

A KLÓRANTRANILIPROL ÉS AZ INDOXAKARB TOXIKOLÓGIAI ÉS SZUBLETÁLIS HATÁSAINAK VIZSGÁLATA *SPODOPTERA LITTORALIS* (BOISD.) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) FEJLŐDÉSÉRE, REPRODUKCIÓS KÉPESSÉGEIRE

Moustafa A. M. Moataz¹, Hamow Kamirán Áron², Mikó Zsanett², Molnár Béla Péter² és Fónagy Adrien²

¹Department of Economic Entomology and Pesticides, Faculty of Agriculture, Cairo University, 12613 Giza, Egyiptom

²ATK Növényvédelmi Intézet, 1022 Budapest, Herman O. út 15., Magyarország

A klórantraniliprol (Coragen®) és az indoxakarb (Avaunt®) inszekticidek jó eredménnyel alkalmazhatóak kártevő lepkéfajok ellen. Ismereteink bővítése e szerek hatásmechanizmusa területén nélkülözhetetlen. A *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) esetében etetéses módszerrel (inszekticidek vizes oldatával kezelt ricinuslevelekkel 24 órán át) meghatároztuk az LC_{10} , LC_{50} és LC_{90} letális koncentráció értékeit valamennyi lárvastádiumban. Ezt követően szubletális hatásokat vizsgálándó, 24 órán át etettünk második stádiumú lárvákat (LC_{10}) és megfigyeltük a lárvális fejlődést, a bábállapot hosszúságát, báb tömeget, kelési arányt, valamint a fekunditást és fertilitást. Összehasonlításképpen, ugyanezeket a paramétereket megvizsgáltuk (LC_{50}) koncentrációban is. A nőstények csalogató viselkedésének mértékét egytől öt napos korukig figyeltük meg, továbbá gázkromatográffal kapcsolt tömegspektrométerrel megmértük a szexferomon komponenseinek mennyiségét. A kezelések LC_{50} és LC_{10} koncentrációban szignifikánsan növelték a *S. littoralis* lárvák és bábok fejlődési idejét, és negatívan befolyásolták a reprodukciós aktivitást. A nőstények csalogató viselkedése 50–60 százalékkal csökkent a kezeletlen kontrollhoz képest. A kezelés csak kis mértékben csökkentette a feromon össz mennyiségét, de az ötféle komponensre valamelyest eltérő mértékben hatott. Megállapítható, hogy ezek az inszekticidek jó alternatívák lehetnek a *S. littoralis* gyérítésére akár már kisebb koncentrációban is.

Kulcsszavak: Inszekticidek, peszticidek, klórantraniliprol, indoxakarb, toxicitás, szubletális koncentrációk, *Spodoptera littoralis*

A trópusi lápi-bagolylepke (közismert angol neve: cotton leafworm), *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae), veszélyes polifág kártevője különböző haszonnövényeknek elsősorban a gyapotnak, zöldségféléknek és gyümölcsöknek is (Pineda és mtsai 2004) trópusi és szubtrópusi területeken (Carter 1984). A *S. littoralis* körülbelül 90 különféle gazdaságilag fontos termesztett növényfajban okoz jelentős terménycsökkenést (El-Sheikh és mtsai 2018). A *S. littoralis* ellen használt különböző szintetikus kemikáliák rendszeres alkalmazása a legtöbb szer ellen rezisztencia kialakulásához vezetett (Aydin és Gürkan 2006, Ishaaya és mtsai 1995), még az újabb bioinszekticidek

esetében is, mint a spinozad vagy abamektin (Gamal és mtsai 2009). Ezért további igény merül fel, hogy újabb típusú és hatásmechanizmusú inszekticideket vessünk be, melyek lassítják vagy akár megelőzik a rezisztencia kialakulását.

Az antranil-diamid csoportba tartozó szelektív inszekticid a klórantraniliprol (DuPont fejlesztésű és Rynaxipyr néven is ismert) egy nagyon ígéretes növényvédőszer, mely az emlősökre nézve csekély veszélyt rejt (Lahm és mtsai 2009). A klórantraniliprol (Bentley és mtsai 2010), a kártevő lepkék széles körében eredményesen alkalmazható (Hannig és mtsai 2009, Lahm és mtsai 2005), és más rovarren-

dekben, pl. bogarakban és kétszárnyúakban is jól használható (Lanka és mtsai 2013, Sattelle és mtsai 2008). A klórántraniliprol 28-as besorolása az Insecticide Resistance Action Committee szerint (IRAC 2019). A rianodin receptorhoz (nem feszültségfüggő kalciumcsatorna) kapcsolódva a Ca^{2+} ionok izmokban történő megfelelő áramlását bénítja. Az izmok összehúzódásának befolyásolásával gátolja a táplálkozást, letargiát, paralízist okoz, és végül pusztuláshoz vezet. A hatásmechanizmusának köszönhetően csökkenti a rezisztencia kialakulásának lehetőségét is (Guo és mtsai 2013).

Az indoxakarb egy másik vegyület, az oxadiazin osztályba sorolt szelektív inszekticid, amit mezőgazdaságban, illetve városi környezetben egyaránt alkalmaznak (Gondhalekar és mtsai 2011, Harder és mtsai 1996, Wing és mtsai 2000). Az 22A (IRAC 2019) besorolású feszültségfüggő Na^{+} -csatorna blokkoló indoxokarbot a rovarok észteráz és amidáz enzimek alakítják a biológiailag aktív dekarbometoxilát származékká (Wing és mtsai 1998, Zhao és mtsai 2005). Az izmok paralizálódnak, ami a táplálkozás felhagyásával jár, majd a lárvák elpusztulnak.

A nemek egymásra találásának rendkívül fontos szerepe van az imágók esetében, hogy párosodjanak és szaporodhassanak. Többnyire a nőstény lepke termel egy fajspecifikus feromon elegyet a feromonmirigyben (FM), ami egy módosult hámszöveti része a tojócsőnek (Percy és Weatherson 1974). A bagolylepkék feromonja rendszerint hosszú szénláncú alifás komponensek keveréke, melyek gyakran 1–3 kettős kötést is tartalmaznak (Ando és mtsai 2004). A feromon kibocsátása szorosan igazodik a hímek aktivitásához (Raina és mtsai 1987). A napi ciklusosságot mutató párzási hajlandóságot Silvegren és mtsai (2005) részletesen tanulmányozták *S. littoralis*-ban. A *S. littoralis* nőstények FM-ben a kelést követő 1–3 nap folyamán termelték a feromont a legnagyobb mennyiségben, mégpedig a sötét fázis második–harmadik órájában (Dunkelblum és mtsai 1987). Számos, főleg C_{14} acetátot azonosítottak *S. littoralis* FM kivonatokból (Nesbitt és mtsai 1973; Tamaki és Yushima 1974; The Pherobase). Az egyiptomi törzsben a fő komponensek a (Z,E)-9,11-

tetradekadién-1-ol-acetát [(Z,E) 9,11–14:Ac] és a (Z,E)-9,12-tetradekadién-1-ol-acetát [(Z,E) 9,12–14:Ac], három alkotórészrel együtt: (Z)-9-tetradecenil-acetát (Z9–14:Ac), (E)-11-tetradecenil-acetát (E11–14:Ac) és a Z-11-tetradecenil-acetát (Z11–14:Ac) (Campion és mtsai 1980, The Pherobase).

Az eredményes növényvédelem az inszekticid hatékonyságának és hatástartamának függvénye, ezért a szubletális hatások vizsgálata kiemelt fontosságúak. Számos tanulmány számolt be lepkékártevők esetében a szubletális dózisok hatásairól, például *Plutella xylostella* faj esetében (Guo és mtsai 2013, Wang és mtsai 2011, Yin és mtsai 2008), továbbá a *Helicoverpa armigera*, a *S. littoralis* és *Mamestra brassicae* fajoknál (El-Sheik 2015, Moustafa és mtsai 2016, 2020, Parsaeyan és mtsai 2013, Shen és mtsai 2013). A szubletális dózisok/koncentrációk viselkedési zavarokat, élettani változásokat eredményezhetnek, aminek jelentős kihatása lehet a rovar egész életére (Desneux és mtsai 2007). A bemutatott tanulmányunk a *S. littoralis* érzékenységét mutatja be klórántraniliprol, illetve indoxakarb szubletális koncentrációival szemben (LC_{10} , LC_{50}) második lárvá stádiumban történő kezelést követően. Megfigyeltük a fejlődési stádiumok hosszát, azok jellemzőit, az imágók kelését, valamint a reprodukciós képességeiket a csalogató viselkedést, a termelt feromon mennyiségét és összetételét, a fekunditást és a fertilitást.

Anyag és módszer

Spodoptera littoralis tenyésztés

A *S. littoralis* egyedeket Giza tartományban (Egyiptom) szabadföldről gyűjtötték. Több mint 20 generáción keresztül inszekticidektől mentes körülmények között tartották El-Defrawi és mtsai (1964) leírása alapján. Magyarországra bábállapotban kerültek, kísérleti céllal (Eng. szám: PE-06/KA/01478-2/2018; Pest megyei Kormányhivatal, Érdi Járási Hivatal). A rovarokat egy elkülönített helyiségben, ellenőrzött körülmények ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 5\%$ relatív páratartalom) között, 16:8 h fény–sötét ciklusban

(8:00–16:00 h a sötét periódus) tartottuk. A lárvákat üvegházban nevelt friss ricinuslevelekkel (*Ricinus communis*; Malpighiales: Euphorbiaceae) tápláltuk műanyag hálóval letakart nagy egérpoharakban (18 × 14 cm), majd a hatodik stádium végén sterilizált földet tartalmazó lavórokba helyeztük. A bábokat 10 nap múlva kiszedtük, nemek szerint elkülönítettük és legyezőszerűen hajtogatott csomagolópapírral kibélelt kis egérpoharakba (12 × 10 cm) helyeztük. A kikelő imágókat 10%-os cukoroldattal tápláltuk.

Inszekticidek és vegyszerek

A klórántraniliprolt (Coragen® 20%, koncentrált szuszpenzió, DuPont, Franciaország), és indoxakarbot (Avaunt® 15%, emulgeálható koncentrátum, DuPont) vizes oldatban használtuk. A feromonkomponensek azonosítását szolgáló összehasonlító szintetikus vegyületeket a Pherobanktól BV (Hollandia), az *n*-hexánt a Mercktől (Németország) vásároltuk.

Letális és szubletális koncentrációk meghatározása

A kétféle inszekticiddel úgy kezeltük a leveleket, hogy a megfelelő koncentrációjú vizes oldatba mártottuk 20 másodpercre. A vizsgálatot mind a 6 stádiumban elvégeztük frissen vedlett lárvákat használva. A klórántraniliprol esetében 0,0078–4 mg/l, (azaz 1. és 2. stádiumokban: 0,0078, 0,0156, 0,0312, 0,0625, 0,125 mg/l; 3.–5. stádiumokban: 0,125, 0,25, 0,5, 1,0, 2,0 mg/l; 6. stádiumban: 0,25, 0,5, 1,0, 2,0, 4,0 mg/l) míg az indoxakarb esetében 0,0019–4 mg/l koncentrációtartományban (1. stádiumban: 0,0019, 0,0039, 0,0078, 0,0156, 0,0312 mg/l; 2. stádiumban: 0,0078, 0,0156, 0,0312, 0,0625, 0,125 mg/l; 3. stádiumban: 0,0312, 0,0625, 0,125, 0,25, 0,5 mg/l; 4. stádiumban: 0,125, 0,25, 0,5, 1,0, 2,0 mg/l; 5., 6. stádiumokban: 0,25, 0,5, 1,0, 2,0, 4,0 mg/l) vizsgáltuk a mortalitást (A gyakorlati szokásnak megfelelően a laboratóriumi koncentrációk egy nagyságrenddel kisebbek a szabadföldre ajánlott LC₅₀ értékhez viszonyítva). A bemártott, majd megszáritott teljes leve-

leket kis egérpoharakba helyeztük 25–25 lárvá mellé négy ismétlésben, és a leveleket 24 óra elteltével kezeletlenekre cseréltük. Becslésünk szerint a levelek 5–10%-át fogyasztják el a lárvák, a kezeléstől függetlenül. A mortalitást 24, illetve 96 óra után ellenőriztük. A teljes kísérletet kétszer ismételtük.

A klórántraniliprol és az indoxakarb szubletális koncentrációinak hatása a fejlődésre

A megállapított szubletális koncentrációkat alkalmazva folytattuk a vizsgálatokat. A klórántraniliprol, illetve az indoxakarb kezelése során az LC₁₀ (0,01, illetve 0,001 mg/l) és LC₅₀ (0,09, valamint 0,01 mg/l) koncentrációjú oldatokba merítettük a leveleket. Száradás után második stádiumú lárvákat (25–25 db, négy ismétlésben) helyeztünk a levelekre kis egérpoharakban. Kezeletlen levelekre helyeztük át a lárvákat 24 óra elteltével és a mortalitást naponta ellenőriztük a bábozódásig. Nagy egérpoharakba steril földet raktunk, ricinuslevelekkel takartuk, majd a bábozódás előtti lárvákat ebbe helyeztük. Néhány nap elteltével (3–5 nap) a bábokat a földből kiszedtük, meghatároztuk a nemüket, súlyukat, és a továbbiakban külön tartottuk őket kis műanyag poharakban, nedves vattával, hálóval lefedve. A bábok arányát, illetve a kelés százalékát (a kelés napját 0 naposként határoztuk meg) az alábbi képletek szerint számítottuk:

$$\begin{aligned} \text{Bábozódás százaléka} &= \\ &= \frac{\text{bábok száma/összes élő lárvá száma}}{\text{a kezelést követően}} \times 100 \\ \text{Kelési százalék} &= \\ &= \frac{\text{imágók száma/összes báb száma}}{\text{a kezelést követően}} \times 100 \end{aligned}$$

Csalogató viselkedés megfigyelése

A csalogató viselkedést 1–5 napig (n = 9 nőstény, kezelésenként) figyeltük meg kis egérpoharakban azon szűz nőstények esetében melyeket szubletális dózissal tettünk (LC₁₀ és LC₅₀ érték) második lárvastádiumban, Moustafa és mtsai. (2020) szerint, némi módosítással. A megfigyelést vörös színű led világitással ellá-

tott külön szobában végeztük 60 percenként a sötét fázisban 8:00 tól 16:00 óráig.

Fekunditás (tojásszám) és fertilitás (kelési arány) vizsgálata

Miután mindkét inszekticid esetében (LC_{10} és LC_{50} érték) megtörtént a második stádiumú lárvák etetése, a túlélő és kifejlődött imágókból 5 nőtényt és 7 hímek kis egérpoharakba helyeztük hasonlóképpen, mint Moustafa és mtsai. (2020) leírták. Három ismétlést állítottunk be az LC_{10} és LC_{50} koncentrációk esetében. A tojásokat tartalmazó barna csomagoló papírt naponta cseréltük, majd megszámoztuk a tojásokat. A tojásrakást a hatodik napig követtük nyomon az alábbi képlet szerint:

$$\text{Kelési százalék} = \frac{\text{kikelt tojások száma}}{\text{összes tojás}} \times 100.$$

Feromonmirigy kivonatok készítése

A feromonösszetétel elemzéséhez 4–5 FM-ből készítettünk kivonatot. A két napos szűz nőtényekből a sötétszakasz 2–4. órája között metszettük ki a mirigyeket és szobahőmérsékleten egy órán át extraháltuk 50 μ l *n*-hexánban. A kivonatot boroszilikát mintatartókba, majd azokat 1,5 ml-es injektáló fiolába helyeztük. Ezt követően 5 μ l *n*-hexánban oldott 500 ng tridecyl-acetátot (13:OAc, belső standard) adtunk a mintákhoz, s végül teflonbélésű kupakkal lezártuk és a mérésig -30 °C-on tároltuk a fiolákat.

Feromonkomponensek mérése gázkromatográfhoz kapcsolt tömegspektrométerrel (GC–MS)

A mintabevitelt és a szeparációt egy Agilent (Santa Clara, California, USA) 6890 GC rendszeren végeztük, amihez Agilent 5973 MS rendszer volt kapcsolva. Az injektor hőmérséklet 220 °C, az injektálási térfogat 1 μ l volt „splitless” üzemmódban, míg a „purge flow-t” 20ml/percre állítottuk a mérés második percétől kezdődően. Vivőgázként 6.0 tisztaságú héliumot használtunk 1 ml/perc konstans áramlás

üzemmódban. Az elválasztást egy Agilent J&W VF WAXms (60 m \times 0.25 mm \times 0.25 μ m) poláris kapilláris oszlopon végeztük. A hőmérséklet 50 °C-ról indult, amit 1 percig tartottunk, ezt követően 20 °C/perccel 90 °C-ra, majd 10 °C/perccel 190 °C-ra, végül 4 °C/perccel 240 fokra emeltük és 4 percig tartottuk. Futást követően az oszlopot 245 °C-ra fűtöttük és 3 percig tartottuk ezt a hőmérsékletet a kiindulási állapothoz. Elsőként tanúsított referenciaanyagokat injektáltuk pásztázó módban, majd a legkarakterisztikusabb ionok *m/z* értékeinek kiválasztásával szelektív ionkövetéses célzott mennyiségi elemzési MS módszert alkalmaztunk. A NIST 17 tömegspektrum adatbázis segítségével azonosítottuk a komponenseket. A kvantitatív mérésekhez az MS 20Hz-es felvételezési sebességgel gyűjtötte az egyes tömeg/töltésű (*m/z*) ionokat, kiválasztott ionkövetés (SIM) üzemmódban. Az egyes komponenseknél az első ion a legjobb jel/zaj viszonytal rendelkező kvantitatív ion, míg a második a minőségi megerősítést szolgáló ion *m/z* értéke:

Belső standard (13:OAc) 16,97 perces retenciósi idővel (RT), *m/z* 83, 69; Z9–14:Ac (RT: 19,015 perc), *m/z* 96, 86. E11–14:Ac (RT: 19,05 perc); Z11–14:Ac (RT: 19,25 perc) *m/z* 68, 82. (Z,E) 9,12–14:Ac (RT: 20,19 perc) és végül (Z,E) 9,11–14:Ac (RT: 21,25 perc) *m/z* 67, 79. Az Agilent Enhanced MSD ChemStation szoftver kezelte a GC és MS paramétereket a futások során. A minőségi és mennyiségi elemzéshez a Mass Hunter Workstation Quantitative Analysis B.09.00 programot használtuk

Statisztikai elemzés

Probit analízist (EPA Probit Analysis Program, ver. 1.5) használtunk a letális (LC_{90}), valamint a szubletális értékek (LC_{10} and LC_{50}) meghatározásához a klórantraniliprol, illetve az indoxakarb kezelést követő 4. napon. További elemzésekhez egy-utas ANOVA (SAS 2001) vizsgálatot végeztünk Tukey-féle Honestly Significant Different (HSD-teszt, Tukey becsléses szignifikancia) *post hoc* teszttel kiegészítve a mindenkorai kontrollok és különféle kezelések között.

Eredmények

A klórántraniliprol és az indoxakarb hatása a különböző lárvastádiumokban

A *S. littoralis* lárvák esetében a klórántraniliprol LC₁₀ és LC₅₀ értékei 0,014-től 0,323 mg/l-ig, illetve 0,06-től 1,07 mg/l-ig terjedtek az első és hatodik lárvastádiumig bezárólag, míg az LC₉₀ értékek 0,34-től 3,54 mg/l-ig adódtak (1. táblázat). Ezzel ellentétben, az LC₁₀ és LC₅₀ értékei az indoxakarb kezelés következté-

ben 0,001-től 0,055-ig, és 0,005-től 0,81 mg/l-ig változtak, a hat lárvastádiumban, miközben az LC₉₀ értékek 0,021-től 11,87 mg/l-ig emelkedtek (2. táblázat).

A klórántraniliprol és indoxakarb szubletális koncentrációban tapasztalt hatása:

– a fejlődésre

Mindkét inszekticiddel történő kezelés szignifikánsan növelte a lárvális, valamint bábállapot időtartamát (1. ábra A, B). A bábozódási arányt

1. táblázat

A számított LC₁₀, LC₅₀ és LC₉₀ értékek a klórántraniliprollal kezelt *S. littoralis* lárvákon

Elsőtől a hatodik stádiumú lárvákat etettünk különböző koncentrációjú (0,0019-től 4 mg/l-ig, lsd. Anyag és módszer) klórántraniliprollal kezelt ricinuslevelekkel. Egy nap elteltével (24 óra) kezeletlen friss levelekre helyeztük a lárvákat és feljegyeztük a mortalitást. A kísérletet négy ismétlésben (n = 25 lárvá), kétszer végeztük el.

Lárva stádium	LC ₁₀ (mg/l) ^a (95% (95 % konfidencia határ)	LC ₅₀ (mg/l) ^b (95 % konfidencia határ)	LC ₉₀ (mg/l) ^c (95 % konfidencia határ)	Meredekség±SE
1.	0,014 (0,004–0,023)	0,06 (0,044–0,145)	0,34 (0,157–2,981)	1,82 ± 0,284
2.	0,019 (0,015–0,024)^d	0,09 (0,075–0,114)^d	0,41 (0,286–0,729)	1,91 ± 0,190
3.	0,024 (0,01–0,10)	0,20 (0,001–0,479)	1,67 (0,646–2,429)	1,39 ± 0,404
4.	0,058 (0,039–0,078)	0,23 (0,195–0,270)	0,93 (0,765–1,214)	2,12 ± 0,187
5.	0,175 (0,70–0,288)	0,76 (0,554–0,970)	3,37(2,445–5,883)	1,99 ± 0,418
6.	0,323 (0,152–0,483)	1,07 (0,809–1,360)	3,54 (2,529–6,499)	2,46 ± 0,319

^a LC₁₀: 10%-os mortalitást okozó koncentráció

^c LC₉₀: 90%-os mortalitást okozó koncentráció

^b LC₅₀: 50%-os mortalitást okozó koncentráció

^d A második stádiumokban alkalmazott LC₁₀ és LC₅₀-os koncentrációk.

2. táblázat

A számított LC₁₀, LC₅₀ és LC₉₀ értékek az indoxakarbbal kezelt *S. littoralis* lárvákra

Elsőtől a hatodik stádiumú lárvákat etettünk különböző koncentrációjú (0,0019-től 4 mg/l-ig, lsd. Anyag és módszer) indoxakarbbal kezelt ricinuslevelekkel. Egy nap elteltével (24 óra) kezeletlen friss levelekre helyeztük a lárvákat és feljegyeztük a mortalitást. A kísérletet négy ismétlésben (n = 25 lárvá), kétszer végeztük el.

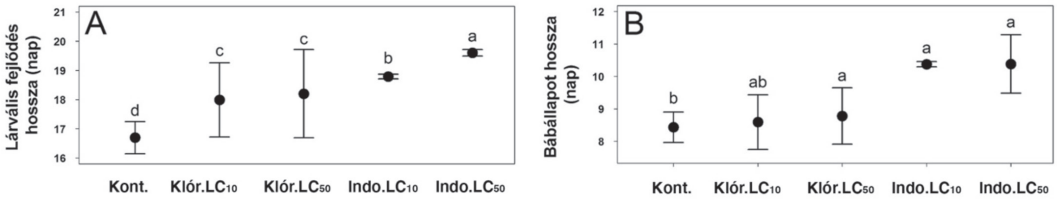
Lárva-stádium	LC ₁₀ (mg/l) ^a (95 % konfidencia határ)	LC ₅₀ (mg/l) ^b (95 % konfidencia határ)	LC ₉₀ (mg/l) ^c (95 % konfidencia határ)	Meredekség ± SE
1.	0,001 (0,001–0,002)	0,005 (0,004–0,006)	0,021 (0,014–0,039)	2,00 ± 0,303
2.	0,001 (0,001–0,002)	0,01 (0,008–0,020)^d	0,17 (0,084–1,260)	1,15 ± 0,278
3.	0,003 (0,001–0,010)	0,03 (0,017–0,057)	0,44 (0,240–2,140)	1,20 ± 0,286
4.	0,016 (0,002–0,040)	0,13 (0,062–0,188)	1,04(0,660–2,820)	1,41 ± 0,304
5.	0,041 (0,021–0,063)	0,31 (0,251–0,380)	2,43 (1,735–3,952)	1,44 ± 0,150
6.	0,055 (0,011–0,124)	0,81 (0,547–1,145)	11,87 (5,779–50,448)	1,09 ± 0,199

^a LC₁₀: 10%-os mortalitást okozó koncentráció

^c LC₉₀: 90%-os mortalitást okozó koncentráció

^b LC₅₀: 50%-os mortalitást okozó koncentráció

^d A második stádiumokban alkalmazott LC₁₀ és LC₅₀-os koncentrációk.



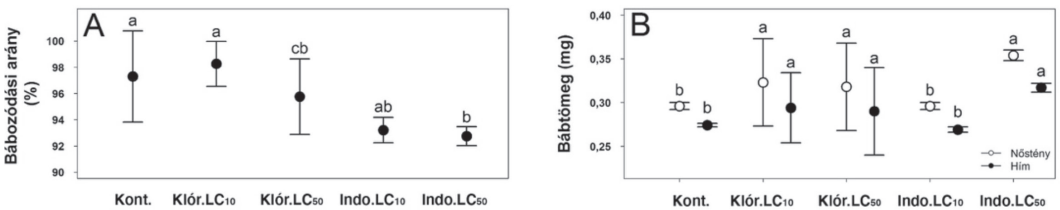
1. ábra. A klórtraniliprol, valamint az indoxakarb kezelések hatása a lárvafejlődés időtartamára (A) és a bábállapot hosszára (B)

A ricinus friss leveleit klórtraniliprol (Klór.), valamint az indoxakarb (Indo.) LC₁₀ és LC₅₀ koncentrációjú oldatába merítettük 20 mp-ig, míg a kezeletlen kontrollt (Kont.) vízbe. A szárítást követően kis egérpohárba helyeztük azokat és 25–25 db második stádiumú lárvát (4 ismétlésben) helyeztünk a levelekre, majd lefedtük az edényt. Kezeletlen levelekre helyeztük át a lárvákat 24 óra elteltével. A fejlődésük során kétnaponta friss leveleket kaptak. Az azonos betűvel jelölt oszlopok (átlag ±SE, p<0,05. Tukey féle HSD *post hoc* teszt alkalmazásával) nem különböznek szignifikánsan (1.–4. ábrák).

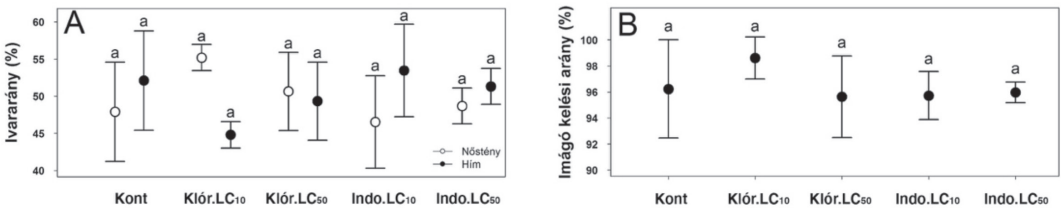
minkét inszekticid szignifikánsan csökkentette LC₅₀ koncentrációban (2. ábra A), miközben a báb tömeg szignifikánsan nőtt a klórtraniliprol LC₁₀ és LC₅₀, valamint indoxakarb LC₅₀ koncentrációk hatására (2. ábra B). Ezekkel szemben egyik inszekticides kezelés sem gyakorolt statisztikailag szignifikáns hatást az ivararányra és az imágó kelési arányra (3. ábra A, B).

– a fekunditásra és a fertilitásra

Egyik inszekticid sem mutatott szignifikáns hatást a vizsgált koncentrációkban a nőstények tojásrakására (fekunditás) (4. ábra A). Ami a lárvakelést illeti (fertilitás), a klórtraniliprol LC₁₀ és LC₅₀ koncentrációban nem befolyásolta, míg az indoxakarb LC₅₀ kezelés jelentősen csökkentette a kelést (4. ábra B).

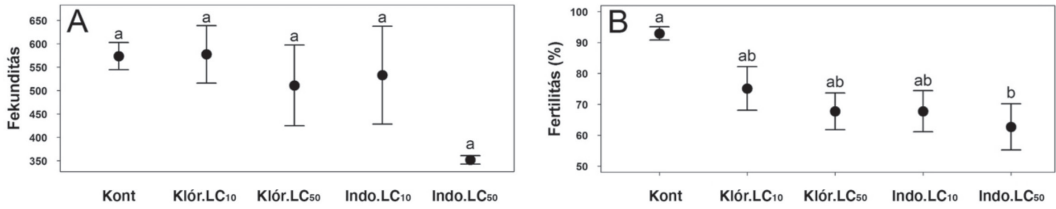


2. ábra. A klórtraniliprol, valamint az indoxakarb kezelések hatása a bábozódási arányra (A) és a báb tömege (B) A kezelés tekintetében az 1. ábránál leírtak szerint jártunk el. Nagy egérpoharakba steril földet raktunk, ricinuslevéllel takartuk és a hatodik stádiumú lárvákat át pakoltuk a levelekre. A bábokat 3–5 nap elteltével kirostáltuk, feljegyeztük a bábozódás arányát és a báb tömeget.



3. ábra. A klórtraniliprol, valamint az indoxakarb kezelések hatása az ivararányra (A) és az imágók kelési arányára (B)

A kezelés tekintetében az 1. ábránál leírtak szerint jártunk el. A bábok kiszedését követően megállapítottuk nemüket, majd külön-külön kis műanyag pohárkába helyeztük, nedves vattával és tüllel takarva. A kelési arányt is feljegyeztük.



4. ábra. A klórtraniliprol, valamint az indoxakarb kezelések hatása a fekundításra (A) és a fertilitásra (B) A kezelés tekintetében az 1. ábránál leírtak szerint jártunk el. A túlélő imágókat a kelést követően (5 nőtény és 7 hím) kis egérpohárba helyeztük, mézes vízzel láttuk el, valamint hullámos barna papírral béleltük és tüllel takartuk. A tojásokat tartalmazó barna csomagolópapírt naponta cseréltük, a tojásokat megszámoztuk (2–6 napig). A tojásokat nedvességet tartalmazó Petri-csészékbe helyeztük, majd megállapítottuk a kelési százalékot. Három ismétlést állítottunk be.

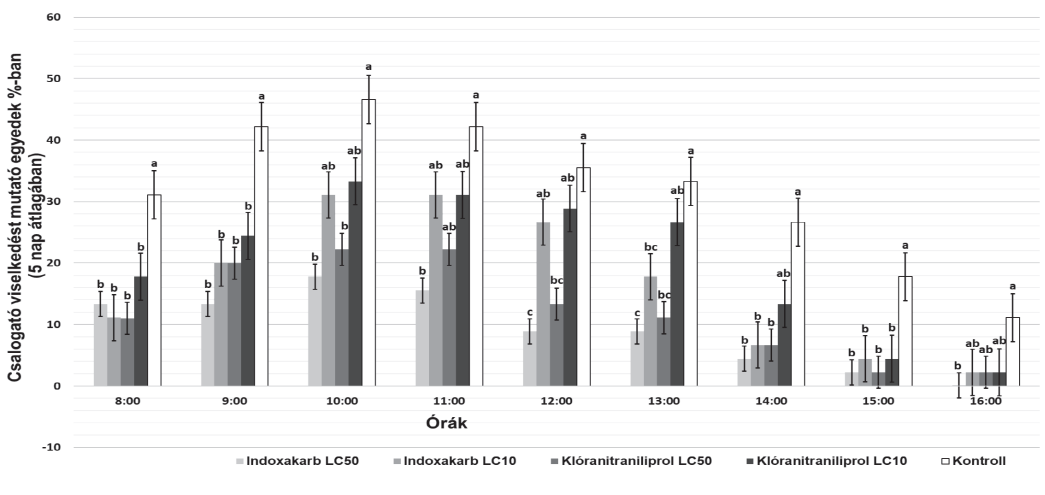
– a csalogató viselkedésre

A csalogató viselkedés a legintenzívebb a sötét fázis második (09:00) és a negyedik (11:00) órája között volt a két napos kontroll nőtényekben. A második stádiumú lárvák kezelt levelekkel történő etetését követően mindkét inszekticid csökkenést idézett elő a csalogató viselkedésben; a klórtraniliprol LC₁₀ esetében a nőtények 24,42±4,1%-a és 31,08±8,1%-a mutatott csalogató viselkedést 9:00, illetve 11:00 órakor, szemben a kontroll állatoknál tapasztalt 46,2±5,8 százalékkal. A klórtraniliprol LC₅₀-nél 19,98±2,2% és 22,2±7,8%, míg az indoxakarb esetében LC₁₀-nél mindössze 19,98±2,2% és 31,08±6,4%,

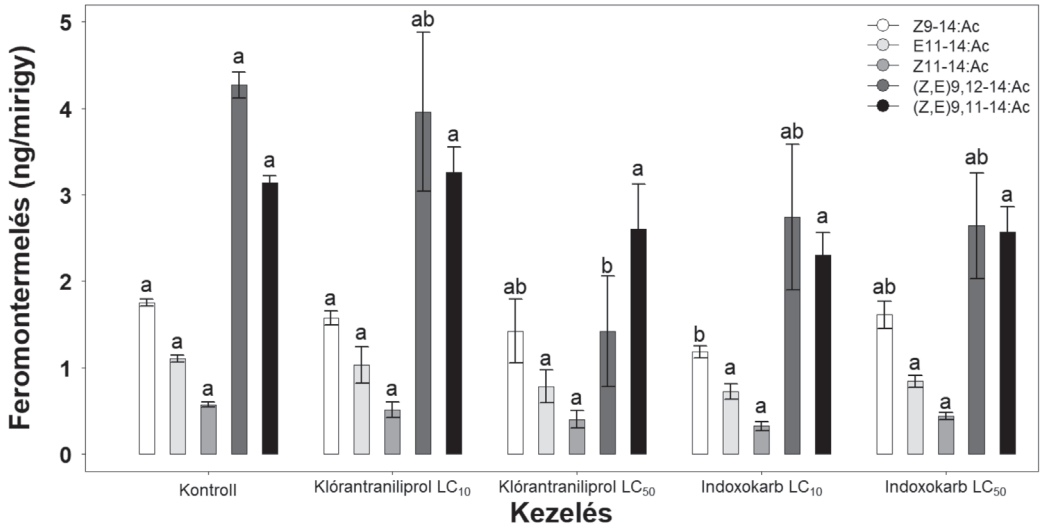
valamint LC₅₀-nél 13,32±2,2% és 17,76±4,4%-ban mutattak csalogató viselkedést az említett két időpontban. Összességben az LC₅₀-es koncentrációknál 50–60%-os a visszaesés (5. ábra).

– a feromonkomponensek mennyiségére

A GC–MS módszer segítségével 5 feromonkomponens mennyiségét határoztuk meg, közöttük a két legfontosabb, a (Z,E)9,12–14:Ac és a (Z,E)9,11–14:Ac, változásait. A 6. ábrán az öt összetevő a retenciós idők sorrendjében van feltüntetve (ng/FM). A kezelések általában nem eredményeztek szignifikáns csökkenést a komponensek mennyiségében a kontrollhoz képest, kivéve a klórtraniliprol LC₅₀ esetében a fő



5. ábra. A klórtraniliprol, valamint az indoxakarb kezelések hatása a csalogató viselkedésre A kezelés tekintetében az 1. ábránál leírtak szerint jártunk el. A megfigyelést 60 percenként végeztük, 8 órás intervallumban, 1–5 napig átlagolva (n=9 nőtény). Az azonos betűvel jelölt oszlopok (átlag ±SE) (p<0,05. Tukey féle HSD *post hoc* teszt alkalmazásával) nem különböznek szignifikánsan.



6. ábra. A klórántraniliprol, valamint az indoxakarb kezelések hatása a feromon komponenseinek mennyiségére. A kezelés tekintetében az 1. ábránál leírtak szerint jártunk el. A feromonkoncentrációkat ($n = 4-5$ FM kezelésként), a második nap 2–4 órája között végeztük el, három ismétlésben. Az összetevőket gázkromatográfhoz kapcsolt tömegspektrometriával határoztuk meg. Az azonos betűvel jelölt oszlopok (átlag \pm SE) ($p < 0,05$, Tukey féle HSD *post hoc* teszt alkalmazásával) nem különböznek szignifikánsan a kontrollokhoz képest.

komponens, (Z,E)9,12–14:Ac tekintetében, és az indoxakarb LC₁₀ vonatkozásában, egy mellék komponens, a Z9–14:Ac-ot illetően.

Következtetések

A klórántraniliprol és az indoxakarb ígéretes alternatív szer a növényvédelemben. Az új típusú peszticidek hatásainak megismerése fontos tényező a rezisztencia kialakulásának megelőzésében. Így csökkenthetjük annak a veszélyét, hogy a szert nem megfelelően alkalmazva – és a környezetet terhelve – sikertelen védekezést hajtsunk végre (Liu és mtsai 2011). Ennek a tanulmánynak az volt a célja, hogy jobban megismerjük a klórántraniliprol és az indoxakarb inszekticid aktivitását és latens hatásait a *S. littoralis*-ra.

Eredményeink azt mutatják, hogy a *S. littoralis* érzékenysége a klórántraniliprol és az indoxakarb rovarölőszerekkel szemben a lárvák fejlődésének előrehaladtával csökken. A hatodik stádiumú lárvák jóval magasabb toleranciát mutatnak, mint az első vagy második stádiumú lárvák (1. és 2. táblázatok). Egy

szervezet érzékenysége bármilyen kemikáliával szemben számos olyan tényezőtől függ, mint a méret, táplálkozás vagy fiziológiai állapot (Liu és Trumble 2005, Stark és Rangus 1994, Yin és mtsai 2008). A korai lárvastádiumhoz képest a hatodik stádiumú lárvák esetében a tolerancia növekedése 283-szoros volt a klórántraniliprol, míg az indoxakarb esetében 162-szeresnek adódott. Hasonlóképpen, Gamil és mtsai (2011) a *S. littoralis*-ban azt találták, hogy a második stádiumú lárvák sokkal érzékenyebbek voltak indoxakarbba, mint a negyedik stádiumúak. A *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) egy laboratóriumúban fenntartott vonala sokkal érzékenyebb volt a klórántraniliprolal szemben (LC₅₀ = 0,014 mg/l) mint 18 másik, Kínában szabadföldről begyűjtött vonal (Lai és Su 2011). *A.H. armigera* szintén toleránsabb volt indoxakarbba (LC₅₀ = 0,147 μ g/ml), mint klórántraniliprolal (LC₅₀ = 0,0147 μ g/ml) szemben (Bird 2015). Nemrég Cui és mtsai (2018) közöltek egy 5,93 mg/l indoxakarb LC₅₀ értéket harmadik stádiumú *H. armigera* lárvákban, ami valószínűtlenül magas. Rovarak esetében gyakran előfordul,

hogyan szubletális dózisu inszekticid hatásnak vannak kitéve, például a kezelést követően a kemikália lebomlásának köszönhetően. Tehát amikor szubletális koncentrációkkal kezelünk, az valójában a szabadföldi körülményeket modellezi. A jelentősen megnövekedett a fejlődési idő (1., 2., 3. ábrák) akár fokozott kártételhez is vezethet. Ezek az eredmények összhangban vannak El-Dewy (2017) által közltekkel, aki azt találta, hogy mindkét inszekticid jelentősen megnövelte a fejlődési időt, ha negyedik stádiumú *S. littoralis* lárvákat etettek LC₂₅ koncentrációval kezelt levelekkel. *A.P. xylostella* fejlődését szintén hátráltatta, amikor mindkét inszekticiddel kezelték szubletális dózisban (Guo és mtsai 2013, Wang és mtsai 2011). A fejlődési idő növekedéséről született beszámolók összhangban vannak azzal, amit Yin és mtsai (2008) és Liu és Trumble (2005) találtak *P. xylostella* és *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Trioizidae) fajokban.

A nőstények csalogató viselkedése a kezeletlen kontrollokban azonos volt a korábban leírtakhoz képest (Dunkelblum és mtsai 1987, Silvegren és mtsai 2005). Amint az 5. ábrán látható, az intenzív csalogató viselkedés csúcsa a sötétszakasz második és negyedik órájára esik, majd fokozatosan csökken és 10%-ra esik vissza a sötétszakasz végére. Hasonló drasztikus visszaesés volt tapasztalható a *M. brassicae* esetében, miután szubletális koncentrációkat keverték felszintetikus tápba spinozadból és emamektin-benzoáttól (Moustafa és mtsai 2016). A *P. xylostella* nőstények esetében, amikor harmadik stádiumú lárvákat szubletális dózisu indoxakarbval kezelt levéllel etettek, eleinte egy intenzív csalogató viselkedés volt megfigyelhető a sötétfázis elején, ami hamarosan visszaesett a normális mértékre (Wang és mtsai 2011).

A szexferomon termelése szorosan összehangolt élettani folyamatok eredménye, melyek hormonális és idegi szabályozás alatt állnak. Az éjszakai kártevő lepkék esetében a feromon termelődését a feromon bioszintézisét aktiváló neuropeptid (PBAN) szabályozza kártevő bagolylepkék (Noctuidae) fajok öbbségénél a sötét-fázis végére esik (Bloch és mtsai 2013,

Hull és Fónagy 2019). A *S. littoralis*-ban, amely jól egybevága a csalogató viselkedéssel (Silvegren és mtsai 2005) (5. ábra) vizont a sötétszakasz második–harmadik órájában a legintenzívebb. Korábbi tanulmányokban a *S. littoralis* feromontermelését a főkomponensre (Z,E)9,11–14:Ac-ra, mely 7–8 ng/FM találták (Dunkelblum és mtsai 1987, Marco és mtsai 1996;). A mi vizsgálatainkban 4,27±015 ng/FM-et kaptunk a (Z,E)9,12–14:Ac-ra, továbbá 3,14±0,08 ng/FM-et a (Z,E)9,11–14:Ac-ra, (6. ábra). A nagyon érzékeny hő-programnak köszönhetően melyet a SIM méréshez készítettünk, szétválaszthatók voltak a feromonkomponensek, mely értékek, ha összeadjuk őket, jól egyeznek a korábban közltekkel (Dunkelblum és mtsai 1987, Marco és mtsai 1996). A legjelentősebb visszaesést a klórántraniliprol LC₅₀ dózisának hatására az egyik főkomponens, a (Z,E)9,12–14:Ac esetében mértük (1,42±0,64 ng/FM). Hasonló jellegű eredményeket kaptunk *M. brassicae* második stádiumú lárvatetést követően spinozaddal és emamektin-benzoáttal történt kezelést követően (Moustafa és mtsai 2016). Az emamektin-benzoáttal kezeltetek esetében volt szignifikáns visszaesés a Z11–16:Ac főkomponens tekintetében.

Az új típusú inszekticidok ígértes alternatívát nyújthatnak a hagyományos inszekticidokkal szemben. További kiegészítő vizsgálatokkal beépíthetők az Integrált Növényvédelmi eljárások lehetséges tárházába.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az egyiptomi Science & Technology Development Fund (STDF) **támogatta**, (project ID; 33353). Molnár Béla Péter Bolyai János ösztöndíjban részeseül.

IRODALOM

- Ando, T., Inomata, S. and Yamamoto, M.** (2004): Lepidopteran sex pheromones. Topics in Curr Chem, 239: 51–96.
- Aydin, M.H. and Gürkan, M.O.** (2006): The efficacy of spinosad on different strains of *Spodoptera litto-*

- ralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae). Turk J Biol, 30: 5–9.
- Bentley, K.S., Fletcher, J.L. and Woodward, M.D.** (2010): Chlorantraniliprole: an insecticide of the anthranilic diamide class. In: Krieger, R. (Ed.), Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology. Academic Press, London. UK, pp. 2232–2242.
- Bird, L.J.** (2015): Baseline susceptibility of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) to indoxacarb, emamectin benzoate, and chlorantraniliprole in Australia. J Econ Entomol, 108: 294–300.
- Bloch, G., Hazan, E. and Rafaeli, A.** (2013): Circadian rhythms and endocrine functions in adult insects. J Insect Physiol, 59: 56–69.
- Campion, D.G., Hunter-Jones, P., McVeigh, L.J., Hall, D.R., Lester, R. and Nesbitt, B.F.** (1980): Modification of the attractiveness of the primary pheromone component of the Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae), by secondary pheromone components and related chemicals. Bull Entomol Res, 70: 417–434.
- Carter, D.** (1984): Pest lepidoptera of Europe with Special Reference to the British Isles. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Cui, L., Wang, Q., Qi, H., Wang, Q., Yuan, H. and Ru, C.** (2018): Resistance selection of indoxacarb in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae): cross-resistance, biochemical mechanisms and associated fitness costs. Pest Manag Sci, 74: 2636–2644.
- Desneux, N., Decourtye, A. and Delpuech, J.M.** (2007): The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annu Rev Entomol, 52: 81–106.
- Dunkelblum, E., Kehat, M., Harel, M. and Gordon, D.** (1987): Sexual behaviour and pheromone titre of the *Spodoptera littoralis* female moth. Entomol Exp Appl, 44: 241–247.
- El-Defrawi, M.E., Tappozada, A.T., Salama, A. and El-Khishen, S.A.** (1964): Toxicological studies on the Egyptian cotton leafworm *prodenia litura* F.II. Reversions of Toxaphene resistance in the Egyptian cotton leafworm. J Econ Entomol, 18: 265–267.
- El-Dewy, M.E.H.** (2017): Influence of some novel insecticides on physiological and biological aspects of *Spodoptera littoralis* (Boisduval). Alex Sci Exchange J, 38: 250–258.
- El-Sheikh, E.A.** (2015): Comparative toxicity and sublethal effects of emamectin benzoate, lufenuron and spinosad on *Spodoptera littoralis* Boisid. (Lepidoptera: Noctuidae). Crop Prot, 67: 228–234.
- El-Sheikh, E.S.A.M., El-Saleh, M.A., Aioub, A.A. and Desuky, W.M.** (2018): Toxic effects of neonicotinoid insecticides on a field strain of cotton leafworm, *Spodoptera littoralis*. Asian J Biol Sci, 11: 179–185.
- Gamal, A., Abdel-Raof, E. and Hossam, E.** (2009): Resistance stability to spinosad and abamectin in the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisid.). Resis Pest Manag Newslett, 19: 21–26.
- Gamil, W.E., Mariy, F.M., Youssef, L.A. and Abdel Halim, S.M.** (2011): Effect of Indoxacarb on some biological and biochemical aspects of *Spodoptera littoralis* Boisid. larvae, Ann Agri Sci, 6: 121–126.
- Gondhalekar, A.D., Song, C. and Scharf, M.E.** (2011): Development of strategies for monitoring indoxacarb and gel bait susceptibility in the German cockroach (Blattodea: Blattellidae). Pest Manag Sci, 67: 262–270.
- Guo, L., Desneux, N., Sonoda, S., Liang, P., Han, P. and Gao, X-W.** (2013): Sublethal and transgenerational effects of chlorantraniliprole on biological traits of the diamondback moth *Plutella xylostella* L. Crop Prot, 48: 29–34.
- Hannig, G.T., Ziegler, M. and Marcon, P.G.** (2009): Feeding cessation effects of chlorantraniliprole, a new anthranilic diamide insecticide, in comparison with several insecticides in distinct chemical classes and mode-of-action groups. Pest Manag Sci, 65: 969–974.
- Harder, H.H., Riley, S.L., McCann, S.F. and Irving SN** (1996): DPXMP062: a novel broad-spectrum, environmentally soft, insect control compound, Proceedings of the Brighton Conference, Brighton, UK.
- Hull, J.J. and Fónagy, A.** (2019): Molecular basis of pheromonogenesis regulation in moths. In: Olfactory Concepts of Insect Control - Alternative to insecticides. Ed: J.-F. Picimbon, Springer® Nature Switzerland AG, pp:151–202.
- Insecticide Resistance Action Committee, IRAC** (2019): IRAC Mode of Action Classification, Ver. 9.3, IRAC Mode of Action Working Group. http://www.MoA-Classification_v9.4_3March20.pdf
- Ishaaya, I., Yablonski, S. and Horowitz, A.R.** (1995): Comparative toxicity of two ecdystroids, RH-2485 and RH-5992 on susceptible and pyrethroid resistant strains of the Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis*. Phytoparasit, 23: 139–145.
- Lahm, G.P., Cordova, D. and Barry, J.D.** (2009): New and selective ryanodine receptor activators for insect control. Bioorg Med Chem Lett, 17: 4127–4133.

- Lahm, G.P., Selby, T.P., Freudenberger, J.H., Stevenson, T.M., Myers, B.J., Seburyamo, G., Smith, B.K., Flexner, L., Clark, C.E. and Cordova, D. (2005): Insecticidal anthranilic diamides: a new class of potent ryanodine receptor activators. *Bioorg Med Chem Lett*, 15: 4898–4906.
- Lanka, S.K., Ottea, J.A., Beuzelin, J.M. and Stout, M.J. (2013): Effects of chlorantraniliprole and thiamethoxam rice seed treatments on egg numbers and first instar survival of *Lissorhoptrus oryzophilus* (Coleoptera: Curculionidae). *J Econ Entomol*, 106: 181–188.
- Lai, T. and Su, J. (2011): Assessment of resistance risk in *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) to chlorantraniliprole. *Pest Manag Sci*, 67: 1468–1472.
- Liu, D.G. and Trumble, J.T. (2005): Interactions of plant resistance and insecticides on the development and survival of *Bactericera cockerelli* [Sulc] (Homoptera: Psyllidae). *Crop Prot*, 24: 111–117.
- Liu, H., Xiao, P., Liu, Y., He, J., Qiu, X. and Jiao, Y. (2011): Resistance risk analysis and biochemical mechanism of *Spodoptera litura* to indoxacarb. *Agrochemi*, 50: 197–200.
- Marco, M.P., Fabriàs, G., Lázaro, G. and Camps, F. (1996): Evidence for both humoral and neural regulation of sex pheromone biosynthesis in *Spodoptera littoralis*. *Arch Insect Biochem Physiol*, 31: 157–167.
- Moustafa, M.A.M., Kákai, A., Awad, M. and Fónagy, A. (2016): Sublethal effects of spinosad and emamectin benzoate on larval development and reproductive activities of the cabbage moth, *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae). *Crop Prot*, 90: 197–204.
- Moustafa, M.A.M., Kákai, A., Awad, M. és Fónagy, A. (2020): A spinosad és az emamectin-benzoát szubletális hatásainak vizsgálata a káposzta bagolylepke (*Mamestra brassicae* L. Lepidoptera: Noctuidae) fejlődésére és reprodukciós aktivitására. *Növényvédelem*, 81 (N.S.56): 351–360.
- Nesbitt, B.F., Beevor, P.S., Cole, R.A., Lester, R. and Poppi, R.G. (1973): Sex pheromones of two noctuid moths. *Nature*, 244: 208–209.
- Parsaeyan, E., Saber, M. and Bagheri, M. (2013): Toxicity of emamectin benzoate and cypermethrin on biological parameters of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) in laboratory conditions. *Crop Prot*, 2: 477–485.
- Percy, J.E. and Weatherston, J. (1974): Gland structure and pheromone production in insects In: Birch M C (Ed), *Pheromones*, North Holland Publishing Company, Amsterdam, London, pp. 11–34.
- Raina, A.K., Jaffe, H., Klun, J.A., Ridgway, R.L. and Hayes, D.K. (1987): Characterization of a neurohormone that controls sex pheromone production in *Heliothis zea*. *J Insect Physiol*, 33: 809–814.
- Sattelle, D.B., Cordova, D. and Cheek, T.R. (2008): Insect ryanodine receptors: molecular targets for novel pest control chemicals. *Invert Neurosci* 8: 107–119.
- Shen, L.-Z., Chen, P.-Z., Xu, Z.-H., Deng, J.-Y., Harris, M.-K., Wanna, R., Wang, F.-M., Zhou, G.-X. and Yao, Z.-L. (2013): Effect of larvae treated with mixed biopesticide *Bacillus thuringiensis* – Abamectin on sex pheromone communication system in cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*. *Plos One*, 8: e68756.
- Silvegren, G., Löfstedt, C. and Rosén, W.Q. (2005): Circadian mating activity and effect of pheromone pre-exposure on pheromone response rhythms in the moth *Spodoptera littoralis*. *J Insect Physiol*, 51: 277–286.
- Stark, J.D. and Rangus, T.M. (1994): Lethal and sublethal effects of the neem insecticide formulation, 'Margosan-O', on the pea aphid. *Pestic Sci*, 41: 155–160.
- Tamaki, Y. and Yushima, T. (1974): Sex pheromone of the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis*. *J Insect Physiol*, 20: 1005–1014.
- The Pherobase. <http://www.pherobase.com/>
- Wang, G., Huang, X., Wei, H. and Fadamiro, H.Y. (2011): Sublethal effects of larval exposure to indoxacarb on reproductive activities of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Pest Biochem Physiol*, 101: 227–231.
- Wing, K.D., Schnee, M.E., Sacher, M and Connair, M. (1998): A novel oxadiazine insecticide is bioactivated in lepidopteran larvae. *Arch Insect Biochem Physiol*, 37: 91–103.
- Wing, K.D., Sacher, M., Kagaya, Y., Tsurubuchi, Y., Mulderig, L., Connair, M and Schnee, M. (2000): Bioactivation and mode of action of the oxadiazine indoxacarb in insects. *Crop Prot*, 19: 537–545.
- Yin, X.-H., Wu, Q.-J., Li, X.-F., Zhang, Y.-J. and Xu, B.-Y. (2008): Sublethal effects of spinosad on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Crop Prot*, 27: 1385–1391.
- Zhao, X., Ikeda, T., Salgado, V.L., Yeh, J.Z. and Narahashi, T. (2005): Block of two types of sodium channels in cockroach neurons by indoxacarb insecticides. *Neurotoxicol*, 26: 455–465.

TOXICITY AND SUBLETHAL EFFECTS OF CHORANTRANILIPROLE AND INDOXACARB ON SPODOPTERA LITTORALIS (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

M. A. M. Moustafa¹, Á. Hamow Kamirán², Zs. Mikó², B.P. Molnár² and A. Fónagy²

¹Department of Economic Entomology and Pesticides, Faculty of Agriculture, Cairo University, 12613 Giza, Egyiptom

²Plant Protection Institute, Centre for Agricultural Research, Herman Ottó street 15, H-1022 Budapest, Hungary

Chlorantraniliprole and indoxacarb insecticides exhibit good efficiency for control of lepidopteran pests. The current study is a comprehensive analysis on the effect of lethal and sublethal concentrations of these insecticides on *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) by using the leaf dipping technique. The lethal LC₅₀ values ranged from 0.06 to 1.07 mg/l, and 0.005 to 0.81 mg/ for chlorantraniliprole and indoxacarb, respectively. Our results showed that treatment of the 2nd instar larvae with LC₅₀ concentrations of these insecticides significantly increased the length of larval and pupal duration as well as pupal weight in most cases. However, no significant differences have been found in the percentage of hatchability, except for LC₅₀ equivalent of indoxacarb. Female behavior regarding calling activity decreased by 50–60% following exposure to the LC₅₀ concentration of both insecticides. Gas chromatography coupled mass spectrometry analysis results showed that both insecticides lowered pheromone titer except chlorantraniliprole at LC₅₀ equivalent for (*Z,E*)-9,12-tetradecadien-1-ol acetate, and indoxacarb LC₁₀ equivalent for (*Z*)-9-tetradecenyl acetate. These results indicate that chlorantraniliprole and indoxacarb could be effective against *S. littoralis*, even in sublethal doses.

Keywords: Toxicity, Sublethal concentration, Chlorantraniliprole, Indoxacarb, *Spodoptera littoralis*

A NÖVÉNYVÉDELMI KLUB

2021. szeptember 6-án 14,30 órától várja az érdeklődőket a Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság (1112 Budapest, Budaörsi út 141–145.) előadótermében tartjuk.

A klubdelutánon **JORDÁN LÁSZLÓ** igazgató
Nemzeti Élelmiszerlánc-Biztonsági Hivatal
Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság

DRÓNOK A NÖVÉNYVÉDELEMBEN – LEHETŐSÉGEK ÉS KORLÁTOK

címen tart előadást.

VÁRJUK A FIATAL ÉRDEKLŐDŐKET AZ ÖSSZEJÖVETELEINKEN!

Dr. Tarjányi József és **Zsigó György**
a Klub elnöke a Klub titkára