

occurred probably at least in three stages during the 1840s. Historical and genetic data indicate that the first step in the initial migration was from Mexico to the United States. The second stage occurred at the beginning of 1844, with the introduction of a single clone from the United States to Europe. The second migration was first observed in 1984, with the discovery of the A2 mating type in isolates from culture collections dating back to 1981. The third global migration of *P. infestans* occurred in the late 1970s from northwestern Mexico to the United States, although its character was established at the beginning of the 1990s. The epidemic occurrence of potato late blight in 1999 in Serbia has opened a number of questions and initiated a detailed study of the population structure of the pathogen. The epidemic potato late blight occurs in Serbia still today, at the beginning of the XXI century, often with great intensity.

Key words: *Phytophthora infestans*, origin, migration, epidemics.

STANJE I PERSPEKTIVE SUZBIJANJA ŽIČARA I DRUGIH ŠTETOČINA U ZEMLJIŠTU U PROIZVODNJI KROMPIRA

Radosav Sekulić¹, Tatjana Kereši¹, Željko Milovac², Aleksandra Konjević¹

¹Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

E-mail: keresi@polj.uns.ac.rs

Rad primljen: 10.12.2015.

Prihvaćen za štampu: 18.01.2016.

Izvod

Krompir, a pre svega krtole u zemljištu, napadaju i oštećuju brojne životinjske vrste. Među njima su najvažniji žičari i grčice (larve fam. Elateridae i Scarabaeidae). Povremeno, pojedinih godina, značajne štete mogu pričiniti i podgrizajuće sovice (fam. Noctuidae), posebno vrsta *Agrotis segetum*. Larve ovih štetočina buše ili izgrizaju rupe različite veličine i dubine na krtolama krompira, usled čega one imaju manju iskorišćenost u ishrani, loše se čuvaju i podložne su truljenju. Oštećenost krtola od žičara dostiže i preko 90%. Osnovu njihovog suzbijanja u našoj zemlji još uvek čini primena hemijskih sredstava. Umanjenje značaja štetočina krompira u zemljištu je jedino ekološki prihvatljivo i ekonomski opravdano kroz integralne mere suzbijanja, gde agrotehnika u gajenju ove biljne vrste, kao i drugih biljaka u plodoredu, zauzima posebno mesto. Kroz ciljano, pravovremeno i dosledno izvođenje agrotehničkih mera i drugih postupaka, umanjice se potreba za primenom raspoloživih hemijskih mera suzbijanja. U kojem će se obimu u budućnosti primenjivati sintetički insekticidi, zavisiće, pre svega, od razvoja i uvođenja modela prognožiranja štetočina i drugih alternativnih metoda i postupaka suzbijanja, kao što su feromoni, nove formulacije preparata sa atraktantima, entomopatogenim gljivama i nematodama, botanički insekticidi i dr.

Ključne reči: krompir, štetočine u zemljištu (žičari, grčice, podgrizajuće sovice), štetnost, suzbijanje

UVOD

Ovu biljnu vrstu napada veliki broj različitih štetočina tokom čitave vegetacije. Podzemne delove, naročito krtole, oštećuju polifagne štetočine, kao što su žičari i grčice, larve skočibuba (fam. Elateridae) i gundelja (fam. Scarabaeidae). One izgrizaju na krtolama, manje-više okruglaste otvore, različite veličine, ili buše hodnike u njima, čime značajno mogu umanjiti prinos, a posebno kvalitet krtola. Pored pomenutih, povremeno, u nekim godinama, primetna oštećenja mogu izazvati i druge štetočine, kao što su podgrizajuće sovce (fam. Noctuidae), rovci, razne vrste stonoga, puževi i glodari. Ipak, s obzirom na čestu pojavu i prisutnost na našim oranicama, larve skočibuba, odnosno žičari su daleko najštetniji. Slična je situacija i u drugim zemljama. U nekim državama srednje Evrope, populacije žičara i štetnost iz godine u godinu rastu, menja se faunistički sastav i sve više su prisutne vrste sa kraćim razvojnim ciklusima, na primer *Agriotes sordidus* u toplijim delovima Nemačke. Ovo se tumači sve većim odsustvom hemijskih mera suzbijanja i redukovanom obradom zemljišta, kao i promenama klimatskih uslova i sve češćom pojavom sušnih godina (Eckard et al., 2013).

Usled napada žičara, oštećenost krtola dostiže i do 90%, a ponekad nastaju i totalne štete. Oštećene krtole se slabije iskorišćavaju u ishrani, a osim toga podložne su truljenju i brzem propadanju. Prilikom ubiranja, tako oštećen krompir zahteva dodatno sortiranje, što još više povećava troškove proizvodnje. O njima je do danas objavljen veliki broj radova, raznih monografija i drugih publikacija, pa i pored toga oni često predstavljaju problem, pogotovo u vremenu sve manje primene direktnih hemijskih mera borbe. U ovom prilogu ukazaće se na njihovu štetnost, današnje mogućnosti suzbijanja, kao i perspektive njihovog razvoja u budućnosti.

SKOČIBUBE (ELATERIDAE)

U srednjoj Evropi je utvrđeno preko 150 vrsta skočibuba (Hommes and Schaarschmidt, 2012), od kojih je svega 15-20 izrazito fitofagno, odnosno štetno za gajene biljke. Fitofagne vrste najčešće pripadaju rodu *Agriotes*. U našoj zemlji je slična situacija. U Vojvodini na oranicama je, iskopavanjem zemljišnih proba, utvrđeno prisustvo vrsta ovog roda. Posebno su brojne dve vrste: *A. ustulatus* i *A. sputator*, a naročito prvo pomenuta. One čine preko 75% od ukupne populacije žičara (Čamprag, 1997). Od ostalih, pominju se još vrste iz rodova *Adrastus*, *Melanotus*, *Selatosomus*, *Limonius*, *Athous* i dr. Razviće skočibuba je višegodišnje i zavisno od vrste, klimatskih uslova i izvora hrane, traje 2-5 godina. Od toga, najveći deo (2-4 godine) provode u zemljištu u stadijumu larve i označene su kao žičari.

Ponašanje žičara i njihova aktivnost tokom godine je u velikoj meri uslovljena temperaturom i vlagom zemljišta. Osim toga, na to još utiču tip zemljišta, vrsta žičara i niz drugih, još uvek nepoznatih faktora (Wechselberger, 2015). Usled niskih temperatura, žičari zimu provode u dubljim slojevima zemljišta, a takođe i tokom leta, kada se površinski sloj zemljišta, usled visokih temperatura, isuši. U nepovoljnim životnim uslovima, žičari mogu i do godinu dana preživeti bez hrane. Oni tokom vegetacije uglavnom imaju dva aktivna perioda (faze ishrane) kada se nalaze u površinskom sloju zemljišta, na dubini 15-20 cm. Prvi počinje u proleće, od sredine aprila i traje do polovine juna, a drugi od sredine avgusta pa do kraja oktobra (Graf. 1). U prvom periodu, u proleće, žičari kao polifagne štetočine, pricinjavaju najveće štete, proređujući sklop mladih biljaka, pa čak i uništavajući useve, pre svega okopavine. U drugom, letnje-jesenjem periodu, oštećuju gotovo formirane plodove za ubiranje. Svakako, ovi periodi aktivnosti žičara nisu fiksni i mogu, u zavisnosti od klimatskih uslova, trajati duže ili kraće. Ako se obavlja

navodnjavanje useva (što je često u povrtarstvu), održava se veštačkim putem relativno vlažan površinski sloj zemljišta i tokom letnjih meseci, što pogoduje i produžava ishranu i štetnost žičara (Hommes & Schaarschmidt, 2012).

Graf. 1. Aktivne faze ishrane žičara u toku godine

M E S E C I											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII

Štetnost žičara na krompiru se ispoljava prvenstveno na novoformiranim krtolama. One mogu biti potpuno izbušene, pogotovo kada su visoke populacije žičara u zemljištu, mada, prema iskustvima iz prakse i niska brojnost može prouzrokovati velike štete. Dakle, u ovom pogledu nema nikakve pravilnosti. Oni, takođe tokom proleća oštećuju zasađene krtole, ali to nema značajnijeg uticaja na dalje razviće krompira. Usled ubušivanja žičara, na pokožici krtola nastaju mali, okruglasti otvori sa jasnim ivicama, prečnika oko 2 mm (Tablo III. Sl. 1 i 2). Oni često služe i kao ulazna mesta za druge životinjske vrste (puževe, stonoge) i patogene mikroorganizme (gljive, bakterije i dr.), koji ubrzavaju propadanje oštećenih krtola. Slični okruglasti otvori na krtolama nastaju i usled napada gljive *Rhizoctonia solani*, koja je prouzrokovatelj crne pegavosti krtola. Međutim, oni nisu potpuno okrugli i sa ostrim ivicama kao kod žičara. Osim toga, na pokožici se primećuju kraste, koje predstavljaju sklerocije parazita. Oštećenja od žičara na krtolama se odražavaju, pre svega na kvalitet, a znatno manje na prinos krompira. Krtole sa oštećenjima se teže prodaju, loše se čuvaju i podložne su truljenju. Štetnost žičara na krompiru naročito je izražena u godinama sa dugim i suvim letima.

Mogućnosti suzbijanja. Danas proizvođači krompira u svetu i kod nas, imaju na raspolaganju sve manje i manje registrovanih insekticida za suzbijanje štetočina u zemljištu. Od sredine prošlog veka, ova grupa štetočina je, intenzivnom primenom insekticida, uspešno suzbijana i tako je umanjivana njihova štetnost. Međutim, tokom vremena, prvenstveno zbog toksikoloških razloga i uticaja na životnu sredinu, hemijske metode suzbijanja su gubile postepeno na značaju. U zadnje vreme, korišćenih insekticida je sve manje i manje, tako da ih u nekim razvijenim zemljama danas, za ovu namenu i nema (Nemačka i Austrija na primer), ili je dozvoljena vremenski ograničena i kontrolisana primena, primer preparat Goldor Bait (formulacija GB – granulirani mamak) kod nas na 120 dana (od marta do juna 2015. godine). U našoj zemlji, pored pomenute formulacije, za direktno suzbijanje žičara i drugih štetočina u zemljištu u usevima krompira, ima još nekoliko registrovanih preparata, koji su prikazani u tabeli 1.

Od ostalih insekticida, za direktno suzbijanje žičara, koliko je nama poznato, postoje podaci o primeni botaničkog insekticida, na bazi azadirachtina (Schepl & Paffrath, 2004). Preparati poznati pod imenom Neem primenjivani su zajedno sa sadnjom krompira i, nakon ubiranja, oštećenost krtola na tretiranim parcelama iznosila je u proseku 4%, a na netretiranim znatno više, čak 28%. Takođe, vršena su istraživanja o primeni preparata na bazi spinosada za suzbijanje žičara (Schumman et al., 2014). Prvi rezultati pokazuju da bi se ovaj insekticid, čija je primena inače dozvoljena u organskoj proizvodnji za druge vrste, mogao koristiti i za ovu svrhu. Osim toga, vrlo interesantna istraživanja, kao alternativu konvencionalnim insekticidima, započela je grupa istraživača u Nemačkoj (Mävers et al., 2015) u okviru projekta ATTRACT. Pri tome je iskorišćena činjenica da se žičari

u zemljištu, pri traženju hrane, orijentišu (kreću) prema izvorima ugljendioksida (CO₂), koga biljke, u procesu metabolizma, preko korena oslobađaju. Naime, pošlo se od ideje deponovanja dodatnog, inkapsuliranog izvora CO₂, u kombinaciji sa botaničkim insekticidima, ekstraktom Neem-a ili Kvasije. Prvi preliminarni rezultati sa suzbijanjem žičara u krompiru, sa novim formulacijama koje deluju po principu („privuci i ubij - Attract and Kill“) su ohrabrujući, te će se i dalje nastaviti sa istraživanjima u ovom pravcu. Praksa će u budućnosti pokazati koliko će biti opravdana i isplativa primena ovih i formulacija u razvoju.

Tab. 1. Registrovani insekticidi za suzbijanje žičara i grčica (larve fam. Elateridae i Scarabaeidae) u proizvodnji krompira (Savčić-Petrić, 2015)

Aktivna materija	Preparat	Količina i način primene (kg, l/ha)	
hlorpirifos	PYRINEX 48-EC	6-8 l/ha, tretiranje zemljišta istovremeno sa sadnjom, u trake, uz obaveznu inkorporaciju	
	KOZMA		
	RADAR VERSUS G	15-50 kg/ha	istovremeno sa sadnjom, depozitorima za granule
	PYRINEX 10 G	10-12 kg/ha	
	GALITION EXTRA	20 kg/ha	
hlorpirifos + imidakloprid	PRIMIDEX 6,5 G	10-12 kg/ha	
	PRIMIDEX FORTE	10-12 kg/ha	
teflutrin	FORCE 0,5 G	12,5-15,0 kg/ha	
zeta-cipermetrin	FURY GEO	12,5 kg/ha	
fipronil	GOLDOR BAIT	10 kg/ha*	

* Vremenski ograničena dozvola za primenu na 120 dana (od 01. aprila do 1. jula 2015. godine)

Zbog nastale situacije, porastao je interes za proučavanje, iznalaženje i uvođenje drugih postupaka i mera za smanjenje brojnosti ove grupe štetočina. Pre svega, razne agrotehničke mere, koje se inače koriste u proizvodnji krompira, prema dosadašnjim istraživanjima i iskustvima iz prakse, ako se dosledno i duži period vremena izvode, u velikoj meri utiču na smanjenje brojnosti i štete od žičara u proizvodnji krompira. U ovom pogledu, naročito se može uticati plodoredom i plodosmenom useva, vremenom i načinom obrade zemljišta, naročito pravovremenim zaoravanjem žetvenih ostataka, te đubrenjem i navodnjavanjem. Takođe, na razmnožavanje i brojnost žičara utiču još zakorovljenost useva, veličina parcela pod krompirom, susjedni usevi i vreme vađenja krompra, pa čak postoji i različita sortna osetljivost krompira prema ovim štetočinama. O njihovoj ulozi i značaju u redukciji brojnosti žičara i drugih štetočina u zemljištu je detaljno pisano i saopšteno u radu pod naslovom: „Suzbijanje larvi skočibuba (Coleoptera: Elateridae) u organskoj proizvodnji krompira“, Biljni lekar, br. 1, 37-48, 2014, autora R. Sekulić i T. Kereši.

Neki biotehnički postupci, kao primena seksualnih feromona i metode biološkog suzbijanja takođe doprinose smanjenju populacije žičara. Feromonima se ometa parenje i obavlja izlovljavanje imaga skočibuba. Samo se sa jednom fero-

monsomskom klopkom tokom vegetacije može sakupiti preko 700 imaga skočibuba (Schepl & Paffrath, 2007). Takođe, slični rezultati su postizani i u našoj zemlji. Kereši i sar. (2004) su tokom vegetacione sezone pratili brojnost mužjaka dominantne vrste *A. ustulatus*. Broj ulovljenih mužjaka po jednoj klopci se kretao 671-2601 ili u proseku 1437 primeraka. U početku je namera bila da se praćenjem populacije odraslih jedinki, pomoću feromona, prognozira intenzitet pojave larava u zemljištu. I pored u početku ohrabrujućih rezultata, na osnovu višegodišnjih istraživanja, pouzdana povezanost između brojnosti mužjaka, ulovljenih u feromonskim klopnama i kasnije nađenih populacija larvi u zemljištu, nije nađena (Barsics et al., 2013, cit. Sekulić i Kereši, 2014). Problem se još više komplikuje podacima istraživanja koje je izvodio Lehmus (2014). Naime, istovremenim praćenjem imaga skočibuba feromonima i žičara zemljišnim probama utvrđeno je da se spektar vrsta u zemljištu delom jasno razlikovao od ulova imaga feromonima. Slične rezultate, posle šestogodišnjih istraživanja, dobio je i Lübke (2015) sa saradnicima. Pri tome je takođe, utvrđeno da se kvalitativan sastav vrsta razlikovao, kako po godinama istraživanja, tako i po lokalitetima. Osim toga, primećeno je da se, pored specifičnih vrsta, u feromonskim klopnama nalaze i druge, privučene istim feromonom, što se objašnjava, verovatno, njihovom sličnom hemijskom strukturom. Zbog toga, da bi se sa sigurnošću vrednovali dobijeni ulovi feromonima, moraju se podvrgnuti egzaktnijim determinacijama, ne samo na osnovu morfoloških karaktera. Bez obzira na izvesne nedostatke, koji će se u daljem radu postepeno prevazilaziti, korišćenje feromona, u praktičnom smislu, za smanjenje brojnosti skočibuba, pa prema tome i žičara u zemljištu, predstavljalo bi, uz ostale mogućnosti, jednu vrlo značajnu meru za određeno područje, deo gazdinstva ili atara, ili rejon gajenja krompira. Ovo je obezbeđeno i osobinom da imaga skočibuba, naročito ženke, imaju ograničenu mogućnost migracije (Lübke et al., 2015). Feromonske klopke bi trebalo pravovremeno postavljati u proleće, radi izlovljavanja mužjaka, po mogućstvu pre oplodnje ženki (Wechselberger, 2015). Prema našim saznanjima, u našoj zemlji se, uglavnom, mogu nabaviti feromoni za većinu vrsta skočibuba. Ova metoda, radi smanjenja populacije žičara, za sada se ne koristi u našoj zemlji, a vrlo retko, više eksperimentalno i u svetu. Potrebno je i dalje raditi na njenoj optimalizaciji za primenu u praksi. Za sada je ova mera još uvek dosta skupa. Po jednom hektaru, da bi se brojnost žičara smanjila za oko dva puta, potrebno je 25 klopki sa feromonima (Sufyan et al., 2011, cit. Sekulić i Kereši, 2014).

Skočibube i njihove larve (žičari), kao i druge vrste insekata, imaju brojne prirodne neprijatelje. Među njima najvažnije su razne vrste ptica (vrane, čavke, fazani, čvorci, domaća živina i dr.), zatim predatorske vrste insekata (naročito trčuljci), te krtica, rovčica, neke stonoge, pregljevi, entomopatogene nematode, prouzrokovali bolesti i dr. Međutim, još uvek se relativno malo zna o njihovoj stvarnoj redukujućoj ulozi na ovu grupu štetočina. Do danas je najviše proučavana efikasnost insektopatogenih gljiva: *Beauveria bassiana* i *Metarhizium anisopliae* (Albert & Schneller, 2010), koji su u postupku izrade ili formulisani preparati za direktno biološko suzbijanje. Na bazi prvo pomenute gljive u Italiji je registrovan preparat za suzbijanje žičara u krompiru, ali ova gljiva u Švajcarskoj (preparat pod nazivom Naturalis) nije ispoljila zadovoljavajuću efikasnost na ovu grupu štetočina, već je pomenuti preparat registrovan, kao efikasan, za druge štetne vrste (Fähndrich et al., 2011). Druga gljiva, *M. anisopliae*, poznata još pod imenom „zelena muskardinoza“ se smatra najvažnijom patogenom gljivom za žičnjake (Tablo III. Sl. 3). Ona je široko rasprostranjena i nalazi se skoro u svim zemljištima sveta i posle

niza godina u Švajcarskoj su izolovani sojevi ove gljive, koji su pokazali visoku efikasnost (virulentnost) prema žičarima. U laboratorijskim uslovima, u zavisnosti od vrste žičara i proučavanih izolata gljive, mortalitet larava se kretao i do 90% (Eckard et.al., 2013). U nekim slučajevima, ostvarena efikasnost izolata potvrđena je takođe i u oglelima u staklari.

Radi što sveobuhvatnijeg proučavanja suzbijanja žičara i drugih štetočina u zemljištu entomopatogenim gljivama, na nivou Evropske unije je pokrenut internacionalni projekat, pod nazivom INBIOSOIL (Innovative biological products for soil pest control). Prema prvim rezultatima istraživanja potvrđeno je da su izolati gljive *M. anisopliae* najvažniji u smanjenju brojnosti žičara. Takođe je ustanovljeno da je virulentnost sojeva gljive veoma specifična, često vezana samo za jednu vrstu žičara. Može se reći da za sada ne postoji „idealni“ soj za sve vrste žičara koji se mogu naći u zemljištu. Izgleda nerealno, za sada, kombinovati više sojeva zajedno, zbog poteškoća oko registracije budućeg preparata, zatim povećane količine primene po jedinici površine i dr. Pored verifikacije ostvarenog, u okviru projekta sledećih godina će se proučavati, pre svega, mogućnosti preživljavanja izolata na različitim tipovima zemljišta i inkapsuliranje spora gljive radi bolje tehnike aplikacije formulisanog preparata. Osim toga, dodatno će se istraživati efikasnost spora gljive u kombinaciji sa drugim prirodnim neprijateljima žičara, na primer entomopatogenim nematodama: *Heterorhabditis bacteriophaga* i *Steinernema feltiae* (Grabenweger, 2013), koje pojedinačno primenjene za suzbijanje žičara u praksi nisu dale zadovoljavajuće rezultate (Wechselberger, 2015). U ovom slučaju se računa na eventualni sinergistički efekat, odnosno bolju efikasnost na žičare nego ako se pojedinačno primene. Ciljana strategija ovog projekta je zapravo aplikacija formulisanog biopreparata, koji privlači žičare uz pomoć inkapsuliranog ugljen-dioksida (CO₂), o čemu je već bilo reči i, na kraju, njihovo uginjavanje uz pomoć spora gljive, entomopatogenih nematoda ili bioinsekticida, koji se, takođe nalaze u granulama biopreparata.

Uprkos intenzivnim istraživanjima u svetu, još uvek nije nađena jedna efikasna i ekološki prihvatljiva metoda za suzbijanje žičara i drugih štetočina u zemljištu, kao alternativa konvencionalnim insekticidima. Saznanjima kojima se raspolaže danas, da bi se sačuvali usevi, moraju se koristiti sve mere koje doprinose smanjenju brojnosti štetočina u zemljištu i na kraju i hemijske, onoliko koliko nam stoje na raspolaganju. Drugim rečima, ovom problemu treba prići integralno i kombinovati sve raspoložive mere u prostoru i vremenu. Pri tome, agrotehničke mere, kao što su plodored, izbor preduseva, međuredna obrada, zaoravanje žetvenih ostataka, vreme vađenja krompira i dr., mogu da prepolove brojnost i umanje štete od žičara i drugih štetočina u zemljištu. Primena insekticida mora biti ciljana. Pre sadnje krompira treba proveriti brojnost žičara i drugih štetočina u zemljištu i utvrditi podobnost date njive za proizvodnju krompira. Pregled uzoraka zemljišta na prisustvo štetočina obavlja se u jesen ili u proleće, dve do tri nedelje pre sadnje krompira. Pregledi se izvode iskopavanjem jama i pregledom iskopanog zemljišta ili postavljanjem biljnih, odnosno zrnastih mamaca, što je mnogo komfornije i lakše. Broj pregledanih uzoraka zavisi od veličine parcela. Na manjim, do 5 hektara, pregleda se 5-10 uzoraka. Kada su parcele veće, onda se na svaka 2 ha uzima po jedna zemljišna proba. One se što ravnomernije raspoređuju po parceli, vodeći računa i o konfiguraciji terena. Broj biljnih ili zrnastih proba može biti i veći po jedinici površine, čak i do 20 po jednom ha (Grabenweger, 2013). Uzorci uzeti iskopavanjem jama su veličine 50x50x50 cm, ili 25x25x30 cm. Veće probe se iskopavaju na lakšim, a manje na težim zemljištima (Kozina i Bažok, 2013). U

vreme uzimanja uzoraka parcele moraju biti bez korova i drugih biljaka.

Za biljne ili zrnaste mamke se najčešće koristi prethodno nabubrelo seme pšenice ili kukuruza, odvojeno ili u smeši. Kao biljni mamci mogu se upotrebljavati i polovine krtola krompira. Biljni mamci, ukopani u zemljište, na dubini 15-20 cm, svojim metabolizmom oslobađaju ugljendioksid (CO₂), koji deluje kao atraktant i privlači žičnjake iz okoline. Posle 10-15 dana vrši se pregled klopki sa mamcima na prisutnost i brojnost žičara. Kao klopke najčešće se upotrebljavaju razne vrste plastičnih posuda, kao što su male saksije za cveće (500 ml), sa rupičastim dnom ili prosto kartonske tacne (tanjirići) sa naklijanim semenom (Grabeweger, 2013). Male saksije se pune takođe naklijanim semenom pšenice i kukuruza (30+30 g), i dodaje se još 100 g vermikulita radi obezbeđenja potrebne vlage. Ukopane klopke prekrivaju se zemljom i, radi lakšeg ponovnog nalaženja posle 10-15 dana, mesta postavljanja se obeležavaju upadljivim markerima. Kao klopke za zrnaste mamke Schepl i Paffrath (2007) su upotrebljavali plastične viklere za kosu, koji se koriste u kozmetici (Tablo III. Sl. 4). Pri tome, oni ističu da su se ove klopke pokazale kao vrlo praktične i da je sa njima, u upoređenju sa drugim, lovljen najveći broj žičara, čak 6 puta više nego na polovinama krompira, kao mamcima. Osim toga, pregled takvih mamaka je trajao samo 9 minuta po uzorku, znatno kraće u odnosu na druge klopke. One su, takođe, punjene semenom naklijale pšenice, koje je prethodno bubrilo u vodi, najmanje 6, a najviše 12 sati. Ukoliko se nakon pregleda iskopavanjem zemljišnih proba, ili putem lovničkih klopki, utvrdi veća brojnost žičara, treba odmah odustati od sadnje krompira, ili planirati upotrebu jednog od raspoloživih insekticida. Prag štetnosti, odnosno kritičan broj larava za krompir, pa i druge vrste povrća je ako se u proseku utvrdi jedna i više larava po metru kvadratnom, odnosno lovnoj klopki (Sekulić i sar., 2008).

Bezbedno gajenje krompira, pa i drugih povrtarskih biljaka, sigurno je samo na parcelama bez prisustva žičara, jer čak i niska brojnost, može naneti velike štete. Zbog toga, zadnjih godina, proučavajući nove mogućnosti suzbijanja žičara, u fokusu istraživača je i razvijanje modela prognoziranja njihove opasnosti za krompir u određenom periodu. U Nemačkoj se 2013. godine počelo sa razvijanjem modela pod nazivom SIMAGRIO-W (Simulation of the larvae of Agriotes Wireworms), pomoću kojeg se prognozira gustna populacije žičara u zoni štetnosti, u sloju 0-15 cm (Wechselberger, 2015). Prema preliminarnim rezultatima, ovaj model je prvi put omogućio da se proceni visina populacije žičara, koja se u određenom vremenu nalazi u površinskom sloju zemljišta. U osnovi, on bazira na vrednostima dnevnih temperatura i relativnim vrednostima za vlažnosti zemljišta, a u obzir uzima i druge parametre, kao što su tipovi zemljišta, vrste skočibuba i dr. (Hann et al., 2013). Cilj uvođenja ovog modela je procena potencijalnog rizika od žičara i prognoza za jedno polje u određenom vremenskom periodu.

GUNDELJI I ŽITNI PIVCI (SCARABAEIDAE)

Novoformirane krtole krompira povremeno mogu oštećivati i larve žitnih pivaca, odnosno gundelja, poznatih pod imenom grčice. One, kada odrastu, dostižu dužinu od 25 do 45 mm. Valjkastog su oblika i jako zgrčene, savijene u obliku slova „C“, te otuda i nose to ime (Tablo III. Sl. 5). Beličaste su boje, osim glave, koja je žuto-kestenjasta. U našoj zemlji sreće se više vrsta, ali najčešće su prisutne larve malog prolećnog i malog letnjeg gundelja (*Rhizotrogus aequinoctialis* Hrbst. i *Amphimallon solstitialis* L.), a na oranicama su naročito brojne larve raznih vrsta žitnih pivaca (*Anisoplia austriaca* Hrbst., *A. segetum* Hrbst., *A. lata* Er. i *A. agricola* Poda). Ubrajaju se u grupu ekonomski značajnih štetočina krompira i drugih okopavina.

Prezimljavaju kao larve ili odrasli insekti i razviće im traje 2-3 godine. U zavisnosti od vrste, rojenje i parenje odraslih insekata obavlja se tokom aprila, maja i juna. Oplođene ženke, kao i ženke skočibuba, prvenstveno polažu jaja na površinama koje su obrasle gustim biljnim pokrivačem kao što su usevi: strna žita, lucerka, detelina, livade, pašnjaci, ili na raznim neobrađivanim terenima oko oraničnih površina. Ispiljene larve čitavo razviće provode u zemljištu, hraneći se krtolama i korenovim sistemom biljaka.

Grčice su vrlo polifagne. Pčinjavaju štete na raznim korenasto-krtolastim gajenim i korovskim biljkama, pa i na krtolama krompira. Na njima izgrizaju manje ili veće nepravilne otvore, razne dubine, usled čega se one slabije iskorišćavaju, loše se čuvaju i podložne su truljenju. Aktivne su tokom čitave vegetacije, pa i tokom leta. Na krtolama krompira najveće štete nastaju krajem leta i tokom jeseni, pogotovo ako je visoka populacija larava u zemlji, a vreme suvo i toplo. U proleće i početkom leta, na drugim okopavinama (kukuruz, suncokret, šećerna repa, razno povrće i dr.) štete se manifestuju u pojavi pojedinačno uvelih i propalih biljaka, ili u nastajanju manjih ili većih oaza bez biljaka u usevima. Pregledom zemljišta u jesen, u Bačkoj, posle gajenja strnih žita, utvrđen je porast populacije grčica u poslednjih 20 godina. Devedesetih godina prošlog veka prosečna gustina je iznosila 1,2 larve po m², a u prvoj dekadi ovog veka nalaženo je u proseku 1,6 larvi po m² (Kereši i sar., 2004). Na poljima pod strnim žitima, dominirale su vrste roda *Anisoplia*, sa 95% u ukupno prikupljenom materijalu. Ekonomski prag štetnosti, kada treba pristupiti suzbijanju je, ako se utvrdi prisustvo u proseku jedne ili više larvi po m² (Sekulić i sar., 2008).

Mere suzbijanja. Pošto žičari i grčice imaju slične ekološke zahteve za razmnožavanje i razviće, sve mere koje doprinose bezbednom gajenju krompira, u odnosu na žičare, odnose se i na ovu grupu štetočina. Grčice su posebno osetljive na mehaničke povrede koje nastaju plitkom obradom zemljišta, naročito rotirajućim oruđima. Na ovaj način se može uništiti preko 90% larava (Schwarz, 2011). Hemijskim merama borbe se teško suzbijaju i ne daju uvek zadovoljavajuće rezultate (Brand, 2015). Koriste se isti insekticidi kao i kod žičara.

PODGRIZAJUĆE SOVICE (NOCTUIDAE)

Kao i prethodne vrste i podgrizajuće sovice su vrlo polifagne štetočine. Pčinjavaju štete na brojnim gajenim biljkama, a naročito na okopavinama, među njima i na krompiru. Mlađe gusenice se hrane nadzemnim delovima biljaka, ne pčinjavajući značajnija oštećenja, a starije, razvijene, oštećuju izgrizanjem krtola krompira, naročito onih koje su bliže površini zemljišta. Oštećenost krtola može biti i preko 50% (Sekulić i sar., 2008). Povremeno se masovno javljaju. Poznato je više vrsta, a među njima, po učestalosti pojave i štetama koje čini, najznačajnija je ozima sovica (*Agrotis segetum* Schiff.), te će u daljem tekstu biti više reči o ovoj vrsti. Pored ozime sovice, povremeno se mogu masovnije javiti i srodne vrste *Agrotis exclamationis* El. i *A. ipsilon* Hufn. (Kereši i sar., 2014). Ove, 2015. godine je upravo došlo do masovnije pojave usklične sovice (*A. exclamationis*) u nekim lokalitetima u Bačkoj (Vajgand, D., Pojava usklične sovica-Agroupozorenje, 14.11.2015 <http://agroprotect.leptiri.co.rs>). Naročito je bila brojna njena druga generacija, čije su gusenice oštećivale, pred vađenje, korenje mrkve i krtole krompira. Oštećenost ovih useva se kretala i do 20%.

Leptiri sovica aktivni su tokom noći i lete na izvore svetla. Neupadljivo su obojeni. Na prvom paru krila, koja su u osnovi mrko-siva, imaju takozvane sovičine pege, u obliku bubrega. Telo im je dužine oko 20 mm, a u rasponu krila meri

35-45 mm. Gusenice su tamnozeleno i kao odrasle, imaju glatko i debelo telo sa masnim odsjajem. Pri dodiru se spiralno uvijaju. Kao odrastu dostižu dužinu od 45 do 50 mm, a u toku razvića prolaze kroz šest larvenih uzrasta. Veći deo života provode plitko u zemljištu oko biljaka. Do trećeg uzrasta često su na površini zemljišta, oštećujući zanemarljivo biljne delove. Posle toga, one uglavnom žive oko biljaka, plitko u zemljištu, hraneći se podzemnim delovima biljaka, pa i krtolama krompira (Tablo III. Sl. 6 i 7). One se tokom noći, takođe, mogu naći na površini zemljišta (Tablo III. Sl. 8). Uglavnom, tokom godine, ova vrsta ima dve generacije, a povremeno se javlja delimično i treća (Petrik i Jovanić, 1952, cit. Vajgand, 2010). Do ove pojave najčešće dolazi u godinama sa ranim i toplim prolećem, a takođe dugom i toplom jeseni. Prezimljava kao odrasla gusenica, u zemljištu, posle čega se pretvara u stadijum lutke, takođe u zemljištu. Prvi leptiri se sreću već od polovine maja, a naredne generacije, od kraja jula i naročito su brojni polovinom avgusta. Oplođene ženke polažu pojedinačna jaja ili, u manjim grupicama, sa donje strane niskog lišća ili na samu površinu zemljišta. Prvenstveno polažu jaja na zakorovljenim parcelama. Gusenice ove vrste, uglavnom, oštećuju biljke u dva perioda: od početka juna pa do sredine jula, i od avgusta, tokom septembra i oktobra. Na krtolama krompira najveće štete nastaju tokom avgusta i septembra, a posebno do većih šteta dolazi ako, posle masovnog polaganja jaja i pojave prvih gusenica, preovlada toplo i suvo vreme (Felke, 2012).

Mere suzbijanja. Neke agrotehničke mere, kao što su uništavanje korova, češća obrada zemljišta i navodnjavanje krompira, doprinose manjim štetama od gusenica ove vrste. Tako parcele koje nisu zakorovljene manje privlače ženke radi polaganja jaja, naročito u vreme njihove aktivnosti, krajem proleća i tokom leta. Osim toga, češćom i plićom obradom zemljišta tokom vegetacije se mehaničkim putem uništavaju gusenice i lutke. Takođe, navodnjavanje kao agromera, ako se izvodi posle masovnog polaganja jaja i pojave mlađih gusenica, može značajno doprineti smanjenju njihove brojnosti i manjim štetama (Weninger & Six, 2010). Za direktno suzbijanje sovice se u svetu, sa većim ili manjim uspehom, koriste njihovi prirodni neprijatelji, odnosno biopreparati na bazi bakterija, entomopatogenih nematoda ili drugih aktivnih materija, kao što su azadirahthin, spinosad, neki piretrini, dijatomajska zemlja i dr. Za suzbijanje se koristi i parazitoid jaja - *Trichogramma brassicae*. Gusenice sovice su najosetljivije prema preparatima u prvim uzrastima, kada se uglavnom zadržavaju na površini zemljišta. Ovaj period u ponašanju gusenica je odlučujući za uspešnu primenu biopreparata, pa i konvencionalnih insekticida, ali, nažalost, često se propušta i tada se efikasnost primenjenog preparata dovodi u pitanje. Zbog toga je potrebno pratiti, uz pomoć feromona ili svetlosnih klopki, dinamiku leta leptira, od početka pojave prvih primeraka, pa do pojave prvih gusenica. Prema istraživanjima u uslovima Austrije (Weninger & Six, 2010) ovaj period traje oko 30 dana, nakon čega se vrši kontrola prisustva i brojnosti gusenica na parcelama. Hemijsko suzbijanje se izvodi kada se utvrdi jedna i više gusenica po m². U našoj zemlji nema registrovanih insekticida za suzbijanje podgrizajućih sovice na krompiru. U svetu se, za ovu namenu, uglavnom koriste preparati iz grupe piretroida (lambda-cihalotrin, alfametrin, deltametrin i dr). Prilikom tretiranja treba koristiti veću količinu vode po hektaru (najmanje 300-400 litara) i najbolje je izvesti ga po vlažnijem zemljištu, posle kiše ili navodnjavanja, kada je većina gusenica na površini zemljišta (Kahrer & Gross, 2002).



Tablo III. Štetočine u zemljištu: žičar i oštećena krtola (sl. 1 i 2); žičari i micelija gljive *Metarhizium anisopliae* (sl. 3); hranidbene klopke u vidu viklera (sl. 4); grčice u oštećenim krtolama (sl. 5); oštećenja od *Agrotis segetum* (sl. 6), gusenica i lutka *A. segetum* (sl. 7); žičar, grčica i podgrizajuća sovica (sl. 8) (Foto: sl. 1 i 2 - www.oekolandbau.nrw.de, sl. 3. - <http://www.organicagcentre.ca/assets/M.anisopliae.jpg>, sl. 4. - <http://orgprints.org/>, sl. 5 - http://14.139.61.86/ebook_potatoseed/plant_prot_insectpests_files/image008.jpg, sl. 6 i 7 - Almaši Š, sl. 8 - Milovac Ž.)

ZAKLJUČAK

Podzemne delove krompira, a naročito krtole, oštećuju brojne polifagne štetočine. Među njima su najznačajniji žičari i grčice (larve fam. Elateridae i Scarabaeidae). Pojedinih godina, u nekim lokalitetima, značajne štete mogu nastati i od podgrizajućih sovcica (fam. Noctuidae), naročito od vrste *Agrotis segetum*. Najveće štete nastaju u drugom delu vegetacije krompira, krajem leta i početkom jeseni. Oštećenost krtola dostiže do 90%, a nekada i više.

Smanjenju značaja štetočina krompira doprinosi integralni pristup, uz korišćenje svih raspoloživih mera i postupaka u njihovom suzbijanju, pa konačno i hemijskih, kada su druge mogućnosti iscrpljene. Posebno mesto imaju agrotehničke mere, koje, ako su ciljano, pravovremeno i kvalitetno izvedene, mogu u visokom procentu umanjiti značaj hemijskih.

Na redukciju brojnosti žičara i drugih štetočina u zemljištu naročito se može uticati plodoredom, kao i izborom preduseva, vremenom i načinom obrade zemljišta, posebno pravovremenim uklanjanjem i zaoravanjem žetvenih ostataka, te đubrenjem i navodnjavanjem. Osim toga, na njihovu brojnost i manju štetnost utiču zakorovljenost useva, veličina parcela pod krompirom, susedni usevi, vreme vađenja krompira i dr.

U našoj zemlji, hemijske mere borbe, od sredine prošlog veka pa do danas, još uvek čine osnovu u suzbijanju ove grupe štetočina, ne samo u krompiru, već i kod drugih gajenih biljaka. Kod nas su za primenu u krompiru registrovani preparati na bazi hlorpirifosa, hlorpirifosa i imidakloprida, teflutrina, zeta-cipermetrina i fipronila. Za suzbijanje podgrizajućih sovcica u krompiru, u našoj zemlji, nema registrovanih preparata.

Iz toksikoloških razloga i nepovoljnog uticaja na životnu sredinu, u svetu je sve manje registrovanih insekticida za suzbijanje žičara i drugih štetočina u zemljištu, naročito u razvijenim zemljama. Zbog toga se sve više istražuju i uvode alternativni načini i metode borbe, kao što je primena feromona za izlovljavanje imaga skočibuba, izrada novih formulacija preparata sa prirodnim neprijateljima, kao što su spore entomopatogenih gljiva, entomoparazitskih nematoda i dr. Takođe, kao alternativa konvencionalnim insekticidima, proučava se efikasnost i uvodi primena botaničkih insekticida, na primer na bazi azadirachtina, kvasije, nekih piretrina, spinosada i dr. Posebno u fokusu istraživača, zadnjih godina je i razvijanje modela prognoziranja pojave žičara na jednoj parceli i procena opasnosti za krompir u određenom periodu.

LITERATURA

- Albert, R., Schneller, H. (2010): Werden Schnellkäfer in der Landwirtschaft zum Problem? Pflanzlicher Erzeugung, Landinfo, 6, 33-38, LTZ Augustenberg.; <http://streuobst-bw.info/pb/site/lel/>
- Brand, T.(2015): Engerlinge im Rasen. Pflanzenschutzamt, Landwirtschaftskammer, Niedersachsen, 1-4.
- Čamprag, D. (1997): Skočibube (Elateridae) i integralne mere suzbijanja. „Design studio Stanišić“- Bačka Palanka i Poljoprivredni fakultet, Institut za zaštitu bilja „Dr Pavle Vukasović“, Novi Sad.
- Eckard, S., Ansari, M.A., Schweizer, C., Butt, T.M., Grabenweger, G. (2013): Biologische Bekämpfung von Drahtwürmern mit entomopathogenen Pilzen. Tagungsband, Beiträge zur 12.Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, 5-8 März, 304-307.
- Felke, M. (2012): Saateulen bekämpfen. Institut für Schädlingskunde, Reinheim, 1-3. www.schaedlingkunde.de

- Fähndrich, S., Vogele, U., Kölliker, U. (2011): Drahtwürmer-Möglichkeiten der Regulierung. Merkblatt Extension Gemüsebau, Forschungsanstalt Agroscope, 1-5, www.agroscope.admin.ch
- Grabenweger, G. (2013): Drahtwürmer: Aktuelle und zukünftige Regulierungsstrategien. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Zürich-Reckenholz: <http://www.bioaktuell.ch>
- Hann, P., Wechselberger, K., Schmid, R., Trska, C., Putz, B., Diethort, M., Kromp, B., Jung, J., Eitzinger, J. (2013): Drahtwurm, Risikoprognose in Ost- Österreich. Bioforschung, Wien, Austria, 1-33, <http://www.startclim.at/>
- Hommel, M., Schaarschmidt, N. (2012): Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen Bodenschädlinge. Verbundabschlussbericht, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), 1-282.
- Kahrer, A., Gross, M. (2002): Gemüse-schädlinge. Agrarverlag, Leopoldsdorf, 205.
- Kerešić, T., Sekulić, R., Čamprag, D., Lorenzo, F., Toth, M. (2004): Flight activity of Click beetles (*Agriotes* spp., Coleoptera: Elateridae) in Southern Backa. 5th Congress of Plant Protection with international participation, Zlatibor, Book of Abstracts: 40-41.
- Kerešić, T., Vajgand, D., Milovac, Ž. (2014): Važnije štetočine kukuruza iz reda Lepidoptera. Biljni lekar, Godina 42, br. 2-3, 184-199.
- Kozina, A., Bažok, R. (2013): Žičari i sovice pozemljuše u krumpiru. Glasilo biljne zaštite, Zagreb, 4, 289-296.
- Lehmhus, J. (2014): 5-Jahre Schnellkäfer- und Drahtwurm-Monitoring in Deutschland: Was wissen wir heute? 59. Deutsche Pflanzenschutztagung, 23-26. September, Albert-Ludwigs-universität, Freiburg, Kurzfassungen der Beiträge, 193-194.
- Lübke, M., Hussein, Al., Tackenberg, M., Schliephake, E., Löber, M., Wolff, G., Abdel-Moniem, A.S.H., Gaarfar, N., Volkmar, C. (2015): Schnellkäfermonitoring in der Agrarlandschaft Sachsen- Anhalts- 6-Jährige Ergebnisse zur Artenvielfalt, Verbreitung und Abundanzdynamik. Entomologentagung (Abstracts), 02.-05.03.2015, Frankfurt-M, 53
- Mävers, F., Schumann, M., Humbert, P., Vemmer, M., Beitz-Heineke, W., Hummel, E., Treutwein, J., Kleeberg, H., Patel, A., Vidal, S. (2015): Bekämpfung von Drahtwürmern (*Agriotes* spp., Coleoptera: Elateridae) durch eine Attract-and-Kill Strategie: das Projekt ATTRACT. Entomologentagung (Abstracts), 02.-05.03.2015, Frankfurt/M., 53-54.
- Savčić-Petrić, S. (2015): Sredstva za zaštitu bilja u prometu u Srbiji (2015). Biljni lekar, Godina 43, br. 1-2, 260.
- Schepl, U., Paffrath, A. (2004): Regulierung des Drahtwurmbefalls im Ökologischen Kartoffelanbau. 54. Deutsche Pflanzenschutztagung, 20-23. September, Hamburg, 261-262.
- Schepl, U., Paffrath, A. (2007): Erprobung von Strategien zur Drahtwurmregulierung im Ökologischen Kartoffelanbau. Landwirtschaftskammer Nordrhein Westfalen, Köln, Bonn, 1-112. http://orgprints.org/15722/1/15722-02OE266_F-ble-lwk_nrw-2007-drahtwurmregulierung.pdf
- Schumann, M., Dreyer, W., Vemmer, M., Patel, A., Vidal, S. (2014): Einsatz von Spinosad zur Drahtwurmbekämpfung, 59. Deutsche Pflanzenschutztagung, 23-26. September, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Kurzfassungen der Beiträge, 297.
- Schwarz, A. (2011): Mai- und Junikäfer. Fachstelle Pflanzenschutz, Landw. Zentrum, Gallen., SG, 1-2, www.izsg.ch
- Sekulić, R., Kerešić, T. (2014): Suzbijanje larvi skočibuba (Coleoptera: Elateridae) u organskoj proizvodnji krumpira. Biljni lekar, godina 42, br. 1, 37-48.
- Sekulić, R., Spasić, R., Kerešić, T. (2008): Štetočine povrća i njihovo suzbijanje. Poljoprivredni fakulteti, Novi Sad i Beograd, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.

- Vajgand, D. (2010): Priručnik o sovicama (Lepidoptera: Noctuidae) na svetlosnoj klopci. Garden print, Sombor.
- Vajgand, D. (2015): Pojava usklične sovice - *Agrotis exclamationis* u 2015. i prognoza pojave za 2016. godinu. Agroupozorenje, 14.11.2015. <http://agroprotect.leptiri.co.rs>
- Wechselberger, K. (2015): Der Drahtwurm im Kartoffelbau: Ein unbezwingbarer Schädling?. Der Pflanzenarzt, Wien, br. 9-10, 4-6.
- Weninger, L., Six, R. (2010): Schwerpunktthema Erdraupen, Eulenfalter (*Agrotis* spp., *Euxoa* spp.). Bionet, Forschungsinstitut für biologischen Landbau, FiBL, Wien, 1-15. <http://orgprints.org/18002/1/weninger-six>

Abstract

SITUATION AND PERSPECTIVES OF WIREWORMS AND OTHER SOIL PESTS CONTROL IN POTATO PRODUCTION

Radosav Sekulić¹, Tatjana Kereši¹, Željko Milovac², Aleksandra Konjević¹

¹University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Serbia

²Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia

E-mail: keresi@polj.uns.ac.rs

Many pests belonging to different animal species damage the underground parts of potato plants, primarily tubers. Insect groups of major economic importance among them are wireworms and grubs, larvae of click and scarab beetles (families *Elateridae* and *Scarabaeidae*), the first group being even more important. In this context, two species of click beetles distinguish themselves, namely *Agriotes ustulatus* and *A. sputator*, while *Anisoplia* genus is the most abundant on arable land amongst scarab beetles. Occasionally, potato tubers are damaged by cutworms, especially turnip moths, *Agrotis segetum*, whose second generation larvae are of economic importance. The greatest damage on potato is inflicted in late summer and early autumn. The estimated wireworm damage on potato tubers is up to 90%.

Integrated pest management and the use of all reliable measures contributed to the reduction of the importance of wireworms and other soil pest species. Timely and accurate application of cultural practices such as crop rotation, crop selection, time and method of tillage, crop remains destruction, fertilization, irrigation, time of potato harvesting and many others, are needed for a productive crop yield. Since the middle of the last century, pesticide use has been and will probably continue to be the basis of soil pests control. There are several insecticides for wireworm control registered in Serbia: chlorpyrifos, chlorpyrifos and imidacloprid, tefluthrin, zeta-cypermethrin, and recently added fipronil (formulation Goldor Bait). To what extent will conventional insecticides be used in future will primarily depend on the development and implementation of alternative methods and worldwide procedures of controlling these pest groups. Such measures should include the introduction of pheromones, the use of entomopathogenic fungi and nematodes, botanical insecticides and their effective implementation, together with developing forecast models and similar steps.

Key words: potato, wireworms, white grubs, cutworms, economic importance, pest control