

**Renata BAŽOK¹, Maja ČAČIJA¹, Martina KADOIĆ BALAŠKO¹, Darija LEMIC¹,
Lea DAMJANOVIĆ¹, Sandra SKENDŽIĆ¹, Zrinka DRMIĆ², Siniša JELOVČAN³**

¹Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

²Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za zaštitu bilja

³Syngenta Agro d.o.o.

rbazok@agr.hr

UČINAK SPIROPIDIONA NA LISNE UŠ I PREDATORSKU GRINJU *Amblyseius swirskii* U UZGOJU PAPRIKE

SAŽETAK

Spiropidion je nova djelatna tvar koju je razvila tvrtka Syngenta. Pripada skupini inhibitora acetil CoA karboksilaze (skupina 23) i podskupini derivati tetronske i tetramske kiseline koji djeluju kao regulatori rasta i razvoja kukaca i grinja. Inhibiraju acetil koenzim A karboksilazu, važnog sudionika prvog dijela biosinteze lipida. Zahtjev za registraciju ovog insekticida u Europskoj uniji bit će podnesen slijedeće godine. Očekuje se da će odmah nakon registracije u EU, doći i na tržište u Hrvatskoj. S ciljem boljeg upoznavanja učinka ovog insekticida na štetnike i na prirodne neprijatelje u istraživanju provedenom 2019. godine utvrđena je učinkovitost na lisne uš) na paprici te popratni učinak na predatorsku grinju, *Amblyseius swirskii*. Pokus je proveden u dva plastenika: u plasteniku I ispuštena je predatorska grinja *A. swirskii* i biljke su tretirane spiropidionom u dozi od 80 i 40 g a.t./ha, dok u plasteniku II nije ispuštena grinja te je primijenjena samo puna doza (80 g a.t./ha) spiropidiona. Zbog niske brojnosti grinje u pokusu nije bilo moguće u potpunosti potvrditi navode literature o izostanku negativnog utjecaja spiropidiona na predatorske grinje. Testirani insekticid visoko je učinkovit na pamukovu lisnu uš (*Aphis gossypii* Glover) (koja je prevladavala u populaciji lisnih uši) u obje primijenjene doze (40 i 80 g a.t./ha) te ga za praktičnu primjenu svakako treba preporučiti u nižoj dozi. Utvrđena je zadovoljavajuća učinkovitost najmanje dva tjedna nakon tretiranja. Kada dođe na tržište u RH, spiropidion će s obzirom na izostanak negativnog djelovanja na predatorske grinje i na povoljni ekotoksikološki profil o kojem govore rezultati brojnih provedenih istraživanja, predstavljati vrijedan alat za suzbijanje lisnih uši u proizvodnji paprike u zaštićenom prostoru.

Ključne riječi: *Aphis gossypii*, pamukova lisna uš, paprika, predatorska grinja, spiropidion

UVOD

Suvremena poljoprivredna proizvodnja u zemljama Europske unije (EU) suočava se sa sve većim izazovima. Poljoprivredna proizvodnja suočava se s

visoko postavljenim standardima i strogim pravilima koja se odnose na rezidue pesticida u prehrambenim proizvodima, na sigurnost svih dionika u poljoprivrednoj proizvodnji te na negativne učinke koje primjena sredstava za zaštitu bila (SZB) može imati na okoliš. Posljedično tome regulativa vezana za stavljanje u promet i primjenu SZB sve je zahtjevnija. Djelatne tvari SZB odobravaju se na razini cijele EU a pojedini pripravnici nakon toga dobivaju odobrenje u pojedinim državama članicama. Nove djelatne tvari koje dobivaju dozvolu za promet na tržištu EU moraju zadovoljavati vrlo stroge kriterije koji se odnose na brojne toksikološke i ekotoksikološke aspekte. U procesima ponovne registracije kojima se nakon isteka registracije podvrgavaju sva SZB-a došlo je do ukidanja dozvola velikom broju SZB koja su već duži niz godina bila u uporabi te je broj aktivnih tvari dozvoljenih za suzbijanje pojedinih štetnih organizama drastično smanjen. Prema Virić Gašparić i Bažok (2018.) u razdoblju od 1987. do 2018. broj dozvoljenih aktivnih tvari (a.t.) insekticida smanjio se s 93 na 59, a broj pripravaka s 265 na 133. Isti autori navode da dozvoljeni insekticidi djeluju na više različitih načina te da je broj mehanizama djelovanja porastao s 12 na 19. Veliki broj raspoloživih mehanizama djelovanja trebao bi olakšati borbu s razvojem rezistentnosti štetnika, no s obzirom da pojedine aktivne tvari imaju dozvolu za znatno manji broj kultura i za mali broj namjena izbor pripravaka raspoloživih za suzbijanje pojedinih štetnika u praksi često je ograničen. Stoga je struka opravdano zabrinuta za buduće mogućnosti suzbijanja štetnika. Istovremeno, kemijske tvrtke nastoje razviti SZB novog mehanizma djelovanja te povoljnijih ekotoksikoloških karakteristika koji će zadovoljiti stroge kriterije za registraciju.

Spiropidion je nova djelatna tvar koju je razvila tvrtka Syngenta. Prva globalna registracija formuliranog proizvoda koji sadrži spiropidion dobivena je u Gvatemali u rujnu 2020. (Syngenta, 2021.). Prema najavama iz tvrtke, proizvod će tijekom 2021. biti na tržištu u Paragvaju i Pakistanu, a u Brazilu se očekuje stavljanje na tržište 2023. godine. Zahtjev za registraciju u Europskoj uniji bit će podnesen 2022.-2023. U slijedećih šest godina tvrtka planira proizvode na bazi spiropidiona registrirati na tržištima 60 zemalja.

Prema mehanizmu djelovanja spiropidion pripada skupini inhibitora acetil-koenzim A (CoA) karboksilaze (skupina 23) i podskupini derivati tetronske i tetramske kiseline (Bažok, 2021). Insekticidi iz skupine 23 djeluju kao regulatori rasta i razvoja kukaca i grinja inhibirajući acetil-CoA karboksilazu koji je važan sudionik prvog dijela biosinteze lipida te time dovode do smrti kukca (Bažok, 2021.). Ta skupina insekticida sadrži četiri djelatne tvari: spirodiklofen, spirotetramat, spiromesifen i spiropidion (IRAC, 2021.). U RH i u EU registrirani su spirodiklofen i spirotetramat (EU Pesticides Database, 2021; FIS, 2021.). Neke djelatne tvari iz ove skupine imaju blago djelovanje na korisne kukce kao primjerice spirotetramat te se stoga često koristi u kombinaciji s biološkim suzbijanjem (Salazar-López i sur., 2016.).

Spiropidion je proinsekticid, a nakon njegove hidrolize oslobađa se spiropidion dion (derivat 2-aril-cikličkog-1,3-diona) koji je odgovoran za vezivanje na ciljnom mjestu kod kukaca (Muehlebach i sur., 2021.). Spiropidion dion djeluje kao inhibitor acetyl-CoA karboksilaze, ometajući biosintezu masnih kiselina. Zbog slabo kiselog karaktera, topljivosti u vodi i lipofilnosti, moguća je uspješna translokacija na velike udaljenosti ksilemskim i floemskim tokovima biljaka (Muehlebach i sur., 2020.). Stoga se djelatna tvar nakon folijarne primjene distribuira u biljci akropetalno na novi rast mladica i bazipetalno prema korijenu (Muehlebach i sur., 2021.). Spiropidion ima povoljan toksikološki i ekološki profil, a zbog dobre sigurnosti za oprašivače i druge neciljane organizme, prema Muehlebach i sur. (2021.), vrlo je pogodan za integriranu zaštitu bilja. Dosadašnja istraživanja pokazala su da ovaj insekticid uspješno suzbija lisne uši, bijele mušice, lisne buhe, štitarke uši i grinje u povrću i drugim usjevima (Muehlebach i sur., 2020.).

Prema zastupljenosti u proizvodnji, paprika pripada među četiri najznačajnije povrtne kulture u Republici Hrvatskoj (Lešić i sur., 2004., Grgić i sur., 2016.), a uzgaja se na otvorenom i u zaštićenim prostorima. Kalifornijski trips, cvjetni štitarke moljac i lisne uši najviše se ističu kao štetnici paprike u zaštićenim prostorima (Maceljki, 2002.). Navedeni štetnici rade izravne štete u vidu sisanja biljnih sokova, smanjenja prinosa, deformiranja plodova te neizravne štete u vidu prijenosa virusa i izlučivanja medne rose (Maceljki, 2002.). Na mednu rosu skupljaju se gljive čađavice te smanjuju asimilacijsku sposobnost biljke, ali i onečišćuju proizvod kojem je potom smanjena tržišna vrijednost. Zbog navedenih šteta može doći do drastičnog gubitka prinosa te je nužna uporaba insekticida da bi se to spriječilo. Zbog opisanog stanja s brojem aktivnih tvari insekticida smanjen je broj raspoloživih insekticida za njihovo suzbijanje. Takva situacija dovodi do učestale primjene insekticida istog mehanizma djelovanja što često rezultira razvojem rezistentnosti štetnika tj. slabljenjem učinkovitosti primijenjenog insekticida. Posljedično tome, sve je češća primjena biološkog suzbijanja jednog ili svih štetnika u proizvodnji paprike u zaštićenim prostorima. Pri tom se za suzbijanje cvjetnog štitarke moljca koriste predatorske grinje (najčešće *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot) ili parazitska osica *Encarsia formosa* Gahan, za suzbijanje kalifornijskog tripsa predatorske stjenice i/ili grinje. Lisne uši mogu se suzbiti parazitskim osicama ali i drugim prirodnim neprijateljima kao što su božje ovčice.

S obzirom da se očekuje da će insekticid na osnovi spiropidiona, čim bude registriran u EU, doći i na tržište u Hrvatskoj, važno je bolje poznavati njegov učinak kako na štetnike tako i na prirodne neprijatelje. Stoga je cilj rada bio utvrditi učinkovitost novog insekticida, spiropidiona na lisne uši u uzgoju paprike u zaštićenom prostoru te njegov popratni učinak na predatorsku grinju, *A. swirskii*.

MATERIJALI I METODE

Za potrebe pokusa uzgojena je paprika na 500 m² u dva plastenika, svaki površine 250 m². Presadnice paprike, sorta Istra su 25. i 26. travnja 2019. presađivane u plastenike. Paprika je sađena u dvoredne trake te je udaljenost između traka iznosila 1,2 m, dok je udaljenost između biljaka u redu bila 0,3 m što je rezultiralo gustoćom sklopa 51 230 biljaka/ha. Za osnovnu gnojidbu korišteno je mineralno NPK gnojivo formulacije 7-20-30, a primijenjena količina bila je 500 kg/ha. Za prihranu su korišteni pripravci proizvođača Yara, Yara Liva-Calcinit (N 15,5 %, Ca 26,5 %), Kristalon bijeli (N:P:K 15+5+30+3 Mg+2 S), Kristalon smeđi (N:P:K 3+11+38+4 Mg+11 S) i Yara Vita Bortrac. Prihrana se obavljala svakih 14 dana te je Calcinit primijenjen šest puta dok su ostala gnojiva primijenjena po dva puta. Gnojivo je dozirano u količini od jednog grama po biljci, osim Bortraca koji je primijenjen u količini od 95 ml/500 m². Za zaštitu od bolesti korištena su dva fungicida. Prvi korišteni fungicid je bio Champion 50 WG (djelatna tvar: bakreni hidroksid, proizvođač Nufarm). Tretiranje fungicidom obavljeno je 14. svibnja 2019. u dozi od 125 g/500 m². Drugi fungicid je bio Tazer (djelatna tvar: azoksistrobin, proizvođač Nufarm) koji je primijenjen 14. lipnja 2019. u dozi od 0,05 l/500 m².

Oba plastenika (plasteni I i plasteni II) podijeljena su na tri jednaka dijela (svaki 83,3 m²). U pokus je uključen cijeli plasteni I te dva od tri dijela plastenika II. Predatorska grinja *A. swirskii* sadržana u proizvodu Swirski-Mite (proizvođač Koppert) ispuštena je u plasteni I u dva navrata, 13. lipnja i 11. srpnja, kada je paprika bila u fenofazi 51 odnosno 72 po BBCH skali. Ukupno je u dva ispuštanja ispušteno 50 000 jedinki grinje. U plasteniku II nije obavljeno ispuštanje grinje. Tretiranje istraživanom insekticidom obavljeno je 4. srpnja u punoj i polovičnoj dozi u plasteniku I, dok je u plasteniku II primijenjena samo puna doza. Tretiranje insekticidom je obavljeno kada je paprika bila prosječne visine 0,78 m (BBCH 70). Količina vode u škropivu je bila 442 l/ha, dok je površina lista, LWA (leaf wall area) iznosila 10 769 m². Na dan tretiranja izmjerena je temperatura zraka koja je iznosila 20 °C i relativna vlaga zraka od 55 %. U svakom plasteniku je ostavljena netretirana kontrola (Tablica 1.).

Tablica 1. Prikaz varijanti u pokusu

BROJ VARIJANTE	VARIJANTA	DOZA INSEKTICIDA G A.T/HA	A. SWIRSKII
1	Netretirana kontrola	0	NE
2	Spiropidion + <i>A. swirskii</i>	40	DA
3	Spiropidion + <i>A. swirskii</i>	80	DA
4	Spiropidion	80	NE
5	<i>A. swirskii</i>	0	DA

Unutar svakog pregrađenog dijela plastenika na svakoj varijanti na četiri su mjesta označene skupine po 10 biljaka (koje predstavljaju ponavljanja) sa kojih su tijekom pokusa uzimani uzorci listova za očitavanja. Sa svake od 10 biljaka u skupini u svakom su očitavanju uzeta dva lista te je ukupan broj pregledanih listova po varijanti iznosio 80. Očitavanja su obavljena prije tretiranja, 4. srpnja 2019. i tri puta nakon tretiranja i to 7, 14 i 28 dana nakon tretiranja tj. 11. i 18. srpnja te 1. kolovoza 2019. U očitavanjima je bilježen broj živih kukaca (lisnih uši) te prirodnih neprijatelja (grinje) po listu.

Ocjena fitotoksičnosti obavljena je pri svakom očitavanju vizualnim pregledom cijele tretirane parcele pri čemu se koristila skala od 0 do 10 (0 bez oštećenja, 10 potpuno propale biljke). Dana 16. srpnja 2019. obavljena je prva berba paprike sa svih biljaka nakon čega je uslijedilo vaganje prinosa.

Temeljem broja živih kukaca prije i poslije tretiranja na tretmanima i kontroli, izračunata je učinkovitost pojedine varijante u svakom očitavanju. Izračun učinkovitosti obavljen je po formuli Henderson-Tilton (1955.). Statistička analiza podataka o brojnosti grinja i lisnih uši te o učinkovitosti pripravaka je provedena uz pomoć ARM 9 programa (Gylling Data Management, Inc., 2021.), a srednje vrijednosti su rangirane testom multiplih rangova po Duncanu.

U oba plastenika utvrđeno je da je pamukova lisna uš *Aphis gossypii* Glover prevladavala u populaciji lisnih uši.

Dana 31. srpnja sve su varijante tretirane pripravkom Rogor 40 čija je aktivna tvar dimetoat.

REZULTATI I RASPRAVA

Niti na jednoj varijanti nisu utvrđena oštećenja koja bi se mogla pripisati fitotoksičnosti primijenjenih pripravaka.

Rezultati utvrđene brojnosti predatorske grinje na varijantama pokusa prikazani su tablicom 2.

Tablica 2. Utvrđena brojnost predatorske grinje (*Amblyseius swirskii* Athias-Henriot) na varijantama u pokusu prije i nakon tretiranja i rezultati statističke analize

Varijanta	Doza insekticida g a.t./ha	04.7.2019. (Prije tretiranja)	11.07. 2019.	18.07. 2019.	01.08. 2019.**
1. Netretirana kontrola	0	0,0 c*	0,00	0,43	0,00
2. Spiropidion + <i>Amblyseius swirskii</i>	40	4,49 a	0,00	0,20	0,00
3. Spiropidion + <i>Amblyseius swirskii</i>	80	0,36 bc	0,25	0,43	0,00

4. Spiropidion	80	0,43 bc	0,00	0,00	0,00
5. <i>Amblyseius swirskii</i>	0	1,48 b	0,00	0,20	0,00
LSD P=5 %		1,097	ns	ns	ns

*Vrijednosti označene istim slovom opravdano se ne razlikuju i pripadaju u isti rang temeljem provedenog testa multiplih rangova po Duncanu.

**Brojnost nakon što je 31. srpnja obavljeno tretiranje svih varijanti pripravkom Rogor 40.

Niža ukupna brojnost predatorske grinje u pokusnim objektima može biti uvjetovana s nekoliko čimbenika od kojih se mogu izdvojiti raspoloživost hrane za prirodne neprijatelje (Ragusa i Swirski, 1975., Ji i sur. 2012.), vitalnost grinja u proizvodu, temperature u pokusnom objektu te pogodnost lisnih uši kao izvora prehrane za predatora (Igrc Barčić i Maceljki, 2001.). Usprkos činjenici da su u plasteniku I obavljena dva ispuštanja predatorskih grinja, njihov je broj na svim varijantama bio nizak. Niska brojnost utvrđena je čak i prije tretiranja insekticidom (Tablica 2.). Niska populacija grinja povezana je s činjenicom da ispuštene grinje vjerojatno nisu imale dovoljno hrane jer u plasteniku nije bio utvrđen napad cvjetnog štitastog moljca koji zapravo predstavlja najbolji izvor hrane za grinju i za čije se suzbijanje ona koristi (Koppert, 2021.). U objektima u vrijeme prvog ispuštanja još nije bilo cvjetova paprika pa grinjama nije na raspolaganju bio dostupan niti polen za kojeg se navodi da može poslužiti kao izvor hrane u nepovoljnim uvjetima (Ragusa i Swirski, 1975.). Iako je za vrstu *A. swirskii* utvrđeno da kao protonimfa, deuteronimfa i ženka preživljava bez hrane uspješnije od nekih drugih vrsta istog roda i nekih sličnih vrsta, radi se o maksimalno četiri dana preživljavanja bez hrane (Ji i sur. 2012.) u stadiju protonimfe i deuteronimfe, odnosno, osam dana u stadiju odrasle ženke. Ponovno ispuštanje obavljeno je nakon očitavanja (odnosno uzimanja uzoraka) koje je provedeno 11. srpnja. Stoga je bilo realno za očekivati da će broj grinja u očitavanju 18. srpnja biti veći. To se nije dogodilo zato što su u drugom ispuštanju ispuštane grinje koje su bile čuvane 30 dana pa ih je veći dio vjerojatno uginuo. S obzirom da je na varijanti s punom dozom insekticida pronađeno najviše jedinki grinje, može se zaključiti da testirani insekticid ne djeluje negativno na grinju. Neki autori navode da i druge djelatne tvari insekticida iz skupine 23 kao što su spiromesifen i spirotetramat imaju minimalno štetno djelovanje na predatorske grinje (Dhawan i sur., 2013.).

Utvrđena brojnost pamukove lisne uši na različitim varijantama u pokusu utvrđena tijekom provedbe pokusa (prije tretiranja i 7, 14 i 28 dana nakon tretiranja) prikazana je tablicom 3.

Tablica 3. Utvrđena brojnost pamukove lisne uši (*Aphis gossypii* Glover) na varijantama u pokusu i rezultati statističke analize

Varijanta	Doza insekticida g a.t./ha	4.7.2019. (Prije tretiranja)	11.07.2019. 7 dana	18.07.2019. 14 dana	01.08.2019.** 28 dana
Netretirana kontrola	0	408,25 a*	539,25 a	805,13 a	1,50
Spiropidion+ <i>Amblyseius swirskii</i>	40	332,25 b	6,00 c	0,90 c	0,25
Spiropidion + <i>Amblyseius swirskii</i>	80	409,25 a	3,75 c	4,65 c	0,00
Spiropidion	80	125,25 c	4,25 c	2,16 c	0,00
<i>Amblyseius swirskii</i>	0	384,75 a	252,50 b	391,13 b	4,25
LSD P=5%		50,75	111,87	4,37	ns

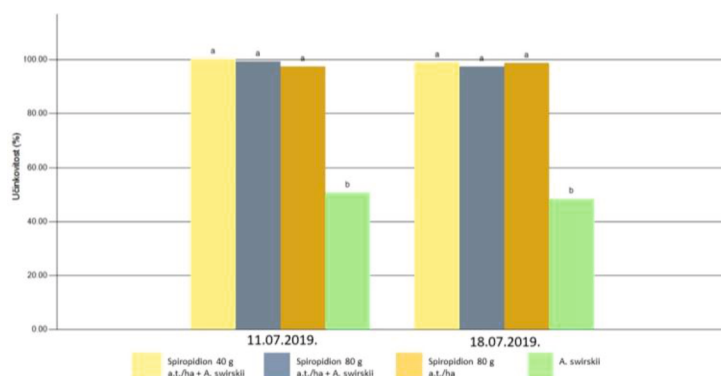
*Vrijednosti označene istim slovom opravdano se ne razlikuju i pripadaju u isti rang temeljem provedenog testa multiplih rangova po Duncanu.

**Brojnost nakon što je 31. srpnja obavljeno tretiranje svih varijanti pripravkom Rogor 40.

Za razliku od predatora, brojnost pamukove lisne uši je bila visoka prije tretiranja insekticidom (tablica 3.). Pri prvom očitavanju nakon tretiranja broj lisnih uši se drastično smanjio na svim tretiranim varijantama, a najviše se smanjio na varijantama gdje je korišten insekticid u punoj dozi. Na kontroli gdje je korištena samo voda broj štetnika se povećao, dok se na kontroli gdje je ispuštena samo predatorska grinja broj štetnika smanjio. Na drugom očitavanju (14 dana nakon tretiranja) broj štetnika se smanjio na svim tretiranim varijantama, dok se na kontrolama broj povećao. Nakon 31. srpnja broj štetnika se smanjio na svim varijantama uključujući i kontrolu. Toga je dana provedeno tretiranje insekticidom dimetoatom koji je učinkovito suzbio pamukovu lisnu uš na svim varijantama.

Učinkovitost pripravaka i predatorske grinje izračunata po Henderson-Tiltonu prikazana je slikom 1.

Sve varijante uključene u pokus bile su učinkovite u suzbijanju štetnika *Aphis gossypii*, osim kontrole sa samom grinjom *Amblyseius swirskii* koja je imala učinkovitost oko 50 % (slika 1.). Učinak pune i pola doze istraživanog insekticida dva tjedna iza tretiranja bio je iznad 98 %, što se može smatrati odličnim rezultatom i potvrđuje navode Muehlebacha i sur. (2021.). Dobar učinak na lisne uši postiže aktivna tvar spirotetramat koja pripada istoj skupini insekticida (Nauen i sur., 2008.). S druge strane, aktivna tvar spiromesifen iz iste skupine nema zadovoljavajući učinak na lisne uši (Patil i sur., 2018.), ali zadovoljavajuće djeluje na neke druge štetnike. Očigledno je da je spiropidion po spektru djelovanja sličniji spirotetramatu nego spiromesifenu.



Slika 1. Učinkovitost varijanti uključenih u pokus na pamukovu lisnu uš *Aphis gossypii* Glover i rezultati statističke analize

ZAKLJUČCI

Brojnost grinje u pokusu je bila niska stoga nije bilo moguće prosuditi o utjecaju insekticida na grinju, ali niti o razlici između učinkovitosti grinje i grinje primijenjene u kombinaciji s insekticidom. Niska populacija grinje može se pripisati nedostatku hrane u vrijeme ispuštanja i velikom mortalitetu grinja u proizvodu tijekom skladištenja. Testirani insekticid visoko je učinkovit na pamukovu lisnu uš *Aphis gossypii* u obje primijenjene doze (40 i 80 g a.t./ha) te ga za praktičnu primjenu svakako treba preporučiti u nižoj dozi. Zadovoljavajuća učinkovitost utvrđena je najmanje dva tjedna nakon tretiranja. Kada dođe na tržište u RH, spiropidion će s obzirom na izostanak negativnog djelovanja na predatorske grinje i na povoljni ekotoksikološki profil, predstavljati vrijedan alat za suzbijanje lisnih uši u proizvodnji paprike u zaštićenom prostoru.

SUMMARY

Spiropidion is a new active ingredient developed by Syngenta. It belongs to the group of acetyl-CoA carboxylase inhibitors (group 23) and to the subgroup of tetronic and tetramic acid derivatives, which act as growth and development regulators of insects and mites. They inhibit acetyl-coenzyme A carboxylase, an important participant in the first part of lipid biosynthesis. An application for registration of this insecticide in the European Union will be submitted next year. It is expected that immediately after registration in the EU, it will also be marketed in Croatia. In order to better understand the effect of this insecticide on pests and natural enemies, a trial conducted in 2019 determined the efficacy on cotton aphids on peppers and the side effect on the predatory mite *Amblyseius swirskii*. The experiment was conducted in two greenhouses:

greenhouse I, the predatory mite *A. swirskii* was released and aphids were treated with spiropidion at a dose of 80 and 40 g at / ha, while in greenhouse II no mite was released and only the full dose (80 g at / ha) of spiropidion was applied. Due to the low number of mites in the experiment, it was not possible to fully confirm the claims in the literature about the absence of a negative effect of spiropidion on predatory mites. The insecticide tested is highly effective against cotton aphids (infesting plants in our experiment) at both dosages applied (40 and 80 g a.t./ha) and should definitely be recommended at a lower dosage for practical use. Satisfactory efficacy was observed at least two weeks after treatment. When marketed in the Republic of Croatia, spiropidion will be a valuable agent for aphid control in the production of peppers in a protected area, as it has no negative effects on predatory mites and the results of numerous studies show a favorable ecotoxicological profile.

Key words: *Aphis gossypii*, cotton aphid, pepper, predatory mite, spiropidion

LITERATURA

Bažok, R. (2021.). Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj za 2021. godinu - zoocidi. Glasilo biljne zaštite, 21(1-2), 13-116.

Dhawan, A.K., Arora, R., Kumar, V. (2013.). Insect Pest Management: Origin, Evolution and Implementation. U: Integrated pest management. Dhawan A.K., Singh B., Bhullar M.B., Arora R. (ur.) Scientific Publishers, Indija, 1-43.

EU Pesticides Database (2021.). Active substances, safeners and synergists (1457 matching records). Dostupno na: <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/active-substances/?event=search.as> –pristupljeno 25.08.2021.

FIS (2021.). Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja. <https://fis.mps.hr/trazilicaszb/> - pristupljeno: 17.8.2021.

Grgić, I., Hadelan, L., Baškarić, L., Šmidlehner, M., Zrakić, M. (2016.). Proizvodnja povrća u Republici Hrvatskoj: stanje i mogućnosti. Glasnik zaštite bilja, 39(5), 14-22

Gylling Data Management (2021.). ARM 9® GDM software, Revision 2021.1 June 15 2021 (B=27049). Brookings, South Dakota, USA.

Henderson, C.F., Tilton, E.W. (1955.). Tests with acaricides against the brown wheat mite. Journal of Economic Entomology, 48, 157-161.

Igrc Barčić, J., Maceljiski, M. (2001.). Ekološki prihvatljiva zaštita bilja od štetnika, Zrinski, Čakovec

IRAC (2021.). Insecticide Resistance Action Committee. The IRAC Mode of Action Classification. <https://irac-online.org/modes-of-action/> - pristupljeno: 15.5.2021.

Ji, J., Lin, T., Zhang, Y., Sun, L., Saito, Y., Lin, J., Chen, X. (2012.). Effects of starvation and humidity on the development and survival of *Amblyseius swirskii*, *Agistemus exsertus* and *Amblyseius eharai*. Systematic and Applied Acarology, 18(4), 321-328.

Koppert Biological Systems (2021.). Swirski mite. <https://www.koppert.com/swirski-mite/> - pristupljeno: 15.5.2021.

Lešić, R., Borošić, J., Buturac, I., Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2004.). Povrćarstvo. Zrinski, Čakovec

Maceljiski, M. (2002.). Poljoprivredna entomologija. Zrinski d.d., Čakovec

Muehlebach, M., Buchholz, A., Zambach, W., Schaetzer, J., Daniels, M., Hueter, O., Kloer, D.P., Lind, R., Maienfisch, P., Pierce, A., Pitterna, T., Smejkal, T., Stafford, D., Wildsmith, L. (2020.). Spiro N-methoxy piperidine ring containing arylidones for the control of sucking insects and mites: discovery of spiropidion. *Pest Management Science*, 76: 3440-3450. <https://doi.org/10.1002/ps.5743>

Muehlebach, M., Schaetzer, J., Buchholz, A., Flemming, A.J., Godfrey, C.R., Godineau E., Hamer M., Vock-Hatt, F., Hueter, O., Kloer, D.P., Maienfisch, P., Oliver, S., Perruccio, F., Pitterna, T., Popp, C., Senn, R., Slater, R., Smejkal, T., Stafford, D., Wenger, J., Wildsmith, L., Zambach, W. (2021.). Spiropidion discovery: Broad spectrum control of sucking insects and mites for multicrop utility. U: *Recent Highlights in the Discovery and Optimization of Crop Protection Products*. Maienfisch, P.; Mangelinckx, S. (ur.), Academic Press, 241-260, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821035-2.00012-7>.

Nauen, R., Reckmann, J., Thomzik, J., Thielert, W. (2008.). Biological profile of spirotetramat (Movento) – a new two-way systemic (ambimobile) insecticide against sucking pest species. *Bayer Crop Science Journal*, 61, 245-278.

Patil, S., Sridevi, D., Ramesh, T.B., Pushpavathi, B. (2018.). Field efficacy of selected insecticides against cowpea aphid, *Aphis craccivora* (Koch). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(3), 668-672.

Ragusa, S., Swirski, E. (1975.). Feeding habits development and oviposition of the predaceous mite *Amblyseius swirskii* (Acarina: Phytoseiidae) on pollen of various weeds. *Israel Journal of Entomology*, 15, 55-62

Salazar-López, N.J., Aldana-Madrid, M.L., Silveira-Gramont, M.I., Aguiar, J.L. (2016.). Spirotetramat-An alternative for the control of parasitic sucking insects and its fate in the environment. U: *Insecticides Resistance*, Trdan S. (Ur.), IntechOpen, London, 41-54. Dostupno na <https://www.intechopen.com/chapters/49309> -pristupljeno 20.08.2021., <http://dx.doi.org/10.5772/6132222>

Syngenta (2021.). Syngenta Crop Protection announces launch of Spiropidion: a new insecticide active ingredient. Dostupno na: <https://www.syngenta.com/en/company/media/syngenta-news/year/2020/syngenta-crop-protection-announces-launch-spiropidion> -pristupljeno 25.08.2021.

Virić Gašparić, H., Bažok, R. (2018.). Tržište zoocida nekad i danas: Što se promijenilo u posljednjih 30 godina? *Glasilo biljne zaštite*, 18(6), 550-557.

Znanstveni rad