az univoltin populációk évenkénti csökkenő számú megjelenését mutatják (pl.: Győr-Moson-Sopron megyében $E = 0,22$).

A kukoricamoly rajzása eltéréseket mutat Magyarország területén. Ezeknek a rajzástípusoknak a megoszlása határozott földrajzi területekre tehető, amelyeknek kiterjedésére hatnak az évek során változó klimatikus viszonyok. A klimatikus változások következtében az évente kétrajzású ökotípus magyarországi térnyerése és északra hatolása figyelhető meg napjainkban.

A kukoricamoly magyarországi rajzását az ország leghűvösebb északnyugati területeitől a melegebb, délkelti vidékei felé haladva négy különböző típusra sikerült elkülöníteni: 1. egyetlen rajzáscsúcs július második felében, 2. az áttelelt nemzedék rajzáscsúcsa magasabb a nyári elsőnél, 3. a két nemzedék rajzáscsúcsa közelítően azonos mértékű, és a 4. a nyári első nemzedék rajzáscsúcsa magasabb az átteleltnél.

A vetésterületek és az átlagos csapdázott egyedszámok megyénkénti alakulásai nem mutattak egyértelmű összefüggést.

6.4. Optimális mintavételi stratégia a kukoricamoly lárvafertőzöttség becsléséhez (1997-1998)

Tényleges kártételi felmérések (Somogyszil és Igal területén, amely több mint 60.000 tő átvizsgálásával járt) és matematikai modellek, statisztikai számítások és adatfüggetlen szimuláció segítségével kerestük a kártétel fokának megbízható becslését biztosító optimális mintavételi eljárást.

Az optimális mintavételi stratégia keresésekor kiderült, hogy a pontos fertőzöttség megállapítása a tényleges fertőzöttségi foktól, a lárvaszóródás irányától, alakjától és nagyságától függ. Eredményeink részben formális módszertani, részben empirikus, részben szimulációs számításokból származnak.

A formális eredmények közül, kiemeljük a megbízható fertőzöttség becslésekor szükséges tövek minimális számára megállapított formulát:

$$N' = (t/h)^2 I_f / p$$

A tényadatok értékelése során kapott eredmények a két eltérő fertőzöttségű táblán eltérő nagyságban, de azonos formában alakultak. Az 1997. évi somogyszili 1,5%-os fertőzöttségű táblán a levizsgálandó tőszám hektáronként 6.000-40.000 között ingadozott. Az 1998. évi igali 10%-os fertőzöttségű táblán a felvételezni kívánt tőszám 1.500-27.000 közé volt tehető, átlagosan 4.500. A két eltérő fertőzöttségű táblán egyaránt a sorirányra merőlegesen elnyújtott parcella alakok adtak kedvezőbb eredményt, amelyek a feltétlenül bevizsgálandó tőszám csökkenését eredményezte. Minél inkább a sorirányra merőlegesen elnyújtott a parcella alak, annál inkább közelített az 1,5%-os fertőzöttségű táblán az alsó értéket képviselő 6.000-es tőszámhoz, illetve a 10%-os fertőzöttségű táblán az optimális 1.500-hoz.

Az optimális mintaegység több sort tartalmaz, mint tövet (2:1, 3:2). Mivel a sortávolságnyi szakaszra kb. 4 tő esik, a jelzett cellaalak geometriailag korántsem négyzetszerű. A jelenség biológiai hátterét keresve, a kukoricamoly tojásrakási etológiájában találtunk választ.

A szimulációs vizsgálatokból megállapítottuk, hogy a lárvák szétszóródásának iránya befolyásolja a mintavételi stratégiát, vagyis a mintavételi egység alakját, nagyságát és a szükséges minimális tőszámot. A szétszóródás mérete (5-10 vagy 20 lárva szóródik szét egy lepke által lerakott tojáscsomóból) szintén befolyásolja az optimális mintavételi eljárást. Nagyobb méretű szóródás esetén növekszik a szükséges tőszám, de a mintaegység mérete és alakja nem.

A szimulációs vizsgálatok bebizonyították, hogy a mintavételi terv csak előzetes, tájékoztató jellegű felmérések után dönthető el. A fertőzöttség foka, a lárvaszétszóródás alakja és nagysága a mintavételi stratégia kialakításának része, amelyet befolyásol a táblán uralkodó szélirány.

6.5. Kukoricahibridek tömeg- és beltartalmi változása a kukoricamoly károsítása következtében (2001)

A károsítás vizsgálatokat megelőző szárfelvételezés 2001-ben a kukorica vegetációs ciklusának végén, Somogyszil területén található két kukoricatáblában zajlottak. A 20 sor x 20 töves mintaterületek hét ismétlésben szerepeltek a két táblában. A hibridérzékenység vizsgálatokhoz mintaterületenként 10 mollyal fertőzött és 10 egészséges növényről letört csövet szállítottunk laboratóriumba. A lárvaszám és elhelyezkedés vizsgálatokhoz a károsító jelenlétét igazoló összes növényt csövestől, és 10 egészséges növényről letört csövet vizsgáltunk meg. Ezután öt „kárcsoportot” alakítottunk ki. Analitikai vizsgálatok segítségével kártípusonként megállapítottuk a tömeg- és beltartalmi paraméter veszteségek mértékét.

A táblán megfigyelhető kártípusok százalékos aránya tekintetében a fő megjelenési forma a növényenkénti egy- (74,5%), illetve kétlárvás (24%) típus. A kétlárvás típus arányának emelkedése, és a háromlárvás típus magasabb százalékos előfordulásának következtében a jövőben a kukoricatermesztésben a károk drasztikusan fokozódhatnak.

A cső alatt elhelyezkedő lárva által okozott kártételek alakulása (pl.: megjelenés: 30%; részaránya az összveszteségből: 15,29%), a cső felett károsító lárva kártételétől elmaradtak (pl.: megjelenés: 44,5%; részaránya az összveszteségből: 28,6%), amely a növény morfológiájával és asszimilációs tevékenységével magyarázható.

Vizsgálataink igazolták a magasabb fertőzöttségi értékek mellett jelentkező erősebb csőtömeg csökkenés jelenségét, amely egyaránt megmutatkozott a szem és a csutka tömegcsökkenésében is. A szem- és a csutkatömeg változásában különbségeket figyeltünk meg. A növekvő károsításra a növény csőösszetevőinek arányát eltolja a szem javára ($P = 99,6\%$; $r = 0,799$).

Mindkét felmérésnél megállapítottuk a „kényszerérés” jelenségét a károsítás megjelenésekor ($P = 99,7\%$; $r = 0,755$), amely a kukorica szöveti roncsolódásának növekedésével fokozódó ütemben jelentkezett.

A vizsgálatok igazolták, hogy a nyerszsír, nyersfehérje és keményítő beépülése is zavart szenved a károsítás következtében, azonban ezek változása különböző tényezők által befolyásolt.

A nyerszsír tartalom alakulása szoros összefüggést mutatott a károsító jelenlétével, számával ($P = 99,9\%$, $r = 0,802$) és elhelyezkedésével ($P = 95,4\%$, $r = 0,635$), azonban a hibridekben jelentkező különbségek nem a hibridek eltérő tulajdonságaiból adódik, hanem egyéb tényezőktől függ.

A keményítő tartalom változása korrelatívnak mutatkozott a lárva jelenlétével, számával ($P = 90,2\%$, $r = 0,479$). Mennyiségének alakulása hibridektől függő tulajdonság ($P = 91,5\%$, $r = 0,444$), azonban a lárva elhelyezkedése nem befolyásolja a keményítő mennyiségének nagyságát.

A nyersfehérje tartalom csökkenése megfigyelhető a károsítás következtében. Ennek alakulására sem a hibridsajátságok, sem a lárvák számának és elhelyezkedésének hatását nem tudtuk statisztikailag igazolni. Ezen beltartalmi érték alakulására a károsítás mellett fellépő egyéb jelenségek (hőmérséklet, páratartalom stb.) gyakorolnak hatást.

6.6. Parazitológiai vizsgálatok kukoricamoly populációkkal (2000-2001)

A rovarparazitológiai felmérések érdekében a vizsgálat két évében 4x100 Somogyszilben gyűjtött, kukoricamollyal fertőzött tövet helyeztünk zsákos futtatóba. A kifutott rovarok meghatározását követően megállapítottuk a parazitáltsági százalékokat, és kiemeltük a jelentősebb parazitoidokat.

2000-ben 16,87%-os, míg 2001-ben 17,25%-os lárvaparazitáltságot tapasztaltunk. Az egymást követő évek vizsgálatából kiderült, hogy a

parazitoidok tevékenysége nagymértékben függ a klimatikus tényezők alakulásától, illetve gazdaállatok felszaporodásától.

Az eredmények szerint a *Lydella thompsoni* (Herting) fürkészlégy (parazitálási % a két év átlagában = 11,25), és a *Sinophorus alkae* (Ellinger et Sachtleben) fürkészdarázs (parazitálási % a két év átlagában = 4,87) bizonyult a területen található kukoricamoly populáció jelentősebb parazitoidjainak. Kisebb mértékben, de sikerült bizonyítani a *Sympiesis viridula* (Thomson) (parazitálási % a két év átlagában = 0,62), *Phaeogenes nigridens* (Wesmael) (parazitálási % a két év átlagában = 1,0) és *Bracon* sp. (parazitálási % a két év átlagában = 0,12) fürkészdarazsak jelenlétét.

Több esetben megtaláltuk a *Malachius bipustulatus* lárváját a kukoricamoly lárvájáratában.

6.7. Magyarországi kukoricamoly populációk genetikai (DNS) vizsgálata (2002-2003)

A kukoricamoly magyarországi populációinak molekuláris genetikai vizsgálata érdekében az ország három különböző régiójának 14 pontjáról gyűjtöttünk L₅-ös stádiumú lárvákat. A vizsgálatba Egyiptomból kapott lárvák is bevonásra kerültek.

A kukoricamoly lárvák SSCP-vel végzett molekuláris vizsgálatából kiderült, hogy a Magyarországon található populációk ugyanolyan haplotípust képviselnek. Sőt az egyiptomi minta sem mutatott genetikai különbséget.

Egyetlen esetben (székkutasi minta) találtunk eltérést, amely bizonyítaná a kétnemzedékes ökotípus genomikus különbségét. Ezt az SSCP módszer pontatlanságának tudjuk be, mivel a többi délkelet-magyarországi minta nem mutatta ezt a genetikai eltérést.

Vizsgálataink alapján kijelenthető, hogy az évi egy- és kétrajzású, illetve az évente több nemzedékben megjelenő populációk egységes genetikai állománnyal rendelkeznek.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet mondok dr. Sáringer Gyula professor emeritus-nak, az MTA rendes tagjának program-, és témavezetőmnek segítségéért és hasznos útmutatásaiért.

Hálásan köszönöm dr. Takács András egyetemi adjunktus pótolhatatlan segítségét, amely doktori munkám szinte minden területére kihatott az ötletek felvetésétől a kéziratok javításáig.

Köszönettel tartozom dr. Józsa Sándor egyetemi docens, tanszékvezetőnek, dr. Fischl Géza egyetemi tanár, tanszékvezetőnek, dr. Nowinszky László ny. főiskolai tanárnak, a Szombathelyi Berzsenyi Dániel Főiskola oktatójának, dr. Nagy Barnabásnak, az MTA Növényvédelmi Kutatóintézet ny. tudományos tanácsadójának az értekezés résztémáihoz nyújtott nélkülözhetetlen tanácsaikért.

A kinevelt rovarparazitoidok meghatározásáért Thúroczy Csaba, George Melika és Ács Zoltán biológusoknak, a Kőszegi Parazitológiai Laboratórium munkatársainak tartozom köszönettel. Külön hálával tartozom Ács Zoltánnak a rovargenetikai vizsgálatok elvégzéséért, és dr. Hessein Boraei professzornak a Tantai Egyetem docensének az egyiptomi kukoricamolylelvárak biztosításáért.

Nem felejtettem el Keszthelyi Tibor és családja magángazdálkodóknak, Németh Zoltán elnöknek, Fisli Barnabás főállattenyésztőnek, a Balatonmagyaródi Mezőgazdasági Szövetkezeti Rt. munkatársainak és Ilerpaker András növényorvos szakmérnök barátomnak, a kísérletek és felmérések helyszínének biztosításában és beállításában nyújtott segítségét.

A termés beltartalmi meghatározásáért dr. Husvéth Ferenc professzornak, és a VE GMK Állatélettani és Takarmányozástani Tanszék laboratóriumának tartozom köszönettel.

Sokat jelentett számomra Tóth Erika a Budapesti Központi Növény és Talajvédelmi Szolgálat munkatársa, a Kaposvári Növény- és Talajvédelmi

Szolgálat és az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársainak segítségével, amelyet a nélkülözhetetlen fénycsapdafogási- és meteorológiai adatsorok biztosításában nyújtottak.

Köszönettel tartozom dr. Nádasy Miklós egyetemi docens, tanszékvezetőnek, dr. Bürgés György ny. egyetemi docensnek, Keresztes Balázs egyetemi tanársegédnek, Zalányiné Duduk Judit adminisztrátornak (akinek külön köszönettel tartozom dolgozatom végleges formába öntéséért), Vipler Józsefné laboránsnak a Keszthelyi Növényvédelmi Intézet Növényvédelmi Állattani Tanszék munkatársainak munkám háttérének megteremtéséért és zavartalan munkakörülményeim biztosításáért.

Külön köszönöm kollegáimnak, barátaimnak Fekete Attilának és Marczali Zsoltnak munkám minden területére kiterjedő segítségét, akikkel a nappali PhD tanulmányainkat együtt töltöttük, és számos felejtethetetlen közös élménnyel gazdagodtunk.

Hálával és köszönettel tartozom szűkebb hozzátartozóimnak, szüleimnek Keszthelyi Sándornak és Keszthelyi Sándornénak, testvéremnek Keszthelyi Juditnak, nagyanyámnak Huszonik Józsefnének akik áldozatvállalása és segítése nélkül ez a dolgozat nem jöhetett volna létre, valamint barátnőmnek Fentős Juditnak.

Végül köszönöm mindazoknak, akik PhD hallgató éveim alatt támogatásukról biztosítottak, és a képzés egyéb követelményeinek teljesítéséhez segítséget nyújtottak.

8. SZAKIRODALOM JEGYZÉK

- ANGLADE, P. – VIELE, J.C. (1973): Essais sous infestation artificielle de nouveaux granules de *Bacillus thuringiensis* pour la lutte contre le Pyrale du Mais. *Phytiatrie, Phytopharmacia*, 22: 137-140.
- ANGLADE, P. – BACA, F. – MONTEAGUDO, A. (1980): Assesment of the susceptibility of maize lines to the European corn borer *Ostrinia nubilalis* as part of the programme of IWGO, 1975-1976. *Eppo Bull.* 10: 365-369.
- ANONYM (1961): Traitment de l'Eudemis et de la Cochylis. *Progr. Agric. Vitic. Montpellier*, 78 (15): 69-70.
- ANONYM (2002): Magyar Statisztikai Zsebkönyv. Központi Statisztikai Hivatal Kiadványa.
- ARBUTHNOT, K.D. (1944): Strains of European corn borer in the United States. *USDA Tech. Bull.* 869: 1-20.
- ARBUTHNOT, K.D. (1949): Temperature and precipitation in relation to number of generations of European corn borer in the United States. *USDA Tech. Bull.* 987: 1-22.
- ARTHOFER, R. (1966): The European corn borer as a paprika pest. *Der Pflanzenarzt*, 19: 70.
- BACA, F. – HADŽISTEVIĆ, D. (1979): Evaluation of the resistance of Yugoslav and some introduced corn hybrids to European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). *Zast. Bilja*, 30: 365-370.
- BAIRD, R.B. (1954): A species of *Cephalosporium* (Moniliaceae), causing a fungous disease in larvae of the European corn borer *Pyrausta nubilalis* Hbn. (Lepidoptera, Pyraustidae). *Canad. Entomol.* 86(5): 237-240.
- BAKER, A.J. (2000): *Molecular methods in ecology*. Press at Blackwell Science Ltd, Oxford, 1-323.

- BÁLINT, A. (1966): Mezőgazdasági növények nemesítése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- BALOGH, M. (1973): A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) károsítása málnában. Növényvédelem, 9(1): 15-17.
- BÁNK, L. (1972): Adatok Kelet-Magyarország (Hajdú-Bihar megye) kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) lárváinak természetes rovarrellenségeiről. Növényvédelem, 8(3): 303-307.
- BARLOW, C.A. – MUCHMOR, J.A. (1963): Some effects of rainfall on the population dynamics of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hübner. Ent. Exp. Applicata. Amsterdam, 6(1): 21-36.
- BATIASHVILI, I.D. (1976): Special biological characteristics of the European corn borer in the Georgian SSR. Project on *Ostrinia nubilalis*. Martonvásár, 21-26.
- B. BALÁZS, K. (1965): Lepkekártevők rajzásadatai a meteorológiai tényezők függvényében. Rovartani közlemények, 28: 481-503.
- BARBER, G.W. (1925): Remarks on the number of generations of the European corn borer in America. J. Econ. Entomol. 18: 496-502.
- BECK, S.D. – APPLE, J.W. (1961): Effects of temperature and photoperiod on voltinism of geographical populations of European corn borer, *Pyrausta nubilalis*. J. Econ. Entomol. 54: 550-558.
- BENEDEK, P. (1979): A kukoricamoly kártételi veszélyessége és a védekezés szükségességének elbírálása. 21. Georgikon Napok Keszthely, 217-219.
- BENEDEK, P. (1983): Üzemi előrejelzési módszerek és döntési modellek a növényvédőszer optimális felhasználásához. MÉM NAK Kiadvány, Budapest.
- BENEDEK, P. – KUROLI, G. – MARTINOVICH, V. – KIS, L. (1966): A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) nagymértékű fertőzése komlón. Növényvédelem, 2(5): 205-216.

- BENGTTSSON, O.B. – LÖFSTEDT, C. (1990): No evidence for selection in a pheromonally polymorphic moth population. *Am. Nat.* 133: 722-726.
- BERGER, H. (1980): Richtige Bodenbearbeitung – ein wichtiger Beitrag zur Maiszünsler Bekämpfung. *Der Pflanzenarzt*, 33(3): 25-26.
- BERRY, E.C. – GHIDIN, G.M. – GUTRIE, W.D. (1978): European corn borer. Relationship of carbofuran uptake and corn genotypes for second generation control. *Iowa Stat J. Res.* 53: 35-40.
- BERZSENYI, Z. (1980b): A kukoricatermesztés biometriai elemzése. Kandidátusi értekezés, Budapest.
- BERZSENYI, Z. (1980a): A kukorica szemtermése és a növényvédelmi tényezők összefüggése. *Növényvédelem*, 16(7): 343-351.
- BERZSENYI–JANOSITS, L. (1958): A hibridkukorica. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- BETZ, F.S. – HAMMOND B.G. – FUCHS, R.L. (2000): Safety and advantages of *Bacillus thuringiensis*-protected plants to control insect pests. *Regul. Toxic. Pharmacol.* 32: 156-173.
- BIGGER, J.H. – PETN, H.B. (1953): Reduction of corn borer numbers from October to June. A 10 years study. III. *Agric. Exp. Sta. Bull.* 566: 1-15.
- BIGLER, F. – BRUNETTI, R. (1986): Biological control of *Ostrinia nubilalis* (Hbn.) by *Trichogramma maidis* (Pint. et. Voeg.) on corn for seed production in southern Switzerland. *J. Appl. Entomol.* 102: 303-308.
- BIGLER, F. – BOSSHART, S. (1987): Spread of European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) and its caused size of infestation in Switzerland. *Mitt. Schweiz, Landw. Liebenfeld., Bern*, 35: 169-178.
- BIRKÁS, M. (2000): A kukorica talajkímélő művelése. *Gyakorlati Agrofórum*, 11(3): 26-30.

- BOBIRNAC, B. (1961): Contribution to the study of the insect *Pyrausta nubilalis* Hbn. in the Oltenia region (1957-1959). Craiova. Inst. Agron. „Tudor Vladimirescu” Lucrari Sti. 219-239.
- BOCZ, E. – KOVÁTS, A. – RUZSÁNYI, L. – SZABÓ, M. (1992): Kukorica. In: BOCZ E. (szerk.): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 362-423.
- BRADLEY, I.D. (1952): *Adoxophyes orana*. Entomologist, 85: 1-4.
- BRADLEY, W.G. (1952): The European corn borer. The yearbook of agriculture. Washington, U. S. Dep. Agric. 297-413.
- BUDDENROOK, W. (1937): Grundriss der vergleichenden Physiologie. Berlin, Borntraeger.
- ČAMPRAK, D. (1994): Integralna zaštita kukuruza od stetodina. Stamparija Feljton, Novi Sad.
- ČAMPRAK, D. – NAGY, B. – SIVČEV, I. – BOŽIDAR, M. (1995): Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) a kukorica új kártevője Jugoszláviában. Növényvédelem, 31(8): 361-366.
- CARDÈ, R.T. – ROELOFS, W.L. – HARRISON, R.H. – VAWTER, A.T. – BRUSSARD, P.F. – MUTUMERA, A. – MUNROE, E. (1978): European corn borer, pheromone polymorphism or sibling species? Science (Wash. D.C.), 199: 555-556.
- CHIANG, H.C. (1973): Ecological considerations in developing recommendations for chemical control of pests: European corn borer as a model. FAO Plant Prot. Bull. Roma, 21: 30-39.
- CHIANG, H.C. – HOLDAWAY, F.G. (1955): Evaluation of the intensity of predation of European corn borer. Proc. Entomol. Soc. Am., N. Central Br. 10: 63-65.
- CHIANG, H.C. – KEASTER, A.J. – REED, G.L. (1968): Difference in ecological responses of three biotypes of *Ostrinia nubilalis* from the north central United States. Ann. Entomol. Soc. Am. 61: 140-146.

- CORDILLOTT, F.P. (1989): Dispersal, flight oviposition strategies of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lepidoptera: Pyralidae). PhD. Dissertation, Basel.
- COX, H.C. – BRINDLEY, T.A. – LOWELY, W.G. (1956a): Granulated insecticides for European corn borer control. J. Econ. Entomol. 49: 113-119.
- COX, H.C. – LOWELY, W.G. – BRINDLEY, T.A. (1956b): Control of the European corn borer with granulated insecticides in 1955. J. Econ. Entomol. 49: 113-119.
- CREECHIO, C. – STOTZKY, G. (1998): Insecticidal activity and biodegradation of the toxin from *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* bound to humic acids from soil. Soil Biol. Biochem. 30: 463-70.
- CSOU JÜ-CSÖN (1960): Kukoricamoly (*Pyrausta nubilalis* Hbn.) ellenállósági vizsgálatok magyar és kínai kukoricafajtákon. Növénytermelés, 9: 141-152.
- CSUTINÉ, P.E. – MANNINGER, G.A. – DESEŐ, V. (1959): A kukoricaszár felhasználása és a kukoricamoly problémája a nagyüzemben. Magyar Mezőgazdaság, 14(14): 13.
- DARABOS, J. (1973): A kukoricamoly kártétele. Növényvédelem, 9(7): 214-215.
- DESEŐ, K. – SÁRINGER, GY. – SEPRŐS, J. (1971): A szilvamoly (*Grapholita funebrana* Freitschke). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1-183.
- DOLINKA, B. (1961): A kukoricamolyos fertőzöttség megállítása nemesítési és termesztési kísérletekben. A növényvédelem időszerű kérdései, 2: 10-15.
- DOLINKA, B. (1973): Report of the International Project on *Ostrinia nubilalis*. Agric. Res. Inst. Hung. Acad. Sci., Martonvásár, 1: 168.
- DOLINKA, B. (1975): Report of the International Project on *Ostrinia nubilalis*. Agric. Res. Inst. Hung. Acad. Sci., Martonvásár, 2: 137.

- DOLINKA, B. (1976): Report of the International Project on *Ostrinia nubilalis*. Agric. Res. Inst. Hung. Acad. Sci., Martonvásár, 3: 181.
- DOLINKA B. (1979): A kukoricamoly problémák jelenlegi állása Magyarországon. 21. Georgikon Napok Keszthely, 220-224.
- DOLINKA, B., – NAGY, B. (1972): Beszámoló a kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) ökológiájával foglalkozó nemzetközi kutatási programról. Növényvédelem, 8(9): 385-392.
- DUBLIZIGARIC, T. (1966): The possibilities of chemical control the maize stem borer, *Ostrinia nubilalis*, with regard to its bionomies, ecology and the new method of cultivation maize in Jugoslavia Zast. Bilja, 89 (90): 3-103.
- DUDICH, E. (1928): Insect parasites of the corn borer (*Pyrausta nubilalis* Hbn.) in Hungary. Internat. Corn Borer Invest. (Chicago), 1: 184-190.
- DUDUK, V. (1983): A takarmányok kémiai vizsgálatának módszerei. Egyetemi jegyzet, Keszthely.
- ECKSTEIN, F. (1935): Das Verhältnis von *Pyrausta nubilalis* zu ihrer Wirtspflanze. Z. angew. Entomol. 21: 65-88.
- EL-ADL, M. (1983): Detection of the pheromonal phenotype in the Egyptian of European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). Proc. 1st Hon. Con. Agric. Bot. Sci. 326-330.
- ELLIOT, W.M. – MCCLANAKAM, R.J. – FOUNK, J. (1978): A method of detecting oviposition of European corn borer moths, *Ostrinia nubilalis* and its relation to subsequent larval damage to peppers. Canad. Entomol. 110: 487-495.
- ELLSWORTH, P.C. – UMEZOR, O.C. – KENNEDY, G.G. – BRADLEY, J.R. – VAN DUYN, J.W. (1983): Population consequences of diapause in a model system, the European corn borer *Ostrinia nubilalis*. Entomol. Exp. Appl. 53: 45-55.

- ENGEL, H. (1971): Tierische Schädlinge und ihre Bekämpfung. In Rintelen, P. (eds): Ein Handbuch über Produktionstechnik und Ökonomik. München: BLV Verlagsges. S. 137-155.
- FABER, W. (1975): Zur Frage unterschiedlicher Aktivität von Maizzünsler - Pheromonen auf die Möchen geographisch verschiedenen Populationen. Der Pflanzenarzt, 28: 70-72.
- FÁTRAI, R. – KRASZNAI, A. (1977): A kukoricamoly kártétele és az ellene való védekezés a csemegekukorica termesztésben. Növényvédelem, 13(7): 309-311.
- FROMMER, L. – MOLNÁR, I. (1989): Kukoricamoly elleni védekezés chemigation technológiával. Növényvédelem, 25(5): 215-216.
- FÜLÖPNÉ, T. – ACSÁDI, L. (1994): Kukoricamoly károsítása paprikában. Növényvédelem, 30(5): 238-240.
- GÁL, TNÉ – HERTELENDY, L. (1993a): Veszélyes kártevő a csemegekukoricában. Magyar Mezőgazdaság, 48(24): 13.
- GÁL, TNÉ – HERTELENDY, L. (1993b): A kukoricamoly elleni védekezés szempontjai csemegekukoricában. Agrofórum, 4: (6) 39-41.
- GLOVER, T.J. – ROBBINS, P.S. – ECKENRODE, C.J. – ROELOFS, W. L. (1992): Genetic control of voltinism characteristics in European corn borer races assessed with a marker gene. Arch. Insect Biochem. Physiol. 20: 107-117.
- GOURDIAAN, J – ZADOKS, J.C. (1993): Global climate change: modelling the potential responses of agro-ecosystems with special reference to crop protection. Environmental Pollution, 87: 215-224.
- GRANDORY, R. – ROTA, P. (1954): Nowe esperienze di lotta contro la piralide del mais nel 1954 Boll. Zool Agr. Bachicolt. 20: 213-224.
- GRENIER, S. – PLANTEVIN, G. (1990): Development modifications of the parasitoid *Pseudoperichaeta nigrolineata* (Tachinidae) by fenoxikarb, an insect growth regulator, applied on to its host *Ostrinia nubilalis* (Lep., Pyralidae). J. Appl. Entomol. 110: 462-470.

- GUENNELON, G. – ANDEMARD, H. (1960): La pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lep., Pyralidae) dans la Basse Vallée da Rhone: observations écologiques: incidences économiques Ann. Epiph. 11: 337-395.
- GUTHRIE, W.D. (1974): Techniques, accomplishments and future potential of breeding for resistance to European corn borers in corn. Missouri Univ. Press. Jackson, 359-380.
- GUTHRIE, W.D. (1980): Breeding for resistance to insects in corn. Texaco A and M. Univ. College Station, 290-302.
- GYURKÓ, P. (1980): A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) rajzásdinamikai vizsgálata Borsod megyében. Növényvédelem, 16(6): 298-302.
- GYÖRFFY, B. – ISÓ, I. – BÖLÖNI, K. (1965): Kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- HADI, G. – SZUNDY, T. – MARTON, L.CS. – BILLEGE, I. (1994): Normál endospermiumú források felhasználásának lehetőségei a csemegekukorica nemesítésében. Növénytermelés, 43: 23-30.
- HANÓ, G. (1976): A kukoricamoly fenológiai vizsgálata. Növényvédelem, 12(3): 121-125.
- HANÓ, G. (1984): Az üzemi előrejelzés tapasztalatai a kukorica növényvédelmében. Növényvédelem, 20(9): 424-426.
- HARNOS, ZS. (1993): Biometriai módszerek és alkalmazásaik. TEMPUS JEP 1465 program keretében készült kiadvány, Gödöllő.
- HARRISON, R.G. – VAWTER, A.T. (1977): Allozyme differentiation between pheromone strains of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lep. Pyralidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 70: 717-720.
- HASSAN, S.A. – GUO, M.F. (1991): Selection of effective strains of egg parasites of the genus *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) to control the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lep., Pyralidae). J. Appl. Entomol. 111: 335-341.

- HATALÁNÉ ZSELLÉR, I. – DUDÁS, J. – PUSKÁS, N. (1986): A *Trichogramma maidis* tojásfűrész hatékonysága a kukoricamoly ellen. *Növényvédelem*, 20(6): 253-254.
- HATALÁNÉ ZSELLÉR, I. – MILE, L. (1992): Környezetbarát védekezés a kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hübner) ellen. *Növényvédelem*, 28(5): 200-204.
- HAWKINS, J. (1951): Importance of time of application of DDT sprays in control of European corn borer. *J. Econ. Entomol.* 44: 569-571.
- HERCZIG, B. – BÜRGÉS, GY. (1980): Rovaretológiai megfigyelések fénycsapdák segítségével. (Lepidoptera: Macroheterocera) *Növényvédelem*, 16(6): 269-273.
- HERCZIG, B. – HANÓ, G. (1987): A kukoricamoly elleni védekezés új lehetőségei. *Növényvédelem*, 23(11): 513-518.
- HERGULA, B. (1930): Über die Mortalität der Eier und jungen Raupen von *Pyrausta nubilalis* Hbn. *Acta Soc. Entomol. Jugosl.* 3-4: 44-60.
- HERTELENDY, L. (1978): A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) lárvafertőzés időpontjának és a kukorcafajták tenyészidejének szerepe a kártétel alakulásában. *Növényvédelem*, 14(1):9-12.
- HERTELENDY, L. (1979): Mitől függ a kukoricamoly kártétele? *Magyar Mezőgazdaság*, 34(20): 15.
- HERTELENDY, L. (1999): Kukoricamoly: fokozódó kártétel. *Magyar Mezőgazdaság*, 54(39): 17.
- HERTELENDY, L. – SZABÓ, I. (1976): A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis*) kártételének vizsgálata. *Növényvédelem*, 12(3): 113-117.
- HERVEY, G.E.R. – PALM, C.E. (1935): A preliminary report on the response of the European corn borer to light. *J. Econ. Entomol.* 28: 670-675.
- HILBECK, A. (1998): Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environ. Entomol.* 27: 480-87.

- HILLIS, D. – MORITZ, M.D. – MABLE, B.K. (1996): Molecular systematics. Press at Sinauer Associates, Sunderland, U.S.A. 1-560.
- HODGKINSON, V.H. – BIRUNGI, J. – HAGHPANAH, M. – JOSHI, S. – MUNSTERMANN, L.E (2002): Rapid identification of mitochondrial cytochrom b haplotypes by single-strand conformation polymorphism in *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) populations. Journal of Medical Entomology, 39: 689-694.
- HORVÁTH, R. (1996): A kukoricamollyal és a gyapottok-bagolylepkével kapcsolatos megfigyelések Komárom-Esztergom megyében. Szakdolgozat, Keszthely.
- HSIU, C. – CHANG, Y. – KWEI, C. – HAN, Y. – WANG, H. – WANG, L. – LIU, H. (1973): Field application with *Beauveria bassiana* (Bals.) for European corn borer control. Acta Entomol. Sinica, 16, 203-206.
- HUDON, M. (1963): Further field experiments on the use of *Bacillus thuringiensis* and chemical insecticides for the control of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, on sweet corn in southwestern Quebec. J. Econ. Entomol. 56: 804-808.
- HUSZ, B (1928): *Bacillus thuringiensis* Berl., a bacterium pathogenic to corn borer larvae. Int. Corn Borer Invest. Sci. Rep. 1: 191-193.
- HUSZ, B (1929): On the use of *Bacillus thuringiensis* in the fight against the corn borer larvae. Int. Corn Borer Invest. Sci. Rep. 2: 99-165.
- INJAC, M. (1979): Results of the investigation of efficiency of *Bacillus thuringiensis*. Zast. Bilja, 147: 105-112.
- JABLONOWSKI, J. (1898): A kukoriczamoly: *Botys nubilalis* Hbn (Életmódja és írtása). Kísérleti Közl. 1: 33-47.
- JABLONOWSKI, J. (1930): A kukoricamoly magyarországi rovarrellenségei és gyakorlati jelentőségük. Folia Entomol. Hung. 1: 159-169.
- JAKABFI, JNÉ – RUSZIN, T. (1977): A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) rajzáscsúcsa és az időjárási tényezők közti kapcsolat. Növényvédelem, 13(6): 264-267.

- JÁNOSSY, A. – MURAKÖZI, T. – ARASZKY, GNÉ (1966): Biometriai Értelmező Szótár. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- JÁKI, J. (1986): A kukoricamoly ellen csemegekukoricában végzett védekezések tapasztalatai. Növényvédelem, 20(6): 270-272.
- JÁRFÁS, J. (1978): Különböző fénycsapdázási módszerek eredményessége a kukoricamoly rajzás megfigyelésében. Növényvédelem, 14(10): 494-498.
- JÁRFÁS, J. (1982): Kártevő lepke-fajok előrejelzése fénycsapdával. Kandidátusi értekezés (kézirat), Kecskemét.
- JÁRFÁS, J. – SZABÓ, E. – SZILÁGYI, F. (1978): A kukoricamoly lepkéinek nemek és nemzedékek szerinti rajzása és a léghőmérsékletek kapcsolata. Beszámolók az 1975-ben végzett tud. kutatásokról. Orsz. Met. Szolg., Budapest, 173-180.
- JENNINGS, C.W. – RUSSELL, W.A. – GUTHRIE, W.D. – GRINDELOND, R.L. (1974): Genetics of resistance in maize to second-brood European corn borer. Iowa State J. Res. 48: 267-280.
- JERMY, T. (1998): Befolyásolja-e a fénycsapda a rovarok egyedsűrűségét a természetben? Növényvédelem, 34(5): 225-228.
- JERMY, T – SÁRINGER, GY. (1955): A burgonyabogár (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1-188.
- JOBÁGY, J. (2003): Védekezés kukoricamoly és gyapottok-bagolylepke ellen csemegekukoricában „öntözéses” (chemigation) technológiával. Gyakorlati Agrofórum, 14(7): 45-47.
- JUGENHEIMER, R.V. (1958): Hibrid maize breeding an seed production. Publ. by FAC. Rome. Agricultural Development Papar, 62.
- KATONA, A. – CZIKLIN, M. (1984): Előrejelzésre alapozott védekezés kukoricamoly ellen csemegekukoricában. Növényvédelem, 20(8): 363-366.
- KESZTHELYI, S. – TAKÁCS, A. (2000): Várható a kukoricamoly korai rajzása. Gyakorlati Agrofórum, 11(7): 11-12.

- KESZTHELYI, S. – NAGY, B. – VASAS, L. – MILE, L. – SZABÓ, Z. (2003): A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). Gyakorlati Agroforum, 14(7): 31-44.
- KISS, Á. – MÉSZÁROS, Z. (1989): Honnan repülnek a lepkék a mesterséges fényre? Növényvédelem, 25(3): 110-115.
- KISS, J. (1989): Comparison of directional light trap catches in maize. Bull. of the Univ. of Agric. Sci. Gödöllő, 1: 73-80.
- KISS, J. – HATALÁNÉ ZSELLÉR, I. – VÖRÖS, G. – RIPKA, G. (2001): A kukoricabogár elleni védekezés lehetőségei. Gyakorlati Agroforum, 12(5): 10-13.
- KLUN, J.A. – CHAPMAN, O.L. – MATTES, K. L. – BEROZA, M. (1975): European corn borer and redbanded leafroller, disruption of reproduction behavior. Environ. Entomol. 4: 871-876.
- KOTLÁN, A. (1928): A double parasitic infection of a larva of *Pyrausta nubilalis* Hbn. Int. Corn Borer Invest. Sci. Rep. 1: 174-178.
- KOTLÁN, A. (1929): The corn borer situation in Hungary. Int. Corn Borer Invest. Sci. Rep. 2: 90-98.
- KRAKKAI, I. – MÉSZÁROS, F. (1958): Kukorica gyökérfejlődési megfigyelések és vizsgálatok. In: BAJAI J. (szerk.): Kukoricatermesztési Kísérletek. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1953-1957.
- LABATTE, J.M. (1991): Model for the within-plant vertical distribution of European corn borer (Lep., Pyralidae) larvae. J. Appl. Entomol. 111: 120-136.
- LANDIS, D. A. (1994): Integrating biological control into farming systems. Proc. Illinois Agricultural Pesticides Conference. Cooperative Extension Service, Univ. of Illinois at Urbana-Champaign. 61-63.
- LANDIS, D.A. – HAAS, M.J. (1992): Influence of landscape an abundance and within-field distribution of European corn borer larval parasitoids in Michigan. Environ. Entomol. 21: 409-416.

- LAVIALLE, P.M. (1988): La symétrie des réponses photopériodiques dans l'induction et la terminasion de diapause chez *Ostrinia nubilalis* Hbn. J. Appl. Entomol. 105: 516-524.
- LAZAREVIČ, B. (1962): Resistance of some inbreds of corn to the European corn borer. Agron. Glasn. Zagreb, 5-7: 404-407.
- LESZNYÁK, M. – SZARUKÁN, I. – MÉSZÁROS, Z. (1993): A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) szexuálindexének alakulása a populációnagyság és a meteorológiai tényezők függvényében, fénycsapda fogási eredmények alapján. Növényvédelem, 29(7): 307-316.
- LÁNG, G. (1966): A növénytermelés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- LÁNG, G. (1976): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- LUCKMANN, W.H. – PETTY, H.B. (1958): Controlling corn borers in field corn with insecticides. J. Econ. Entomol. 51: 137.
- LYNCH, R. E. – LEWIS, L.C. – BERRY, E.C. – ROBINSON, F. (1977): European corn borer control with *Bacillus thuringiensis* standardized as corn borer international units. J. Invert. Path. 20: 169-174.
- MANNINGER, G.A. (1949): Tanulmány a kukoricamoly (*Pyrausta nubilalis* Hbn.) tömeges elszaporodásáról, különös tekintettel a rajzására. Agrártudomány, 1: 292-298.
- MANNINGER, G.A. (1960): Szántóföldi növények állati kártevői. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- MANNINGER, G.A. (1971): Prognózis alapján megtakarítható vagy elvégezhető preventív védekezés a növényvédelemben. MTA Doktori Értekezés, Budapest.

- MARCON, P. – TAYLOR, D. – MASON, C. – HELLMICH, R. – SIEGFRIED, B. (1997): Genetic similarity among pheromone and voltinism races of *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lepidoptera: Crambidae). Insect Mol. Biol. 8(2): 213-221.
- MARTON, L.CS. – SZUNDY, T. – GYÓRFFY, B. – BERZSENYI, Z. (1997): Genetic contributions to national maize yield increases in Hungary. 1871-1995. Book of Abstracts Int. Symp. The Genetics and exploitation of heterosis in crops. Mexico City 17-22. August 1997, 224-225.
- MASLER, V. – PIORVACI, A. (1966): Studium odolnosti niektorych samoopelovanych linii kukurice proti vijacke kukuricnej (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). Ochrana Rostlin, Praha, 39: 257-266.
- MCLEOD, D.G.R. (1976): Geographical variation of diapause termination on the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, in Southwestern Ontario. Can. Entomol. 108: 1403-1408.
- MENYHÉRT, Z. (1979): Kukoricáról a termelőknek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- MÉSZÁROS, Z. (1964): Kétnemzedékes lepkekártevők populációdinamikai vizsgálata és előrejelzése. Fol. Entomol. Hung. 17: 403-418.
- MÉSZÁROS, Z. (1969): Phenological investigations on the Hungarian population of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in 1965-1967. Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung. 4: 181-185.
- MILE, L. (1990): A fenyegető kukoricamoly. Magyar Mezőgazdaság, 45(23): 11.
- MILE, L. – ILOVAI, Z. (1979): A kukoricamoly kártételének vizsgálata iparszerű termelési viszonyok között. Növényvédelem, 15(7): 313-315.
- MISETA, V. (1958): Védekezés a kukoricamoly ellen. Magyar Mezőgazdaság, 13(4): 10.

- MOHAI, GY. (1975): A kukoricamoly rajzásdinamikájának vizsgálata Magyarországon, fénycsapda adatok alapján (1968-1973). Diplomadolgozat, Kertészeti Egyetem, Budapest.
- MOHAINÉ, K – HERCZIG, B. (1979): Néhány kártevő bagolylepke (Lepidoptera: Noctuidae) ivararánya fénycsapdákbán. Növényvédelem, 15(5): 193-197.
- MOHAINÉ, K. (1992): Eső leső károsítók. Magyar Mezőgazdaság, 47(26): 12.
- M.SZ. 6830-65 (1966): Kémiai vizsgálatok. A takarmányok tápláléértékének megállapítása.
- MUTUURA, A. – MUNROE, E. (1970). Taxonomy and distribution of the European corn borer and allied species: genus *Ostrinia* (Lep., Pyralidae). Mem. Entomol. Soc. Canada, 71.
- NAGY, B. (1955): Növényvédelmi útmutató az 1955. évre. FM Kísérletügyi és Propaganda Igazgatóság Kiadványa, Budapest, 43-47.
- NAGY, B. (1958): Vizsgálatok martonvásári és szegedi kukoricamoly populációkkal kapcsolatban. In: BAJAI, J. (szerk.): Kukoricatermesztési Kísérletek. Akadémiai Kiadó, Budapest, 339-347.
- NAGY, B. (1959): A kukoricamoly okozta elváltozások és károsítási formák kenderen. Kísérlet. Közl., 52/A, 49-68.
- NAGY, B. (1960a): Védekezés a kukorica állati kártevői ellen. Mezőgazd. Világirodalom, 2: 99-107.
- NAGY, B. (1960b): A fénycsapda állomások szerepe a kukoricamoly rajzásidejének vizsgálatában. A növényvédelem időszerű kérdései, 2: 61-67.
- NAGY, B. (1961a): A kukoricamoly magyarországi rajzásidejére vonatkozó újabb megfigyelések. Ann. Inst. Prot. Plant. Hung. 8: 215-230.
- NAGY, B. (1961b): Helyes szárkezelés, mint kukoricamoly pusztító mód. Magyar Mezőgazdaság, 16(18): 11-19.

- NAGY, B. (1961c): A kukoricamoly elleni védekezésről. Magyar Mezőgazdaság, 16(25): 14-15.
- NAGY, B. (1962): Szemcsézett rovarölőszerek a kukoricamoly ellen. Magyar Mezőgazdaság, 17(14): 14-15.
- NAGY, B. (1964): Same questions of the biology and control of European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hbn. in Hungary. Pols. Pismv. Entomol. 1-2: 123-128.
- NAGY, B. (1975): Host plants of the European corn borer in Hungary with special regard to voltinism. Rep. Int. Project *Ostrinia nubilalis*, Martonvásár, 2: 122-128.
- NAGY, B. (1984): Sixty years of the entomoparasite complex of the European corn borer in Hungary. Proceedings of the 13th workshop of the international working group on *Ostrinia nubilalis* IWGO /IOBC, 95-101.
- NAGY, B. (1985): Tápnövénykör-változás és következményei a kukoricamoly populáció-ökológiájában. Növényvédelem, 21(6): 264.
- NAGY, B.(1986): European corn borer: historical background to the changes of the host plant pattern in the Carpatian Basin. Proceedings of the XIVth Symp. of the IWGO, Beijing. 174-181.
- NAGY, B. (1993): Kukoricamoly. In: JERMY T. – BALÁZS K. (szerk.): A növényvédelmi állattan kézikönyve 4/B. Akadémiai Kiadó, Budapest, 495-529.
- NAGY, B. – PÁSZTOR, K. (1962): Kísérletek a kukoricamolyos fertőzöttség csökkentésére érintőmérgekkel. Növénytermelés, 4: 315-326.
- NAGY, B. – SZENTKIRÁLYI, F. (1993): The life history of second flight of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hübner, in the Charpathian basin. Proceed. XVII. IWGO, Volos (Greece), 20-25 September, 1993, 46-52.

- NAGY, B. – SZENTKIRÁLYI, F. – VÖRÖS, G. (1997): Changes in the pests status within maize insect assemblages in the Carpathian basin. Proceed. XIX. IWGO, Guimaraes (Portugal), August 30-September 5, 1997, 223-235.
- NEY, K. (1966): Új rovarkártevő fenyegeti a paprikát. Kertészet és Szőlészet, 15(16): 18.
- NOWINSZKY, L. (2003): The Handbook of Light Trapping. Savaria University Press, Szombathely, 32-46.
- NOWINSZKY, L. – PUSKÁS, J. – ÖRMÉNYI, I. (1999): Light trapping of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in connection with the sun's ultraviolet radiation. Acta Phyt. et Entomol. Hung. 34(1-2): 123-126.
- NOWINSZKY, L. – KÁROSSY, CS. – PUSKÁS, J. – TÓTH, Z. – NÉMETH, P. (2000): A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) fénycsapdás fogása a nap UV-B sugárzásával összefüggésben. 5. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum, 91-93.
- NOWINSZKY, L. – PUSKÁS, J. (2001): Light trapping of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) at different values of the Q-index expressing the different intensities of solar flares. Acta Phyt. et Entomol. Hung. 36(1-2): 201-205.
- OHNESORGE, B. – REH, P. (1987): Untersuchungen zur Populationsdynamik des Maiszünsler *Ostrinia nubilalis* (Lep., Pyralidae) in Baden-Württemberg. I. Populationsstruktur, Apperenz, Verteilung im Habitat. J. Appl. Entomol. 103: 288-304.
- O'KANE, W.C. – LOWRY, P.R. (1927): The European corn borer, life history in New Hampshire 1923-1926. New Hampshire Agric. Expt. Sta., Tech. Bull. 33: 1-39.
- ORITA, M. – IWAHANA, H. – KANAZAWA, H. – HAYASHI, K. – SEKIYA, T. (1989): Detection of polymorphism of human DNA by gel electrophoresis as single-strand conformation polymorphism. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 86: 2766-2770.

- ORR, D.B. – PLEASANTS, P. (1996): The potential of native prairie plant species to enhance the effectiveness of the *Ostrinia nubilalis* parasitoid *Macrocentrus grandii*. Kansas Entomol. Soc. 69: 133-143.
- ORTEGE, A. (1980): Breeding for insect resistance in maize. Breeding plants resistant to insects. I. Wiley, New York, 317-419.
- PÁLFY, Cs. (1976): Összefüggések vizsgálata a csapadékviszonyok és a kukoricamoly imágórajzása, valamint az imágórajzás és a lárvafertőzés nagysága között Vas megyében. Növényvédelem, 12(5): 223-225.
- PÁLFY, Cs. (1982): A rajzásdinamika nyomon követésének lehetőségei a kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) rövid előrejelzése céljából. Növényvédelem, 18(2): 14-17.
- PÁLFY, Cs. (1983): A kukoricamoly és kártétele. Növényvédelem, 19(11): 515-517.
- PÁSZTOR, K. (1962): Kísérletek a kukoricamolyos fertőzöttség csökkenésére érintő mérgekkel. Növénytermelés, 2: 315-326.
- PAP, E. (1953): Heterózis kukoricanemesítés. MTA Agrártud. Int. Közl. 2(1): 1-14.
- PAPP, L (1996): Zootaxonómia. Egységes jegyzet, Budapest.
- PAPP, J. (1994): A gyakorlati növényvédelem szempontjából jelentős gyilkosfűrészek Magyarországon (Hymenoptera, Braconidae). Növényvédelem, 30(11): 493-507.
- PEÑA, A. – ARN, H. – BUSER, R. – RAUSCHER, S. – BIGLER, F. – BRUNETTI, R. – MAINI, S. – TÓTH, M. (1988): Sex pheromone of European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, polymorphism in various laboratory and field strains. J. Chem. Ecology, 14: 1359-1366.
- PINTÉR, J. – KOVÁCS, K. – SZUNDY, T. – MARTON, L.CS. – HADI, G. (1994): Extra korai vonalak használatának lehetőségei a kukoricanemesítésben. Növénytermelés, 44: 1-9.

- PLETSE, J (1962): A kukoricamoly áttelelésének meteorológiai feltételei. Orsz. Meteorol. Int. Hiv. Kiadv. 25: 282-285.
- PORNKULWAT, S. – SKODA, S.R. – THOMAS, G.D. – FOSTER, J.E. (1998): Random amplified polymorphic DNA used to identify genetic variation in ecotypes of the European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). Genetics, 91: 719-725.
- PORTER, J.H. – PARRY, M.L. – CARTER, T.R. (1991): The potential effects of climatic change on agricultural insect pests. Agricultural and Forest Meteorology, 57: 221-240.
- PRÉKOPA, A. (1962): Valószínűségelmélet. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- RÁCZ, V. (1980): Egyes ragadozópoloska-fajok (Anthocoridae és Nabidae) szerepe a kukoricások életközösségében. VEAB Értesítő, 1: 296-303.
- REH, P. – OHNESORGE, B. (1988): Untersuchungen zur Populationsdynamik des Maiszünsler *Ostrinia nubilalis* (Lep., Pyralidae) in Baden-Württemberg. II. Fertilität, Mortalität der Larven. J. Appl. Entomol. 106: 321-338.
- RÉNYI, A. (1966): Valószínűségszámítás. Tankönyvkiadó, Budapest.
- ROELOFS, W.L. – CARDÈ, R.T. – BARTELL, R.J. – TIERNEY, P.G. (1972): Sex attractant trapping of the European corn borer in New York. Environ. Entomol. 1: 606-608.
- ROKAS, A. – MELIKA, G. – ABE, Y. – NIEVES-ALDREY, J.L. – COOK, J.M. – STONE, G.N. (2003): Lifecycle closure, lineage sorting and hybridization revealed in a phylogenetic analysis of European oak gallwasps (Hymenoptera: Cynipidae) using mitochondrial sequence data. Molecular phylogenetics and Evolution. (in press)
- SANDERS, P. – CZEPÓ, M. (1998): Rovarellenálló transzgén kukorica és a biztonság. Növényvédelem, 34(5): 263-266.

- SAPRIO, I.D. (1976): On the regulation of the populations of injurious arthropods under modern scientific technical progress in agriculture. *Protection*, 48: 5-13.
- SÁRINGER, GY. (1976): Diapause-Versuche mit der ungarischen Population von *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Pyraustidae). *Z. angew. Entomol.* 80: 426-434.
- SÁRINGER, GY. (1978): Diapauza vizsgálatok eltérő kukoricamoly populációkkal. *Növényvédelmi Tudományos Napok*, Budapest.
- SCSEGOLJEV, V.N. (1951): *Mezőgazdasági rovartan. II. kiadás. Akadémiai Kiadó, Budapest.*
- SCSEPETYILNYIKOVA, V.A. (1975): Trichogramma-tojásfűrész alkalmazása a SZU-ban. In: SUMAKOV E.M. – GUSZEV, G.V. (szerk.): *Biológiai növényvédelem. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*, 105-119.
- SHOWERS, W.B. – REED, G.L. – OLOUMISADEGHI, H. (1974): Mating studies of female European corn borers: relationship between deposition of eggmasses on corn and captures in light traps. *J. Econ. Entomol.* Baltimore, 67: 616-619.
- SHOWERS, W.B. – CHIANG, H.C. – KEASTER, A.J. – HILL, R.E. – REED, G.L. – SPARKS, A.N. – MUSICK, G.J. (1975): Ecotypes of the European corn borer in North America. *Environ. Entomol.* 4: 753-760.
- SIMON, T. (1992): *Magyarország edényes flórahatórozója. Tankönyvkiadó, Budapest.*
- SORENSEN, C.E. – KENNEDY, G.G. – VAN DUYN, J.W. – BRADLEY, J.R. – WALGENBACH, J.F. (1992): Geographical variation in pheromone response of the European corn borer *Ostrinia nubilalis*, in North Carolina. *Entomol. Exp. Appl.* 64:177-185.
- SOUTHWOOD, T.R.E. (1968): *Ökológiai módszerek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.*

- SPARGUE, G.F. (1955): Corn and corn improvement. Academic Press. Sta. Dal. 57.
- SPARKS, A.N. – BRINDLEY, T.A. – PENNY, N.D. (1966): Laboratory and field studies of F progenies from reciprocal matings of biotypes of the European corn borer. J. Econ. Entomol. 59: 915-921.
- STENGEL, M. (1979): Tanulmány a kukoricamoly elleni integrált védekezési módszer bevezetéséről Franciaország keleti területein. Georgikon Napok, Keszthely, 80-83.
- STOLLÁR, A. – DUNKEL, Z. – KOZÁR, F. – SHEBLE, D.A.F. (1993): The effects of winter temperature on the migration of insects. Időjárás, 97: 113-120.
- STURTEVANT, E.L. (1899): Varietas of Corn U.S. Dept. Agr. Exp. Sta. Bull. 57.
- SUNNUCKS, P. – WILSON, A.C.C. – BEHEREGARAY, L.B. – ZENGER, K. (2000): SSCP is not so difficult: the application and utility of single-stranded conformation polymorphism in evolutionary biology and molecular ecology. Mol. Ecol. 9: 1699-1710.
- SURÁNYI, J. – MÁNDY, GY. (1955): A kukorica termesztése. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- SVÁB, J. (1967): Statisztikai módszerek a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- SWANTON, C.J. – CHANDLER, K.G. (1996): Postemergence control of annual grasses and corn (*Zea mays*) tolerance using DPX-79406. Weed Technology, 2: 288-294.
- SZEŐKE, K. (1994): Pontos időzítéssel. Kertészet és Szőlészet, 5(6): 20- 22.
- SZEŐKE, K. – SZARUKÁN, I. (1987): Az ivararány és a populáció dinamikájának összefüggése a tarka kertibagolylepke (*Mamestra suasa* Den.et Schiff.) példáján. Növényvédelem, 18(10): 433-436.
- SZEŐKE, K. – GÁBORJÁNYI, R. – KOBZA, S. – RÁTAIÉ, V.R. (1996): A csemegekukorica növényvédelme. Növényvédelem, 32(9): 459-465.

- SZEŐKE, K. – HERCZIG, B. – VÖRÖS, G. – RIPKA, G. – HLUCHY, M. – TAMAŠEK, Z. (2001): Peteparazitoidokkal (*Trichogramma* spp.) végzett biológiai védekezési kísérletek kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis*) és gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera*) ellen Magyarországon. Integrált termesztés a kertészeti és szántóföldi kultúrákban (XXII.), Budapest, 81-82.
- SZIGETHY, L. (1964): A kukoricamoly elleni kémiai védekezés nagyüzemi lehetőségei. Magyar Mezőgazdaság, 19(30): 15.
- SZIGETHY, L. (1966): A kukoricamoly irtása kémiai úton. Magyar Mezőgazdaság, 21(19): 15.
- SZOMJAS, G. (1913): A vetési varjú, mint a kukoricamoly (*Botys nubilalis* Hbn.) pusztítója. Aquila, 20: 399-402.
- SZOMJAS, G. (1914): A vetési varjú, mint a kukoricamoly (*Botys nubilalis* Hbn.) pusztítója. Aquila, 21: 262.
- TARJÁNYI, J. – ORAVECZ, S (2001): A gyomirtószer-tűrő transzgénikus növények termesztésének térhódítása és jogszabályozása. Magyar Gyomkutatás, 2(2): 3-16.
- TIEDEMANN, V.A. (1996): Globaler Wandel von Atmosphere und Klimawelche Folgen ergeben sich für Pflanzenschutz? Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd, 48(4): 73-79.
- TULASHVILI, N.D. (1976): Ecological characteristics and harmfulness on the European corn borer on maize crops in the Georgian SSR. Rep. Internat. Project. *Ostrinia nubilalis*, 3: 41-45.
- ÜBRIZSY, G. – REICHART, G. (1958): Termesztett növényeink védelme. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- VARGA, I. (1967): A kukoricamoly gyümölcsöseinkben. Kertészet és Szőlészet, 16(1): 20.
- VAVILOV, N.I. (1928): Geographische Centrum der Kulturpflanzen. V. Internat. Kongresse für Vererbungswissenschaft. Z. Indukt. Abstams. Vererb. 342- 369.

- VELICKAJA, I.S. (1968): Utilization of *Beauveria* against *Pyrausta nubilalis* Hbn. Biol. Vizr. 4: 18-19.
- VERES, J. – ZAJÁK, Á. (1973): A kukoricamoly elleni védekezés tapasztalatai. Növényvédelem, 9(10): 322-323.
- VINCZE, I. (1975): Matematikai statisztika. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- VIRÁG, I. (1959): A kukorica legnagyobb ellensége. Magyar Mezőgazdaság, 14(8): 12-13.
- VOJNITS, A. – VOIGT, E. (1971): Alacsonyan és magasan elhelyezett fénycsapdák Microlepidoptera anyagának összehasonlító vizsgálata. Folia ent. Hung. 14: 219-227.
- VÖRÖS, G. (2002): Globális felmelegedés és klímaingadozás hatása néhány rovarkártevőre, valamint leküzdésük lehetőségei. Doktori (PhD) értekezés, Keszthely.
- VÖRÖS, S. (1978): Kukoricamoly rezisztencia vizsgálatok. Agrártud. Közl. 37: 187-190.
- V. RAKK, ZS. – FISCHL, G. – KOVÁCS, J. (1992): Újabb károsítók fellépése a paprikatermesztésben. Növényvédelem, 28(5): 205-209.
- WÉBER, M (1959): Frontváltozások hatása a fényre repülő rovarokra. Pécsi Pedagógiai Főiskolai Évkönyve, 259-275.
- WELLS, A.J. (1962): Effects of chemicals on European corn borer eggs. J. Econ. Entomol. 55: 631-633.
- WENG, C.T. (1975): The effect of the microsporidian parasite, *Nosema pyraustae* (Paillot) on the survival rate and fecundity of the European corn borer. Acta Entomol. Sinica, 18: 42-46.
- WINNIE, W.V. – CHIANG, H.C. (1992): Seasonal history of *Macrocentrus grandii* and *Eriborus terebrans*, two parasitoids of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). Entomophaga, 27: 183-188.
- WRESSEL, H.B. – DRISCOLL, G.R. (1959): Granulated insecticides for control of the European corn borer in Southwestern Ontario. J. Econ. Entomol. 52: 49-51.

- YORK, G.T. – BRINDLEY, T.A. (1958): Control of the European corn borer with the fungus *Beauveria bassiana* and the bacterium *Bacillus thuringiensis*. Unit. States Dept. Agric., Spec. Report, 5(94): 1-45.
- ZAKI, F.N. – ELSAADANY, G. – GOMAA, A. – SALEH, M. (1994): Some biological factors affecting the production of the larval parasitoid *Bracon brevicornis* Wesm.(Hym., Braconidae). J. Appl. Entomol. 118: 413-418.
- ZSOLNAI, L. (2001): Ökológia, gazdaság, etika. Helikon Kiadó, Budapest.

9. AZ ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

9.1. Magyar nyelvű tézispontok

A legfontosabbnak ítélt új tudományos eredményeket az értekezés szerkezeti felépítését követve ismertetjük.

➤ **A kukoricamoly második, nyárvégi rajzáscsúcsának megítélése Magyarországon**

- (1.) A kukoricamoly fertőzöttség növekedése a vizsgálataink szerint, napjainkban kétséget kizárólag megfigyelhető (pl.: Kiskunfélegyháza 60%-os tőfertőzöttség 2003 augusztusában).
- (2.) A kukoricamoly második generációjának jelenléte Délkelet-Magyarországon lárvafejlődés vizsgálatokkal bizonyítást nyert (pl.: lárvastádiumok megoszlása Faddon: $L_2 = 15\%$, $L_3 = 31\%$, $L_4 = 42\%$, $L_5 = 12\%$).

➤ **A kukoricamoly rajzásának fény- és feromoncsapdás megfigyelése**

- (1.) Somogy és Zala megyei területeken a kukoricamoly elhúzódo első rajzását fénycsapdás megfigyelésre alapozva bizonyítottuk.
- (2.) Protandria jelenségét megfigyeltük. A dél-magyarországi területeken tapasztalt határozottabb második rajzás, a megelőző generációban megfigyelt nőstény egyedszám többlettel bizonyítható.
- (3.) A hőmérséklet és a csapadék, a csapdázott nőstényszámmal való szoros kapcsolatát igazoltuk. A hullott csapadék ($P = 99,8\%$, $r = -0,246$) és az éjszakai erős lehűlések ($P = 100\%$, $r = 0,292$) erősebben csökkentik a csapdázható nőstényszámot, mint a csapdázható hímszámot.

- (4.) Az egy napra vetített relatív egyedszám (1RESZ) kvóciensének kidolgozása; ahol: $1RESZ = N_{esz}/N_{nap}$; N_{esz} = nemzedékenkénti egyedszám; N_{nap} = nemzedékenkénti napok száma.
- (5.) Az Arco-Pheron MZ típusú feromoncsapda és a Jermy-típusú fénycsapda közötti fogásbeli különbséget mutattunk ki. A használt feromoncsapda magyarországi alkalmazhatósága megkérdőjelezendő. A feromon-polimorfizmust újból bizonyítottuk.

➤ **A kukoricamoly országos rajzásfenológiai és populáció-dinamikai felmérése az országos fénycsapda hálózat adatai segítségével**

- (1.) A kukoricamoly magyarországi négy rajzástípusának leírását, és feltérképezését elvégeztük. A négy rajzástípus az ország leghűvösebb északnyugati területeitől, a melegebb délkeleti vidékek felé haladva: 1. egyetlen rajzáscsúcs július második felében, 2. az áttelelt nemzedék rajzáscsúcsa magasabb a nyári elsőnél, 3. a két nemzedék rajzáscsúcsa közelítően azonos mértékű, és a 4. A nyári első nemzedék rajzáscsúcsa magasabb az áttelelténél.
- (2.) A határozott második rajzáscsúccsal megjelenő ökotípus északi térnyerését bizonyítottuk (generációs kvóciensek a vizsgált évek átlagában: Csongrád megyében 3,94; Fejér megyében 3,44).
- (3.) Az egymást követő évek generációs kvóciensét (GY) kidolgoztuk; ahol: $GY = UG/MG$; UG = az adott év első generációjának egyedszáma; MG = az adott évet megelőző év utolsó generációjának egyedszáma.

➤ **Optimális mintavételei stratégia a kukoricamoly lárvafertőzöttség becsléséhez**

- (1.) A foltossági index (I_f) változó kidolgozása, amelyen keresztül kereshető a mintaegységek optimális mérete és alakja.
- (2.) A megbízható becsléshez szükséges tövek minimális számára munkaformulát [$N' = (t/h)^2 I_f / p$] állapítottunk meg.
- (3.) Gyakorlati munkaformulát [$N' = N (s_{p,rel}\%/5\%)^2$] sikerült kidolgozni. Így az előzetes vizsgálatokkal, vagy a felmérés közben folyamatosan számítható a fertőzöttség becslésének relatív hibája.

➤ **Kukoricahibridek tömeg- és beltartalmi változása a kukoricamoly károsítása következtében**

- (1.) A kukoricahibridek (Occitan, Colomba, DK-471) kukoricamollyal szembeni eltérő toleranciáját leírtuk, amely a csőtömeg és a beltartalmi paraméterváltozásban is megmutatkozott.
- (2.) A kukoricamoly károsítása következtében jelentkező zsír- ($P = 99,9\%$; $r = 0,802$) és keményítőtartalom ($P = 90,2\%$; $r = 0,479$) csökkenését igazoltuk. A zsírtartalom hibrid tulajdonságtól független, míg a keményítő tartalom hibridtől függő alakulása bizonyítást nyert ($P = 91,5\%$; $r = 0,444$).
- (3.) A szállító edénnyalábok károsodása során jelentkező kényszerérés ($P = 99,7\%$; $r = 0,755$) és szem-csutka arány ($P = 99,6\%$; $r = 0,799$) változását mutattuk ki. A növény stresszkörülmények hatására megnöveli a szemtömeget, a csutkatömeg hátrányára.
- (4.) A cső felett károsító hernyó jelentősebb kártételének megállapítása, amely az asszimilációs felület növényrészenkénti eltéréssel magyarázható. A növényenkénti kétlárvás károsítás típus jelentőségének indoklása.

➤ **Parazitológiai vizsgálatok kukoricamoly populációkkal**

- (1.) A palearktikum közép-európai részén a *Lydella thompsoni* (Herting) fürkészlégy (parazitálási % a vizsgált két év átlagában = 11,25), és a *Sinophorus alkae* (Ellinger et Sachtleben) fürkészdarázs (parazitálási % a vizsgált két év átlagában = 4,87) parazitoidok jelentős kukoricamoly egyedszám szabályzó szerepét bizonyítottuk, kinevelési kísérletekre és szakirodalmi feldolgozásra támaszkodva.
- (2.) A *Malachius bipustulatus* (Linnaeus) lárvajelenlétét bizonyítottuk a kukoricamoly lárvájáratában.

➤ **Magyarországi kukoricamoly populációk genetikai (DNS) vizsgálata**

- (1.) A magyarországi kukoricamoly populációk egységes haplotípusát mutattuk ki SSCP módszerrel.
- (2.) Az egy (uni-), két (bi-) és többnemzedékes (multivoltin) kukoricamoly ökotípusok homológ genomja bizonyítást nyert.

9.2. Angol nyelvű tézispontok

The new scientific results considered most important are presented according to the structure of the dissertation.

➤ **The second, late summer flight peak of corn borer in Hungary**

- (1.) According to our investigations corn borer infestation can undoubtedly be observed to increase in these days (e.g. in Kiskunfélegyháza plant infestation was 60% in August 2003).

- (2.) The presence of a second generation of corn borer in south-eastern Hungary was proved in examinations of the larval development (e.g. distribution of larval stages at Fadd: $L_2 = 15\%$, $L_3 = 31\%$, $L_4 = 42\%$, $L_5 = 12\%$).

➤ **Observations of corn borer flight with light- and pheromone traps**

- (1.) In Somogy and Zala counties the protracted first flight of corn borer was supported by light trap observations.
- (2.) Phenomenon of protandria. A more distinct second flight experienced in the south-eastern areas can be proved with the surplus female number observed in the previous generation.
- (3.) A close correlation of temperature and precipitation with the number of trapped females was evidenced. Precipitation ($P = 99,8\%$, $r = -0,246$) and a sharp fall in night temperatures ($P = 100\%$, $r = 0,292$) decreased the number of trapped females more than that of the trapped males.
- (4.) Quotient of the relative individual number per day (1RESZ); where: $1RESZ = N_{Esz}/N_{nap}$; N_{Esz} = individual number per generation; N_{nap} = number of days per generation.
- (5.) We pointed out a difference in catching capacity between the Arco-Pheron MZ típusú pheromone trap and Jermy's light trap. The adaptability in Hungary of this type of pheromone trap is questionable. The pheromone polymorphism has been confirmed.

➤ **Nation-wide flight phenology- and population dynamic survey of corn borer with the help of data from the national light trap system**

- (1.) We have completed the description and mapping of the four flight types of corn borer in Hungary. Proceeding from the coolest north-western areas of the country towards the warmer south-eastern region the four types of flight are: 1. a single flight peak in the second half of July, 2. the flight peak of the overwintering generation is higher than that of the first, summer generation, 3. the flight peaks of the two generations are nearly the same, and 4. the flight peak of the first, summer generation is higher than that of the overwintering generation.
- (2.) The ecotype appearing with a definite second flight peak was found to gain ground in the northern region (generation quotients in the average of the years concerned: 3,94 in Csongrád- and 3,44 in Fejér county).
- (3.) We have worked out the generation quotient for the successive years (GY); where: $GY = UG/MG$; UG = individual number of the first generation in the given year; MG = individual number of the last generation in the previous year.

➤ **Optimum sampling strategy for the estimation of corn borer larva infection**

- (1.) Working out the index of spottedness (I_f) by which the optimum size and shape of the sampling unit can be determined.
- (2.) Introducing a working formula [$N' = (t/h)^2 I_f / p$] for the minimum number of plants required for a reliable estimation.
- (3.) Working out a practical working formula [$N' = N (s_{p,rel}\%/5\%)^2$]. So with the preliminary examinations, or during the survey the relative error of the estimation of infestation can be continuously calculated.

➤ **Changes in the mass and content of maize hybrids in consequence of damages caused by corn borer**

- (1.) We have described the different degrees of tolerance to corn borer of maize hybrids (Occitan, Colomba, DK-471) manifest in changes in the mass of ear and the parameters of contents.
- (2.) We have pointed out a decrease of fat- ($P = 99,9\%$; $r = 0,802$) and starch ($P = 90,2\%$; $r = 0,479$) content, as a consequence of damage done by the corn borer. The fat content was found independent of hybrid characteristics, while for the starch content a hybrid dependence was proved ($P = 91,5\%$; $r = 0,444$).
- (3.) Injury of the vascular bundles resulted in stress ripening ($P = 99,7\%$; $r = 0,755$) and a change in the grain/cob ratio ($P = 99,6\%$; $r = 0,799$). Under stress conditions the plant increases the mass of grains to the disadvantage of the mass of cob.
- (4.) Larvae above the ear cause greater harm, explains with a difference in assimilation surface between the plant parts. Reason of the importance of the two-larva type of damage.

➤ **Parasitology studies with corn borer populations**

- (1.) Relying on rearing experiments and literary data we have pointed out a considerable regulatory effect of the parasitoids *Lydella thompsoni* (Herting) (parasitosis % in two years' average = 11,25), and *Sinophorus alkae* (Ellinger et Sachtleben) (parasitosis % in two years' average = 4,87) on the individual number of corn borer.
- (2.) The larva of *Malachius bipustulatus* (Linnaeus) was found to be present in the larval duct of corn borer.

➤ **Genetic (DNA) study on corn borer populations in Hungary**

- (1.) We have demonstrated the uniform haplotype of corn borer populations in Hungary using SSCP method.
- (2) The homologous genome of uni-, bi- and multivoltine corn borer ecotypes has gained evidence.

MELLÉKLETEK

1. melléklet

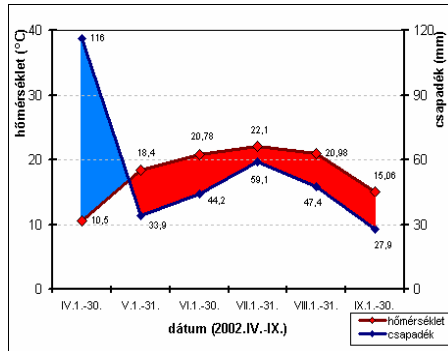
A kukoricamoly ellen alkalmazható készítmények
(„Növényvédő szerek, termésnövelő anyagok 2003” alapján)

Szernév	Hatóanyag	Dózis (l, kg/ha)	Alkalmaz- hatóság	Méhve- szélyesség	Légi kijuttatás
Alsystin 25 WP	triflumuron	0,5	csem. kuk.	3	eng.
Basudin 5 G	diazinon	35	árukukoricában	0	eng.
Buvarox 5 G	fenitrotrion + malation	30-40	árukukoricában	0	-
Bi 58 EC	dimetoát	2,0	árukukoricában	3	-
Chintop	béta-cipermetrin + kinalfosz	1,0-1,5	csem. kuk.	3	-
Danadim 40 EC	dimetoát	2,0	árukukoricában	3	eng.
Decis 2,5 EC	deltametrin	0,3	csem. kuk.	2	eng.
Diazinon 5 G	diazinon	35	árukukoricában	0	eng.
Dipel EC	Bacillus thuringiensis	1,0	árukukoricában	0	-
Furry 10 EC	béta-cipermetrin	0,2	csem. kuk.	1	-
Galition 5 G	fenitrotrion + malation	30-40	árukukoricában	0	eng.
Karate Zeon 5 CS	lambda-cihalotrin	0,25-0,3	csem. kuk.	2	eng.
Match 50EC	lufenuron	0,6-0,8	csem. kuk.	2	eng.
Nomolt 15EC	teflubenzuron	0,5-0,75	csem. kuk.	0	-
Parashoot CS	metilparathion	1,5	árukukoricában	3	eng.
Rogor L-40	dimetoát	2,0	árukukoricában	3	-
Sherpa	cipermetrin	0,15	csem. kuk.	3	eng.
Sumi Alfa 0,5 ULV	eszfenvalerát	2,0	árukukoricában	2	eng.
Sumi Alfa 5EC	eszfenvalerát	0,3	árukukoricában	1	eng.
Thionex 35EC	endosulfán	2,0	csem. kuk.	2	eng.
Trebon 10F	etofenprox	0,5	csem. kuk.	2	-
Trichoplus	Trich. pintoi + T. evanescens	75 kapszula	árukukoricában	0	-
Ultracid 40WP	metidation	1,5	árukukoricában	3	eng.
Ultracid 40EC	metidation	1,0-1,5	árukukoricában	3	eng.

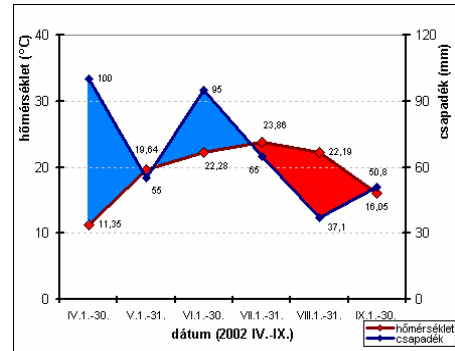
Magyarázat: 0 = méhekre nem veszélyes; 1 = méhekre mérsékelten veszélyes, de méhkímélő technológiában engedélyezett; 2 = méhekre mérsékelten veszélyes; 3 = méhekre kifejezetten veszélyes; csem. kuk. = csemege kukoricában is; eng = engedélyezett.

2. melléklet

A kukoricamoly fény- és feromoncsapdás rajzásvizsgálati helyszíneinek Walter-Lieth-féle klímadiagramjai (2002)



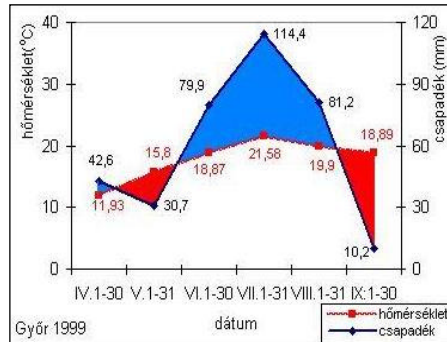
Balatonmagyaródra vonatkozó Walter-Lieth-féle klímadiagram 2002-ben



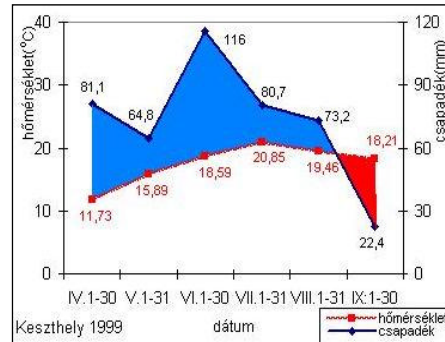
Várdára vonatkozó Walter-Lieth-féle klímadiagram 2002-ben

3. melléklet

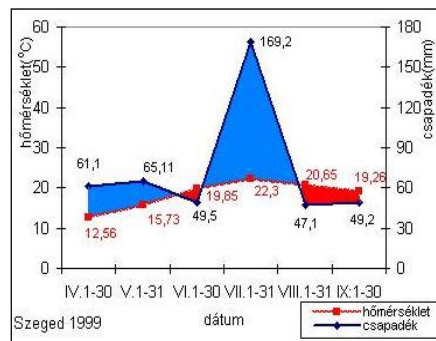
A kukoricamoly országos rajzásfenológiai és –dinamikai vizsgálatához kapcsolódó Walter-Lieth-féle klímadiagramok (1999)



Győrrre vonatkozó Walter-Lieth-féle
klímadiagram 1999-ben



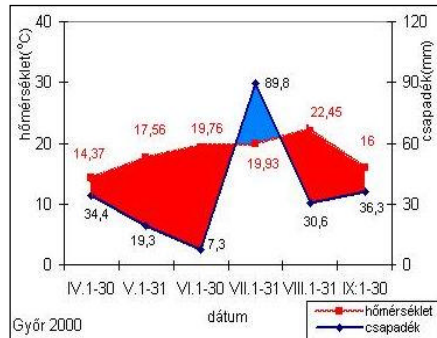
Keszthelyre vonatkozó Walter-Lieth- féle
klímadiagram 1999-ben



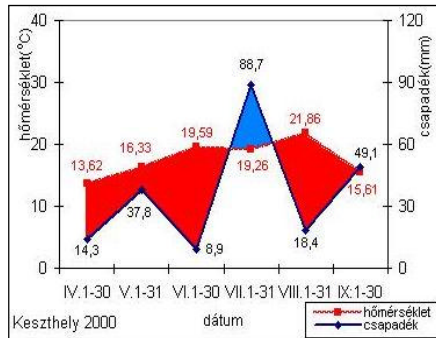
Szegedre vonatkozó Walter-Lieth féle klímadiagram
1999-ben

4. melléklet

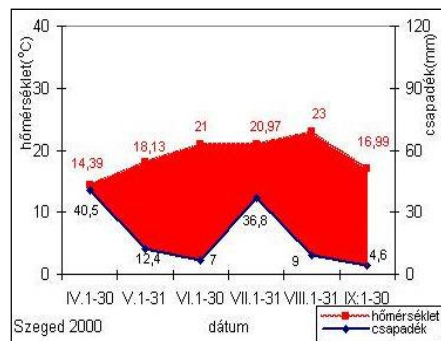
A kukoricamoly országos rajzásfenológiai és –dinamikai vizsgálatához
kapcsolódó Walter-Lieth-féle klímadiagramok (2000)



Győrrre vonatkozó Walter-Lieth-féle klímadiagram 2000-ben



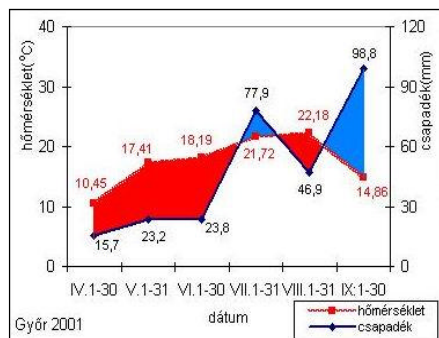
Keszthelyre vonatkozó Walter-Lieth-féle klímadiagram 2000-ben



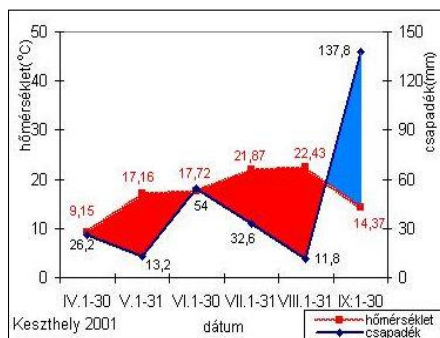
Szegedre vonatkozó Walter-Lieth-féle klímadiagram 2000-ben

5. melléklet

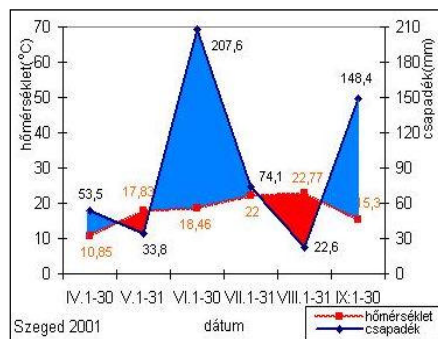
A kukoricamoly országos rajzásfenológiai és –dinamikai vizsgálatához kapcsolódó Walter-Lieth-féle klímadiagramok (2001)



Győrrre vonatkozó Walter-Lieth-féle klímadiagram 2001-ben



Keszthelyre vonatkozó Walter-Lieth-féle klímadiagram 2001-ben



Szegedre vonatkozó Walter-Lieth-féle klímadiagram 2001-ben

Az 2-5. mellékletben szereplő Walter-Lieth-féle klímadiagramok függőleges tengelyein a hőmérsékleti átlagokat és a csapadék összegeket tüntettem fel 1:3-as arányban, a közép-európai időjárás viszonyoknak megfelelően, míg a vízszintes tengelyen a dátum szerepel havi bontásban.

6. melléklet

Az 1999, 2000, 2001-es országos fénycsapda hálózat fogási eredményekből
számolt egyedszámok és különbségeik

1 nemzedékes területek	1999 (db)			2000 (db)			2001 (db)			
Győr, Köny	188			80			3			
Tanakajd	28			17			33			
Oszkó	216			456			100			
Celldömölk	269			172			50			
Pápa	443			244			56			
2 nemzedékes területek	1999 (db)			2000 (db)			2001 (db)			3 év összesített különbsége (%)
	1. nem- zedek	2. nem- zedek	összesen	1. nem- zedek	2. nem- zedek	összesen	1. nem- zedek	2. nem- zedek	összesen	
Kálócfa	233	28	261	15	19	34	50	13	63	> 79,8
Különbség (%)	> 87,9			< 21			> 74			
Pacsa	8	5	13	16	7	23	3	0	3	> 55,5
Különbség (%)	> 3,7			> 56,2			> 100			
Nemessándor.	22	12	34	46	23	69	4	6	10	> 43
Különbség (%)	> 45,4			> 50			< 3,3			
Balatongyörök	43	44	87	175	10	185	11	4	15	> 82
Különbség (%)	< 2,2			> 94,2			> 63,6			
Nemesgulács	448	79	527	452	118	570	57	37	94	> 75,5
Különbség (%)	> 82,3			> 73,8			> 35			
Csopak	96	51	147	33	2	35	16	0	16	> 63,4
Különbség (%)	> 46,8			> 93,9			> 100			
Szabadbattyán	92	69	161	45	21	66	-	-	-	> 34,3
Különbség (%)	> 25			> 53,3			-			
Sukoró	116	469	585	69	73	142	22	474	496	< 79,6
Különbség (%)	< 75,2			< 5,4			< 95,3			
Szob	1	1	2	4	1	5	1	0	1	> 66,6
Különbség (%)	0			> 75			> 100			
Budakalász	11	3	14	6	1	7	4	1	5	> 76,1
Különbség (%)	> 72,7			> 83,3			> 75			
Balassagyarmat	162	60	222	142	7	149	102	17	119	> 79,3
Különbség (%)	> 62,9			> 95			> 83,3			
Eger	18	18	36	20	1	21	20	7	27	> 55,1
Különbség (%)	0			> 95			> 65			
Mezőkövesd	62	41	103	62	19	81	38	63	101	> 24
Különbség (%)	> 33,8			> 69,3			< 39,6			
Bodrogkeresztúr	69	30	99	77	11	88	0	3	3	> 69,8
Különbség (%)	> 56,5			> 85,7			100			
Kaposvár	53	30	83	74	32	106	48	13	61	> 57,1
Különbség (%)	> 43,3			> 56,7			> 72,9			
Pécs	114	268	382	126	129	255	-	-	-	< 39,5
Különbség (%)	< 57,4			< 2,3			-			
Szekszárd	-	-	-	32	22	54	4	139	143	< 77,6
Különbség (%)	-			> 31,2			< 97,1			
Dusnok	0	17	17	6	6	12	1	15	16	< 81,5
Különbség (%)	< 100			0			< 93,3			
Csavoly	26	77	103	10	18	28	9	47	56	< 68,3
Különbség (%)	< 66,2			< 44,4			< 80,8			
Kelebia	2	5	7	3	1	4	3	5	8	< 27,2
Különbség (%)	< 60			> 66,6			< 40			
Kiskőrös	2	6	8	11	0	11	2	2	4	> 46,6
Különbség (%)	< 66,6			> 100			0			

6. melléklet folytatása

Kunszentmiklós	2	30	32	12	17	29	-	-	-	> 70,2
Különbség (%)	< 93,3			< 29,4			-			
Órkeny	18	89	107	25	14	39	10	206	216	< 82,8
Különbség (%)	< 79,7			< 44			< 95,1			
Nyársapát	16	77	33	39	31	70	4	57	61	< 64,2
Különbség (%)	< 79,2			> 20,5			< 32,9			
Jászberény	8	18	26	12	2	14	9	18	27	< 23,6
Különbség (%)	< 55,5			> 83,3			< 50			
Tiszaigar	21	68	89	41	23	64	31	27	58	< 21,1
Különbség (%)	< 69,1			> 43,9			> 12,9			
Kenderes	16	78	94	16	11	27	18	31	49	< 58,3
Különbség (%)	< 79,4			> 31,2			< 41,9			
Cserkeszlő	22	65	87	-	-	-	25	73	98	< 65,9
Különbség (%)	< 66,1			-			< 65,7			
Debrecen	422	546	968	97	54	121	29	3	32	< 4,36
Különbség (%)	< 22,7			> 75,2			> 89,6			
Zsombo	27	37	64	12	7	19	15	44	59	< 38,6
Különbség (%)	< 27			> 41,6			< 65,9			
Balástya	13	12	25	5	30	35	5	13	18	< 58,1
Különbség (%)	> 7,6			< 83,3			< 61,5			
Nagytóke	48	156	204	41	29	70	11	160	171	< 71
Különbség (%)	< 69,2			> 29,2			< 93,1			
Hódmezővásárhely	65	105	170	4	21	25	21	9	30	< 33,3
Különbség (%)	< 38			< 80			> 57,1			
Székkutas	417	1003	1420	56	713	769	200	766	966	< 72,7
Különbség (%)	< 58,4			< 92,1			< 73,8			

Magyarázat. A különbségek rovatba, az adott év nemzedékszámainak százalékos különbségeit tüntettem fel. > = az 1. nemzedék egyedszáma nagyobb;
< = a 2. nemzedék egyedszáma nagyobb

7. melléklet

Az 1999, 2000, 2001-es országos fénycsapda hálózat fogási eredményekből számolt rajzásidőtartamok és különbségeik

1 nemzedékes területek	1999 (nap)		2000 (nap)		2001 (nap)		
Győr, Kóny	51		117				5
Tanakajd	51		41				86
Ószko	103		128				118
Celldömölk	97		132				122
Papa	148		142				143
2 nemzedékes területek	1999 (nap)		2000 (nap)		2001 (nap)		A három év rajzásidőtartama sáak összehasonlítása
	1. nemzedék	2. nemzedék	1. nemzedék	2. nemzedék	1. nemzedék	2. nemzedék	
Kálócfa	81	26	36	20	72	26	> 61,9
Különbség (%)	> 68		> 44		> 64		
Parsa	51	46	51	21	56	0	> 37,9
Különbség (%)	> 11		> 59		> 100		
Nemessándor.	45	42	71	36	46	26	> 56,8
Különbség (%)	> 6		> 49		> 43		
Balatongyörök	45	67	61	26	35	41	> 4,9
Különbség (%)	< 33		> 57		< 15		
Nemesgulács	91	62	86	31	81	41	> 48
Különbség (%)	> 32		> 64		> 49		
Csopak	81	46	66	11	36	0	> 68,8
Budakalász	46	26	51	5	66	5	> 77,9
Különbség (%)	> 43		> 90		> 92		
Balassagyarmat	51	46	66	26	45	31	> 36,4
Különbség (%)	> 10		> 60		> 31		
Eger	35	20	21	5	35	5	> 67
Különbség (%)	> 43		> 76		> 86		
Mezőkövesd	46	26	56	26	45	47	> 32,6
Különbség (%)	> 43		> 54		< 4		
Bedrogekereztur	50	21	46	26	0	11	> 39,5
Különbség (%)	> 58		> 43		< 100		
Kaposvár	61	61	71	56	51	56	> 5,4
Különbség (%)	0		> 21		< 10		
Pécs	61	67	81	67	-	-	> 5,6
Különbség (%)	< 9		> 17		-		
Székszard	-	-	61	66	56	36	> 12,8
Különbség (%)	-		< 7		> 36		
Dusnok	0	66	71	31	5	46	< 46,8
Különbség (%)	< 100		> 56		< 89		
Csávoly	71	67	36	36	56	57	> 1,8
Különbség (%)	> 6		0		< 2		
Kelebia	15	31	5	5	5	31	< 62,6
Különbség (%)	< 52		0		< 84		
Kiskőrös	6	56	31	0	10	20	< 38,1
Különbség (%)	< 55		> 100		< 50		
Kunszentmiklós	10	62	66	20	-	-	< 7,3
Különbség (%)	< 84		> 70		-		
Orkény	51	67	56	31	51	31	> 18,3
Különbség (%)	< 24		> 45		> 39		
Nyársapát	61	66	81	56	61	42	> 26,4
Különbség (%)	< 8		> 31		> 31		
Jászberény	35	56	26	15	40	31	< 0,9
Különbség (%)	< 38		> 42		> 23		
Tiszaigar	35	46	66	41	56	36	> 21,6
Különbség (%)	< 24		> 38		> 36		
Kenderes	56	66	31	26	61	25	> 20,9
Különbség (%)	< 15		> 16		> 59		
Cserkeszőlő	66	67	-	-	56	31	> 19,6
Különbség (%)	< 2		-		> 45		
Debrecen	56	46	66	31	35	11	> 43,9
Különbség (%)	> 18		> 53		> 69		
Zsombó	56	66	36	15	41	36	> 12
Különbség (%)	< 15		> 58		> 12		
Bálastya	50	36	41	41	36	26	> 18,8
Különbség (%)	> 28		0		> 28		
Nagytrőke	61	62	51	37	30	37	> 4,2
Különbség (%)	< 2		> 27		< 19		
Hódmezővásarhely	46	71	20	31	30	5	< 10,2
Különbség (%)	< 35		< 35		> 83		
Szekkutas	61	61	81	66	61	62	> 6,8
Különbség (%)	0		> 19		< 2		

Magyarázat: A különbségek rovatba az adott év nemzedékszámainak százalékos különbségeit tüntettem fel. > = az 1. nemzedék egyedszáma nagyobb; < = a 2. nemzedék egyedszáma nagyobb

8. melléklet

Az 1999, 2000, 2001-es országos fénycsapda hálózat fogási eredményekből
számolt egy napra vetített relatív egyedszámok és különbségeik

1 nemzedékes területek	1999		2000		2001	
Győr, Kóny	3,7		0,7		0,6	
Tanakajd	0,5		0,4		0,4	
Ószkó	2		1,2		0,8	
Cellőmölk	2,7		1,3		0,4	
Pápa	3,2		1,7		0,4	
2 nemzedékes területek	1999		2000		2001	
	1. nem.IRESZ	2. nem.IRESZ	1. nem.IRESZ	2. nem.IRESZ	1. nem.IRESZ	2. nem.IRESZ
Kálócfa	2,9	1	0,4	0,9	0,7	0,5
Különbség	1,9		0,5		0,2	
Pácsa	0,2	0,1	0,3	0,3	0,05	0
Különbség	0,1		0		0,05	
Nemessándor.	0,5	0,3	0,6	0,6	0,08	0,2
Különbség	0,2		0		1,12	
Balatongyörök	0,9	0,6	2,8	0,4	0,3	0,09
Különbség	0,3		2,4		0,21	
Nemesgulács	4,9	1,3	5,3	3,8	0,7	0,9
Különbség	3,6		1,5		0,2	
Csopak	1,2	1,1	0,5	0,2	0,4	0
Különbség	0,1		0,3		0,4	
Szabadbattyán	1,6	1,1	0,75	0,3	-	-
Különbség	0,5		0,45		-	
Sukoró	2,6	9,2	1	1,9	0,55	9,1
Különbség	6,6		0,9		8,55	
Szob	0,2	0,2	0,19	0,2	0,2	0
Különbség	0		0,01		0,2	
Budakalász	0,24	0,11	0,11	0,2	0,06	0,2
Különbség	0,13		0,09		0,14	
Balassagyarmat	3,17	1,3	2,15	0,27	2,26	0,55
Különbség	1,87		1,88		1,71	
Eger	0,51	0,9	0,95	0,2	0,57	1,4
Különbség	0,39		1,05		0,83	
Mezőkövesd	1,34	1,58	1,1	0,73	0,84	1,34
Különbség	0,24		0,37		0,5	
Bodrogkeresztúr	1,38	1,43	1,67	0,42	0	0,27
Különbség	0,05		1,25		0,27	
Kaposvár	0,87	0,49	1,04	0,57	0,94	0,23
Különbség	0,38		0,47		0,71	
Pécs	1,87	4,1	1,55	1,92	-	-
Különbség	2,23		0,37		-	
Szekszárd	-	-	0,52	0,33	0,07	3,86
Különbség	-		0,19		3,79	
Dusnok	0	0,26	0,08	0,19	4	0,15
Különbség	0,26		0,08		3,85	
Csávoly	0,36	1,15	0,27	0,5	0,16	0,82
Különbség	0,79		0,23		0,66	
Kelebia	0,13	0,16	0,6	0,2	0,6	0,16
Különbség	0,03		0,4		0,44	
Kiskőrös	0,3	0,1	0,35	0	0,2	0,1
Különbség	0,2		0,35		0,1	
Kunszentmiklós	0,2	0,48	0,18	0,85	-	-
Különbség	0,28		0,67		-	
Órkeny	0,35	1,35	0,44	0,45	0,19	6,64
Különbség	1		0,01		6,45	

8. melléklet folytatása

Nyársapát	0,26	1,16	0,48	0,55	0,06	2,04
Különbség	0,9		0,07		1,98	
Jászberény	0,22	0,32	0,46	0,13	0,22	0,55
Különbség	0,1		0,33		0,33	
Tiszaigar	0,6	1,47	0,62	0,56	0,55	0,75
Különbség	0,87		0,06		0,2	
Kenderes	0,37	1,1	0,51	0,42	0,36	1,08
Különbség	0,73		0,9		0,72	
Cserkeszlő	0,33	0,97	-	-	0,44	2,35
Különbség	0,64		-		1,91	
Debrecen	7,53	11,86	1,47	0,77	0,82	0,27
Különbség	4,33		0,7		0,55	
Zsombó	0,48	0,56	0,33	0,46	0,36	1,22
Különbség	0,08		0,13		0,86	
Balástya	0,26	0,38	0,12	0,73	0,13	0,5
Különbség	0,12		0,61		0,37	
Nagytőke	0,78	2,51	0,8	0,78	0,36	4,32
Különbség	1,73		0,02		3,96	
Hódmezővásárhely	1,41	1,47	0,2	0,67	0,7	1,8
Különbség	0,06		0,47		1,1	
Székkutas	6,83	16,44	0,69	10,8	3,27	12,35
Különbség	9,61		10,11		9,08	

Magyarázat: A különbségek rovatba a nemzedékek egy napra vetített relatív egyedszámainak abszolút értékben számított különbséget tüntettem fel.
 > = az 1. nemzedék egyedszáma nagyobb; < = a 2. nemzedék egyedszáma nagyobb

9. melléklet

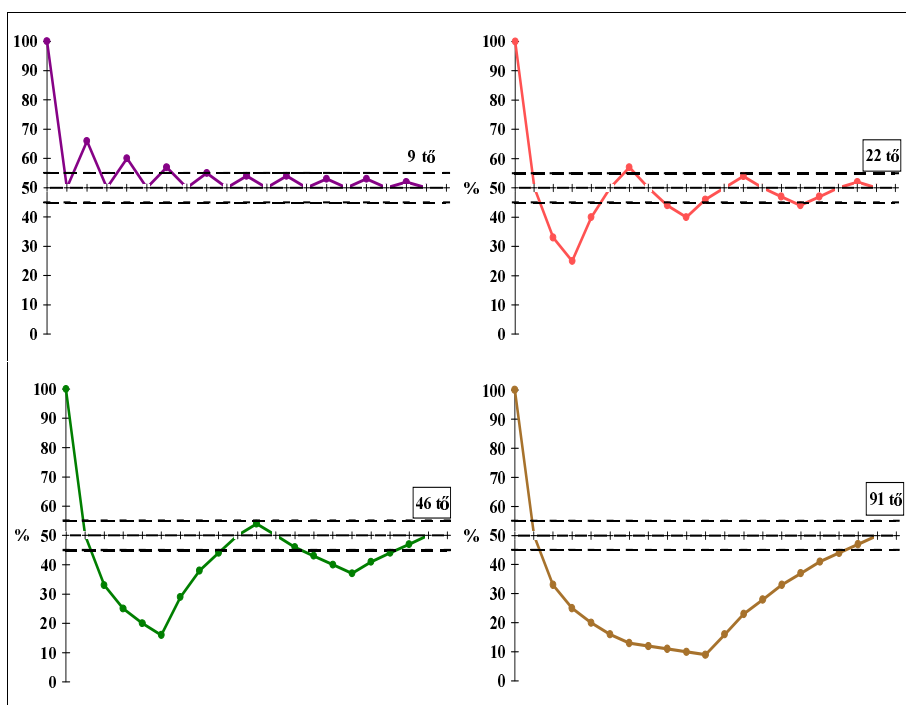
Az 1999, 2000, 2000-es országos fénycsapda hálózat fogási eredményekből számolt elszaporodási-, generációs- és egymást követő évek generációs kvóciensei

1 nemzedékes területek		1999	2000	2001
Győr, Kóny	elszaporodási kvóciens	0,42		0,03
Tanakajd		0,6		1,94
Oszkó		0,72		0,64
Celldömök		0,63		0,29
Pápa		0,55		0,22
2. nemzedékes területek		1999	2000	2001
Kálócfa	G	0,12	1,26	0,26
	GY			
Pacs	G	0,62	0,43	-
	GY	3,2		
Nemessándorháza	G	0,54	0,5	1,5
	GY	3,83		
Balatongyőrök	G	1,02	0,05	0,36
	GY	3,97	1,1	
Nemesgulács	G	0,17	0,26	0,64
	GY	5,72	0,48	
Csopak	G	0,53	0,06	-
	GY	0,64	8	
Szabadbattyán	G	0,75	0,46	-
	GY	0,65	-	
Sukoró	G	4,04	1,05	21,54
	GY	0,14	0,3	
Szob	G	1	0,5	0
	GY	4	0,5	
Budakalász	G	0,27	0,16	0,25
	GY	2	4	
Balassagyarmat	G	0,37	0,04	0,16
	GY	2,36	14,57	
Eger	G	1	0,05	0,35
	GY	1,11	20	
Mezőkövesd	G	0,66	0,3	1,65
	GY	1,51	2	
Bodrogkeresztúr	G	0,43	0,14	-
	GY	2,56	-	
Kaposvár	G	0,56	0,43	0,27
	GY	2,46	1,5	
Pécs	G	2,35	1,02	-
	GY	0,47	-	
Szekszárd	G	-	0,68	34,75
	GY	-	0,18	
Dusnok	G	-	1	15
	GY	0,35	0,16	
Csávoly	G	2,96	1,8	5,22
	GY	0,12	0,5	
Kelebia	G	2,5	0,33	1,66
	GY	0,6	3	
Kiskőrös	G	3	-	1
	GY	1,83	-	
Kunszentmiklós	G	15	1,41	-
	GY	0,4	-	
Örkény	G	4,94	0,56	20,6
	GY	0,28	0,71	
Nyársapát	G	4,81	0,79	14,25
	GY	0,5	0,12	
Tiszaigar	G	3,23	0,56	0,87
	GY	0,6	1,34	
Kenderes	G	4,87	0,68	1,72
	GY	0,2	1,63	
Cserkeszőlő	G	2,95	-	2,92
	GY	-	-	
Debrecen	G	1,29	0,24	0,1
	GY	0,17	1,2	
Zsombó	G	1,37	0,58	2,93
	GY	0,32	2,14	
Balástya	G	0,92	6	2,6
	GY	0,41	0,16	
Nagytóke	G	3,25	0,7	14,54
	GY	0,26	0,37	
Hódmezővásárhely	G	1,61	5,25	0,42
	GY	0,03	1	
Székkutas	G	2,4	12,73	3,83
	GY	0,05	0,28	

Magyarázat: G = generációs kvóciens; GY = egymást követő évek generációs kvóciense

10. melléklet

Foltyszerű fertőzés modellezése (50%-os tőfertőzöttség)



Magyarázat: Minden második tő fertőzöttsége esetén 9 tő felvételezése elegendő a 10%-os hibahatár eléréséhez. 3 tövenként ismétlődő fertőzöttségnél 22 tő, 5-5-ös blokknál 46 tő és 10-10-esnél 91 tő felvételezése szükséges.

Az 1. tábla (Somogyszil, 1997) statisztikai mutatóinak összefoglalása
(mintaegység: 1 parcella, ismétlésszám: 4x4 parcella)

Parcella „alak” Összes tő/parcella	13 sor x 510 tő 6630		32 sor x 204 tő 6528		52 sor x 128 tő 6656		130 sor x 51 tő 6630		Teljes táblára 105776/16 parcella	
Ebből:	Fer. tő	F%	Fer. tő	F%	Fer. tő	F%	Fer. tő	F%	Fer. tő	F%
1. parcella	92	1,388	100	1,532	121	1,818	115	1,734		
2. parcella	61	0,920	99	1,516	117	1,758	121	1,825		
3. parcella	115	1,735	98	1,501	112	1,682	122	1,840		
4. parcella	91	1,372	113	1,731	117	1,758	116	1,750		
Összesen:	359		410		467		474		1.710	1,61
Átlagosan:	89,75	1,354	102,5	1,570	119,0	1,754	118,5	1,787	106,9	7
F% relatív hibája	12,34%		3,44%		1,58%		1,48%		3,76%	
Bizonytalanság/1 tő	0,0739		0,00761		0,00204		0,00186		0,0390	
Foltossági index (I _f)	5,46		0,485		0,116		0,104		2,42	
Jósolt szüks. tő, N'	408000		31000		6700		5900		68000	

A 2. tábla (Igal, 1998) statisztikai mutatóinak összefoglalása
(mintaegység: 1 parcella, ismétlésszám: 4x4 parcella)

Parcella „alak” Összes tő/parcella	13 sor x 20 x 25 tő 6..500		32 sor x 8 x 25 tő 6.400		52 sor x 5 x 25 tő 6.500		130 sor x 2 x 25 tő 6.500		Teles táblára 103600/16 parcella	
Ebből:	Fer. tő	F%	Fer. tő	F%	Fer. tő	F%	Fer. tő	F%	Fer. tő	F%
1. parcella	589	9,06	695	10,86	655	10,08	664	10,22		
2. parcella	645	9,92	656	10,25	682	10,49	665	10,23		
3. parcella	636	9,78	652	10,19	661	10,17	685	10,54		
4. parcella	688	10,58	638	9,97	660	10,15	678	10,43		
Összesen:	2.558		2.641		2.568		2.692		10.549	
Átlagosan:	639,5	9,84	660,2	10,32	642,0	10,22	673,0	10,35	659,3	10,18
F% relatív hibája	3.17%		1,85%		0,90%		0,76%		0,97%	
Bizonytalanság/1 tő	0,254		0,0932		0,0220		0,0161		0,102	
Foltossági index (I_f)	2,58		0,903		0,215		0,156		1,00	
Jósolt szüks. tő, N'	27000		8900		2100		1500		4500	

13. melléklet

A kukoricamolyl károsításának 1 ha-ra kalkulált veszteségei

		1 lárva a csó alatt	1 lárva a csó felett	2 lárva	3 lárva
Károsítás típusainak megoszlása		30	44,5	24	1,5
		3060	4539	2448	153
Nyersfehérje	Fertőzöttségéből adódó veszteség (kg)	1,49	1,84	1,45	0,12
	Súlyvesztéséből adódó veszteség (kg)	3,86	7,22	13,48	1,07
	Összveszteség (kg)	5,35	9,07	14,93	1,19
Nyerszsír	Fertőzöttségéből adódó veszteség (kg)	0,40	0,60	0,64	0,03
	Súlyvesztéséből adódó veszteség (kg)	1,70	3,17	5,93	0,47
	Összveszteség (kg)	2,10	3,77	6,57	0,50
Keménysítő	Fertőzöttségéből adódó veszteség (kg)	1,02	1,73	4,51	0,37
	Súlyvesztéséből adódó veszteség (kg)	27,61	51,65	96,37	7,67
	Összveszteség (kg)	28,63	53,38	100,88	8,04
1 ha-ra vonatkozó összes nyersfehérje		Fertőzöttségéből adódó veszteség (kg)			
		4,9			
		Súlyvesztéséből adódó veszteség (kg)			
		25,63			
		Összes veszteség (kg)			
		30,53			
		Veszteség 1 ha-ra (%)			
		3,21			
		1 növényre			
		21,42			
Károsítások típusainak részaránya az összes nyersfehérje veszteségből (%)		17,52	29,7	48,9	3,89
1 ha-ra vonatkozó összes nyerszsír		Fertőzöttségéből adódó veszteség (kg)			
		1,67			
		Súlyvesztéséből adódó veszteség (kg)			
		11,27			
		Összes veszteség (kg)			
		12,94			
		Veszteség 1 ha-ra (%)			
		3,09			
		1 növényre			
		20,63			
Károsítások típusainak részaránya az összes zsírveszteségből (%)		16,22	29,9	50,77	3,88
1 ha-ra vonatkozó összes keménysítő		Fertőzöttségéből adódó veszteség (kg)			
		7,63			
		Súlyvesztéséből adódó veszteség (kg)			
		183,3			
		Összes veszteség (kg)			
		190,93			
		Veszteség 1 ha-ra (%)			
		2,81			
		1 növényre			
		18,74			
Károsítások típusainak részaránya az összveszteségből (%)		14,99	27,95	52,83	4,21
1 ha-ra vonatkozó összes csó súly		Fertőzöttségéből adódó veszteség (kg)			
		341,9			
		Súlyvesztéséből adódó veszteség (kg)			
		2,73			
		Veszteség 1 ha-ra (%)			
		18,21			
Károsítások típusainak részaránya az összveszteségből (%)		15,29	28,6	51,97	4,13
Effektív termésnövekedés (E.T.CS)		4,08			

Magyarázat: A táblázatban a tömegveszteség mellett szereplő értékek kiszámolása alapjául szolgáló 1 ha-ra vonatkoztatott tömegveszteséget teljes értékű, egészséges, légszáraz szárazanyagra korrigálható takarmánynak tekintetem, mivel nem tudtam, hogy a tömegvesztés során az egyes beltartalmi értékek milyen arányúak.