



**Szent István Egyetem**

# **AKARICIDEK TESZTELÉSÉNEK KOMPLEX MÓDSZERE LABORATÓRIUMBAN**

Doktori (Ph. D.) értekezés

Bleicher Edit

Gödöllő  
2003

## **A doktori iskola**

### **megnevezése:**

Növénytermesztés- és kertészettudományi Doktori Iskola

### **tudományága:**

Növénytermesztési és kertészeti tudományok

### **vezetője:**

Dr. Virányi Ferenc egyetemi tanár, az MTA Doktora  
SZIE, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar  
Növényvédelemtani Tanszék

### **titkára:**

Dr. Gyulai Gábor  
egyetemi docens, a biológiai tudomány kandidátusa  
SZIE, Genetika és Növénynevelés Tanszék  
Gödöllő

### **Témavezető:**

Dr. Jenser Gábor tudományos tanácsadó, az MTA Doktora  
Magyar Tudományos Akadémia Növényvédelmi Kutató Intézete

.....  
Az iskolavezető jóváhagyása

.....  
A témavezető jóváhagyása

## Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	1
Bevezetés.....	5
1. Irodalmi áttekintés.....	7
1.1. A <i>Tetranychus urticae</i> Koch általános ismertetése.....	7
1.2. Környezeti tényezők hatása takácsatkákra.....	7
1.3. A <i>Tetranychus urticae</i> Koch tojásának biológiai sajátosságai az ovidid kísérletek tervezése szempontjából.....	8
1.4. A <i>Tetranychus urticae</i> Koch nőtényének biológiája a tesztek értékelése szempontjából.....	9
1.5. <i>Tetranychus urticae</i> Koch populációk fotoperiódus érzékenysége.....	11
1.6. Az akaricid készítmények kedvező tulajdonságai a felhasználók szempontjából.....	11
1.7. Laboratóriumi hatástani módszerekben alkalmazott kezelési eljárások.....	11
1.8. Különböző hatástani módszerek alkalmazásával elvégzett kísérletek eredményeinek áttekintése.....	12
1.8.1. Akaricidek ovidid hatása.....	12
1.8.2. Akaricidek hatása a nőtényre.....	13
2. Anyag és módszer.....	15
2.1. Felhasznált anyagok, kísérleti körülmények.....	15
2.1.1. A kísérletekben felhasznált <i>Tetranychus urticae</i> Koch populációk származása.....	15
2.1.2. A <i>Tetranychus urticae</i> tenyészetek fenntartása.....	15
2.1.3. A laboratórium klímája.....	15
2.1.4. A tápnövény frissen tartása a kezeléseknél.....	15
2.1.5. Tesztállatok mozgatása a kísérletekben.....	15
2.1.6. A vizsgált hatóanyagok és készítmények.....	16
2.1.7. Vivő anyagok.....	16
2.2. <i>Tetranychus urticae</i> Koch életmódjának vizsgálatára kidolgozott módszerek.....	17
2.2.1. Fejlődési stádiumok időtartama.....	17
2.2.2. A nőtény élettartama és tojásprodukcója.....	19
2.2.3. A populációk ivararánya.....	19
2.2.4. <i>Tetranychus urticae</i> populációk fotoperiódus érzékenységének meghatározása.....	19
2.3. Teszt módszerek leírása hatástani vizsgálatok elvégzéséhez.....	20
2.3.1. Ovidid módszer bemártásos kezeléssel.....	20
2.3.2. Módszer transzlamináris hatásmód kimutatására tojásokon.....	21
2.3.3. Módszer az un. teljes transzlamináris hatásmód kimutatására tojásokon.....	21
2.3.4. Transzmaternális ovidid hatást kimutató módszer.....	22
2.3.5. Tojásprodukción csökkentő és ölü hatás mérése nőtényen bemártással kezelt levélfelületen.....	23
2.3.6. Módszer transzlamináris hatásmód kimutatására nőtényeken.....	23
2.3.7. Módszer ölü hatás vizsgálatára juvenilis alakokon bemártással kezelt levélfelületen.....	24
2.3.8. Az eredményközlés adatai, statisztikai értékelés.....	25
2.3.9. A teszt módszerek felhasználási területei.....	25
3. Eredményközlés.....	27
3.1. A <i>Tetranychus urticae</i> Koch életmódjának vizsgálatára kidolgozott módszerek eredményei.....	27
3.1.1. Fejlődési stádiumok időtartama a WHO törzsen.....	27
3.1.2. A <i>Tetranychus urticae</i> nőtényének élettartama és tojás produkciója, WHO törzs.....	30
3.1.3. <i>Tetranychus urticae</i> populációk ivararánya.....	31
3.1.4. <i>Tetranychus urticae</i> populációk fotoperiódus érzékenysége.....	32
3.2. Hatástani teszt módszereinkkel végzett kísérletek eredményei <i>Tetranychus urticae</i> Koch sztandard érzékeny, WHO törzsen.....	33
3.2.1. Bemártásos ovidid módszerrel végzett kísérletek eredményei.....	33

3.2.2. Transzlamináris hatásmód kimutatása tojásokon.....	36
3.2.3. Az un. teljes transzlamináris hatásmód kimutatása tojásokon.....	37
3.2.4. Transzmaternális ovidid hatás.....	37
3.2.5. Tojásprodukción csökkentő és ölé hatás nőstényen bemártással kezelt levélfelületen ....	38
3.2.6. Transzlamináris hatás, tojásprodukción csökkentő és ölé hatás nőstényen.....	41
2.2.7. Ölé hatás juvenilis alakokon bemártással kezelt levélfelületen.....	42
4. Eredmények értékelése .....	43
4.1. A biológiai vizsgálatok eredményei.....	43
4.1.1. Fejlődési stádiumok időtartama .....	43
4.1.2. A nőstény élettartama és tojásprodukciónja.....	43
4.1.3. <i>Tetranychus urticae</i> populáción ivararánya.....	43
4.1.4. <i>Tetranychus urticae</i> populáción fotoperiódus érzékenysége.....	44
4.2. A hatástani vizsgálatok eredményeinek értékelése.....	45
4.2.1. Bemártásos kezelés alkalmazásával végzett ovidid vizsgálatok.....	45
4.2.2. Transzlamináris hatásmód kimutatása tojásokon.....	45
4.2.3. Teljes transzlamináris hatásmód kimutatása tojásokon .....	46
4.2.4. Transzmaternális hatásmód kimutatása tojásokon.....	46
4.2.5. Tojásprodukción csökkentő és ölé hatás nőstényen bemártással kezelt levélfelületen ....	46
4.2.6. Transzlamináris hatásmód kimutatása nőstényen.....	47
4.2.7. <i>Tetranychus urticae</i> juvenilis alakjainak mortalitása bemártással kezelt levélfelületen .	47
4.2.8. A laboratóriumi hatástani vizsgálatok eredményei a Flumite 200 gyakorlati felhasználásának szempontjából .....	48
5. Következtetések, javaslatok.....	49
6. Összefoglalás .....	51
6. Summary .....	53
Irodalomjegyzék.....	55
Köszönetnyilvánítás.....	61

## Bevezetés

A takácsatkák az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb gazdasági károkat okoznak, ami részben a felszaporodásukat elősegítő növényvédelmi technológiákra vezethető vissza. Kártételükre jellemző, hogy a gyümölcs kultúrákban több évre kiható hozam csökkenést is előidézhetnek nem megfelelő védekezés esetén. Az atka rendkívül apró, milliméternél kisebb kártevő, a termesztők sok esetben késve észlelik. A vegetációs idő elején és végén lévő rövid időszakokat leszámítva jellemzően vegyes korösszetételűek a populációk, ami az eredményes védekezést megnehezíti, hiszen az atka ölü készítmények nagy része nem hatékony az atkák összes fejlődési alakja ellen. A takácsatkák, biológiájukból adódóan; évente több nemzedék, rövid időtartamú egyedfejlődés, magas utódszám, haplo-diploid szex determináció, rendkívül gyorsan rezisztenssé válnak az atka ölü szerekre. A rezisztencia kialakulása ellen a szerrotáció a leghatékonyabb eszköz.

Az AGRO-CHEMIE, korábban a Chinoin RT nagytényi üzeme, az 1980-as évek végétől foglalkozik atka ölü szerek fejlesztésével.

Egy új akaricid szer fejlesztése sokrétű feladat, melynek egy része a biológiai laboratórium munkája. A kísérleti molekulákat és szereket vizsgáló laboratóriumnak két alapvető feladatot kell megoldania, nagyszámú új molekula szűrővizsgálatainak elvégzését, ezzel párhuzamosan a forgalomban lévő akaricidek hatásainak minél több szempontú jellemzését, hogy a kifejlesztendő készítmény technológiai értéke a forgalomban lévőkkel összehasonlítható legyen.

A továbbiakban a Flumite 200 akaricid fejlesztése során létrehozott biológiai laboratórium munkamódszereit ismertetem, ezzel a munkamódszerrel 1989. óta dolgozunk.

A munkához kiválasztott teszt állat, *Tetranychus urticae* Koch, az egyik legelterjedtebb kártevő faj, emellett jól tenyészthető laborállat. Munkám során célként tűztem ki a *Tetranychus urticae* Koch biológiájának minnél jobb megismerését. A hatástani vizsgálatok kísérleti körülményeivel azonos környezetben kísérlet sorozatot végeztem a munkám szempontjából legfontosabb biológiai adatok meghatározására, mértem a tojás állapot időtartamát, a juvenilis fejlődési stádiumok időtartamát, a nőtény élettartamát és tojásprodukciónját.

A hatástani mérések alapfeltétele a minden szelektáló ágenstől mentes környezetben fenntartott laboratóriumi törzs, melynek érzékenysége időben állandó a vizsgálandó akaricidekre. A *Tetranychus urticae* Koch biológiáját tanulmányozva a vegyi anyagokon kívül a megvilágítás is lehet szelektációs ágens a laboratóriumi fenntartás során, ezért célszerű fotoperiódusra nem érzékeny törzset választani a hatástani vizsgálatokhoz. A munkánkhoz kiválasztott törzs fotoperiódus érzékenységének megállapítására módszert dolgoztam ki. A módszer alkalmazásával elvégzett kísérletek eredményei alapján a laboratóriumban a törzs fotoperiódusra érzéketlennek bizonyult.

A fejlesztési munka során szerzett tapasztalataink és a kialakított teszt módszerek a fejlesztési munkán kívül is hasznosak lehetnek a rezisztencia-kutatásban, a szerrotáció és a szerkombinációk megtervezésekor.



## 1. Irodalmi áttekintés

### 1.1. A *Tetranychus urticae* Koch általános ismertetése

A faj rendszertani besorolása és általános jellemzése Bognár és Jenser (1996) alapján:

Rendszertani besorolás:

Törzs: Ízeltlábúak – Arthropoda

Osztály: Pókszabásúak – Arachnoidea

Rend: Atkaalakúak – Acariformes

Család: Takácsatka-félék – Tetranychidae

Faj: Közönséges takácsatka – *Tetranychus urticae* Koch

A leggyakoribb magyar társnevei: bab-takácsatka, kétfoltos takácsatka, vöröspók. Számos latin syn. neve ismert, pl.: *Tetranychus telarius* Linné, *Tetranychus sambuci* Schrank, stb.

Leírás:

A nőtény fordított tojásalakú, 360-470  $\mu\text{m}$  hosszú. A sárgászöldtől a narancsvörösig számos színváltozata ismert. A hím jóval kisebb, 220-450  $\mu\text{m}$  hosszú. Sárgás vagy narancsvörös. A potroh határozottan csúcsban végződik. A tojás gömbszerű, fényes, sárgászöld vagy gyöngyfehér átmérője 20-30  $\mu\text{m}$ .

Elterjedés:

Kozmopolita faj. Magyarországon is mindenütt előfordul. Egészen szélsőséges ökológiai viszonyok között is megtalálja életfeltételeit.

Életmód:

Polifág faj, több száz tápnövénye ismert, lágylő- és fásszárú növényeket egyaránt károsít.

Valamennyi mozgó fejlődési alakja leveleken szivogat, de túlszaporodása esetén a bimbókat, a virágokat, a fiatal terméseket is megtámadja. A megtámadott levelek színén kezdetben apró, halvány foltok jelennek meg, majd barnás bronzos vagy bíborvörös foltok keletkeznek. A levelek fonákját jellegzetes finom szövedék lepi el. A levelek párologtatása fokozódik, klorofill tartalmuk csökken, ami korai levélhullást eredményez.

A nőtények telelnak át a fák kéregrepedéseiben vagy gyomnövények maradványai között. Tavasszal viszonylag korán 10-15 °C léghőmérséklet mellett megjelennek és tápnövényeik leveleire vándorolnak, ahol megkezdik a táplálkozást. Évente több nemzedékük van. Redszerint a nyár közepétől kezd növekedni az egyedszám és a nyár második felében éri el tetőpontját. Szabadföldi körülmények között nyár végén, ősz elején jelenik meg az áttelelő alak.

### 1.2. Környezeti tényezők hatása takácsatkákra

A tojás és a juvenilis stádiumok időtartamát befolyásoló tényezők: a hőmérséklet, a levegő relatív páratartalma, a táplálék minősége (van de Vrie 1972).

A környezeti tényezők közül a hőmérséklet van legnagyobb hatással az egyed fejlődésre és a reprodukciós kapacitásra. A fiatalabb fejlődési stádiumok lényegesen érzékenyebbek a hőmérsékletre, mint az idősebbek. Az embrionális fejlődés ötször gyorsabb 35°C-on, mint 15°C-on. A hőmérséklet befolyásolja a nyugvó és mozgó juvenilis fejlődési stádiumok időtartamának arányát, míg 21°C-on közel azonos ideig tartanak, 35°C-on a nyugvó alakok időtartama alig több mint a negyede a mozgó juvenilis alakok időtartamának (Wermelinger 1990).

### 1.3. A *Tetranychus urticae* Koch tojásának biológiai sajátosságai az ovid kísérletek tervezése szempontjából

A takácsatkák esetében a teljes embrionális fejlődés, az ivarsejttől a lárváig, a nőtény testén kívül megy végbe a tojásban. A sejtosztódás az anya testét elhagyva azonnal megkezdődik és 7 óra múlva, 22°C-on, már kialakul az 1024 sejtes blastoderma (Dittrich 1968). Mikor az embrió a tojás egy harmad részét kitölti megjelenik a tojás légző szerve, majd a piros szemfoltok (Crooker 1985). A tojás nem tekinthető egységes fejlődési stádiumnak, folyamatosan új szervek, szervrendszerek jelennek meg benne. A különböző ovid anyagokra jellemző meddig hagyják fejlődni az embriót. Keiichiro Ishii (1987) szerint korai stádiumban állítja le az embrió fejlődését a benzoximát, közép stádiumban a tetradifon, hexitiazox, klofentezin, közép-késői stádiumban a dikofol, közvetlenül a kikelés előtt az amitráz.

Egy ovid hatóanyag az embrionális fejlődés bizonyos szakaszában hatékony, az érzékeny fejlődési szakasz hatóanyagtól függően változik. Az idegrendszert támadó anyagokra jellemző, hogy az idegrendszer differenciálódása előtt nem tudják leállítani a tojás fejlődését, ilyen pl: a GABA inhibitor abamektin (El-Banhawy 1985).

Az ovid anyag kétféle képpen hatolhat be a tojásba, az anya szervezetén belül vagy az anya szervezetén kívül, a tojás lerakása után. Az anya szervezetén belüli érintkezést az ovid anyagokkal „transovarian” hatásként írja le Brooker et al. (1987). A szövő atkák tojása több rétegű tojáshéjjal védett, a legbelső réteg az ováriumban képződik, maga a petesejt termeli, míg a külső burkokat járulékos mirigyek váladékai alkotják (Witalinski 1993).

A klofentezin és a hexitiazox *T. urticae* nőtényein vizsgált sterilizáló hatásáról „sterilising effect” számol be Chapman és Marris (1986). Sterilizáló hatásként említi a nőtény kezelését követő kétirányú hatást, a tojásprodukciónak csökkenését és a lerakott tojások közt az életképtelen egyedek számának növekedését.

A tojáshéj szélsőséges környezeti viszonyok közt is védelmet nyújt a fejlődő embriónak, főként a kiszáradástól óvja meg. A vízhatlan tojáshéjon keresztül a Tetranychidae fajok esetében már az embrió fejlődés kezdetétől van légcseré. A *Tetranychus cinnabarinus* tojásának mérhető oxigénfogyasztásáról számol be az embrió fejlődés korai szakaszában Thurling (1980). Az embriófejlődés későbbi szakaszában a növekvő oxigén szükségletet a speciális tojás légzőszerv biztosítja a *Tetranychus urticae* esetében (Dittrich 1971), hasonló képződmény a rovarok esetében ismeretlen. A légzőszerv a tojásban viszonylag korán fejlődik ki, jóval azelőtt, hogy a lárvák körvonalai láthatóak lennének a tojáshéjon keresztül (Suski 1989). A tojás légzőszerv az atkák egyes rendszertani csoportjaira jellemző képződmény, a tojásban légzőszervük van, pl.: Tetranychidae, Tenuipalpidae és Stigmaeidae család fajainak. Nincs ilyen légző szerv az Acaridae, Phytoseiidae, Tarsonemidae és Tydeidae család fajainál és az Eriophyoidea fajoknál. A speciális légző szerv a lárvák kikelése után a tojáshéjban marad (Suski 1989).

A takácsatkák esetében a légcseré intenzitása a tojásban közvetlenül a kikelés előtt ugrásszerűen megnő, a tojás korai stádiumától kezdve folyamatosan fejlődő légzőszervben páros, kúp alakú képlet jelenik meg a késői szakaszban. A kúp alakú perforációs szervek „perforation organs” átfúrják a tojás héját (Dittrich 1971).

A perforációs szervek áttörése után a tojás védettsége a külvilággal szemben lényegesen csökken. Egyes akaricidekre is érzékenyebb a tojás ebben a szakaszban (Dittrich 1969).

Azoknak az akaricideknek az ovid hatása, melyek a késői szakaszban állítják le az embrió fejlődését, nagy mértékben függ a környezeti tényezőktől, pl.: az „avermectin B1”<sup>1</sup> 12,5 ppm-es dózisa bemártásos kezeléssel a *T. urticae* tojásait 16°C és 24°C-on nem ölte, de 34°C-on 100%-os mortalitást okozott (El-Banhawy 1985).

---

<sup>1</sup> Avermectin B1 = abamectin, a *The Pesticide Manual* 3. oldal alapján (Brighton: 1997, a British Crop Protection Council kiadványa 1606 oldal, Szerk: Tomlin), az abamectin elnevezést, munkámban a továbbiakban, az összes említett hatóanyaghoz hasonlóan, fonetikusán írom az „abamectin” hatóanyag nevet, mint abamectin.



#### 1.4. A *Tetranychus urticae* Koch nőtényének biológiája a tesztek értékelése szempontjából

Az akaricidek hatását a *T. urticae* mozgó alakjaira a nőtényen célszerű tesztelni, mivel ez a legnagyobb testméretű és a legellenállóbb. A lárva, a nimfák és a hím lényegesen kisebbek, és kártételük szinte elenyésző a nőtényéhez viszonyítva.

A kísérletek eredményeinek ismételhetősége érdekében a hatásokat, olyan kritériumok alapján kell értékelni, melyek egyértelműen megállapíthatók, ezért a kutatók az inszekticidek és akaricidek esetében legtöbbször a halál beálltát értékelik, mivel ennek az állapotnak a megítélése kevésbé függ az értékelő személy szubjektivitásától, mint a szubletális állapotok „moribund” vagy „affected” értékelése (Welty 1988).

A mortalitás önmagában nem ad megbízható információt a hatékonyságról. A szubletális hatások jelentőségére több szerző felhívja a figyelmet. A kezelések irritáló hatása, ami a tápnövény elhagyására kényszeríti az állatot, egyenértékű lehet a biológiai halállal a szárnyatlan ízeltlábúak esetében, ha nem találnak a kezelt tápnövényükön kívül alternatív táplálékot (Warwick-Fisher 1986).

A szubletális hatások a populáció dinamikáját erősen befolyásolhatják. Jó példát találunk erre a piretroidok esetében. A piretroidok akaricid hatékonyságát egyedül az ölü hatás alapján nem lehet rangsorolni. Az irritatív, repellens hatás az állat viselkedését változtatja meg, a kezelt felületet elhagyják az atkák és a kezeletlen vagy a kevés reziduumot hordozó levél felületeket rohanják meg, ez az ún. rekolonizáció jelensége. A kezelt felületeken a fekunditás radikálisan visszaeshet, de a kezeletlen felületen hirtelen megugró utód termelést tapasztalhatunk egyes piretroidok esetében, pl. cipermetrin, ismert „outbreak” jelenségével állunk szemben. A piretroidok szubletális hatásait bővebben ismerteti Penman és Chapman (1988).

Az inszekticidek közt ismeretes néhány hatóanyag, melyek a rovar táplálkozásának leállítására révén fejtik ki hatékonyságukat. A természet számára ugyanis nem az állat gyors pusztulása a fontos, hanem a kártétel olyan szintű mérséklése, amely már lehetővé teszi a gazdaságos termelést. Különböző anyagok táplálkozás gátló aktivitását vizsgálta Jermy (1958, 1966). A réz sói hatásosan gátolták a burgonyabogár táplálkozását. Hasonló elven működő hatásról számol be Jenser (1967) egy atka faj esetében. Egyes peszticidek gátló aktivitását vizsgálta Metatetranychus ulmi Koch<sup>2</sup> fitofág atka életfolyamataira. A kezelések rejektív hatását „rejective action” a kezelt levélfelületen a letelepedett nőtények, a lerakott tojások, és a táplálkozási nyomok száma alapján értékelte. Eredményeiből következtetve feltételezhetjük, hogy az általa leírt rejektív hatás, mint szubletális hatás, növényvédelmi szempontból épp olyan jelentős lehet, mint az inszekticidek esetében ismert táplálkozás gátló aktivitás.

A dienoklór, Pentac néven ismert készítménye rózsa kultúrában engedélyezett akaricid, esetében a tojás termelést megszüntető hatást írja le, mint az akaricid hatékonyságát biztosító legfőbb hatást (Tomlin 1997), ami arra mutat rá, hogy egy szubletális hatás a nőtényen önmagában is lehet fő hatása egy akaricidnek.

A kezelt nőtényeken hatóanyagától függően változó tüneteket tapasztalhatunk, pl.: cihexatin esetében görcsös, konvulzív állapot figyelhető meg, az atka selyemszálon lógva igyekszik levetni magát a kezelt felületről „spin-down response”. A fenpropatrin ilyen heves menekülési reakciót nem vált ki, de az atka igyekszik elhagyni a kezelt felületet „dispersal response”. Az amitráz hatására az atka lemenekül a kezelt felületről „walk off response”. Fenpropatrin és amitráz hatására gyorsan dehidratálódnak az atkák, cihexatin és benzoximat hatására fokozatosan alakul ki a dehidratációs állapot, a kezelt atka kiszárad. Avermektin<sup>3</sup>, propargit és dikofol esetében az atka pusztulását nem előzi meg dehidratációs folyamat (Keiichiro Ishii 1987).

Az irodalomban a halál beálltát a nőtényen mortalitási kritériumok alapján állapítják meg a szerzők, leírják, milyen tünetre értékelik elpusztultnak vagy élőnek a nőtényt. A mortalitási

<sup>2</sup> Metatetranychus ulmi Koch = Panonychus ulmi

<sup>3</sup> avermektin = abamektin

kritériumok leírásában az irodalom nem egységes, még azonos hatóanyag csoporton belül is találhatóak eltérések, pl.: azok a laboratóriumi módszerek, melyek az egyik legnagyobb mennyiségben felhasznált akaricid vegyület csoport, a szerves ón vegyületek hatását vizsgálták *T. urticae* nőtényein, az alábbi mortalitási kritériumok szerint ítélték meg a halál beálltát. Miller et al. (1985) elpusztultnak tekinti azt a nőtényt, amelyik teveszőr ecset érintésére nem mozgatja végtagjait. Miller et al. (1985) mortalitási kritériumát Flexner et. al. több munkájában is átveszi (Flexner 1988a, 1988b, 1989). Schiffhauer és Mizell (1988) elpusztultnak tekinti a nőtényt, ha finom érintésre nem képes egy testhossznyit odébb menni az érintést követően. Hasonló kritérium alapján értékeli Herron et al. (1997), de nem köti ki az egy testhossznyi távolságot. Elpusztultnak tekinti azt az atkát, amelyik ingerlés hatására nem kezd el járni.

A fenti példa alapján a mortalitási kritériumok hatóanyag, hatóanyag csoport szerinti bővebb áttekintését tartottam szükségesnek.

A propargit esetében a legtöbb szerző elpusztultnak tekinti azt az atkát, amelyik finom inger hatására nem képes egy testhossznyit odébb menni (Dennehy 1987), (Schiffhauer 1988), (Grafton-Cardwell 1987), (Kabir 1997). Grafton-Cardwell et al. (1989) élőnek tekinti azt az atkát, ami élénken mozgatja végtagjait vagy képes járni.

A makrociklikus laktonok, pl.: abamektin, esetében El-Banhawy és Anderson (1985) elpusztultnak tekinti azt az atkát, amelyik finom ingerlés hatására nem reagál. Campos et al. (1996, 1997) mortalitási kritériuma: az atka elpusztult, ha ingerlés hatására nem tapasztalható mozgás. Grafton-Cardwell és Hoy (1983) két csoportra osztja a kezelést túlélő atkákat, aktívan járkáló egyedek és járásra képtelen egyedek. Walsh et al. (1996) mortalitásként tekinti azt az atkát, amelyik No.0 típusú teveszőr ecset érintésére nem reagál. Több szerző a makrociklikus laktonok esetében is azt az atkát tekinti élőnek, amelyik ingerlés hatására legalább egy testhossznyit odébb megy (Beers 1997, Knight 1990). Beers et al. (1998) értékeléskor három kategóriába sorolja a kezelt atkákat a finom ecsettel kiváltott ingerválasz alapján. Elpusztult az egyed, ha mozgás nem tapasztalható. „Moribund”, ha mozgatja a végtagjait, de nem képes egy testhossznyit járni. Élő, ha több mint egy testhossznyit járni tud. Hoy és Conley (1987) a mortalitási kritérium megválasztásakor figyelembe veszi az abamektin mérgezés tipikus tüneteit. Elpusztultnak tekinti a nyilvánvalóan halott egyedeket és az immobilizált egyedeket, melyek nem raknak tojást, és nem gyógyulnak fel. Túlélőnek tekinti azokat az atkákat, melyek az ecset érintésére képesek odébbmenni vagy hátsó lábaikat még mozgatni tudják.

Grenn et al. (1985) leírja az abamektin mérgezés tüneteit *T. urticae* esetében. A kezelt atka paralizises állapotba kerül, ami először a hátsó lábait érinti, az első lábak még élénken mozognak. Az atka ebben az állapotban már nem képes sem járni sem táplálkozni, a kártétel megszűnik. A szerző felhívja a figyelmet arra, hogy az első lábak mozgása alapján a kutatók az abamektin hatékonyságának kifejlődését általában lassúbbnak értékelik a valóságosnál.

Az említett szerzők közül egyedül Hoy és Conley (1987) vette figyelembe a hátsó lábak paralizisét, mint mortalitási tünetet.

A METI (mitokondriális elektrontranszport inhibitor) hatóanyag csoport esetében Young-Joon Kim et al. (1999) mortalitási kritériuma: elpusztult az az atka, amelyik teveszőr ecset érintésére nem mozgatja a végtagjait. Goka (1998) értékelése alapján élőnek tekintendő az az atka, amelyik érintési próba hatására normálisan kezd járni, az összes többi elpusztultnak tekintendő.

Megállapíthatjuk, hogy az egységes mortalitási kritériumok hiánya, ugyanazon hatóanyag csoporton belül is, általánosan jellemző az idézett szerzők munkái alapján

### 1.5. *Tetranychus urticae* Koch populációk fotoperiódus érzékenysége

Balás és Sáringer (1984) alapján a *T. urticae* hazai, szabadföldi populációiban a nőtények un. fakultatív vagy feltételes diapauzában telelnek.

A telelőre vonuló nőtények jellegzetes fiziológiai és morfológiai változásokon mennek keresztül. Wiesmann (1968) a telelő állapot legfontosabb ismervének tartja a fekete színű sejtek eltűnését a középbélből, míg Ignatowicz (1985) a vörös szineződést tekinti döntő ismertetőjelnek.

A *T. urticae* esetében a diapauzát kiváltó környezeti hatások közül a fotoperiódus a meghatározó tényező. A *T. urticae* fotoperiódus-érzékenysége származási helytől függően változik. Az egyenlítő környékén a 30. szélességi körökig a populációk nem érzékenyek a fotoperiódusra. Diapauza a 30. szélességi körtől tapasztalható. Az aktív élettevékenységhez szükséges megvilágítás időtartama a sarkkörök felé haladva növekszik. A Leningrádból begyűjtött populáció 18°C fenntartva 16,5 óra megvilágítást igényelt, míg a Sapporo-ból (Japán) származó populáció esetében 12óra 50perc megvilágítás elegendő volt az aktív élettevékenységek fenntartásához (Ignatowicz 1985).

Labor körülmények között elveszítheti a diapauza képességét egy szabadföldről begyűjtött populáció, ha a megvilágítás nem megfelelő. Rövid idő alatt felszaporodnak a populációban a fotoperiódusra érzéketlen egyedek. A fotoperiódus érzéketlenség genetikai háttere ismert, monogénes, recesszív öröklődésű tulajdonság. A mérsékelt övben szabadföldről begyűjtött, *T. urticae* populációkból rendkívül gyorsan, két nemzedék alatt, szelektálható fotoperiódusra érzéketlen egyedekből álló tenyészet napi 7 órás megvilágítással, 18°C-on (Ignatowicz 1985).

### 1.6. Az akaricid készítmények kedvező tulajdonságai a felhasználók szempontjából

- a) a tojások és a mozgó alakok ellen egyaránt jó hatékonyság,
- b) szisztemikus tulajdonság, vagy legalább a levél egyik felületén lévő szer maradvány hatékony legyen a levél másik felületén az atkák és tojásaik ellen, un. transzlamináris hatás,
- c) ne legyen toxikus gerincesekre, hasznos ízeltlábúakra és a gazdanövényre (Cranham 1985).

### 1.7. Laboratóriumi hatástani módszerekben alkalmazott kezelési eljárások

A takácsatkák hatástani vizsgálatára kidolgozott módszerekben több módon kezeltek a vizsgált akaricidekkel.

Az un. kontakt hatásmód vizsgálatára alkalmazott módszerekben, mikor a tesztállat a kezelés során közvetlenül érintkezik a hatóanyaggal, az alábbi kezelési módok ismeretesek:

A takácsatkák tojásait legtöbb esetben, a hordozó levélfelülettel együtt, bemártással kezelték, a bemártás ideje néhány másodperc volt (Brooker 1987, Keena 1991, Rathman 1990). Ritkábban permetezéssel kezeltek (Herron 1993).

A nőtények kezelési módjai változatosabbak. Több szerző vizsgálta a nőtények mortalitását olyan plasztik vagy üveg felületen, melyre előzőleg akaricid anyagot vittek fel vizes oldat permetezésével vagy szerves oldószerben szétterítve, száradás után helyezték a felületekre a nőtényeket. A módszerek elnevezése különböző. Propargittal kezelt Kabir és Chapman (1997), Grafton- Cardwell et al. (1989) „Petri Dish – Potter Tower Method” ill. „Rapid Bioassay” néven ismertették módszereiket. Abamektinnel kezel Campos et al. (1997) „Petri Plate Assay” néven írta le módszerét. Ismeretes továbbá az un. „Microimmersion Bioassay” (Dennehy 1993), amelynek

alkalmazásakor a nőstényeket különböző pipették segítségével megfürdették a kezelő oldatban, majd, leszárításuk után, kezeletlen levélfelületen helyezték el azokat értékelésig.

Knight et al. (1990) levélkorongra helyezett nőstényeket permeteztek Potter torony segítségével avermektin (= abamektin) és fenbutatinoxid rezisztencia monitorozási munkájuk során, „Adulticide Bioassay” néven írták le módszerüket.

Hoy és Conley (1987) bemártással kezeltek levéldarabkákat, majd száradásuk után helyezték rájuk a nőstényeket.

Nauen et al. (2001) lárvákat kezeltek, a hordozó levélfelülettel együtt, permetezéssel.

Az un. transzlamináris hatásmód vizsgálatok esetében a hatóanyag közvetlenül nem érintkezik a testállattal a kezelés során. Az alábbi kezelésmódok használatosak:

Transzlamináris hatásmód vizsgálatára írt le kezelési eljárást abamektinnel Beers et al. (1997), permetezéssel kezelték a levelek színét, míg fonákjukat takarással védték.

Walsh et al. (1996) a levelek színére apró cseppekben vitte fel az abamektin tartalmú kezelő oldatot „topically applied” kezeléssel, míg a fonák kezeletlen maradt.

## **1.8. Különböző hatástani módszerek alkalmazásával elvégzett kísérletek eredményeinek áttekintése**

### **1.8.1. Akaricidek ovidid hatása**

A klofentezin az irodalmi adatok alapján az egyik leghatékonyabb ovidid. Rathman et al. (1990) Apollo 500 SC ovidid hatékonyságát vizsgálta, 0-24 órás *T. urticae* tojások, 5 másodperces bemártással kezelve, 500 ppm detergenst tartalmazó vizes oldattal (detergens Triton Ag-98). Négy különböző helyről begyűjtött populáción 0,11-0,24 ppm (AI) terjedő skálán mérte az LC50 értékeket. A hexitiazox ovidid hatása (Savey 50 DF) ugyanebben a kísérletben tinzennégy különböző helyről begyűjtött populáción 0,13-0,46 ppm (AI) terjedő skálán mozgott.

A klofentezin molekula fejlesztését ismertető publikációban a szintetizált tetrazin származékok ovidid hatékonyságát szintén bemártásos módszerben vizsgálta Brooker et al. (1987). Öt hatékonysági osztályt állított fel az LC50 értékek alapján: >1000 ppm, 100-999 ppm, 10-99ppm, 1-9,9 ppm, <0,99 ppm. A leghatékonyabb molekulák, köztük a klofentezin is, az LC50 < 0,99 ppm hatékonysági csoportban voltak. A kiválasztásra kerülő klofentezin molekula LC50 értékét külön nem ismertette.

Herron et al. (1993) Apollo 500 SC ovidid hatékonyságát vizsgálták, a tojásokat permetezéssel, Potter toronnyal, kezelték. A mért LC50 érték: 3,5 ppm (AI) volt az érzékeny törzs egyedein.

A hexitiazox jó ovidid hatékonyságáról számos publikáció beszámolt. Keena et al. (1991) a hexitiazox hatóanyagú Savey 50 DF ovidid hatását vizsgálta különböző kultúrákból begyűjtött *T. urticae* populációk tojásain. Detergenst nem használt, a kezelő oldatot desztillált vízzel készítette el és bemártással kezelte. A tojásokat  $29 \pm 1^\circ\text{C}$ -on keltette. A begyűjtött 16 populáción az LC50 értékeket 0,013-0,061 ppm (AI) között mérte.

Beers et al. (1998) szintén a Savey 50 DF hatékonyságát vizsgálták különböző kultúrákból begyűjtött *T. urticae* populációk tojásain. A kezelő odatatok elkészítéséhez 500 ppm detergenst, Triton AG-98, és desztillált vizet használtak, bemártással kezeltek. A tojásokat  $24^\circ\text{C}$ -on keltették. A referens érzékeny törzs LC50 értéke 0,1 ppm (AI) volt, a begyűjtött négy populáció LC50 értékei 0,07-0,13 ppm (AI) közti skálán mozogtak.

A Masai 20 WP (20% tebufenpirad) a tojások és a mozgó alakok ellen egyaránt hatékony akaricidek közé tartozik. Kyomura et al. (1990) eredmény közlésében az MK-239 (tebufenpirad) ovidid aktivitás LC50 értéke 0,72 ppm közvetlenül tojásrakás után és 1,9 ppm három nappal a tojásrakás után, közvetlenül a kikelés előtt kezelve.

## 1.8.2. Akaricidek hatása a nőtényre

A *T. urticae* nőtényére kiugróan jó ölü hatást mutatott a Vertimec 1,8 EC (1,8% abamektin). Campos et al. (1996) két módszerben vizsgálták abamektin tartalmú készítmény hatékonyságát. Bemártással kezelt bab leveleket a kezelést követően 24 órával telepítettek be *T. urticae* nőtényeivel. Az LC50 az érzékeny törzsön 0,1 ppm (AI). A betelepítés és kezelés időpontját megfordítva, a betelepített levelet 24 óra múlva kezelték bemártással, az LC50 érték 0,01 ppm (AI). A mortalitási kritérium: elpusztultnak tekintették azt az atkát, amelyik inger hatására nem mozgott. Knight et al. (1990) atkákkal betelepített levél korongokat permeteztek avermektin (avermektin = abamektin) tartalmú készítménnyel, az LC50 értékek 0,0007 – 0,0025 ppm (AI) közötti skálán mozogtak a tíz vizsgált *T. urticae* populáció esetében. A mortalitási kritérium: elpusztultnak tekintették azt az atkát, amelyik inger hatására nem volt képes egy testhossznyit járni. Hoy és Conley (1987) avermektin B1 (avermektin B1 = abamektin) hatóanyaggal készítettek kezelő oldatot 1000 ppm Triton AG-98 desztillált vizes oldatával hígítva. A bab leveleket bemártással kezelték, majd betelepítették *T. urticae* nőtényeivel. Az LC50 értékek 0,06 – 0,14 ppm közötti skálán mozogtak a vizsgált hat populáció esetében. A mortalitási kritérium: élőknek tekintette azt az atkát, amelyik a hátsó négy lábát még tudta mozgatni. Kyomura et al. (1990) eredményközlésében az MK-239 (tebufenpirad), adult nőtényeken mért LC50 értéke 3,7 ppm. Goka (1998) a METI akaricidek ellen kialakult rezisztenciákat monitorozta *Tetranychus kanzawai* Kishida fajon és a kialakult rezisztenciák öröklődésmenetét vizsgálta. Módszerében a tápnövény leveleiből kivágott korongokat a rajtuk lévő nőtényekkel együtt bemártással kezelte, 25°C-on inkubált. A mortalitást 72 órára értékelte, a normális járásra képtelen egyedeket tekintette elpusztultnak. Az érzékeny törzsön mért LC50 érték 2,99 ppm. A 72 órás értékelési idő indokolatlanul hosszúnak tűnik, más szerzők a METI akaricidek esetében gyorsan kialakuló hatásról számolnak be (Devine 2001). Devine et al. (2001) mikroimmerziós módszerrel vizsgálták a METI rezisztenciát, *T. urticae* fajon. Tíz másodperces bemártással kezelték az atkákat, négy óra múlva értékelték a mortalitást, az LC50 érték az érzékeny törzsön 3,5 ppm. Keena és Granett (1987) „residual cell method”, Keena és Granett (1985) által leírt módszer, alkalmazásával vizsgálta *T. urticae* populációk érzékenységét Omite 30WP (30% propagit) kezelésekre. Három, mandula ültetvényekből származó, *T. urticae* populáció érzékenységét hasonlította össze. A legérzékenyebb populáción mért LC50 érték 31,72 ppm (AI). Grafton-Cardwell et al. (1989) két laboratóriumi módszer eredményeinek összehasonlításával vizsgálta takácsatka populációk propargit érzékenységét. Az egyik, általa „leaf bioassay” néven leírt módszer, irodalmi hivatkozása alapján, azonos Keena et al. (1985) módszerével, ugyan erre a forrásra hivatkozik más munkájában is (Grafton-Cardwell 1987), de ezúttal „laboratory cell bioassay” elnevezés szerepelt az eredményközlésben. A másik alkalmazott módszert „rapid bioassay” néven írja le, a módszertani leírásban forrásra nem hivatkozott. A módszer lényege, Omite 30 WP etanos oldatát petricsésze belső felületére viszi fel, 1 ml kezelő oldatot zárt petricsészében rázogatóval egyenletesen felvisz a belső felületekre, majd kinyitva megszáritja. A mérgezett üveg felületen vizsgálta az atkák mortalitását. A két módszer összehasonlítása alapján azt a következtetést vonta le, hogy a „leaf bioassay” érzékenyebb módszer a rezisztencia szintek bemérésére. A védekezések hatékonyságát veszélyeztető rezisztenciát, azonban a „rapid bioassay” is megbízhatóan kimutatja. A „rapid bioassay”-hoz hasonló módszerrel végzett kísérleteket a *T. urticae* propargit érzékenységének vizsgálatára a biológiai és operációs faktorok függvényében Kabir és Chapman (1997). Az általuk alkalmazott „Petri Dish - Potter Tower Method” szintén a petricsészék kezelt felületén vizsgálja a mortalitást, de a kezelő oldat Omite 30 WP vizes oldata, amit Potter toronnyal permetez a belső felületekre. Az operációs faktorok közül vizsgálta az egységnyi permetezett felületre jutó lémenyiségeket az alkalmazott lémenyiségek, 1-5ml, függvényében; a hőmérséklet és a hatékonyság közti korrelációt. A biológiai faktorok közül a kezelt adult nőtények korát, mint

érzékenységet befolyásoló tényezőt vizsgálta. Megállapította, hogy az operációs tényezők erősen befolyásolták a kezelések hatékonyságát, míg a kezelt atka korától függően, 0-30 napos egyedeket vizsgál, kevésbé változik a propargit érzékenység.

## 2. Anyag és módszer

### 2.1. Felhasznált anyagok, kísérleti körülmények

#### 2.1.1. A kísérletekben felhasznált *Tetranychus urticae* Koch populációk származása

A hatástani kísérletekben és az életmód kísérletekben a *Tetranychus urticae* Koch WHO törzsével dolgoztunk. A törzset 1988-óta tartjuk fenn. Az MTA Növényvédelmi Kutató Intézetéből származik.

Az életmód kísérletekben, a WHO törzs mellett, két esetben használtunk egy szabadföldről begyűjtött *T. urticae* populációt, a DANS populációt, a fotoperiódus érzékenység és az ivararány vizsgálatokhoz. A DANS populációt 1996-ban gyűjtöttük be Dánszentmiklósról, alma ültetvényből.

#### 2.1.2. A *Tetranychus urticae* tenyészetek fenntartása

A fenntartás során egy hetes babnövényeket használtunk fel 15-20 cm-es szárrésszel vízbe állítva. A már erősen atkás leveleket a friss levelekre ráhelyezve tartottuk fenn folyamatosan a tenyészetet. A felhasznált fajta, tekintettel a magas hőmérsékletre és a fényszegény viszonyokra, egy kukorica köztesként termelt tájfajta, pillangó babként kapható, piacokon szerezhető be, mint étkezési bab. A tenyészeteket izolátorban vízcsapdán tartjuk fenn.

#### 2.1.3. A laboratórium klímája

Hőmérséklet:  $25 \pm 2$  °C; relatív páratartalom: 60-80%; fotoperiódus: 17 óra világos – 7 óra sötét; fényerősség: 1000 lux. A továbbiakban laboratóriumi körülmények említésekor a fenti klimatikus körülményekre utalok. A *Tetranychus urticae* Koch tenyészeteit és a beállított kísérleteket is ilyen körülmények közt tartjuk.

#### 2.1.4. A tápnövény frissen tartása a kezeléseken

Az összes kísérleti módszerben, ahol nedves szűrőpapírral tartjuk frissen a kezelt levélkorongokat, kanóccal oldjuk meg a nedvesség utánpótlását. A kanócot egy üveg gyűrűből 25 mm magas és 25 mm Ø-jű, két db szűrőpapír korongból 55 mm Ø-jű, és papírvattából alakítjuk ki. Az egyik szűrőpapír korongon két sugár irányú bevágással, egymástól 25 mm-re a korong kerületén, kanócot választunk le, amit egy papírvatta darabkával összefogva behúzzunk az üveg gyűrűbe. A kanócot vízzel telt, 20 mm magas petricsészébe állítjuk, a második szűrőpapír korongot ráillesztjük az elsőre. Folyamatosan és egyenletesen nedvesen tartható felületet kapunk, amin a levélkorongok akár több hétig is frissen tarthatók, a bab levélből kivágott korongokon gyakran figyelhető meg erős gyökéreképződés.

#### 2.1.5. Tesztállatok mozgatása a kísérletekben

A nőtények és tojások mozgatását minden esetben finom retusáló ecsettel, fényképezési segédeszköz, oldottuk meg.

### 2.1.6. A vizsgált hatóanyagok és készítmények

A sztandard hatóanyagok hatástani vizsgálatához az analitikai tisztaságú mintákat a Riedel de Haën katalógusból rendeltük meg: amitráz, azociklotin, benzoximat, bifentrin brómpropilát, cihexatin, dezmetilklórdimeform, dienoklór, dimetoát, fenbutatinoxid, fenpropatrin, flubenzimin, foszalon, hexitiazox, karbofurán, karboszulfán, klofentezin, klórdimeform, metomil, tetradifon, tetraszul, tioquinox, pirimifoszmetil, propargit, quinalfosz.

A flufenzint (fejlesztési kód: SzI-121) mint vizsgálandó kísérleti molekulát, és a Flumite 200 készítményt (20% flufenzin) az AGRO-CHEMIE kémiai laboratóriumaiban állították elő.

Az alább felsorolt készítményeket kereskedelmi forgalomból szereztük be: Apollo 500 SC (50% klofentezin) AgrEvo; Ekalux 25 EC (25% quinalfosz) Chinoin; Omite 57 E (57% propargit) Uniroyal Chemical; Neoron 500 EC (50% brompropilát) Novartis; Masai 20 WP (20% tebufenpirád) Magyarországon jelenleg a Mitsubishi által gyártott Pyranica 20 WP néven van forgalomban szintén 20% tebufenpirád tartalmú készítmény; Nissorun 10 WP (10% hexitiazox) Nippon Soda; Vertimec 1,8 EC (1,8% abamectin) Novartis.

#### 2.1.6.1. A vizsgált anyagok kiválasztásának szempontjai

Vizsgálatainkba a specifikus akaricid és inszekticid-akaricid készítmények és hatóanyagok széles körét igyekeztünk bevonni. A nagyobb hatóanyag csoportokból legalább egy képviselőt választottunk.

A kísérleti molekulák közül egyedül a végül fejlesztésre került flufenzint tüntettem fel. A többi molekulának csak a fejlesztési kódját ismertem, így hatástani vizsgálataik eredményei sem adnának információt.

Az akaricidok fejlesztése során több száz molekulát kell megvizsgálni laboratóriumi hatástani módszerekkel. A gyakorlati felhasználás körülményei közt nagy számú molekula hatékonyság vizsgálata több okból megoldhatatlan, rendkívül drága lenne minden kísérleti anyagból a szükséges mennyiséget előállítani, a vizsgálatok elvégzése terület igényes, költséges és környezet szennyező lenne. A gyakorlatban az a kialakult eljárás, hogy a laboratóriumi munka eredményei alapján válsztják ki azt a néhány molekulát, melyeknek hatékonyságát már formázott készítményben, nagyobb felületen, kis parcella, üzemi parcella, vizsgálják tovább.

#### 2.1.7. Vivő anyagok

Minden kísérletben vizes oldattal végeztük a kezeléseket.

Az alkalmazott kísérleti módszerekben a kezelő oldatokban a vivő anyag egységes. A hatóanyagok vizsgálatokor minden dózis és az oldószeres kontroll 10% acetont és 900 ppm Tween 80-t tartalmaz ioncserélt vízben. A formázott készítmények vizsgálatokor a vivő anyagok sztandardizálása nem valósítható meg, a formázó anyagok mennyisége a dózis arányában csökken a kezeléseknben. Tween 80 500 ppm-es ioncserélt vizes oldatával készítettük el a kezelő oldatokat a formázott készítmények esetében.

Minden ismétlésben beállítottunk vivőanyagot, un. blank kontrollt, és kezeletlen kontrollt.



## **2.2. *Tetranychus urticae* Koch életmódjának vizsgálatára kidolgozott módszerek**

### 2.2.1. Fejlődési stádiumok időtartama

Nedves szűrőpapír alátéttel frissen tartott bablevél korongokra, 18 mm Ø-jű, egy nőstény atkát helyeztem korongonként két óra időtartamra. Ez alatt az idő alatt a *T. urticae* rendszerint 1-2 tojást rak. Korongonként egy tojást hagytam meg. Minden levélkorongnak azonosító számot adtam. Az egyedfejlődési stádiumokat naponta 14 órakor értékeltem az 1. táblázat (16. oldal) alapján. A fejlődési stádiumokat Bodnár és Jenser (1996) alapján neveztem meg. A kísérletek kivitelezése során minden értékelésnél, minden egyed fejlődési stádiumát fel kell jegyezni az adott időpontban. Az elnevezések leírása hosszadalmas lett volna, ezért rövidítéseket alkalmaztam. A megfeleltetést az 1. táblázatban (16. oldal) feltüntettem. A tojás stádiumon belül a fejlődési szakaszokat megfigyeléseim alapján írtam le és szintén rövidítéssel jelöltem a megfigyelt szakaszokat, 1. táblázat (16. oldal).

A tojásrakás napját nulladik napnak vettem, így a napok száma órára átváltható. Egy fejlődési stádium gyakran rövidebb ideig tartott, mint egy nap. A közbeeső fejlődési stádium korát lineáris interpolálással pótoltam, pl.: a K1 stádiumot a 6. napon, a K2 stádiumot a 7. napon észleltem egy adott egyednél, az M2 stádium eléréséhez szükséges időt 6,5 napnak vettem.

Az azonos fejlődési stádiumok eléréséhez szükséges időt (n) számú egyedre átlagoltam a szórás megadásával. Kizártam az értékelésből azokat az egyedeket, melyek adulttá válásuk előtt elpusztultak.

Munkaszervezési okból külön kísérlet sorozatban végeztem el a tojás stádium fejlődési szakaszainak vizsgálatát és M2 stádiumtól adultig a fejlődési stádiumok vizsgálatát. A tojás stádium vizsgálata esetében is megvártam az egyedek adulttá válását és feljegyeztem az egyedek nemét. A nőstények és hímek adatait az értékelések befejezése után szétválasztottam külön táblázatokba.

1. táblázat *Tetranychus urticae* Koch fejlődési stádiumai

A *Tetranychus urticae* Koch fejlődési stádiumainak elnevezése Bognár és Jenser (1996) alapján szerepel a táblázatban, a fejlődési stádiumoknak megfelelő rövidítések, T, T1, T2, T3, M1, K1, M2, K2, M3, K3, An, Ah saját rövidítéseim.

Tetranychus urticae fejlődési stádiumai Bognár és Jenser (1996) alapján	Fejlődési stádiumok és szakaszok rövidítései	
Tojás	T	
	Vizuálisan megkülönböztethető szakaszok a tojás stádiumon belül (preparáló mikroszkóp 50 x nagyítás)	
	T1	Víziszta tojás
	T2	Opálos, fehér színű tojás
	T3	Sárga, áttetsző tojás, piros szemfoltokkal. A tojás alakja még nem deformálódott.
T4	A tojás alakja enyhén deformálódott. A tojáshéj alatt levegő járatok vannak, már nem áttetsző a tojás. A szemfoltok jól láthatóak. Az embrió körvonalai kirajzolódtak.	
Juvenilis fejlődési stádiumok		
Lárva	M1	
Nimfokrizális	K1	
Protonimfa	M2	
Deutokrizális	K2	
Deutonimfa	M3	
Teliokrizális	K3	
Adult stádium		
Nőstény	An	
Hím	Ah	

### 2.2.2. A nőtény élettartama és tojásprodukcója

Nőtény atkákat egyenként izoláltam deutonimfa stádiumban megszámozott bablevél korongokon, 18 mm Ø-jű. Naponta ellenőriztem fejlődésüket. Az adulttá válás napját nulladik napnak számoltam. Egy ismétlésen belül rendszerint 2 nap alatt elérte az adult stádiumot az összes egyed. A lerakott haploid tojások számát minden harmadik nap feljegyeztem, majd friss levél korongra helyeztem át az atkákat, a *T. urticae* esetében a megtermékenyült nőtények és a szűz nőtények tojásprodukcója azonosnak tekinthető (Ballantyne 1969).

A mortalitást naponta értékeltem.

### 2.2.3. A populációk ivararánya

Nőtény atkákat hagytam 24 óráig tojást rakni 25 mm Ø-jű bablevél korongokon, nedves szűrőpapírral frissen tartva. 6 levél korongot használtam fel ismétlésenként, 4 adult nőtény atka volt egy levél korongon. A nőtények korongra helyezését 0. napnak számoltam, a 10. napon értékeltem az utódok nemét. Megszámoltam a nőtény és a hím egyedeket. A *T. urticae* neme deutonimfa stádiumban már biztosan meghatározható.

### 2.2.4. *Tetranychus urticae* populációk fotoperiódus érzékenységének meghatározása

2 db cserépbe ültetett, 1 hetes babnövényt betelepítettem a vizsgálandó tenyészetből származó atkás bablevelekkel, majd vízcsapdával ellátva fitotronba (Weiss típusú) helyeztem. A fitotronban olyan klimatikus feltételeket biztosítottam, amelyek bármely mérsékelt övről származó telelő populációban kiváltanák a fakultatív diapauzát.

Fakultatív diapauzát kiváltó klimatikus feltételek a fitotronban Ignatowicz (1985) nyomán: Hőmérséklet: 18°C, fotoperiódus: 7 óra világos: 17 óra sötét, relatív páratartalom: 60-80%.

A vizsgált populációkat a tápnövény kimerüléséig tartottam fitotronban, 40-50 napig, majd a babnövényeket kivettem a fitotronból és mikroszkóp segítségével megszámláltam az adult nőtényeket minden levélen és a száron is, mivel a telelő alakok gyakran húzódnak a szár repedéseibe.

Az anyagcsere aktivitása alapján az alábbi 3 alakot különböztettem meg.

1. *aktív alak*: Sárgás zöld színű, a középbélben nagyszámú, fekete színű középbéli sejt látható. Aktívan táplálkozik, és folyamatosan tojást rak.
2. *telelő alak*: Vörös színű, a középbélben fekete színű középbéli sejtek nem láthatóak, ezáltal a névadó kétfoltos rajzolat eltűnik (Wiesmann 1968), nem táplálkozik, és nem rak tojást. A test szélessége csökken, ami a középbél térfogat csökkenésével magyarázható. A telelő alak lényegesen karcsúbb, mint az aktív.
3. *átmeneti alak*: Egyedenként változó intenzitású vöröses színeződés figyelhető meg, lényegesen kisebb számban, mint az aktív alaknál, de láthatóak fekete színű középbéli sejtek. Kismértékben táplálkozik és néhány tojást is rak. A test szélessége kismértékben csökkent.

### 2.3. Teszt módszerek leírása hatástani vizsgálatok elvégzéséhez

A vizsgált akaricideket két módon vittem fel a levélfelületekre, bemártással és transzlamináris hatásmód kimutatására kidolgozott kezeléssel.

#### ***Bemártásos kezelés leírása:***

A levélkorongokat, 15–25 mm Ø-jű, 5 másodpercig merítjük a kezelő oldatba, a korongot szűrőpapíron élére állítva leitatjuk a felesleges nedvességet. Laboratóriumi körülmények közt, fonákjukkal felfelé, száraz szűrőpapírra fektetve szárítjuk a kezelt korongokat, majd nedves szűrőpapíron tartjuk frissen.

#### ***Kezelés transzlamináris hatásmód kimutatására, leírás:***

20 ml-es üveg fiolába, magassága 50 mm, 25 mm Ø-jű, 10 ml kezelő oldat van. A fiola száját leborítjuk a kezelendő levéllel, majd egy többrétegű papírvattával bélelt petricsészével, 110 mm Ø-jű, és rászorítjuk a fiolára, majd 5 másodpercre megfordítjuk, a kezelő oldat nem ömlik ki, mert szivárgás mentesen összeszorítjuk a felületeket. A kezelő oldat 25 mm Ø-jű nedves foltot hagy a levél színén, amit üvegre író tollal megjelölünk, mielőtt megszáradna. A kezelt levelet színével felfelé fordítva petricsészére helyezzük, a levélnyelet vizes vatta darabkába burkolva tartjuk frissen, amit külön petricsészében helyezünk el, így megakadályozzuk a kezelés esetleges elmosódását. 24 óráig laboratóriumi körülmények közt tartjuk a kezelt leveleket, majd levél korongot vágunk, 15-18 mm Ø-jű, a kezelt foltok közepéből. A korongokat fonákjukkal felfelé nedves szűrőpapíron tartjuk frissen további felhasználásig.

#### 2.3.1. Ovicid módszer bemártásos kezeléssel.

A vizsgált hatóanyag transzlokációs tulajdonságai ebben a módszerben befolyásolják a legkevésbé a hatékonyságot, mivel az atkatojások közvetlenül érintkeznek a kezelő oldattal. Ezt a kezelési módot alkalmazva a tojások biztosan érintkeznek a vizsgált anyaggal, szemben a permetezéssel végzett kezelésekkkel, melyeknél anyagmentes foltok kialakulhatnak.

Levélkorongokat, a rajtuk lévő atkatojásokkal együtt, bemártással kezelünk a 2.3.-ban (18. oldal) leírtak alapján, a korong mérete 15 mm Ø-jű, a tojások kora 0-24 óra, korongonként 15-45 tojás van, 4 nőstény 24 órás tojásprodukciónak.

Általában három párhuzamosban dolgozunk ismétlésenként, egy korong, egy párhuzamos. A kezelés utáni napon számoljuk meg a tojásokat korongonként.

A tojásokat laborklímán keltetjük, nedves szűrőpapírral tartjuk frissen a levélkorongokat.

A kontroll kelési állapota alapján kezdjük meg az értékelést, mikor a kontrollban a kikelt egyedek között lárva már nem található, a kelési folyamat lezárult. Elpusztultnak tekintjük azt a tojást, amelyik ekkor még nem kelt ki. A kezeléseket hatékonyságát mortalitási %-ban, M%, fejeztem ki.

A kontroll mortalitás általában 2-5% a vivőanyag és a kezeletlen kontroll esetében egyaránt. A ritkán előforduló 5% feletti mortalitást Abbott képlettel korrigáltam (Abbott 1925), 10% feletti kontroll mortalitás esetén kizártam a kísérletet az értékelésből.

### 2.3.2. Módszer transzlamináris hatásmód kimutatására tojásokon

A levél színén elvégzett kezelés ovidid hatékonyságát mutatja ki a nem kezelt levélfonákon. A levél fonákra a nőtényt helyezük, az általa 24 óra alatt lerakott tojások mortalitását értékeljük. Az ovidid anyag ebben a kezelésmódban két úton érheti el a tojásokat. A táplálkozó nőtény szervezetén keresztül vagy a levél lemezen átdiffundálva. Ez utóbbi esetben a levél fonákjának felületén is megjelenik az anyag. Azoknak az anyagoknak az esetében, melyek a levél fonákjának felületén nem jelennek meg, a transzlamináris ovidid hatás csak a nőtény tápcsatornáján keresztül, érvényesülhet. A módszer nem alkalmazható olyan anyagok esetében, melyeknek transzlamináris kezelésmódban jelentős tojásprodukciónak csökkentő aktivitásuk van, pl.: abamektin, quinalfosz.

A kezelést transzlamináris hatásmód kimutatására végezzük el a 2.3.-ban (18. oldal) leírtak alapján. A kezelt foltból dugófúróval kivágott korongokat, 15 mm Ø-jű, fonákjukkal felfelé nedves szűrőpapírra helyezük, 24 órára betelepítjük négy adult nőtény atkával korongonként, majd megszámloljuk a lerakott tojásokat. Egy ismétlésben 3 párhuzamossal dolgozunk, egy korong egy párhuzamos. A lerakott tojásokat laboratóriumi körülmények közt keltetjük.

A tojások mortalitását a 2.3.1.-ben (18. oldal) leírtak alapján értékeljük.

### 2.3.3. Módszer az un. teljes transzlamináris hatásmód kimutatására tojásokon

A módszer arra a kérdésre ad választ, hogy a levél színén elvégzett kezelést követően az ovidid hatóanyag a levél fonákjának felszínén megjelenik-e hatékony mennyiségben. Az ovidid anyag ebben a módszerben egy úton érheti el a tojásokat, a levéllemezen átdiffundálva. Azok az ovidid hatóanyagok, amelyek bejutnak a levél lemezébe, de nem jelennek meg a levél fonákjának felszínén, ebben a módszerben vizsgálva nem hatásosak.

A kezelést transzlamináris hatásmód kimutatására végezzük el a 2.3.-ban (18. oldal) leírtak alapján. A kezelt foltból dugófúróval kivágott korongokat, 15 mm Ø-jű, fonákjukkal felfelé nedves szűrőpapírra helyezük, majd 0-24 órás atkatojásokat helyezünk rájuk, 20-30 tojást korongonként. A tojásokat 24 óra múlva újból megszámloljuk, mert az átrakáskor megsérült tojások már összeszáradnak ennyi idő alatt, így kizárhatók az értékelésből. A sérülési veszteség 20-25%. A módszer előnye, hogy olyan anyagok esetében is adhat információt a transzlamináris aktivitásról, amelyek tojásprodukciónak csökkentő aktivitásuk miatt az 2.3.2.-ben (19. oldal) leírt módszerben nem vizsgálhatók. Rendkívül nagy munka igénye azonban hátrány. Kezelésenként egy párhuzamosban 15-20 ép tojással számolunk. Egy levélkorong egy párhuzamos, ismétlésenként 3 párhuzamossal dolgozunk. A tojásokat laboratóriumi körülmények közt keltetjük.

A tojások mortalitását a 2.3.1.-ben (18. oldal) leírtak alapján értékeljük.

#### 2.3.4. Transzmaternális ovicid hatást kimutató módszer

A módszer segítségével azt vizsgálhatjuk, hogy a nőtény szervezetébe felszívódó hatóanyag okoz-e tojás mortalitást az utódoknál. A *T. urticae* nőtényeit helyezzük a kezelt levél felületre, majd a nőtényeket kezeletlen levél felületre áthelyezve vizsgáljuk a tojások mortalitását. Az ovicid hatékonyságú anyag két úton juthat be a nőtény szervezetébe, a test felületén keresztül vagy a tápcsatornán keresztül. A tápcsatornán keresztüli bejutás csak olyan anyagok esetében lehetséges, amelyek bejutnak a levéllemezbe a kezelést követően, transzlamináris hatásmódjuk van.

A módszer kidolgozásakor figyelembe vettem a takácsatkák rendkívül gyors anyagcseréjét. A nőtény tápcsatornáján keresztül óriási mennyiségű növényi nedv halad keresztül testének térfogatához viszonyítva. A nőtény  $6 \times 10^{-3}$   $\mu$ l folyadékot képes felvenni 30 perc alatt, a párhuzamosan zajló ürítéssel  $5 \times 10^{-3}$   $\mu$ l folyadék mennyiség távozik, ami azt jelenti, hogy a nőtény súlyának 25-30%-a halad át a tápcsatornán 30 percenként (McEnroe 1961).

Aktív táplálkozási időszakában a nőtény 5 perc alatt 100 sejtet képes kiüríteni, ami 30 percenként  $2,5 \times 10^{-3}$   $\mu$ l folyadék felvételnek felel meg (Liesering 1960).

A fenti adatok alapján naponta a testtömegének többszöröse is áthaladhat a tápcsatornáján.

A párhuzamosan zajló ürítés során a folyadék többlet nagyrészt a kiválasztás végtermékeként keletkező guanin kristályokkal együtt távozik. Naponta 12-13 alkalommal 6-7 guanin kristályt választ ki folyadék cseppben egy nőtény. A napi 1-2 ürülék csomó, amely 50-80 db sötét színű, a kiválasztott klorofiltól feketének látszó, középbéli sejtet tartalmaz, szintén folyadék cseppben ürül, de lényegesen kevesebb folyadék távozik vele (Wiesman 1968).

A *T. urticae* esetében a középbél nem csupán a tápcsatorna egy része. A rovaroknál ismert „hemolymph system” az atkák esetében hiányzik, funkcióját a középbél látja el (Mothes 1981).

Azok a hatóanyagok vizsgálhatók ebben a módszerben, melyek nem aktívak az adult nőtényen mortalitás és tojásprodukciónak gátlás szempontjából, illetve az aktív anyagok olyan alacsony dózisaival, melyeknek az adult nőtényre még nincs jelentős hatásuk.

Levélszövegeket, 18 mm Ø-jű, bemártással kezelünk, 2.3.-ban (18. oldal) leírtak alapján. Egy nappal a kezelés után 6 adult nőtényt telepítünk a kezelt felületre korongonként. 48 óráig hagyjuk a nőtényeket a kezelt korongokon, majd kezeletlen levélszövegekre helyezzük át a nőtényeket. A kezeletlen levélfelületen 7 óráig hagyjuk tojni a nőtényeket, majd megszámloljuk a tojásokat. Tapasztalataink szerint a *T. urticae* anyagcseréje olyan gyors laboratóriumi körülményeink közt, hogy 24 óra alatt már jelentős mértékben kiürülhet az ovicid hatóanyag a nőtény szervezetéből. Az eddig vizsgált anyagok esetében a kiürülés mértéke szinte kizárólag az idő függvénye, az alkalmazott dózistól gyakorlatilag független. A vizsgált transzmaternálisan aktív anyagok esetében 7 óra alatt még nem tapasztaltunk kiürülést és ennyi idő alatt még elegendő tojás nyerhető.

A tojások mortalitását a 2.3.1.-ben (18. oldal) leírtak alapján értékeljük.

### 2.3.5. Tojásprodukciónak csökkentő és ölé hatása mérésén nőtényen bemártással kezelt levélfelületen

Ennek a módszernek az alkalmazásakor a nőtény *T. urticae* közvetlenül érintkezik a vizsgált anyaggal. A kezelt levélfelületre helyezett nőtényekbe két úton szívódhat fel a hatóanyag, a testfelületen és a tápcsatornán keresztül. A tápcsatornán keresztül csak abban az esetben, ha a vizsgált anyag bejut a levéllemezbe.

Levélszűrőket, 18 mm Ø-jű, bemártással kezelünk, 2.3.-ban (18. oldal) leírtak alapján. Agar lemezből kivágott gyűrűben helyezzük el a kezelt szűrőket, nedves szűrőpapíron. Az agarlemezt 2%-os agarból öntjük. A gyűrű méretei, magasság 3 mm, vastagság 3 mm, belső Ø 18 mm. A kezelt levél szűrőre 10 nőtényt helyezünk, majd 30 x 30 mm-es teafilter papírból kivágott lappal lezárjuk az agar gyűrűt. A kísérleteket két párhuzamosban végezzük el, egy szűrő, egy párhuzamos.

Értékeljük a mortalitást és a tojásprodukciónak. A mortalitást két időpontban értékeljük, 24 és 48 órára.

A mortalitás kritériuma: élők és helyváltoztató mozgásra képesnek tekintjük azt az egyedet, amelyik mind a négy hátsó lábát mozgatja, ha finom ecsettel megérintjük az atkát, a többi egyedet elpusztultnak tekintjük. Tapasztalataink szerint az állat háti oldalán lévő kitin szőrök legkisebb ingerlése kiváltja az élő, mozgás képes, egyedek esetében a menekülési inger választ.

A 24 órás értékeléskor a levél felületen kívülre vándorolt egyedeket visszahelyezzük a levél felületre. A lezárt arénából kiszökni nem tud az atka. A 48 órás értékeléskor az agar gyűrűn vagy a filter papíron megtalált egyedeket ugyan olyan mortalitási kritérium alapján értékeljük, mint a levél felületen megtalált egyedeket. Megfigyeléseink alapján az agar gyűrű felületét kerüljük az atkák, az agar gyűrű vagy a filter papír felületén csak a repellens aktivitású kezelések esetében, pl.: piretroidok, találunk egyedeket. Az agar felület önmagában nem mérgező, az élő egyedek károsodás nélkül közlekednek rajta.

A kontroll mortalitás általában 5% alatti, 5% felett Abbott képlettel korrigáltam a mortalitást (Abbott 1925), 15% feletti mortalitás esetén kizártam a kísérletet az értékelésből.

A 48 órás mortalitás értékelésekor megszámláljuk a tojásokat levélszűrőnként. Az egy nőtényre vetített tojásprodukciónak viszonyítjuk a élő anyagokat tartalmazó, un. blank, kontrollhoz, amit 100%-os tojás produkciónak tekintünk. A kezelés tojásprodukciónak csökkentő aktivitását %-ban adtam meg, TPG%.

### 2.3.6. Módszer transzlamináris hatásmód kimutatására nőtényeken

A kísérlet arra ad választ, hogy a levél színére felvitt hatóanyag milyen mértékben lesz hatékony a levél fonákján tartózkodó atkák ellen. A kezelt nőtényeken a hatóanyag két úton szívódhat fel a nőtény szervezetébe, a tápcsatornán keresztül, ha van transzlamináris aktivitása, és a nőtény testfelületein keresztül, ha a transzlamináris aktivitás olyan mértékű, hogy a hatóanyag a levél fonákján is megjelenik.

A kezelést transzlamináris hatásmód kimutatására végezzük el a 2.3.-ban (18. oldal) leírtak alapján. A kezelt levelekből szűrőket vágunk, 18 mm Ø-jű, majd színükkel felfelé nedves szűrőpapíron agar gyűrűbe illesztjük azokat. Minden szűrőre 10 nőtényt helyezünk. A csapda felépítése azonos a 2.3.5.-ben leírtakkal. A kísérleteket két párhuzamosban végezzük el, egy szűrő, egy párhuzamos. Az értékelés megegyezik a 2.3.5.-ben (21. oldal) leírtakkal.

### 2.3.7. Módszer ölü hatás vizsgálatára juvenilis alakokon bemártással kezelt levélfelületen

A kezelt felületen mozgó és táplálkozó lárvák és protonimfák testfelületükön keresztül és táplálkozás útján vehetik fel a hatóanyagot. Ezt a módszert csak olyan anyagok esetében végezzük el, melyek a nőtényen nem hatékonyak, a *T. urticae* mozgó alakjain nincs ölü hatásuk. A juvenilis mozgó stádiumokban felvett hatóanyag a következő krizális stádiumban öli el az atkát.

Nőtény atkákat 24 óráig hagyunk tojást rakni bablevél korongokon, 15 mm Ø-jű, négy nőtényt korongonként. A tojások kikelése után használjuk fel a korongokat, mikor a kikelt egyedek vegyesen lárva, nimfokrizális és protonimfa állapotban vannak a deutokrizálisok még nem jelentek meg.

Bemártással kezelünk bablevél korongokat, 25 mm Ø-jű, 2.3.-ben (18. oldal) leírtak alapján, majd a juvenilis alakokat hordozó korongot ráhelyezzük a kezelt felületre, minden kezelt korongra egyet. A felületek közvetlen érintkezését vékony, görbített réz dróttal akadályozzuk meg.

A juvenilis alakokat hordozó korongot 48 óra múlva eltávolítjuk, addigra teljesen összeszárad és az atkák átmásznak a kezelt felületre.

A kezelést követő 4-5. napon értékelünk, ekkor a kontrollban az egyedek már nagyrészt adult stádiumban vannak. Minden korongon megszámoljuk az élő és elpusztult egyedeket, élőnek tekintjük azt a mozgó alakot, amelyik mind a négy hátsó lábát, mozgatni tudja. A krizális alakok közül élőnek tekintjük azokat, melyek nem dehidratáltak és nem szineződtek el. A többi egyed elpusztultnak tekintjük. A levélkorongról lemászott egyedeket kizárjuk az értékelésből. A kontroll mortalitás rendszerint 5% alatti a blank kontrollban, a hatóanyagok és a formázott készítmények esetében egyaránt.



### 2.3.8. Az eredményközlés adatai, statisztikai értékelés

Az eredményközlés tartalmazza az alkalmazott vizsgálati módszer megnevezését, a kísérlet elvégzésének helyét és idejét, a tesztalanyok azonosítását: latin fajnév, törzs vagy populáció neve. Megnevezzük a kezelés és fenntartás során felhasznált növényt: *Phaseolus* sp.. Minden kísérletben ezt a növényt használtuk. A kísérletekben egy hetes növények első levélpárját használtuk fel.

A dózisokat ppm-ben adjuk meg, formázott készítmények esetében a hatóanyag dózisát adjuk meg, ppm (AI).

A kísérletek beállításakor felező dózis sorokkal dolgoztam, legalább 5 dóziszól álló dózis sort alkalmazva. Arra törekedtem, hogy az 5-95% hatás skálán legalább négy adat alapján tudjam felvenni a dózis-hatás görbét. A hatást %-ban fejeztem ki, mortalitási % (M%), a tojásokon, a juvenilis alakokon és a nőstényeken elvégzett kísérletek esetében. A nőstények mortalitási adatait a 48 órás értékelés eredményei alapján dolgoztam fel. A kezelés tojásprodukciónak csökkentő hatását a nőstényen %-ban adtam meg, (TPG%), 100%-os tojásprodukciónak a blank kontroll egy nőstényre számított tojásprodukciónak tekintettem. A hatásokat probit analízissel számított jellemző paraméterek alapján értékeltem, 4-5 ismétlés összevont adatait felhasználva. Az alkalmazott software: Labs Ware program csomag 29. programja, Probit Analysis Version 2.1 Preliminary B 1988-11-22, National Swedish Environmental Protection Board, The Data Section. Az ölü hatás esetében az 50%-os és 95%-os mortalitást okozó dózisokat tüntettem fel, LC50 és LC95. A tojásprodukciónak gátló aktivitás vizsgálatánál szintén az 50% és 95%-os gátló hatást kiváltó dózisokat tüntettem fel, TPGC50 és TPGC95. Az adatokat a program alapján felkínált lehetőségek közül az alábbiak alapján dolgoztam fel minden esetben: "Logarithmic transformation base10, Probability level 10% for CHI-Square test of heterogeneity, Confidence level 95% for the fiducial limits". Szignifikáns differenciát abban az esetben állapítottam meg, ha a „fiducial limitek” nem fedték át egymást.

Azoknak az akaricideknek az esetében, melyek egy adott módszerben nem értek el a 95%-os hatást a legmagasabb dózisban sem, ami általában a gyakorlatban alkalmazott permetlé dózisa, illetve annak kétszerese, de meghaladták az 50%-os hatást, az alkalmazott statisztikai program az LC 95 értéket, mint extrapolált adatot számítja ki. *Az extrapolált értéket \* jelzéssel láttam el.*

Amennyiben a legmagasabb dózisban 50%-ig sem fejlődött a hatás nem alkalmaztam statisztikai értékelést, a kezelt egyedek számát és a hatás %-ot adtam meg.

### 2.3.9. A teszt módszerek felhasználási területei

A laboratóriumi munka során egy vizsgálati anyag várható hatékonyságáról a különböző hatások mérésére kidolgozott módszerekkel elvégzett kísérletek eredményei alapján alkotunk képet.

Az alábbiakban ismertetett módszerek segítségével a tojásokon, a juvenilis alakokon, a nőstényeken mérünk ölü hatást, a nőstényeken a tojásprodukciónak gátlását is. Alapvetően két féle kezelési eljárást alkalmazunk módszereinkben. Az egyikben a teszt állat; tojás, juvenilis alak, nőstény, közvetlenül érintkezik a vizsgált anyaggal, ezek a kontakt hatást mérő módszerek. A másik módszer csoport alkalmazásakor a teszt állat nem érintkezik közvetlenül a vizsgált anyaggal, ezekkel transzlamináris és transzmaternális hatásmódban mérjük a hatást.

A különböző hatásmódok vizsgálata különösen a tojásölő, ovicid, anyagok esetében ad fontos információkat. Az ovicid hatás mérésére négy módszert alkalmaztam. A bemártásos módszerben a kontakt ovicid hatást mérjük. Az ovicid aktivitást transzlamináris hatásmódban mérve, arról kapunk információt, hogy a levél színére felvitt anyag milyen mértékben öli a levélfonákon táplálkozó nőstény tojásait. Amennyiben a vizsgált anyag transzlaminárisan kifejti ovicid hatását, egy további módszer az un. teljes transzlamináris hatásmódot kimutató módszer segítségével meggyőződünk arról, hogy az ovicid anyag teljes mélységében átjárta-e a levéllemez és megjelent-e a levél fonákján hatékony mennyiségben. A transzmaternális módszer alkalmazásakor a nőstény

szervezetén keresztül mérgezzük a tojásokat. A kezelt levélfelületen huzamosabb ideig tartózkodó nőtényt kezeletlen levélfelületre helyezünk, majd vizsgáljuk az itt lerakott tojások mortalitását. Amennyiben ölü hatást tapasztalunk, csak az un. transzmaternális hatásmódott tudjuk kimutatni. Az ovicid hatás ebben az esetben nem bizonyíték a transzlamináris hatásmódra, hiszen a hatóanyag a nőtény testfelületein is felszívódhat.

Az ovicid hatást vizsgáló módszerek eredményeit összevetve információkat kaphatunk a vizsgált anyagok felszívódási újáról. A felszívódási utak az egyes hatóanyagokra jellemzőek. Ismeretük fontos a szelektivitás és a várhatóan kialakuló rezisztenciák szempontjából.

Módszereink segítségével a vizsgált anyagok hatásának transzferálódását tudjuk követni és nem magának az anyagnak a mozgását. Nem zárhatjuk ki, egy olyan anyag létezését, amely kontakt hatásmódban jó ovicid aktivitást mutat és a levéllemezbe is transzlokálódik, de transzlamináris aktivitás mégsem tapasztalható, mert a levéllemezben vagy a nőtény szervezetében elveszti aktivitását.

Módszereinkben egy fejlődési stádiumon belül kialakuló hatásokat mérünk a tojáson és a nőtényen. A juvenilis alakokon két egymást követő fejlődési stádiumon belül kialakuló hatást mérünk.

Vizsgálatai módszereink nem teszik lehetővé a lassan kialakuló, több fejlődési stádiumon keresztül lappangó hatások értékelését, pl.: egy olyan hatóanyag aktivitását, amelyik a tojás kezelését követően az abból fejlődő nőtény terméketlenségét okozná, nem tudnánk kimutatni. Amennyiben a kutatási cél a teljes hatástalanság alapján zárna ki a kísérleti molekulákat, többgenerációs kísérleti módszer kidolgozása válna szükségessé. A több generációs módszer kimutatná, hogy a vizsgálandó anyag esetében van-e olyan rejtett hatékonyság, amit módszereinkben nem tudtunk kimutatni.

Módszereinkben csak a természetes körülmények között felszívódó anyagok hatásait tudjuk mérni. A *T. urticae*, táplálkozás módjából adódóan, tápcsatornáján keresztül csak azokat az anyagokat tudja felvenni, melyek az akaricides kezelést követően a levéllemez belsejében is megjelennek, transzlamináris hatásmódjuk van. Az a hatóanyag, amelyik a *T. urticae* testfelületén keresztül nem szívódik fel hatékony mennyiségben és nincs transzlamináris aktivitása, nem jut be a tápcsatornába, csak mesterséges kezelésekkal vizsgálható, pl.: injekciózás, mesterséges táptalajba keverés.

Kísérleteink kidolgozásakor az ovicid aktivitás mérését kiemelt célként tüztük ki. Az atkák egyedfejlődésük időtartamának nagy részét tojás alakban töltik. Az általunk vizsgált *T. urticae* életmód vizsgálataink eredményei alapján (3.1.1. 2-5. táblázat 25-27. oldal) az egyedfejlődés közel felét tojás alakban tölti. A vegyszerterhelés csökkentése szempontjából nagy szerepe lehet az alacsony dózisban hatékony ovicideknek. Amennyiben egy akaricides kezelést főként mozgó alakokra hatékony, gyenge ovicid aktivitású szerrel végzünk, olyan magas dózist kell alkalmaznunk, hogy a kezelést követően kikelő lárvákra még hatékony legyen. Ilyen esetekben egy jó ovicid aktivitású kombinációs partner jelentős dóziscsökkentést tesz lehetővé, ami a hasznos szervezetek és a költségek szempontjából egyaránt kedvező.

A módszertani leírások mellett elemeztem a hatóanyagok lehetséges felszívódási útjait is minden egyes módszerben.

### 3. Eredményközlés

#### 3.1. A *Tetranychus urticae* Koch életmódjának vizsgálatára kidolgozott módszerek eredményei

##### 3.1.1. Fejlődési stádiumok időtartama a WHO törzsben

2. táblázat: Tojás stádium időtartama, WHO törzs

Budapest 1998.

T (tojás) stádium szakaszai	(n) vizsgált egyedek száma fejlődési szakasz időtartama, óra, (n) egyed átlagában $\pm$ szórás					Súlyozott átlag
	Ismétlések sorszámai: 1. 2. 3. 4. 5., dátum: a tojás rakás napja (1998)					
	1. szept. 7. (6)	2. szept. 14. (7)	3. szept. 21. (10)	4. szept. 28. (6)	5. okt. 12. (6)	(35)
T1	24	24	24	24	24	24
T2	48	72	47,5 $\pm$ 9,2	48	48	52,6
T3	12	12	12,8 $\pm$ 4,1	12	12	12,2
T4	12	12	12	12	12	12
T stádium időtartama nap	96	120	96,3	96	96	100,9 óra  4,2 nap

A táblázatban azok a tojások szerepelnek, amelyekből nőstény egyedek fejlődtek.

3. táblázat: Tojás stádium időtartama, WHO törzs

Budapest 1998.

T (tojás) stádium szakaszai	fejlődési szakasz időtartama, óra, (n) egyed átlagában ± szórás					Súlyozott átlag óra
	Ismétlések sorszámai 1. 2. 3. 4. 5. Dátum: a tojás rakás napja, 1998.					
	1. szept. 7. (9)	2. szept.14. (6)	3. szept.21. (6)	4. szept.28. (9)	5. okt. 12. (7)	(37)
T1	24	24	24	24	24	24
T2	50,7±8	72	53,2±5,9	53,3±10,6	49,1±3	54,4
T3	14,7±5,3	12	11,3±1,6	14,7±5,3	11,4±1,5	13,1
T4	12	12	13,3±5,4	14,7±5,3	11,4±1,5	12,7
T stádium időtartama nap	101,4	120	101,8	106,7	96	104,7 4,4 nap

A táblázatban azok a tojások szerepelnek, amelyekből hím egyedek fejlődtek

4. táblázat: Juvenilis stádiumok fejlődésének időtartama, WHO törzs

Budapest 1998.

Fejlődési stádium	fejlődési stádium eléréséhez szükséges idő, napokban (n) egyed átlagában ± szórás				Súlyozott átlag nap
	Ismétlések sorszámai:1.2.3.4. dátum: a tojás rakás napja (nulladik nap) 1998.				
	1. febr.11. (11)	2. febr.18. (12)	3. febr.25. (14)	4. ápr.29. (16)	(53)
M2	5,59±0,49	6,57±0,44	5,57±0,32	5,31±0,44	5,7
K2	6,32±0,46	7,4±0,47	6,39±0,49	6,12±0,34	6,5
M3	7,27±0,49	8,27±0,57	7,36±0,46	7±0,36	7,4
K3	8,64±0,92	9±0,48	8,39±0,49	8±0,36	8,5
An	9,9±0,94	9,75±0,45	9,43±0,51	9±0,36	9,5

A táblázatban azok az egyedek szerepelnek, amelyekből nőstények fejlődtek.

5. táblázat: Juvenilis stádiumok fejlődésének időtartama, WHO törzs

Budapest 1998.

Fejlődési stádium	fejlődési stádium eléréséhez szükséges idő napokban (n) egyed átlagában $\pm$ szórás				Súlyozott átlag  nap
	Ismétlések sorszámai: 1.2.3.4. dátum: a tojás rakás napja (nulladik nap)1998.				
	1. febr.11. (14)	2. febr.18. (5)	3. febr.25. (14)	4. ápr.29. (17)	(50)
M2	5,71 $\pm$ 0,32	6,74 $\pm$ 0,48	5,82 $\pm$ 0,32	5,41 $\pm$ 0,4	5,7
K2	6,25 $\pm$ 0,26	7,46 $\pm$ 0,55	6,5 $\pm$ 0,39	6,15 $\pm$ 0,29	6,4
M3	6,96 $\pm$ 0,13	8,26 $\pm$ 0,73	7,1 $\pm$ 0,29	6,94 $\pm$ 0,35	7,1
K3	7,93 $\pm$ 0,27	9 $\pm$ 0,61	7,93 $\pm$ 0,27	7,85 $\pm$ 0,49	8
Ah	9,07 $\pm$ 0,47	9,8 $\pm$ 0,45	8,93 $\pm$ 0,27	8,88 $\pm$ 0,48	9

A táblázatban azok az egyedek szerepelnek, amelyekből hímek fejlődtek.

3.1.2. A *Tetranychus urticae* nőstényének élettartama és tojás produkciója, WHO törzs

6. táblázat: *Tetranychus urticae* WHO törzs nőstények élettartama, a lerakott haploid tojások száma

Budapest 1998.

Sor szám	1. ismétlés (n)=15 adulttá váltak: 1998. Jan.29.- 31.		2. ismétlés (n)=14 adulttá váltak: 1998. Febr.12.-13.		3. ismétlés (n)=11 adulttá váltak: 1998. Febr.20.-22.	
	Adult élettartam nap	tojások száma (fekunditás)	Adult élettartam nap	tojások száma (fekunditás)	Adult élettartam nap	tojások száma (fekunditás)
1.	6	13	5	6	17	109
2.	7	3	5	10	28	171
3.	7	57	23	173	20	147
4.	24	72	21	92	18	142
5.	19	128	7	39	20	80
6.	24	166	25	121	10	73
7.	17	57	25	148	17	128
8.	3	0	10	55	18	125
9.	2	0	5	35	16	122
10.	12	88	14	60	19	141
11.	18	90	7	26	24	124
12.	4	26	25	163		
13.	23	134	13	66		
14.	18	90	14	118		
15.	6	25				
	Átlag ±szórás 12,7±8,1	Átlag±szórás 63,3±52,8	Átlag±szórás 14,2±8,1	Átlag±szórás 79,4±56,6	Átlag±szórás 18,9±4,6	Átlag±szórás 123,8±28,5
	Tojás/nőstény/nap= 5		Tojás/nőstény/nap=5,6		Tojás/nőstény/nap=6,6	

3.1.3. *Tetranychus urticae* populációk ivararánya

7. táblázat: *Tetranychus urticae* WHO törzs ivararánya

Budapest 1997-98.

Ismétlések sorszáma	0. nap	10. nap	Nőstények száma (db)	Hímek száma (db)
1.	1997. febr. 17.	febr.27.	82	81
2.	1997. márc. 11.	márc.21.	82	86
3.	1998. febr.19.	febr. 29.	46	55
4.	1998. márc. 22.	ápr. 1.	84	53
5.	1999. jun. 10.	jun. 20.	36	33
Összesen			330	255
%-os arány			56%	44%

8. táblázat: *Tetranychus urticae* DANS populáció ivararánya

Budapest 1997.

Ismétlések sorszáma	0. nap	10. nap	Nőstények száma (db)	Hímek száma (db)
1.	1997.febr.17.	febr.27.	83	40
2.	1997.márc.11.	márc.21.	93	65
összesen			176	105
%-os arány			63%	37%

### 3.1.4. *Tetranychus urticae* populációk fotoperiódus érzékenysége

9. táblázat: *Tetranychus urticae* WHO törzs nőtényeinek megoszlása az anyagcsere intenzitása alapján

Budapest 1996-97.

Ismétlések száma: 2		Kísérlet tartama a fitotronban	Aktív alak	Telelő alak	Átmeneti alak	Összes nőtény
Kísérlet indításának dátuma (fitotronba helyezés napja)	Értékelés dátuma					
1. ismétlés		46 nap	64	2	39	105
1996. nov. 26.	1997. jan. 10.					
2. ismétlés		39 nap	148	0	13	161
1997. jan. 24.	1997. márc. 6.					
Összesen			212	2	52	266
Megoszlás, %			79%	1%	20%	100%

10. táblázat: *Tetranychus urticae* DANS populáció nőtényeinek megoszlása az anyagcsere intenzitása alapján

Budapest 1996-97.

Ismétlések száma: 2		Kísérlet tartama a fitotronban	Aktív alak	Telelő alak	Átmeneti alak	Összes nőtény
Kísérlet indításának dátuma (fitotronba helyezés napja)	Értékelés dátuma					
1. ismétlés		46 nap	17	216	17	250
1996. nov. 26.	1997. jan. 10.					
2. ismétlés		39 nap	23	183	52	258
1997. jan. 24.	1997. márc. 6.					
Összesen			40	399	69	508
Megoszlás, %			8%	79%	13%	100%



**3.2. Hatástani teszt módszereinkkel végzett kísérletek eredményei *Tetranychus urticae* Koch sztandard érzékeny, WHO törzsén**

3.2.1. Bemártásos ovidid módszerrel végzett kísérletek eredményei

11. táblázat: Bemártásos ovidid módszerrel vizsgált formázott készítmények hatása tojásokon

Budapest 1999. WHO törzs

Készítmény	n tojás	LC50ppm(AI) Fiducial limits (Lower – Upper)	LC95ppm(AI) Fiducial limits (Lower – Upper)	Slope	±SE	$\chi^2$	df
Flumite 200	1368	0,03 (0,02-0,03)	0,11 (0,09-0,13)	2,64	0,38	0,32	2
Nissorun 10 WP	1395	0,03 (0,03-0,40)	0,19 (0,16-0,23)	2,18	0,46	0,78	1
Apollo 500 SC	1357	0,15 (0,13-0,16)	1,67 (0,26-2,40)	1,56	0,64	1,59	1
Masai 20 WP (20% tebufenpirád)	4972	0,46 (0,44-0,48)	3,12 (2,74-3,60)	1,98	0,51	2,95	6
Vertimec 1,8 EC	2049	15,92 (14,26-18,04)	207,44* (150,73-306,81)	1,48	0,68	2,20	3
Neoron 500 EC	3641	56,60 (54,07-59,30)	206,32 (187,90-229,07)	2,93	0,34	6,10	3
Ekalux 250 EC	1835	57,60 (53,88-61,53)	287,29 (252,32-333,50)	2,36	0,42	3,66	3
Omite 57 E	2534	90,60 (86,36-95,04)	367 (332,06-410,97)	2,71	0,37	1,04	2

\* jelmagyarázat: 2.3.8. (23. oldal)

12. táblázat: Bemártásos ovicid módszerrel vizsgált hatóanyagok hatása tojásokon

Budapest 1994. WHO törzs

Hatóanyag	n tojás	LC50ppm Fiducial limits (Lower – Upper)	LC95ppm Fiducial limits (Lower – Upper)	Slope	±SE	$\chi^2$	df
Flufenzin	1325	0,09 (0,09-0,10)	0,41 (0,36-0,49)	2,53	0,40	3,64	2
Klofentezin	890	0,13 (0,12-0,14)	0,25 (0,21-0,34)	5,32	0,19	0,29	1
Hexitiazox	829	0,16 (0,15-0,18)	0,60 (0,51-0,74)	2,90	0,34	1,27	2
Amitráz	1688	0,86 (0,79-0,94)	12,34 (10,57-14,63)	1,42	0,70	1,99	3
Tetradifon	1748	1,78 (1,69-1,86)	5,14 (4,68-5,72)	3,55	0,28	0,44	2
Tetraszul	2505	5,48 (5,24-5,71)	15,49 (14,39-16,82)	3,64	0,27	2,03	3
Klórdimeform	1249	6,90 (6,41-7,40)	29,27 (25,49-34,54)	2,62	0,38	0,46	2
Bifentrin	2804	13,62 (12,86-14,43)	69,38 (62,33-78,15)	2,33	0,43	1,10	4
Tioquinox	1863	16,18 (15,24-17,19)	64,65 (57,42-74,07)	2,73	0,37	0,59	3
Foszalon	1316	16,43 (15,42-17,51)	48,88 (43,87-55,44)	3,47	0,29	3,02	3
Cihexatin	2150	20,91 (19,75-22,13)	73,41 (66,49-82,06)	3,02	0,33	1,70	4
Azociklotin	1342	24,18 (22,75-25,68)	69,72 (63,03-78,33)	3,58	0,28	1,68	3
Dezmetil- klórdimeform	1855	27,88 (26,11-29,76)	106,72 (95,20-121,51)	2,82	0,35	3,79	2
Fenbutatinoxid	1604	34,78 (33,15-36,50)	93,83 (85,89-103,83)	3,82	0,26	0,50	2
Brómpropilát	1881	34,08 (32,55-35,68)	97,91 (90,08-107,60)	3,59	0,28	0,45	2
Benzoximat	2587	42,13 (40,54-43,80)	116,38 (108,27-126,13)	3,73	0,27	0,30	2
Flubenzimin	1893	57,85 (54,23-61,78)	254,35 (223,59-294,80)	2,56	0,39	0,65	4
Fenpropatrin	1274	137,81 (120,37-158,95)	1953* (1446-2799)	1,43	0,70	0,56	2
Propargit	1236	151,78 (137,53-167,65)	806,49 (679,46-984,89)	2,27	0,43	0,44	2
Dienoklór	646	232,71 (218,63-248,13)	552,80 (490,80-641,47)	4,38	0,23	0,92	1
Folytatás a következő oldalon							

Dimetoát	733	LC50 > 300ppm (3% mortalitás)	-	-	-	-
Quinalfosz	841	LC50 > 300ppm (10% mortalitás)	-	-	-	-
Pirimifosz-metil	953	LC50 > 300ppm (4% mortalitás)	-	-	-	-
Metomil	871	LC50 > 300ppm (8% mortalitás)	-	-	-	-
Karbofurán	918	LC50 > 300ppm (11% mortalitás)	-	-	-	-
Karbozulfán	604	LC50 > 300ppm 9% mortalitás)	-	-	-	-

\* jelmagyarázat: 2.3.8. (23. oldal)

### 3.2.2. Transzlamináris hatásmód kimutatása tojásokon

#### 13. táblázat: Formázott készítmények transzlamináris hatásmódjának kimutatása tojásokon

Budapest 1997. WHO törzs

Készítmény	n tojás	LC50ppm Fiducial limits (Lower – Upper)	LC95ppm Fiducial limits (Lower – Upper)	Slope	±SE	$\chi^2$	df
Flumite 200	1377	4,18 (3,74-4,62)	20,88 (18,16-24,70)	2,36	0,42	0,30	3
Nissorun 10 WP	878	18,39 (10,42-30,97)	428029,3* (42742->1000000)	0,38	2,67	0,01	1
Masai 20 WP (20% tebufenpirád)	1135	52,42 (45,49-62,18)	909,02* (542,28-1901,90)	1,33	0,75	2,38	2
Apollo 500 SC	885	200ppm: 14% mortalitás		-	-	-	-

\* jelmagyarázat: 2.3.8. (23. oldal)

#### 14. táblázat: Hatóanyagok transzlamináris hatásmódjának kimutatása tojásokon

Budapest 1994. WHO törzs

Hatóanyag	n tojás	LC50ppm Fiducial limits (Lower – Upper)	LC95ppm Fiducial limits (Lower – Upper)	Slope	±SE	$\chi^2$	df
Flufenzin	3759	7,12 (6,80-7,46)	28,11 (25,83-30,87)	2,76	0,36	0,99	4
Hexitiazox	4150	5,86 (5,52-6,21)	38,50 (34,75-43,09)	2,01	0,50	0,09	4
Klofentezin	4216	465,23 (363,86-620,65)	79785* (41238-176422)	0,74	1,36	0,12	4

\* jelmagyarázat: 2.3.8. (23. oldal)

### 3.2.3. Az un. teljes transzlamináris hatásmód kimutatása tojásokon

15. táblázat: Formázott készítmények un. teljes transzlamináris hatásmódjának kimutatása tojásokon

Budapest 1994. WHO törzs

Készítmény	n tojás	LC50ppm Fiducial limits (Lower – Upper)	LC95ppm Fiducial limits (Lower – Upper)	Slope	±SE	$\chi^2$	df
Flumite 200	610	7,14 (5,93-8,51)	88,89 (62,15-143,41)	1,5	0,67	0,82	1
Masai 20 WP (20% tebufenpirád)	481	100ppm 29% mortalitás		-	-	-	-
Nissorun 10 WP	456	100ppm: 9% mortalitás		-	-	-	-

### 3.2.4. Transzmaternális ovidid hatás

16. táblázat: Formázott készítmények transzmaternális ovidid hatása

Budapest 1994. WHO törzs

Készítmény	n 0-7 órás tojás	LC50ppm Fiducial limits (Lower – Upper)	LC95ppm Fiducial limits (Lower – Upper)	Slope	±SE	$\chi^2$	df
Flumite 200	465	6,05 (5,26-6,91)	27,34 (21,67-37,14)	2,51	0,40	2,30	1
Nissorun 10 WP	452	3,32 (2,36-4,29)	40,24 (28,17-67,71)	1,52	0,66	1,22	1
Apollo 500 SC	448	200ppm: 9% mortalitás		-	-	-	-

3.2.5. Tojásprodukción csökkenő és ölé hatás nőstényen bemártással kezelt levélfelületen

17. táblázat: Formázott készítmények ölé hatása nőstényen, bemártással kezelt levélfelületen

Budapest 1998. WHO törzs

Készítmény	n kezelt nőstény	LC50ppm Fiducial limits (Lower – Upper)	LC95ppm Fiducial limits (Lower – Upper)	Slope	±SE	$\chi^2$	df
Vertimec 1,8 EC	360	0,007 (0.005-0.009)	0.08 (0.05-0.15)	1,52	0,65	2,78	4
Ekalux 250 EC	394	0,98 (0,86-1,11)	3,76 (3,02-5,03)	2,81	0,36	1,40	3
Masai 20 WP (20% tebufenpirád)	638	6,09 (4,95-7,40)	101,55 (70,78-161,41)	1,35	0,74	6,14	6
Omite 57 E	574	27,00 (21,30-33,90)	582 (380-1018)	1,23	0,81	6,43	4
Neoron 500 EC	405	44,39 (39,58-49,67)	131,26 (109,61-166,48)	3,49	0,29	2,63	3
Apollo 500 SC	480	300ppm: 5% mortalitás		-	-	-	-
Nissorun 10 WP	481	100ppm: 6% mortalitás		-	-	-	-
Flumite 200	481	200ppm: 9% mortalitás		-	-	-	-

18. táblázat: Formázott készítmények tojásprodukción csökkenti aktivitása nőstényen bemártással kezelt levélfelületen

Budapest 1998. WHO törzs

Készítmény	(n) kezelt nőstény tojásai	TPGC50ppm Fiducial limits (Lower – Upper)	TPGC95ppm Fiducial limits (Lower – Upper)	Slope	±SE	$\chi^2$	df
Vertimec 1,8 EC	(481) 3883	0,006 (0,005-0,007)	0,11 (0,07-0,18)	1,30	0,77	1,47	6
Ekalux 250 EC	(318) 1881	1,14 (1,03-1,26)	3,26 (2,76-4,06)	3,62	0,28	0,63	2
Masai 20 WP	(677) 2857	2,08 (1,71-2,48)	29,03 (21,96-40,79)	1,44	0,70	2,69	7
Omite 57 E	(556) 2615	10,34 (7,06-14,05)	489 (294,96-991,72)	0,98	1,02	1,06	4
Neoron 500 EC	(400) 1777	15,31 (13,33-17,35)	66,33 (53,23-85,62)	2,61	0,38	0,78	3
Apollo 500 SC	(480) 3928	300ppm: 17% tojásprodukción gátló hatékonyság					
Nissorun 10 WP	(481) 3828	100ppm: 21% tojásprodukción gátló hatékonyság					
Flumite 200	(479) 3627	200ppm: 23% tojásprodukción gátló hatékonyság					

19. táblázat: Hatóanyagok ölü hatása nöstényen bemártással kezelt levélfelületen

Budapest 1998. WHO törzs

Hatóanyag	n kezelt nöstény	LC50ppm Fiducial limits (Lower – Upper)	LC95ppm Fiducial limits (Lower – Upper)	Slope	±SE	$\chi^2$	df
Dimetoát	298	3,73 (3,16-4,35)	15,37 (11,64-23,39)	2,68	0,37	3,50	2
Bifentrin	320	8,25 (6,29-10,68)	113,34* (71,75-215,11)	1,45	0,69	0,29	2
Foszalon	115	9,14 (7,03-11,66)	29,00 (20,52-54,62)	3,28	0,31	0,01	1
Propargit	399	68,07 (51,98-89,29)	1291,49 (795,37-2464,15)	1,29	0,78	4,18	3
Dienoklór	318	LC50 > 500ppm (25% mortalitás)		-	-	-	-
Flufenzin	348	LC50 > 200ppm (4% mortalitás)		-	-	-	-
Klofentezin	299	LC50 > 300ppm (6% mortalitás)		-	-	-	-
Hexitiazox	329	LC50 > 100ppm (5% mortalitás)		-	-	-	-

\* jelmagyarázat: 2.3.8. (23. oldal)

20. táblázat: Hatóanyagok tojásprodukción csökkenti hatása nöstényen, bemártással kezelt levélfelületen

Budapest 1998. WHO törzs

Hatóanyag	(n) kezelt nöstény tojásai	TPGC50ppm Fiducial limits (Lower - Upper)	TPGC95ppm Fiducial limits (Lower - Upper)	Slope	±SE	$\chi^2$	df
Bifentrin	(400) 2358	0,37 (0,31-0,45)	1,97 (1,49-2,87)	2,28	0,44	0,52	2
Dimetoát	(220) 1149	2,53 (2,01-3,16)	19,66 (13,25-34,93)	1,85	0,54	0,01	1
Foszalon	(218) 1470	4,13 (3,21-5,32)	39,54 (26,15-69,30)	1,68	0,60	0,38	1
Propargit	(200) 1037	17,17 (6,82-34,17)	40,47 (150,24-3508,20)	1,20	0,83	7,93	3
Dienoklór	(240) 1631	32,06 (27,26-37,72)	132 (101,60-188,20)	2,68	0,37	1,18	1
Flufenzin	(54) 840	TPGC50 > 200 ppm (31% tojás produkció gátlás)		-	-	-	-
Klofentezin	(56) 941	TPGC50 > 300 ppm (21% tojás produkció gátlás)		-	-	-	-
Hexitiazox	(53) 902	TPGC50 > 100 ppm (24% tojás produkció gátlás)		-	-	-	-



### 3.2.6. Transzlamináris hatás, tojásprodukción csökkentő és ölő hatás nöstényen

21. táblázat: Formázott készítmények transzlamináris hatásmódban érvényesülő ölő hatása nöstényen

Budapest 1998. WHO törzs

Készítmény	n kezelt nöstény	LC50ppm Fiducial limits (Lower - Upper)	LC95ppm Fiducial limits (Lower - Upper)	Slope	±SE	$\chi^2$	df
Vertimec 1,8 EC	310	3,67 (3,05-4,43)	15,51 (11,63-23,07)	2,63	0,38	3,98	2
Ekalux 250 EC	290	10,62 (9,44-11,95)	30,28 (24,92-39,60)	3,62	0,28	0,10	2
Masai 20 WP (20% tebufenpirád)	319	100ppm 6% mortalitás		-	-	-	-

22. táblázat: Formázott készítmények transzlamináris hatásmódban érvényesülő tojásprodukción csökkentő hatása nöstényen

Budapest 1998. WHO törzs

Készítmény	(n) kezelt nöstény tojásai	TPGC50ppm Fiducial limits (Lower - Upper)	TPGC95ppm Fiducial limits (Lower - Upper)	Slope	±SE	$\chi^2$	df
Vertimec 1,8 EC	(236) 1509	0,99 (0,07-1,46)	23,09 (11,76-60,19)	1,20	0,83	0,79	1
Ekalux 250 EC	(290) 1618	9,57 (8,28-10,96)	49,10 (37,28-72,58)	2,32	0,43	1,94	2
Masai 20 WP (20% tebufenpirád)	(319) 1899	111,56 (75,55-162,80)	12492,30* (4685-61409)	0,80	1,25	1,66	2

\* jelmagyarázat: 2.3.8. (23. oldal)

2.2.7. Öló hatás juvenilis alakokon bemártással kezelt levélfelületen

23. tábla: Formázott készítmények öló hatása *Tetranychus urticae* juvenilis alakjaira

Budapest 1998. WHO törzs

Készítmény	n kezelt juvenilis egyed	LC50ppm Fiducial limits (Lower - Upper)	LC95ppm Fiducial limits (Lower - Upper)	Slope	±SE	$\chi^2$	df
Flumite 200	625	0,62 (0,53-0,71)	2,10 (1,68-2,84)	3,08	0,32	0,62	3
Nissorun 10 WP	449	0,76 (0,63-0,90)	3,88 (2,94-5,77)	2,33	0,43	2,63	2
Apollo 500 SC	674	4,99 (3,63-6,26)	35,53 (26,25-56,43)	1,93	0,52	0,41	2

24. táblázat: Hatóanyagok öló hatása *T. urticae* juvenilis alakjaira

Budapest 1994. WHO törzs

Készítmény	n kezelt juvenilis egyed	LC50ppm Fiducial limits (Lower - Upper)	LC95ppm Fiducial limits (Lower - Upper)	Slope	±SE	$\chi^2$	df
Flufenzin	1565	1,10 (1,00-1,19)	6,45 (5,55-7,67)	2,14	0,47	2,50	4
Hexitiazox	1720	0,88 (0,82-0,93)	3,02 (2,71-3,40)	3,06	0,33	1,67	4
Klofentezin	1397	13,17 (11,81-14,66)	180,51 (142,94-237,55)	1,45	0,69	0,60	4

## 4. Eredmények értékelése

### 4.1. A biológiai vizsgálatok eredményei

#### 4.1.1. Fejlődési stádiumok időtartama

Eredményeinket Wermelinger (1990) adataival hasonlítottam össze, a szerző kísérleteiben különböző hőmérsékleteken, 15-21-25-30-35°C-on, vett fel adatokat. A hőmérsékleten kívüli kísérleti körülményeket tekintve lényeges különbség van a tápnövényben, mi babot, Wermelinger almát használt, ezen kívül 90-95%-os relatív páratartalom mellett dolgozott, ami viszonylag magas, összehasonlítva labor klímánk 60-80%-os értékével.

A tojás stádium időtartama laboratóriumi körülményeink közt 4,4 (nőstény egyedek) nap, 4,2 (hím egyedek) nap. Wermelinger mérései alapján 25°C-on 3,9 nap, 30°C-on 2,6 nap a nemek megkülönböztetése nélkül.

Juvenilis stádiumok labor klímánkon 5,3 (nőstény egyedek), 4,6 (hím egyedek) nap. Wermelinger mérései alapján 25°C-on 6,6 nap, 30°C-on 5,4 nap a nemek megkülönböztetése nélkül.

Munkánk szempontjából lényeges eltérés az irodalmi adatok és méréseink között nics.

#### 4.1.2. A nőstény élettartama és tojásprodukcója

A kapott értékeket Wermelinger (1990) adataival hasonlítottam össze.

A nőstény élettartama:

Laboratóriumi körülményeink közt 12,7-18,9 nap a nőstények átlagos élettartama, Wermelinger alapján 25°C-on 8,9 nap, 30°C-on 5,3 nap a nemek megkülönböztetése nélkül.

A nőstények tojás produkciója:

Laboratóriumi körülményeink közt: 63-124 nőstényenként az átlagos tojásprodukción a három ismétlés alapján, megtermékenyülés nélküli, haploid tojások. A *Tetranychus* fajok nőstényei megtermékenyülés nélkül vagy megtermékenyülve közel azonos számú tojást raknak, a megtermékenyülés nem befolyásolja a fekunditást (Ballantyne 1969). Wermelinger alapján 25°C-on 27,7 tojás nőstényenként, 30°C-on 20 tojás nőstényenként, nem tesz említést arról, hogy megtermékenyülést feltételező vegyes ivarú vagy haploid tojások.

Laboratóriumi körülményeink közt az adult egyedek lényegesen hosszabb életűek és a nőstények tojás produkciója is lényegesen magasabb Wermelinger adataival összehasonlítva, ami valószínűleg a jobb minőségű tápnövény és az alacsonyabb relatív páratartalom következménye. Adatainkat elemezve feltűnik a rendkívül nagy szórás, mind az élettartam, mind a tojásprodukción szempontjából.

#### 4.1.3. *Tetranychus urticae* populációk ivararánya

A *T. urticae*, a legtöbb takácsatkához hasonlóan, a fakultatív szűznemzés „arrhenotokous” útján szaporodik. A szexdetermináció haplo-diploid, a hím egyed haploid  $n=3$  kromoszómával rendelkezik, míg a nőstény diploid  $2n=6$  kromoszómája van. A szűz nősténynek csak hím utódai vannak. A hím egyedek a megtermékenyülés nélküli tojásokból fejlődnek, a nőstények a megtermékenyült tojásokból. A nősténynek elegendő egy alkalommal megtermékenyülni ahhoz, hogy élete végéig tudjon nőivarú tojásokat rakni. Állandó ivararány nem tapasztalható, a nemek aránya a megtermékenyült ivarsejtek függvénye. Az ivararányt befolyásoló tényezők nem ismertek, de általában a nőstény egyedek száma magasabb. *T. urticae* esetében hosszú időtartamú megfigyelések alapján  $2,9 : 1 =$  nőstény : hím arány volt tapasztalható egy megfigyelt

populációban. A megtermékenyülő tojásokba a hím ivarsejt közvetlenül a tojásrakás előtt jut be, de nem tisztázott milyen mechanizmus szabályozza a megtermékenyülést, és miért nem termékenyül meg a tojások egy része (van de Vrie 1972).

Újabb információt ad a takácsatkák ivararányát befolyásoló lehetséges hatásokról Knight (2001), a Nature című folyóirat publikációjában az ízeltlábúak *Wolbachia* fertőzését, mint evolúciós tényezőt ismerteti. Az említett fertőzést több kutató az ízeltlábú fajok populációi közötti összeférhetlenség és az eltolódó ivararányok lehetséges okozójaként véli felismerni. Egy takácsatka faj esetében Marjorie Hoy kutatásait említi, aki a fajon belül tapasztalható ivar arány eltolódást *Wolbachia* baktérium fertőzésével hozza kapcsolatba.

A WHO törzsben, mért adataink alapján, a hímek aránya szokatlanul magas (3.1.3. 7-8. táblázat 29. oldal) az idézett irodalmi adathoz és a DANS populáción mért arányhoz képest. A WHO törzs és a begyűjtött DANS populáció egyaránt jól tenyészthető. Az eltérő ivararány nem okoz észlelhető különbséget a fenntartás során. További vizsgálatokat igényelne az ivararányok állandóságának kutatása, de ilyen irányú vizsgálatokat nem végeztem, mivel munkám során nem okozott nehézséget a hím egyedek magasabb aránya a WHO törzsben.

#### 4.1.4. *Tetranychus urticae* populációk fotoperiódus érzékenysége

Laboratóriumi tenyésztésre célszerű olyan atka törzset választani standard érzékeny tözsként, amelyik fotoperiódusra nem érzékeny. A megvilágítás nem kívánt szelekciós ágens lehet a fotoperiódusra érzékeny populációk esetében. A megvilágítás esetleges kimaradásai rövid időn belül a fotoperiódusra nem érzékeny egyedek felszaporodását segítik elő, ezáltal a populáció nagyrészt annak a néhány nőténynek a genetikai anyagát fogja hordozni, melyekben a fotoperiódus érzéketlenség génje homozigóta állapotban megjelent. A jelenség magyarázatot adhat arra, hogy sok esetben mind a standard érzékeny törzsek, mind a szabadföldről begyűjtött populációk változó érzékenységet mutatnak a laboratóriumi tovább tenyésztés során.

A vizsgált két populáció közül csak a szabadföldről begyűjtött, DANS, volt fotoperiódus érzékeny. A rövidnappalos megvilágítás hatására a nőtények 79%-án kialakultak (3.1.4. 10. táblázat 30. oldal) a jellegzetes tünetek, a középbélből eltűntek a fekete színű középbéli sejtek, ami a táplálkozás megszűnésére utal, a középbél térfogata erősen lecsökkent, amitől a fakultatív diapauzába vonuló nőtények teste feltűnően karcsúbb lett, az aktívan táplálkozó egyedekkel összehasonlítva. A testfolyadék vörösre színeződött.

A WHO törzs nem volt képes fakultatív diapauzára, a nőtények egy részén, 20%, enyhe vörös színeződés megfigyelhető volt, de a középbélből nem tűntek el a fekete színű középbéli sejtek, ami folyamatos táplálkozásra utal. A fakultatív diapauza tünetei a nőtények mindössze 1%-án voltak megfigyelhetők, míg 79% (3.1.4. 9. táblázat 30. oldal) a fakultatív diapauza egyetlen tünetét sem mutatta. A WHO törzs fotoperiódustól függetlenül folyamatosan fenntartható, amennyiben egyéb létfeltételeit, tápnövény, hőmérséklet, biztosítjuk. A WHO törzs fotoperiódus érzéketlensége kedvező tulajdonság a törzs állandó érzékenységi szintjének megőrzése szempontjából. Nincs információnk arról, hogy 1988-ban, mikor megkaptuk a törzset, fotoperiódusra érzékeny volt-e.

## 4.2. A hatástani vizsgálatok eredményeinek értékelése

### 4.2.1. Bemártásos kezelés alkalmazásával végzett ovidid vizsgálatok

Az irodalomból ismert adatokkal jó egyezést tapasztaltam a legjobb ovidid aktivitású akaricidek esetében, Nissorun 10 WP, Apollo 500 SC, Masai 20 WP. Egy adott hatóanyaggal és annak formázott készítményével elvégzett kísérletek eredményei közt eltérések voltak. A formázástól függő hatás ismert az irodalomból, pl.: a hexitiazox ovidid LC50 értéke WP formázással 0,6 ppm (AI), míg ugyanazon kísérleti körülmények közt az EC formázás 0,2 ppm (AI). A kísérleteket Herron et al. (1993) végezte a *T. urticae* tojásokat permetezéssel kezelve.

A Flumite 200 közel egyforma ovidid aktivitást mutatott a Nissorun 10 WP-vel, a hatóanyagokkal végzett vizsgálatok alapján a flufenzin bár szignifikánsan hatékonyabb volt a hexitiazoxnál, ez olyan kis eltérés, aminek alapján a felhasználás során nem valószínű hatékonyságbeli különbség.

A legjobb ovidid aktivitású akaricidek LC50 értékei tized, század ppm nagyságrendben mozogtak mind az irodalmi adatokat, mind kísérleteink eredményeit tekintve. Megfigyeléseim alapján a jó ovidid hatású akaricidek közül a Masai 20 WP (tebufenpirád) a tojásban az embrió fejlődését a szemfoltok megjelenése előtt leállítja, a tojás a T2 szakaszban (2.2.1. 1. táblázat 16. oldal) pusztul el.

A klorfentezin, a hexitiazox, a flufenzin, a tetradifon, a tetraszul, a szemfoltok megjelenéséig hagyja fejlődni az embriót, a tojás a T3 szakaszban (2.2.1. 1. táblázat 16. oldal) pusztul el.

Számos olyan akaricidnél mértünk ovidid aktivitást, melyeknél a tojásölő hatás mellékhatásként értékelhető. Ezek nagy része, szerves foszfor savak, piretroidok, brómpropilát, propargit, amitráz, az embrió fejlődés utolsó szakaszában T4 szakaszban (2.2.1. 1. táblázat 16. oldal) állítja le az embrió fejlődését, a tojásban megfigyelhető a teljesen kifejlődött, összezsugorodott lárva. A quinalfosz mint hatóanyag nem mutatott ovidid aktivitást, míg készítményének az Ekalux 250 EC-nek ovidid mellékhatása valószínűleg jelentős a hatékonyság szempontjából tekintettel a viszonylag magas szabadföldi dózisa.

Méréseink alapján LC50 < 1 ppm aktivitást mutató ovididek, transzlamináris és transzmaternális hatásmódját mértük a továbbiakban. A Masai 20 WP esetében a transzmaternális hatásmódot az általunk alkalmazott módszer segítségével nem lehet mérni, mert a tebufenpirád hatóanyag már alacsony dózisban gátolja a nőstények tojásprodukciónak.

### 4.2.2. Transzlamináris hatásmód kimutatása tojásokon

A két tetrazin származék közül a Flumite 200 jó transzlamináris aktivitást mutatott, míg az Apollo 500 SC ebben a hatásmódban nem volt aktív. A Nissorun 10 WP transzlamináris aktivitása elmaradt a Flumite 200 mögött, az LC95 értéke feltűnően magas extrapolált érték.

A Masai 20 WP annak ellenére, hogy Kyomura et al. (1990) felhívják a figyelmet transzlamináris aktivitására, gyenge aktivitást mutatott. A Masai 20 WP szabadföldi dózisa viszonylag alacsony, 50 gramm/hektár, nem valószínű, hogy a gyakorlati felhasználás során a szer transzlamináris ovidid aktivitása érvényesül.

A hatóanyagok esetében a flufenzin és a hexitiazox egyaránt jó transzlamináris aktivitást mutatott. A klorfentezinnél igen magas dózisban mértünk transzlamináris aktivitást, kutatási célból a gyakorlat során felhasználandó koncentráció többszörösét is vizsgáltuk. A mért aktivitás a szabadföldi dózishoz viszonyítva, 200-300 gramm hatóanyag/hektár 1000 liter lémenyiséggel számolva 200-300 ppm (AI) a permetlé, a felhasználás során nem érvényesül.

A transzlaminárisan aktívnek bizonyult akaricideket, Flumite 200, Nissorun 10 WP, Masai 20 WP, teljes transzlamináris hatásmód kimutatására kidolgozott vizsgálatnak vetettük alá a továbbiakban.

A Flumite 200 és a Nissorun 10 WP transzlamináris hatásmódban a tojásokat ugyanabban a fejlődési szakaszban öli, T3 (2.2.1. 1. táblázat 16. oldal), mint bemártásos kezelés alkalmazásával.

#### 4.2.3. Teljes transzlamináris hatásmód kimutatása tojásokon

Ebben a módszerben egyedül a Flumite200 bizonyult hatékonynak, az eredmények bizonyították, hogy a flufenzin hatékony mennyiségben megjelenik a kezelt levelek fonákján.

A Nissorun 10 WP nem volt hatékony, ami azt jelenti, hogy a hexythiazox nem jelenik meg hatékony mennyiségben a levél fonákján.

A Flumite 200 teljes transzlamináris hatásmódban a tojásokat ugyanabban a fejlődési szakaszban öli, T3 (2.2.1. 1. táblázat 16. oldal), mint bemártásos kezelés alkalmazásával.

#### 4.2.4. Transzmaternális hatásmód kimutatása tojásokon

A Nissorun 10 WP és a Flumite 200 egyaránt jó transzmaternális hatást mutatott.

Transzmaternális aktivitást az Apollo 500 SC esetében nem tudtam kimutatni. Hasonló eredményre jutott az Apollo 500 SC esetében Brooker et al. (1987), „mite sterilant activity” vizsgálatai során. Atkákkal fertőzött bab növényeket permetezett csurgásig, 48 óráig inkubált, majd tiszta levél korongokon 24 óráig hagyta tojást rakni a kezelt nőstényeket. Megállapította, hogy a klofentezin nem hatékony, mint „trans-ovarian” ovid. Megállapította, hogy a klofentezin nem hatékony, mint „trans-ovarian” ovid.

A Flumite 200 és a Nissorun 10 WP transzmaternális hatásmódban a tojásokat ugyanabban a fejlődési szakaszban öli, T3 (2.1.1. 1. tábla), mint bemártásos kezelés alkalmazásával.

#### 4.2.5. Tojásprodukción csökkentő és ölü hatás nőstényen bemártással kezelt levélfelületen

Az irodalmi adatok feldolgozása során feltűnt, hogy az egységes mortalitási kritérium hiánya általánosan jellemző még azonos hatóanyagcsoporton belül is. Az idézett mortalitási kritériumok nagyrészt rezisztenciakutatási munkákból származnak. A szerzők ismert hatóanyagokat vizsgáltak, többnyire egy hatóanyag csoporton belül, és különböző atka populációk érzékenységét hasonlították össze. Az új molekulák primer szűrő vizsgálata során, mely a fejlesztési munka döntő lépése, fordított a helyzet. Érzékeny atka törzsön vizsgáljuk az ismeretlen hatóanyagokat. Nincs információnk arról, milyen típusú hatás várható. Az értékelés során olyan adatokat kell felvennünk, melyek különböző hatóanyag csoportok összehasonlítását teszik lehetővé. Tapasztalataink és az irodalmi adatok összegzéseként a kezeléseket hatásukat a nőstényeken két tünet alapján értékeltük. A mortalitás és az egy nőstényre vetített tojásprodukción alapján. Mortalitási kritériumként a hátsó láb mozgását tekintetem döntő tünetnek. Élő az az egyed, amelyik mind a négy hátsó lábát mozgatni kezdi inger hatására, a többi elpusztultnak értékeltem. Tapasztalataink alapján az atka, amelyik nem tudja mozgatni mind a négy hátsó lábát, az összes általunk vizsgált hatóanyag esetében irreverzibilis letális károsodást szenvedett. Kártétel, utódprodukción, helyváltoztató mozgás veszélye nem áll fenn az általunk elpusztultnak ítélt egyedek esetében.

A kezeléseket szubletális hatásáról az egy nőstényre vetített tojás produkcion ad megbízható információt, mivel ez jól értékelhető, objektív, adat, és a *T. urticae* biológiájából adódóan a kezeléseket táplálkozás gátló aktivitását is jól tükrözi. A *T. urticae* esetében az utód produkcion folyamatos, az adult nőstények boncolásakor 2-4 kialakult tojást találunk, míg a napi tojás produkcion 5-10 tojás. A *T. urticae* nősténye nem raktározza a lerakásra érett tojásokat, a felvett tápanyag 24 óránál rövidebb idő alatt beépül a tojásokba. A táplálkozás mértékéről jó információt adna még a táplálkozási nyomok és ürülék foltok száma, de ezek mérete eltérő, így az értékelés kevésbé lenne objektív.

A legjobb ovid anyagok, flufenzin, hexythiazox, klofentezin és készítményeik Flumite 200, Nissorun 10 WP, Apollo 500 SC ölü hatást nem mutattak, tojásprodukción csökkentő aktivitásuk sem jelentős. Az eredmények áttekintése során itt is tapasztaltuk, hogy a formázott készítménnyel

és a hatóanyaggal végzett vizsgálatok, pl.: Omite 57 E és hatóanyaga a propargit esetében lényegesen eltérő LC50 értékeket adtak. Marshall és Pree (1993) Propargite 30 WP és Propargite 6 EC készítmények hatását hasonlította össze két kísérletben, laboratóriumban és szabadföldön *Panonychus ulmi* fajon. Megállapítja, hogy mindkét kísérletben az EC formázás lényegesen hatékonyabb. További vizsgálatokkal kimutatta, hogy a jobb hatékonyság oka, az EC formázásban a hatóanyag egyenletesebben terül szét a leveleken.

Az irodalmi adatokkal összhangban a Vertimec 1,8 EC bizonyult az ölü hatás és a tojásprodukciónak a gátlás szempontjából a legaktívabb akaricidnek.

Az Ekalux 25 EC, a dimetoát, a foszalon, ölü hatása jó, ezekre a szerves foszforsavészterekre általánosan megállapíthatjuk, hogy a mortalitás és a tojásprodukciónak a gátlás LC50 és TPGC50 értékei egy adott anyag esetében jó egyezést mutatnak. A szisztemikus hatásmódú quinalfosz és a dimetoát esetében közel azonos a két érték. A kontakt, mélyhatású foszalon esetében sem találunk kétszeresnél nagyobb különbséget. A szerves foszforsavészterek és a Vertimec 1,8 EC kivételével az összes többi akaricid esetében a tojásprodukciónak a gátlás TPGC50 értékeit legalább háromszor alacsonyabb dózisban mértük, mint az LC50 értéket. Kiugróan nagy eltérést mutatott egy akaricid piretroid a bifentrin, a mortalitás és a tojásprodukciónak a gátlás LC50 és TPGC50 értékeit összehasonlítva (3.2.5. 17-20. táblázat 36-38. oldal).

Azokat a formázott készítményeket, melyek LC50 vagy TPGC50 < 10 ppm (AI) aktivitást mutattak, tovább vizsgáltuk transzlamináris hatásmódra.

#### 4.2.6. Transzlamináris hatásmód kimutatása nőstényen

Az Ekalux 25 EC és a Vertimec 1,8 EC hatékony volt ebben a módszerben vizsgálva mind az ölü hatást, mind a tojásprodukciónak a gátlást értékelve.

A Masai 20 WP ölü hatása ebben a kezelésmódban nem volt kimutatható, tojásprodukciónak a csökkentő aktivitását olyan magas dózisban mértük, ami a felhasználás során, mint hatékonyság növelő tényező, valószínűleg nem érvényesül (3.2.6. 21-22. táblázat 39. oldal). A Masai 20 WP esetében transzlamináris hatásmódban jelentős aktivitást a nőstényen nem tudtunk kimutatni, annak ellenére, hogy Kyomura et al. (1990), felhívják a figyelmet a tebufenpirád transzlamináris aktivitására.

#### 4.2.7. *Tetranychus urticae* juvenilis alakjainak mortalitása bemártással kezelt levélfelületen

A Nissorun 10W és a Flumite 200 ill. hatóanyagaik közel azonos aktivitást mutatnak ebben a módszerben. Az Apollo 500 SC ill. hatóanyaga közel egy nagyságrenddel gyengébb aktivitású (3.2.7. 23-24. táblázat 40. oldal).

Tomio Yamada et al. (1987) *Panonychus citri* lárváin mérte a hexitiazox hatékonyságát három kezelésmódban. Első módszere hasonló az általunk alkalmazott módszerhez, kezelt levélfelületre helyezi a kezeletlen lárvákat, az LC50 0,21 ppm. A második módszerben a kezelt lárvákat helyezi kezeletlen levélfelületre, az LC50 9,4 ppm. A harmadik módszerben a kezelt lárvákat helyezi kezelt levélfelületre, az LC50 0,19 ppm. A három eredmény összehasonlításából kitűnik, hogy a hexitiazox hatása a lárvák testfelületén keresztül felszívódva lényegesen rosszabbul érvényesül, mint a tápcsatornán keresztül. A Nissorun 10WP tápcsatornán keresztül érvényesülő aktivitását a transzlamináris ovicid hatás és az un. teljes transzlamináris ovicid hatás kimutatására elvégzett kísérletek eredményei is igazolták.

#### 4.2.8. A laboratóriumi hatástani vizsgálatok eredményei a Flumite 200 gyakorlati felhasználásának szempontjából

A Flumite 200 a legjobb ovicid aktivitású akaricidek közé tartozik. A laboratóriumi fejlesztés során a legaktívabb kísérleti molekulák LC50 értékei közötti század ppm nagyságrendű különbségek nem adtak támpontot a fejlesztendő molekula kiválasztására a bemártásos módszerrel elvégzett kísérletek eredményeinek értékelésekor. A forgalomban lévő akaricidek közt a transzlamináris hatásmódban is aktív készítmények esetében általában alacsony a hatóanyag felhasználás egységnyi területen, mind az ovicid aktivitású, mind a mozgó alakokra ható szereknél, pl. Nissorun 10 WP 50 gramm/hektár hexitiazox, Vertimec 1,8 EC 18-36 gramm/hektár abamektin. Összehasonlításként a Neoron 500 EC 750 gramm/hektár brómpropilát, a Mitac 200 EC 1200 gramm/hektár amitráz, az Omite 57 E 1000-1200 gramm/hektár propargit dózisait említem, mint transzlamináris hatásmódban nem aktív szereket.

A legjobb ovicid aktivitású kísérleti molekulákat transzlamináris hatásmódra is vizsgáltuk. A kétirányú vizsgálat eredményei alapján kiválasztott flufenzin molekula, gyári kód SzI-121, került további fejlesztésre. Formázott készítményével, Flumite 200, folyamatosan végzünk hatástani vizsgálatokat az ismertetett mérési módszerek segítségével a forgalomban lévő akaricidek mellett.

A Flumite 200 a forgalomban lévő akaricidek közül az ovicid hatás és a transzlamináris hatásmód szempontjából, valamint a különböző fejlődési alakokon mért aktivitások alapján leginkább a Nissorun 10 WP-hez hasonlítható, de van egy jelentős különbség. Az ún. teljes transzlamináris hatásmód kimutatására elvégzett vizsgálatok eredményei kimutatták, hogy a hexitiazox hatóanyag a kezelést követően nem jelenik meg hatékony mennyiségben a levél fonákján, míg a Flumite 200 hatóanyaga a flufenzin igen. Magyarozatot kaptunk arra, hogy a transzlamináris hatásmód kimutatására kidolgozott módszerben elvégzett kísérletek eredményei miért mutattak meglepően magas LC95 értéket a Nissorun 10 WP esetében. A transzlaminárisan kezelt leveleken a nőstény első tojásai semmilyen módon nem érintkeznek a hatóanyaggal, a mérgezett tojásokat csak a hatóanyag felszívódása után, a táplálkozást követően, kezdi lerakni.

A Flumite 200 az egyetlen olyan ovicid anyag, az általunk vizsgáltak között, ami a transzlamináris kezelést követően a levél fonákján hatékony mennyiségben megjelenik, ez arra enged következtetni, hogy a transzlamináris hatásmód a tojásrakó nőstény táplálkozásának mélységétől függetlenül érvényesül. A takácsatkák láthatóan a levéllemez teljes keresztmetszetében kiürítik a sejteket, klorofilmentes, fehér foltokat találunk táplálkozásuk helyén. A károsított levelek keresztmetszetén mind az oszlopos, mind pedig a szivacsos parenchima-rétegek roncsolódása, pusztulása megfigyelhető Bognár és Jenser (1995). A levélatkák azonban, pl.: az *Aculus schlechtendali* egyedei, sebző-szívó szájszervükkel csak az epidermiszt, esetleg az ahhoz közeli sejteket sértik fel. Cheliceráik, a szűrő-szívó szájszervű rovarokkal ellentétben, nem hatolnak mélyre a növények szövetében Gólya (1999) citálta Pataki (1994) munkáját. A levél fonákján táplálkozó *Eriophyidae* atkákra csak annak az ovicid hatóanyagnak van megbízható hatékonysága, ami a levél fonákjának teljes keresztmetszetében hatékony koncentrációban jelen van. A Nissorun 10 WP esetében nem kizárt, hogy a levél fonákon az *Eriophyidae* atkák táplálkozási mélységében hatóanyagmentes sáv marad, így ezeken a fajokon a transzlamináris ovicid hatás itt nem érvényesül.

Javasolom a jövőben az ovicid anyagok transzlamináris hatásmódjának megkülönböztetését aszerint, hogy teljes, Flumite 200 típusú, vagy részleges, Nissorun 10 WP típusú.



## 5. Következtetések, javaslatok

5.1. Javaslat fotoperiódusra nem érzékeny törzs alkalmazására állandó érzékenyséű referencia törzsként.

A hatástani mérések alapfeltétele, a fejlesztési munkán kívül a rezisztencia-kutatásban is, a szelektáló ágensektől mentes környezetben fenntartott laboratóriumi törzs, melynek érzékenysége időben állandó a vizsgálandó akaricidekre. A vegyszer mentes környezet önmagában nem biztosítja az összes szelektáló ágens kiiktatását. A megvilágítás is lehet szelektáló ágens a fotoperiódusra érzékeny populációk esetében, ezért célszerű fotoperiódusra érzéketlen törzset fenntartani referencia törzsként. Az állandó érzékenyséű referencia törzset évtizedekig tartjuk fenn, ilyen hosszú idő alatt előfordulhat, hogy nem tudjuk folyamatosan biztosítani az optimális megvilágítást és hőmérsékletet. Ignatowicz (1985) munkája alapján ismert, hogy viszonylag rövid idő alatt hogyan szelektálható egy populációból fotoperiódusra érzéketlen törzs. A referencia törzs kiválasztásakor célszerű a hatástani vizsgálatok megkezdése előtt elvégezni ezt a szelekciót, amennyiben a törzs fotoperiódusra érzékenynek bizonyult. Annak eldöntésére, hogy a választott referens törzs fotoperiódusra érzékeny-e, az általam leírt módszert javaslom, melyet Ignatowicz (1985) és Wiesmann (1968) munkája alapján dolgoztam ki (2.2.4. 17. oldal).

5.2. Javaslat a transzmaternális ovidid hatásmód fogalmának bevezetésére

Az ovidid anyag kétféle képpen hatolhat be a tojásba, az anya szervezetén belül vagy az anya szervezetén kívül, a tojás lerakása után. Abban az esetben, mikor az ovidid anyagot az anya szervezetéből veszi fel a tojás „sterilising effect” ill. „transovarian” hatás kifejezésekkel találkoztam az irodalomban.

A klofentezin és a hexitiazox *T. urticae* nőtényein vizsgált sterilizáló hatásáról „sterilising effect” számol be Chapman és Marris (1986). Sterilizáló hatásként említi a nőtény kezelését követő kétirányú hatást, a tojásprodukciónak csökkenését és a lerakott tojások közt az életképtelen egyedek számának növekedését. A *T. urticae* biológiai tulajdonságaiból adódóan helyesebb lett volna a két jelenséget külön értelmezni, mint tojásprodukciónak csökkentő hatást és transzmaternális ovidid hatást. Nem kizárható, hogy élettani szempontból vizsgálva a két hatás egymástól függetlenül működik. Sterilizálásról abban az esetben beszélünk, ha az ivarszerveket olyan hatás éri, ami az állat szaporodási képességét végleg vagy időszakosan megszünteti, ez történhet sebészeti eljárással vagy egyéb kezelésekkel. Ebben az esetben a tojásprodukciónak csökkenése szignifikáns ugyan, de nem olyan mértékű, hogy sterilizálásnak tekinthetnénk.

Az anya szervezetén keresztüli érintkezést az ovidid anyagokkal „transovarian” hatásként írja le Brooker et al. (1987).

Witalinski (1993) munkája alapján ismert, hogy a takácsatkák tojása több rétegű tojáshéjjal védett, a legbelső réteg az ováriumban képződik, maga a petesejt termeli, míg a külső burkokat járulékos mirigyek váladékai alkotják és a petevezetékben, „oviductus”, rakódnak a tojásra, ami arra enged következtetni, hogy a tojás az ováriumon kívül is felvehet ovidid anyagot a nőtény szervezetéből.

Mindkét idézett munka, Chapman és Marris (1986) és Brooker et al. (1987), az anya szervezetén keresztül érvényesülő ovidid hatásról számol be, mint „sterilising effect” ill. „transovarian” hatásmód. A leírt ovidid hatások az ivarszervek bármilyen érintettsége nélkül is megvalósulhattak, ezért sterilizáló hatásról vagy „transovarian” hatásmódról beszélni a leírt esetekben félrevezető lehet. A tojás az ováriumon kívül is felvehet ovidid anyagokat. A járulékos mirigyek váladékával is bejuthat ovidid anyag a tojáshéj külső rétegeibe és tojásrakáskor is szennyeződik az éppen kiválasztott testnedvekkel a tojás.

Javaslom a transzmaternális ovidid hatásmód kifejezést minden olyan esetben, mikor az ovidid anyaggal az anya szervezetében érintkezik a tojás, de nincs információnk arról, hogy az anya szervezetén belül milyen úton veszi fel azt.

### 5.3. Az ovidid anyagok bejutása a tojásba a nőtény szervezetén kívül

Az anya szervezetén kívül az ovidid anyagok a tojáshéjon vagy a tojás légzőszervén keresztül juthatnak be a tojásba. Az ovidid anyagok bejutása a tojásokba legnagyobb valószínűséggel gázcsere révén valósul meg a tojás speciális légzőszervén keresztül. A tojáshéjon keresztüli behatolás nem kizárt, de nehezen képzelhető el roncsoló hatás nélkül.

### 5.4. Javaslat akaricidek hatásának értékelésére nőtényen

A hálál beállta tünetek alapján értékelhető. Egyes hatóanyagok esetében nehéz olyan tünetet vagy tüneteket választani, melyek gyorsan és egyértelműen értékelhetők. A dehidratált állapot, mint tünet jól felismerhető, objektív módon értékelhető lenne, de nem minden hatóanyag ölü hatását kíséri. Megfigyeléseim alapján nem alakul ki dehidratált állapot brómpropilát hatására. A fenpropatrin és a quinalfosz hatására kialakul a dehidratált állapot, de meglepő módon a fenpropatrin hatására az atkák még dehidratált állapotban is képesek az inger hatásával ellentétes irányban helyváltoztató mozgásra a szubletális dózisokban, míg a quinalfosz esetében dehidratált állapot minden esetben csak elpusztult egyedeken figyelhető meg. A dehidratált állapot nem minden hatóanyag esetében jelzi a nőtény pusztulását.

Az irodalmi áttekintés és tapasztalataim alapján az akaricidek hatását a *T. urticae* nőtényére két adat felvételével célszerű értékelni, a tojásprodukciónak gátlása és a mortalitás.

Tapasztalataim alapján az általam vizsgált hatóanyagok esetében a legáltalánosabban alkalmazható mortalitási kritérium: elpusztultnak tekintem azt a nőtényt, amelyik inger hatására nem tudja mind a négy hátsó lábát mozgatni. Élőnek és helyváltoztató mozgásra képesnek tekintem azt a nőtényt, amelyik mind a négy hátsó lábát mozgatja inger hatására. A menekülési ingerválaszt kiváltó inger egy finom ecset érintése az atka háti oldalán.

A tojásprodukciónak gátlása a kontrollhoz viszonyítva értelmezhető % érték, a kontrollt tekintem 100%-os tojásprodukciónak. Objektív adat szemben a mortalitással, ami az értékelő szubjektív megítélésétől többé kevésbé függ.

### 5.6. Transzlamináris hatásmód kimutatására alkalmas új kezelési eljárás

Az irodalomban leírt kezelési módszerek, Walsh et al. (1996) és Beers et al. (1997), nehezen kivitelezhetőek, idő vagy eszköz igényesek. Walsh et al. (1996) a levelek színére apró cseppekben vitte fel a kezelő oldatot, ami hosszadalmas munka és a gyakorlatban előállított permetléborítást sem imitálja megbízhatóan. Beers et al. (1997) a levelek színét permetezi, míg fonákjukat takarással védi. Ez a módszer jobban imitálja a gyakorlatban előállított permetléborítást, de kivitelezése nehézkes, a levél fonákjának tökéletes védeke a permetlétől nehezen megvalósítható. Az általam kidolgozott eljárás, leírása (2.3. 18. oldal), előnye, hogy a kezelő oldat borítása egyenletes, egyszerű eszközökkel és gyorsan, kis helyen kivitelezhető. Lehetővé tette nagy számú kísérleti molekula szűrő vizsgálatát.

## 6. Összefoglalás

Ebben a munkában azokat a biológiai teszt módszereket írom le, melyek segítségével egy új akaricid a flufenzin, fejlesztési kódja: SzI-121, Pap et. al. (1994) fejlesztésének laboratóriumi szakaszát végeztük el az AGRO-CHEMIE laboratóriumaiban.

Hét módszert dolgoztunk ki a hatástani vizsgálatokhoz. Az akaricidek hatását a *Tetranychus urticae* Koch különböző fejlődési alakjain és különböző hatásmódokban vizsgáltuk.

A legjobb ovid aktivitású akaricidek Nissorun 10 WP (10% hexitiazox) és Flumite 200 (20% flufenzin) nem csak kontakt hatásmódban ölik el a tojásokat. A gyakorlati felhasználás szempontjából különösen fontos a transzlamináris és transzmaternális hatásmód azoknak az ovid akaricideknek az esetében, melyeknek az atkák mozgó alakjaira nincs jelentős hatásuk. Az ovid hatás vizsgálatára négy módszert dolgoztunk ki. Az első módszer segítségével kontakt hatásmódban, a tojásokat bemártással kezelve, mérjük az ovid aktivitást. A másik három módszer az ovidok transzlamináris és transzmaternális hatásmódjait vizsgálja. A kontakt hatásmódra elvégzett vizsgálatok eredményei alapján tudjuk követni az ovid hatékonyságának útját a levéllemezen keresztül és a *Tetranychus urticae* Koch tojásrakó nőstényének szervezetén keresztül. A transzlamináris hatásmódot két módszer segítségével vizsgáltuk, második és harmadik módszer. A második módszer alkalmazásával ki tudjuk mutatni egy ovid anyag transzlamináris aktivitását, de nincs információnk arról, milyen mélyen jut be a levéllemezbe és megjelenik-e a levél fonákján, a kezeletlen felületen. A harmadik módszert alkalmazva meggyőződhetünk arról, hogy a transzlamináris aktivitású ovid anyag megjelenik-e hatékony mennyiségben a levél fonákján. A negyedik módszerrel a tojásrakó nőstény szervezetén keresztül érvényesülő ovid hatását mértük.

Az ötödik módszer segítségével a nőstények mortalitását és tojástermelésük csökkenését mértük bemártással kezelt levélfelületen.

A hatodik módszer alkalmazásával az akaricidek transzlamináris hatásmódját tudjuk kimutatni nőstényeken.

A hetedik módszer segítségével a juvenilis alakokon mérjük az akaricidek ölü hatását.

A laboratóriumi mérések eredményei alapján az SzI-121 (flufenzin) lényegesen aktivabbnak bizonyult a fitofág atkák ellen, mint a szintén tetrazin származék klorfentezin. A flufenzin legfőbb előnye jó transzlamináris és transzmaternális aktivitása. Kontakt ovidiként is kiváló hatású, de transzlamináris aktivitása révén bejut az atkák tápcsatornájába is. Az adult atkákat nem öli, a tojásrakó nőstény szervezetébe bejutó hatóanyag azonban életképtelenné teszi a kezelt levelekből táplálkozó nőstények tojásait. Az atkák juvenilis alakjait krizális stádiumban öli el.

A biológiai fejlesztés során gyűjtött tapasztalatok jól hasznosíthatók rezisztencia-kutatási munkákhoz.



## 6. Summary

In the present work I described laboratory methods elaborated in AGRO-CHEMIE which were used at development of a new acaricide SzI-121 Pap et. all. (1994). We used seven laboratory methods as a tool for investigating the efficacy of acaricides on different developmental stages of the spider mite *Tetranychus urticae* Koch and in different mode of action.

The active ingredient of ovicide acaricides such as Nissorun 10 WP (10% hexithiazox) and Flumite 200 (20% flufenzin, developmental code: SzI-121) are able to kill eggs not only by contact mode of action. The translaminar and transmaternal mode of action of ovicides which have not efficacy on motile stages of spider mites are important properties in point of view of practical usage. We elaborated four ovicide evaluating methods, the first method is used for measuring of the contact activity treating the eggs by immersion and three methods are used for measuring translaminar and transmaternal activity. On the base of the results of the ovicide investigation by the first method we followed the way of the activity of molecules through the mesophyllum of leaves and through the bodies of egg-laying females of *Tetranychus urticae* Koch to elucidate their translaminar and transmaternal mode of action.

We investigated the translaminar activity using two methods, the second and the third. From the results using the second method we had information about the translaminar activity of the ovicide, but we did not know how deep did it enter in to the mesophyllum and did it occur on the opposit, non treated, surface of leaf or not. Using the third method we were able to detect the ovicide on the opposit, non treated, surface of leaf if it occurred in effective amount.

The fourth method was elaborated for measuring the activity of ovicides through the bodies of egg-laying females.

Using the fifth method we treated leaf surface by immersion and we measured the mortality and eggproduction inhibitor activity of acaricides on exposed females on treated leaves.

We measured the translaminar activity of acaricides by the sixth method on females. We measured the activity of acaricides on juvenile stages by the seventh method.

The results of laboratory studies demonstrate that SzI-121 compared to the other tetrazin molecule clofentezin has higher activity against phytophagous mites.

The excellent translaminar activity is the main improvement of SzI-121. It is a good contact ovicide but due to its translaminar activity can enter mites via ingestion. It is not able to kill the adult mites but females sucking the treated leaves lay unviable eggs. It is also able to stop the development of mites at chrysalis stages.

During the biological evaluation of SzI-121 and Flumite 200 the formulated acaricide we gain experiences which can be usefull at researches of resistance.



## Irodalomjegyzék

Abbott, W. S. (1925): A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18. 265-267. p.

Balás G., Sáringer Gy. (1984): Kertészeti kártevők. Második kiadás. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1069 p.

Ballantyne G. H. (1969): Genetic fine structure and complementation at the albino locus in spider mites (*Tetranychus* species: Acarina). Academisch proefschrift ter verkrijging van de graad van doctor in de wiskunde en natuurwetenschappen aan de Universiteit van Amsterdam. 67 p.

Beers, E. H., A. Andersen, and R. D. Brown (1997): Absorption and Translaminar Activity of Abamectin in Apple and Pear Foliage as Determined by Spider Mite (Acari: Tetranychidae) Mortality. *J. Econ. Entomol.* 90 (2) 566-573. p.

Beers, E. H., H. Riedl and J. E. Dunley (1998): Resistance to Abamectin and Reversion to Susceptibility to Fenbutatin Oxide in Spider Mite (Acari: Tetranychidae) Populations in the Pacific Northwest. *J. Econ. Entomol.* 91 (2): 352-360. p.

Bognár S. és Jenser G. (1996): In: Jermy T. és Balázs K. (Szerk.): *A növényvédelmi állattan kézikönyve 6.* Budapest: Akadémiai Kiadó, 307 p.

Brooker, P. J., J. H. Parsons., Reid J. and P. J. West (1987): Acaricidal 1, 2, 4, 5,-Tetrazines. *Pestic. Sci.* 18, 179-190. p.

Campos, F., D. A. Krupa, and R. A. Dybas (1996): Susceptibility of Populations of Twospotted Spider Mites (Acari: Tetranychidae) from Florida, Holland, and the Canary Islands to Abamectin and Characterization of Abamectin Resistance. *J. Econ. Entomol.* 89 (3) 594-601. p.

Campos, F., D. A. Krupa, and R. Jansson (1997): Evaluation of a Petri Plate Assay for Assessment of Abamectin Susceptibility in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 90 (3) 742-746. p.

Chapman, R. B. and J. W. M. Marris (1986): The sterilising effect of clofentezine and hexythiazox on female twospotted mite. *Reprinted from Proceedings of the 39th N. Z. Weed and Pest Control Conference.* 237-240 p.

Cranham, J.E. and W. Helle (1985): Chapter 3.4. Pesticide resistance in Tetranychidae. 405-421. p. In W. Helle (Eds.): *Spider mites their biology, natural enemies and control.* Vol. 1B. Amsterdam: Elsevier 435 p.

Crooker, A. (1985): Embryonik and juvenile development. 149-155. p. In W. Helle (Eds.): *Spider mites , their biology, natural enemies and control.* vol.1A. Amsterdam: Elsevier, 405 p.

Dennehy, T. J., J. Granett, T. F. Leigh and A. Colvin (1987): Laboratory and Field Investigation of Spider Mite (Acari: Tetranychidae) resistance to the Selective Acaricide Propargite. *J. Econ. Entomol.* 80 565-574. p.

Dennehy, T. J., A. W. Farnham and I. Denholm (1993): The Microimmersion Bioassay: A Novel Method for the Topical Application of Pesticides to Spider Mites. *Pestic. Sci.* 39 47-54. p.

Devine, G. J., M. Barbar and J. Denholm (2001): Incidence and inheritance of resistance to METI-acaricides in European strains of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Acari: Tetranychidae). *Pest. Manag. Sci.* 57 443-448. p.

Dittrich, W. (1968): Die Embrionalentwicklung von *Tetranychus urticae* Koch in der Auflichtmikroskopie. *Z. Angew. Entomol.* 61 142-153. p.

Dittrich, W. and P. Streibert (1969): The respiratory mechanism of spider mite eggs. *Z. Angew. Entomol.* 63 200-211. p.

Dittrich, W. (1971): Electron-microscopic studies of the respiratory mechanism of spider mite egg. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 64 1134-1143. p.

El-Banhawy, E. M. & Anderson T. E. (1985): Effects of avermectin B1 and fenvalerate on the survival, reproduction, and egg viability of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Int. J. Acarol.* 11 (1) 11-16. p.

Flexner, J. L., P. H. Westigard, and B. A. Croft (1988a): Differential Mortality of Organotin Resistant and Susceptible Twospotted Spider Mites (Acari: Tetranychidae) to Formulations of Cyhexatin and Fenbutatin Oxide. *J. Econ. Entomol.* 81 (3) 766-769. p.

Flexner, J. L., P. H. Westigard, and B. A. Croft (1988b): Field Reversion of Organotin Resistance in the Twospotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae) Following Relaxation of Selection Pressure. *J. Econ. Entomol.* 81 (6) 1516-1520. p.

Flexner, J. L., K. M. Theiling, B. A. Croft, and P. H. Westigard (1989): Fitness and Immigration: Factors Affecting Reversion of Organotin Resistance in the Twospotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 82 (4) 996-1002. p.

Goka, Kouichi (1998): Mode of inheritance of resistance to three new acaricides in the Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acari: Tetranychidae). *Experimental & Applied Acarology.* 22 699-708. p.

Gólya G. (1999): Újabb adatok az *Aculus schlechtendali* (Nalepa) morfológiájáról, biológiájáról és populációdinamikájáról. Gödöllő: Gödöllői Agrártudományi Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar, Növényvédelemtani Tanszék 58 p.

Grafton-Cardwell, E. E. and M. A. Hoy (1983): Comparative Toxicity of Avermectin B1 to the Predator *Metaseiulus occidentalis* (Nesbtt) (Acari: Phytoseiidae) and the Spider mites *Tetranychus urticae* Koch and *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 76 1216-1220. p.

Grafton-Cardwell, E. E., J. Granett and T. F. Leigh (1987): Spider Mite Species (Acari: Tetranychidae) Response to Propargite: Basis for an Acaricide Resistance Management Program. *J. Econ. Entomol.* 80 579-587. p.



Grafton-Cardwell, E. E., J. Granett, T. F. Leigh, and S. M. Normington (1989): Development and Evaluation of a Rapid Bioassay for Monitoring Propargite Resistance in *Tetranychus* Species (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 82 (3) 706-715. p.

Green, A. St. J., B. Heine, J. Schreurs, and R. A. Dybas (1985): Twospotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) control with abamectin (MK-936) on roses. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* 50/2b 623-631. p.

Helle, W. and W. P. J. Overmeer (1973): Variability in Tetranychid mites. *Ann. Rev. Entomol.* 18 97-120. p.

Herron, G., V. Edge and J. Rophail. (1993): Clofentezine and hexythiazox resistance in *Tetranychus urticae* Koch in Ausztralia. *Experimental & Applied acarology* 17 (6) 433-439. p.

Herron, G. A., S. E. Learmonth, J. Rophail and I. Barchia (1997): Clofentezine and fenbutatinoxide resistance in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) from deciduous fruit tree orchards in Western Australia. *Experimental & Applied Acarology.* 21 163-169. p.

Hoy, M. A. and J. Conley (1987): Selection for Abamectin Resistance in *Tetranychus urticae* and *T. pacificus* (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 80 221-225. p.

Ignatowicz, S. (1985): Genetic basis of diapause in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). Warsaw: Agricultural University Press Warszawa. p. 59

Jenser G. (1967): The Inhibitory Action of 2,4,6-Trichlorophenoxy Ethanol on Females of Red Spider Mite (*Metatetranychus ulmi* Koch). *Acta Phytopathologica, Academiae Scientiarum Hungaricae.* 2 (4) 373-377. p.

Jermy T. (1966): Feeding inhibitors and food preference in chewing phytophagous insects. *Ent. Exp. Appl.* (9) 1-12. p.

Jermy T. (1958): Untersuchungen über Auffinden und Wahl der Nahrung beim Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata* Say.). *Ent. Exp. Appl.* 1 179-208. p.

Kabir, K. H. and R. B. Chapman (1997): Operational and Biological Factors Influencing Responses of Spider Mites (Acari: Tetranychidae) to propargite by Using the Petri Dish-Potter Tower Method. *J. Econ. Entomol.* 90 (2) 272-277. p.

Keena, M. A. and J. Granett (1985): Variability in toxicity of propargite to spider mites (Acari: Tetranychidae) from California almonds. *J. Econ. Entomol.* 78 1216-1216. p.

Keena, M. A. and Granett J. (1987): Cyhexatin and propargit resistance in populations of spider mites (Acari: Tetranychidae) from California Almonds. *J. Econ. Entomol.* 80 560-564. p.

Keena, M. A., E. Grafton-Cardwell, and J. Granett (1991): Variability in response of laboratory-reared and field-collected populations of *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae) to hexythiazox. *J. Econ. Entomol.* 84 1128-1134. p.

Keiichiro Ishii (1987): Acaricide mode of action. *Journal of Pesticide Science* 12 (2) 279-297. p.

Knight, A. L., E. H. Beers, S. C. Hoyt, and H. Riedl (1990): Acaricide bioassays with Spider Mites (Acari: Tetranychidae) on Pome Fruits: Evaluation of Methods and Selection of Discriminating Concentrations for Resistance Monitoring (1990): *J. Econ. Entomol.* 83 (5): 1752-1760. p.

Knight, J. (2001): Meet the Herod bug. *Nature* 412 (July) 12-14 p.

Kyomura, N., T. Fukuchi, Y. Konyama and S. Motojima (1990): Biological characteristics of a new acaricide MK-239. *Brighton Crop Protection Conference – Pest and Diseases* 2-6 55. p.

Liesering, R. (1960): Beitrag zum phytopathologischen Wirkungsmechanismen von *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz* 67 524-543. p.

Marshall, D. B. and D. J. Pree (1993): Factors Affecting Toxicity of Propargite to the European Red Mite (Acari, Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 86 (3) 854-859. p.

McEnroe, W. D. (1961): The control of water loss by the two-spotted spider mite (*Tetranychus telarius*). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 54 883-887. p.

Miller, R. W., B. A. Croft, R. D. Nelson & P. H. Westigard (1985): Effects of early season immigration on cyhexatin and formetanate resistance of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberry in central California. *J. Econ. Entomol.* 78 1379-1388. p.

Mothes, Ursula (1981): Functional microscopic anatomy of the digestive system of *Tetranychus urticae* (Acari, Tetranychidae). *Acarologia* 22 (3) 257-270. p.

Nauen, R., N. Stumpf, A. Elbert, C. PW Zebitz and W. Kraus (2001): Acaricide toxicity and resistance in larvae of different strains of *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari, Tetranychidae). *Pest Management Science* 57 253-261. p.

Pap L., J. Hajimichael, E. Bleicher, S. Botár, I. Székely (1994): SzI-121 chemical and biological evaluation of a new acaricide. *Brighton crop protection conference - Pest and Diseases* 2-8 75-82. p.

Pap, L., J. Hajimichael, E. Bleicher. Biological evaluation of SzI121, a new miticide. (1995): 5th European Conference on „Chemistry and the Environment, Pesticide chemistry for sustainable agriculture” Outlook for the 21st Century. Budapest. 15-18 p.

Pap, L., J. Hajimichael, E. Bleicher, S. Botár, and I. Székely. (1995): SzI121 a new versatile miticide. XIII International Plant Protection Congress, Hague, July 2-7. Congress Issue: 983

Pap, L., J. Hajimichael, E. Bleicher, S. Botár, and I. Székely (1995): Notes about testing of the sterilant activity of ovicides. XIII International Plant Protection Congress. Hague July 2-7. Congress Issue: 982

Pap, L., E. Bleicher, M. Molnár, and M. Kelemen (1995): Flufenzin, egy új, fejlesztés alatt álló akaricid az integrált termesztés számára. „Integrált termesztés a kertészeti kultúrákban” tanácskozás Budapest november 28.

Pap L., J. Hajimichael and E. Bleicher (1996): Biological evaluation of SzI121, a new miticide. *J. Environ. Sci. Health.* B31 (3) 521-526 p.

Pap L., Molnár M., Koleva R., Kelemen M. és Bleicher E. (1997): Flumite 200, új környezetkímélő atkaölő szer. Növényvédelmi fórum Keszthely, 70. o.

Pap L., Molnár M., Bleicher E. (2000): A Flumite 200 transzlamináris aktivitásának vizsgálata a különböző kultúrákban. 46. Növényvédelmi Tudományos napok, Budapest, 68. o.

Pataki E. (1994): Károsítók által okozott nedvességveszteségek a növényeken. In: Petróczi I. (szerk.): Adjuvánsok és peszticidek együttes hatása a környezetkímélő technológiában. GATE, Növényvédelem-tani Tanszék, 62-82. p.

Penman, D. R. and Chapman R. B. (1988): Pesticide- Induced mite outbreaks: Pyrethroids and spider mites. *Experimental & Applied Acarology* 4 256-276. p.

Rathman, R. J., E. H. Beers, J. L. Flexner, H. Riedl, S. C. Hoyt, P. H. Westigard, and A. L. Knight (1990): Baseline Bioassays with hexythiazox and clofentezine of three mite species (Acari: Tetranychidae) occurring on Washington and Oregon tree fruits. *J. Econ. Entomol.* 83 (5) 1711-1714. p.

Schiffhauer, D. E. and R. F. Mizell (1988): Behavioral Response and Mortality of Nursery Populations of Twospotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae) to Residues of Six Acaricides. *J. Econ. Entomol.* 81 (4) 1155-1162. p.

Suski, Z. W. (1989): Occurrence of respiratory apparatus in eggs of some mite species (Acarina). *Polskie pismo Entomologiczne Bulletin* 30 (6). 311-318. p.

Szabadalmi okirat. (1993 július 21.): Tetrázinszármazékok, eljárás a vegyületek előállítására, a vegyületeket hatóanyagként tartalmazó akaricid, lárvicid és ovidid készítmények, valamint eljárás az előállításukra és alkalmazásukra. Szabadalmi okirat. Szolgálati találmány. Magyar Szabadalmi Hivatal. Lajstrom szám: 212 613 B. ügyszám: P 9302098 10 p.

Tomlin, C. D. S. (Ed.) (1997): *The Pesticide Manual*. Eleventh edition. Brighton: British Crop Protection Council 1606 p. dienochlor 385-386. p.

Thurling, D.J. (1980): Metabolic rate and life stage of the mites *Tetranychus cinnabarinus* Boisd. (Prostigmata) and *Phytoseiulus persimilis* A-H. (Mesostigmata). *Oecologia* (Berlin) 46 391-396. p.

Tomio Yamada, Minoru Kaeriyama, Nobuo Matsui and Hiromi Yoneda (1987): Development of a new miticide, hexythiazox. *Journal of Pesticide Science* 12 (2) 327-335. p.

Vrie, van de, M., J. A. McMurtry and C. B. Huffaker (1972): Ecology of Tetranychid Mites and Their Natural Enemies: A Review III. Biology, Ecology, and Pest Status, and Host-Plant Relations of Tetranychids. *Hilgardia* 41 (13) 343-387. p.

Walsh, D. B., F. G. Zalom, D. V. Shaw, and N. C. Welch (1996): Effect of Strawberry Plant Physiological Status on the Translaminar Activity of Avermectin B1 and Its Efficacy Against the Twospotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 89 (5) 1250-1253. p.

Warwick-Fisher, S. and Wensch, D. L. (1986): Quantification of Biological effectiveness for pesticides against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 79 1472-1476. p.

Welty, C., W. H. Reissing T. J. Dennehy, R. W. Weires (1988): Comparaison of residual bioassay methods and criteria for assessing mortality of cyhexatin-resistant European red mite (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 81 442-448. p.

Wermelinger, B., J. Baumgartner, Ph. Zahner & V. Delucchi (1990): Environmental factors affecting the life tables of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina). I Temperature. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen gesellschaft* 63 55-62. p.

Wiesmann, R. (1968): Untersuchungen über die Verdauungsvorgänge bei der gemeinen Spinnmilbe, *Tetranychus urticae* Koch. *Z. ang. Ent.* 61 457-465. p.

Witalinski, W. (1993): Egg shells in mites: vitelline envelope and chorion in Acaridida (Acari). *Experimental & Applied Acarology* 17 321-344. p.

Young-Joon Kim, Hoi-Seon Lee, Soon-Won Lee, Gil-Ha Kim, and Young-Joon Ahn. (1999): Toxicity of Tebufenpyrad to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae) Under Laboratory and Field Conditions. *J. Econ. Entomol.* 92 (1) 187-192. p.

## **Köszönetnyilvánítás**

Köszönöm a lehetőséget és a munkámhoz nyújtott támogatást az AGRO-CHEMIE ügyvezető igazgatójának Dr. Székely Istvánnak és a Termékfejlesztési Igazgatóság vezetőjének Dr. Pap Lászlónak. A kísérletek kivitelezéséért köszönetet mondok munkatársaimnak Kőszegi Krisztinának, Mezei Lászlónénak.

Megköszönöm témavezetőm, Dr. Jenser Gábor hatékony szakmai irányítását, hasznos tanácsait.