

ETOLOGIJA I CIKLUS RAZVOJA MOLJCA PARADAJZA (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917) ZAVISNO OD TEMPERATURNIH USLOVA

Sanel Haseljić¹, Siniša Mitrić², Fejzo Bašić¹, Nedim Šuta³

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Cilj rada bio je ispitati etologiju i ciklus razvoja moljca paradajza u laboratorijskim uslovima na populacijama koje su uzorkovane na području Bosne i Hercegovine u trogodišnjem periodu. Za potrebe ovog ispitivanja korišten je hibrid paradajza Matias, koji se često uzgaja na našim prostorima. Prilikom proučavanja etologije, uočeno je da odrasle jedinke moljca paradajza kopuliraju vrlo brzo nakon eklozije, često i nakon prvog leta. Kopulacija se najčešće odvija na površini lista paradajza. Ženka neposredno nakon kopulacije pristupa polaganju jaja. Najveći broj jaja ženka položi u prva 24 sata od momenta kopulacija, polažući jedno po jedno, s tim da su najčešće jaja položena u manjim grupama od dva do pet jaja. Za polaganje jaja, ženka traži listove bez mina, ali se položena jaja mogu naći i na listovima s već formiranim minama. Utvrđeno je da ženke moljca paradajza polažu najčešće između 120 i 230 jaja. Najčešće su jaja položena na lice lista, a rjeđe na naličje. Nakon piljenja gusjenica je polipoidna i okrenuta je ventralnom stranom tijela prema površini lista, gdje se kratko vrijeme zadržava, a zatim se ubušuje u list nakon nekoliko minuta. Prilikom istraživanja razvoja i života gusjenica konstatovano je da se unutar spojenih mina može naći veći broj gusjenica. Iz životnih aktivnosti gusjenice proističe cjelokupni značaj moljca paradajza kao štetnika, što svakako treba uzeti u obzir prilikom poduzimanja odgovarajućih mjera suzbijanja. Ciklus razvoja moljca paradajza na hibridu paradajza Matias je bio usporen i trajao je duže pri nižoj temperaturi (20°C). Razvojni ciklus moljca paradajza u prosjeku je trajao 29,16 dana na temperaturi od 20°C, dok je na temperaturi od 25°C trajao u prosjeku 22,60 dana.

Ključne riječi: Tuta absoluta, etologija, ciklus razvoja, hibrid paradajza Matias, temperaturni uslovi

UVOD

Moljac paradajza (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917; Lepidoptera Linnaeus, 1758: *Gelechiidae* Stainton, 1854) jedan je od važnijih štetnika paradajza u zaštićenim prostorima i na otvorenom. Nalazi se na EPPO-ovoj A2 listi karantenskih štetnika. U Evropi je prvi put uočen u Španiji 2006. godine (Urbaneja *et al.*, 2007), nakon čega je identifikovan i u

¹ Univerzitet u Sarajevu - Poljoprivredno-prehrambeni fakultet / University of Sarajevo - Faculty of Agriculture and Food Sciences

² Poljoprivredni fakultet – Univerzitet u Banjoj Luci / Faculty of Agriculture - University of Banja Luka

³ Univerzitet u Sarajevu – Prirodno-matematički fakultet / University of Sarajevo - Faculty of Science
Correspondence: Sanel Haseljić, s.haseljic@ppf.unsa.ba

drugim državama Evrope. Tako je 2008. godine registrovan prvi put u Italiji (Tropea Garzia *et al.*, 2009; Viggiani *et al.*, 2009), Holandiji (Potting *et al.*, 2009) i Francuskoj (Germain *et al.*, 2009). Od tada se ovaj moljac proširio na veći broj zemalja Mediterana (Šimala *et al.*, 2011). Na području Hrvatske, moljac paradajza je prvi put konstatovan 2009. (Gotlin *et al.*, 2010), a već naredne godine evidentiran je i na teritoriji Bosne i Hercegovine, u Čapljini i Ljubuškom (Ostojić *et al.*, 2010). Također, u istraživanjima provedenim u Bosni i Hercegovini, na području Bijeljine i Banje Luke 2010. i 2011. godine, registrovano je prisustvo ovog štetnika (Đurić *et al.*, 2012). Ovaj štetnik na paradajzu infestira nadzemni dio biljke, što se u krajnjem slučaju odražava na smanjenje prinosa i kvaliteta plodova. Infestirani plodovi paradajza mogu izgubiti komercijalnu vrijednost od 50 do 100% (EPPO, 2005), što ponajviše zavisi od osjetljivosti kultivara paradajza na napad ovog moljca (Borgorni *et al.*, 2003; Oliveira *et al.*, 2009; De Oliveira *et al.*, 2012). Moljac paradajza ima visok reproduktivni potencijal i može imati 6-12 generacija godišnje. U zavisnosti od uslova sredine, životni ciklus štetnika može trajati 29-38 dana (EPPO, 2005). Dužina životnog ciklusa ove štetne vrste ponajviše zavisi od temperature koja utječe na razvoj, preživljavanje i reprodukciju insekta (Cuthbertson *et al.*, 2013).

Mjere suzbijanja moljca paradajza su veoma složene i limitirane specifičnim načinom života i bioekološkim karakteristikama štetnika. Poznavanje etologije i bioekoloških karakteristika ovog štetnika je neophodno kako bi se pružile odgovarajuće informacije u cilju optimizacije mjera suzbijanja.

Imajući u vidu sve prethodno navedeno, cilj rada je bio ispitati etologiju i ciklus razvoja moljca paradajza u laboratorijskim uslovima na populacijama koje su sakupljene na području Bosne i Hercegovine u trogodišnjem periodu. Za potrebe ovog ispitivanja korišten je hibrid paradajza Matias koji se često uzgaja na našim prostorima.

MATERIJAL I METODE

Za ispitivanje etologije i razvojnog ciklusa korištene su populacije moljca paradajza prikupljene iz zasada paradajza u Višićima, Gabeli i Klepcima na području Bosne i Hercegovine, pred kraj vegetacijske sezone 2012., 2013. i 2014. godine. Do momenta ispitivanja ciklusa razvoja, izdvojene gusjenice štitastog moljca su se nalazile i hranile na hibridu paradajza Matias unutar entomološkog kaveza u laboratorijskim uslovima. U ovom periodu ispitivala se etologija ovog štetnika. S obzirom da *Tuta absoluta* kao lisni miner preferira lisnu masu, ispitivanje je rađeno isključivo na lisnim dijelovima biljke, iako se gusjenice ovoga štetnika mogu pronaći u stabljici i plodovima, kako je to utvrđeno i drugim provedenim istraživanjima.

Od momenta polaganja jaja, uporedo sa etološkim proučavanjima uslijedio je početak praćenja ciklusa razvoja moljca paradajza prema modificiranoj metodi koju su Yilmaz & Genç (2012) upotrijebili kod moljca masline (*Palpita unionalis* Hubner, 1796). Razvojni ciklus moljca paradajza praćen je u kontrolisanim uslovima u klima komori u laboratoriji za zaštitu bilja i prehrambenih proizvoda na Poljoprivredno-prehrambenom fakultetu u Sarajevu. Razvojni stadiji moljca paradajza su izlagani djelovanju različitih uslova temperature (t : 20°C i 25°C) pri relativnoj vlažnosti zraka (RH) od 60±5% sa

ciljem utvrđivanja dužine trajanja ciklusa razvoja, odnosno, pojedinih razvojnih stadija pri različitim temperaturama. Ispitivanje dužine trajanja ciklusa razvoja rađeno je na uzorku od 20 jedinki svakog stadija po godini istraživanja koje je ponavljano u tri godine promatranja (10 jedinki na temperaturi 20°C i 10 jedinki na temperaturi 25°C), odnosno na ukupnom uzorku od 60 jedinki.

U početku jaja, a kasnije gusjenice, lutke i imaga su nanešeni na svježe i zdrave listove hibrida paradajza Matias koji su postavljeni na vlažnom filter papiru u Petrijevim posudama pri različitim temperaturnim uslovima unutar klima komore. Pregled jaja u početku je vršen svakodnevno sa 24-satnim razmakom. Kada su jaja poprimila tamniju, odnosno kremastu boju, njihov pregled je vršen nekoliko puta dnevno, kako bi se registrovao moment piljenja gusjenice. Razvoj gusjenica praćen je nakon piljenja iz jaja. Gusjenice su izdvajane iz lista paradajza nakon čega je vršeno razvrstavanje gusjenica po stepenima (I-IV) na osnovu boje, dužina tijela i širine glave. U ovu svrhu korišten je Dino-Lite digitalni mikroskop sa pripadajućim softverom. Kada su formirane mine, svakodnevnom pregledom je utvrđivana pojava gusjenica u kokonu, a zatim i prelazak u stadij lutke. Lutke su razdvajane na muške i ženske na osnovu njihovih morfoloških karakteristika, odnosno na osnovu završetaka krila koji su kod ženke uočljivi na petom, a kod mužjaka na šestom abdominalnom segmentu. Ženske lutke su odvojene od muških u zasebne Petrijeve posude u kojima su čuvane do momenta eklozije leptira. Dužina života imaga također je praćena u Petrijevim posudama na listovima paradajza na navlaženom filter papiru koje su bile dodatno obezbijeđene 10% rastvorom meda.

REZULTATI I DISKUSIJA

Tokom proučavanja etologije, primjećeno je da eklozija leptira započinje ubrzanim pokretima vršnih segmenata zatka lutke. Nakon toga dolazi do pucanja egzuvije lutke u vršnom dijelu, dok donji dio ostaje neoštećen. Na osnovu vizuelnog pregleda uočeno je da leptir nakon izlaska iz egzuvije kratko miruje, a zatim započinje svoj let koji se u početku odvija u vrlo kratkim intervalima, što više podsjeća na skakutanje nego na razvijen let. Izvedenim istraživanjima utvrđeno je da najveći broj leptira eklokira u ranim jutarnjim satima. Nekoliko sati nakon eklozije let leptira postaje intenzivniji, duže traje, a razmaci između polijetanja postaju kraći. Leptiri su nemirni i brzo reaguju na svaku promjenu u neposrednoj okolini, hitro bježe i zavlače se u unutrašnjost biljaka paradajza. Leptiri tokom dana uglavnom miruju s donje strane lista paradajza. Vrlo rijetko lete danju, i to najčešće kada su uznemireni. Slabi su letači i ne lete duže vrijeme. U mirovanju su im krila potpuno priljubljena uz tijelo, dok su im noge sakrivene pod krilima, a nekada su im samo prednje noge blago izbačene. Na dodir reaguju skupljanjem sva tri para nogu uz abdomen. Kopuliraju vrlo brzo nakon eklozije, često i nakon prvog leta. U većini slučajeva kopulacija se odvija na površini lista, pri čemu ženka i mužjak zauzimaju suprotan položaj spajajući se vrhovima abdomena. Vršni dijelovi krila mužjaka prekrivaju vršne dijelove krila ženke. Glave su im okrenute suprotno jedna od druge i primaknute podlozi. Kopulacija se odvija ritmičkim stezanjem i opuštanjem genitalnih organa i segmenta zatka te abdominalnim kontrakcijama, nakon čega se par razdvaja. Ženka neposredno nakon kopulacije pristupa

polaganju jaja (slika 1). Na osnovu provedenih istraživanja uočeno je da ženka najveći broj jaja položi u prva 24 sata nakon kopulacije, najčešće polažući jedno po jedno, s tim da su najčešće jaja položena u manjim grupama od dva do pet jaja. Za polaganje jaja ženka traži listove bez mina, ali se položena jaja mogu naći i na listovima s već formiranim minama. Najčešće su jaja položena na lice lista, a rjeđe na naličje. Broj položenih jaja, odnosno plodnost ženke zavisi od mnogo faktora (Lee *et al.*, 2014), a naročito od dužine njenog života. Na promatranim parovima ženki izdvojenim u entomološkim kavezima, praćen je i broj jaja koje ženka položi nakon kopulacije tokom svog života. U provedenim istraživanjima utvrđeno je da ženke moljca paradajza polažu najčešće između 120 i 230 jaja. Na uzorku od 10 ženki utvrđeno je da ženka u prosjeku položi 173,2 jaja. Shiberu & Getu (2017), kao i Cuthbertson *et al.* (2013), navode da jedna ženka položi oko 260 jaja. Prema istraživanjima Erdogana & Babaroglua (2014), ženka u prosjeku položi 141,16 jaja. Prema drugim autorima, broj jaja koji položi jedna ženka moljca paradajza je jako varijabilan. Prema Torrest *et al.* (2001), plodnost ženke se kreće od 60 do 120 jaja, a Uchoa-Fernandes *et al.* (1995) navode da jedna ženka položi oko 260 jaja. Pereyra & Sanches (2006) utvrdili su da ženka u prosjeku položi 132,78 jaja.

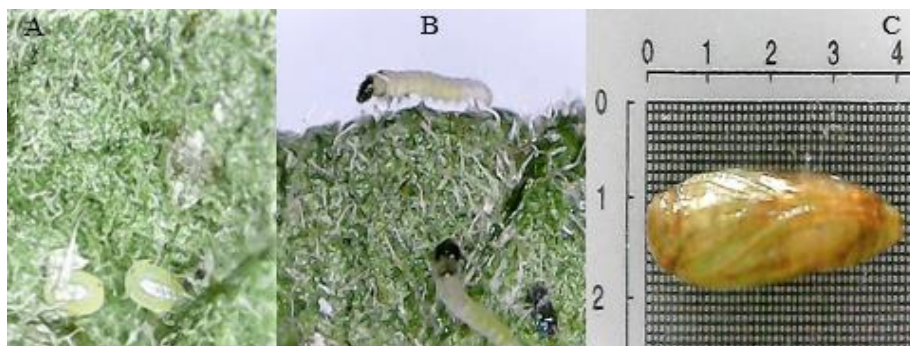


Slika 1. Moljac paradajza - kopulacija (A) i polaganje jaja (B)
 Fig.1 Tomato leaf miner - copulation (A) and egg laying (B)

Promatranjem biljaka paradajza utvrđeno je da ženka pri ovipoziciji preferira listove srednjeg i gornjeg dijela biljke paradajza gdje je i utvrđen najveći broj položenih jaja (slika 2A), što je u skladu s istraživanjima Cherif *et al.* (2013) kojim je utvrđeno da su gusjenice i jaja moljca paradajza više raspoređeni u vršnom i središnjem dijelu biljke paradajza u odnosu na donje dijelove biljke.

Znatno manji broj položenih jaja utvrđen je na plodovima paradajza, što je u podudarnosti s istraživanjima Levyja (2010), gdje je utvrđeno da ženke od ukupnog broja jaja, oko 15% polažu na plodove paradajza. Pred kraj embrionalnog razvoja, odnosno pred ekloziju gusjenice, kroz tanki horion je uočljiva mlada gusjenica. Nakon piljenja, gusjenica je polipoidna i okrenuta ventralnom stranom tijela prema površini lista, gdje se kratko vrijeme zadržava (nekoliko minuta), a zatim se ubušuje u list (slika 2B). Prema Cuthbertson *et al.* (2013) gusjenica se nakon piljenja po površini lista kreće 12 minuta, poslije čega se u potpunosti ubušuje u list, s tim da proces ubušivanja gusjenice može trajati i do 70 minuta.

Gusjenice imaju četiri stepena razvoja. Nastavak razvića gusjenica sve dok ima dovoljne količine hranjivih materija, ujedno je bio i pokazatelj da štetnik ne prelazi u stanje dijapauze kada mu je omogućen dodatan izvor hrane. Pred prelazak u lutku (slika 2C) gusjenica četvrtog stepena razvoja ispreda kokon i čahuri se u tlu, na listu ili u mini. Prilikom istraživanja razvoja i života gusjenica konstatovano je da se unutar spojenih mina može naći veći broj gusjenica.



Slika 2. Moljac paradajza - jaja (A), gusjenica I larvenog stepena (B) i lutka (C)

Fig 2. Tomato leaf miner - eggs (A), larvae (B) and pupa (C)

Prosječna dužina trajanja ciklusa razvoja i svakog od razvojnih stadija moljca paradajza (sakupljeni u trogodišnjem periodu na lokalitetima Višići, Gabela i Klepci) zavisno od temperature prikazana je u tabeli 1.

Tabela 1. Prosječna dužina trajanja (izražena u danima) ciklusa razvoja i svakog od razvojnih stadija moljca paradajza zavisno do temperature

Table 1. Average development cycle duration (in days) and average stage development duration in dependance of temperature

Razvojni stadij	Temperatura		t-test razlike aritmetičkih sredina
	t=20°C	t=25°C	
Jaje	4,20±0,76 dana	3,13±0,43 dana	Razlika=1,07 dana t=7,05***; p<0,00001
Gusjenica I st.	2,50±0,54 dana	1,83±0,25 dana	Razlika=0,67 dana t=2,69*; p=0,043
Gusjenica II st.	2,17±0,41 dana	1,58±0,49 dana	Razlika=0,59 dana t = 2,91*; p = 0,033
Gusjenica III st.	2,44±0,53 dana	2,11±0,22 dana	Razlika=0,33 dana t = 1,79 ^{NZ} ; p = 0,11
Gusjenica IV st.	2,89±0,33 dana	2,55±0,46 dana	Razlika=0,34 dana t=2,31*; p=0,049
Gusjenica - UKUPNO	10,0±2,04 dana	8,07±1,42 dana	Razlika=1,93 dana -
Lutka	8,30±0,84 dana	7,30±0,65 dana	Razlika=1,00 dan t=6,02***; p=0,000002

Imago	6,66±0,76 dana	4,10±1,21 dana	Razlika=2,57 dana t=11,27***; p<0,000001
Ciklus razvoja - UKUPNO	29,16	22,60	Razlika=7dana -

Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 1, može se konstatovati da je ciklus razvoja moljca paradajza na hibridu paradajza Matias bio usporen i duže trajao pri nižoj temperaturi. Razvojni ciklus moljca paradajza u prosjeku je trajao 29,16 dana na temperaturi od 20°C, dok je na temperaturi od 25°C trajao u prosjeku 22,60 dana. Dobiveni rezultati u pogledu ovog parametra ne odstupaju u značajnijoj mjeri od istraživanja koja su proveli drugi autori. U istraživanjima provedenim od Guenaoui *et al.* (2008) utvrđeno je da životni ciklus moljca paradajza može biti završen za tri sedmice na 27°C, a prema Monserratu (2009) životni ciklus može biti završen za 20 dana u optimalnim temperaturnim uslovima. Prema Cuthbertson *et al.* (2013), moljac paradajza najduže preživljava na temperaturi od 10°C, kada živi 40 dana, na temperature od 19°C značajno kraće živi u trajanju od 16 dana, dok pri temperaturi od 23°C živi sedam dana.

Ispitivanjem 60 jaja pohranjenih u klima komori, pri temperaturi od 20°C, utvrđeno je da embrionalni razvoj u prosjeku traje 4,20 dana, a pri temperaturi od 25°C 3,13 dana. Na osnovu t testa, razlike u dužini trajanja ovog parametra pod uticajem dva temperaturna režima su bile statistički veoma visoko značajne (tabela 1). Prema Erdoganu & Babaroglu (2014), embrionalni razvoj u prosjeku traje 4,10 dana na temperaturi od 25°C i 60-70% RH. Torrest *et al.* (2001) navode da ovaj stadij traje u prosjeku 4-5 dana. Na osnovu utjecaja temperatura na embrionalni razvoj, Cuthbertson *et al.* (2013) utvrdili su da razvoj najduže traje na temperaturi od 10°C, i to je 21 dan, dok je najkraće trajanje ovog stadija tri dana, s promjenjivom temperaturom 23/18°C, odnosno prosječnom temperaturom od 21°C. Nayana & Kalleshwaraswamy (2015) utvrdili su da embrionalni razvoj u prosjeku traje 3,90 ± 0,91 dan. Do značajno različitih pokazatelja su došli Shiberu i Getu (2017), koji su utvrdili da embrionalni razvoj traje 13-13,5 dana. Šubić (2016) navodi da stadij jajeta traje 4-6 dana. Duarte *et al.* (2015) radili su ispitivanje na tri različita hibrida i pod različitim temperaturama te utvrđivali utjecaj hibrida i temperature na dužinu trajanja svakog stadija. Utvrdili su da stadij jajeta pri temperaturi od 25°C na prvom hibridu traje 4,50 ± 0,11 dana, na drugom hibridu 3,56 ± 0,08, a na trećem 3,92 ± 0,26 dana. Pri promjenjivoj temperaturi 20°C / 30°C stadij jajeta je na prvom hibridu trajao 5,00 ± 0,08 dana, na drugom 3,9 ± 0,13, a na trećem 4,08 ± 0,22 dana. Silva *et al.* (2015) radili su slično istraživanje na dva različita hibrida i pri različitim temperaturama te utvrdili da se embrionalni razvoj odvija na približno sličan način kod oba hibrida pri različitim temperaturama. Na prvom hibridu pri temperaturi od 25°C dužina stadija jajeta je bila 3,56 ± 0,08 dana, a na drugom 3,92 ± 0,26. Pri promjenjivoj temperaturi 20°C / 30°C na prvom hibridu je dužina stadija trajala 3,90 ± 0,13, a na drugom 4,08 ± 0,22 dana.

Ispitivanjem 60 jedinki gusjenica pohranjenih u klima-komori, pri temperaturi od 20°C ukupan razvoj gusjenice u prosjeku trajao je 10 dana, dok je pri temperaturi od 25°C trajao

8,07 dana. Pri temperaturi od 20°C prvi stepen razvoja gusjenice trajao je 2,50, drugi 2,17, treći 2,44 i četvrti 2,89 dana. Pri temperaturi od 25°C prvi stepen razvoja gusjenice trajao je 1,83, drugi 1,58, treći 2,11 i četvrti 2,55 dana (tabela 1). I drugi istraživači su se bavili dužinom trajanja pojedinih stadija u ciklusu razvoja, nastojeći utvrditi zavisnost ciklusa razvoja od različitih parametara kao što su temperatura, relativna vlažnost zraka ili upotrijebljeni hibrid. Erdogan & Babaroglu (2014) utvrdili su da ukupni period razvoja stadija gusjenice u prosjeku traje 10,97 dana, i to za prvi stadij razvoja 2,49, drugi 2,32, treći 2,52 i četvrti 3,79 dana pri temperaturi od 25-26°C i relativnoj vlažnosti zraka od 60-70%. Cuthbertson *et al.* (2013) utvrdili su da stadij gusjenice na temperaturi od 10°C traje 27 dana, na 13°C 51 dan, na 19°C 32 dana, na 23°C 16 dana i na temperaturi od 25°C 19 dana. Prema Nayani & Kallishwaraswamyju (2015), stadij gusjenice traje od 9,5 do 14,0 dana, s prosjekom od $11,80 \pm 1,25$ dana. Shiberu & Getu (2017) utvrdili su ukupno trajanje stadija gusjenice od 12,5 dana pri temperaturi od $20,5 \pm 2^\circ\text{C}$ i relativnoj vlažnosti zraka od $55 \pm 5\%$, dok je trajanje ovog stadija od 11 do 11,51 dan pri temperaturi od $32 \pm 2^\circ\text{C}$ i relativnoj vlažnosti zraka od $40 \pm 5\%$. Silva *et al.* (2015) došli su do zaključka da prvi stadij gusjenice ima znatno duže trajanje pri naizmjenično promjenjivoj temperaturi nego na stalnoj temperaturi i ne zavisi od vrste hibrida paradajza.

Ispitivanjem 60 jedinki lutki pohranjenih u klima-komori na temperaturi od 20°C razvoj lutke trajao je 8,30 dana, a na temperaturi od 25°C razvoj lutke je trajao 7,30 dana. Na osnovu t testa, razlike u dužini trajanja ovog parametra pod uticajem dva temperaturna režima su bile statistički veoma visoko značajne (tabela 1). Prema Erdogan & Babaroglu (2014), razvoj lutke traje u prosjeku 9,53 dana, i to kod ženke $9,48 \pm 0,38$, a kod mužjaka u prosjeku $9,57 \pm 0,36$ dana. Torrest *et al.* (2001) utvrdili su da razvoj lutke traje 7-9 dana. Silva *et al.* (2015), u svom istraživanju provedenom na dvije sorte paradajza i uvjetima u klima-komori koji su postavljeni u dvije različite varijante, i to 25°C i relativnoj vlažnosti zraka od 70% i druga varijanta naizmjenične temperature po 12 sati dan/noć (30°C/20°C) pri istoj relativnoj vlažnosti zraka, konstatovali su da razvoj lutke na obje sorte paradajza traje kraće na temperaturi od 25°C nego na režimu 30/20°C. Također, utvrđeno je da insekti imaju sporiji razvoj pri promjenjivim temperaturama nego pri konstantnoj.

Ispitivanjem 60 jedinki imaga-leptira pohranjenih u klima-komori na temperaturi od 20°C, život leptira je u prosjeku trajao 6,66 dana, a na temperaturi od 25°C 4,10 dana. Promatranjem izdvojenih parova mogla se utvrditi razlika u trajanju života muške i ženske jedinke. Na uzorku od 60 ženki i 60 mužjaka utvrđeno je da život ženke u laboratorijskim uslovima traje u prosjeku 10,2 dana (9 - 11 dana), a život mužjaka traje u prosjeku 5,7 dana (4 - 6 dana). Prema Erdogan & Babaroglu (2014), životni vijek mužjaka traje 15,8, a ženke 18,6 dana. Salama *et al.* (2014) utvrdili su da mužjaci u prosjeku žive 21,6, a ženke 25,8 dana. Do različitih podataka su došli Nayana & Kallishwaraswamy (2015), koji su utvrdili da je životni vijek mužjaka u prosjeku trajao 5,5-10 dana, a ženki u prosjeku 9,5-15,5 dana. Prosječan život mužjaka od 8,9 dana i ženke od 17,2 utvrdili su Shiberu & Getu (2017).

ZAKLJUČCI

Prilikom proučavanja etologije u laboratorijskim uslovima na hibridu paradajza Matias uočeno je da odrasle jedinke moljca paradajza kopuliraju vrlo brzo nakon eklozije, često i nakon prvog leta. Kopulacija se najčešće odvija na površini lista paradajza, pri čemu ženka i mužjak zauzimaju suprotan položaj spajajući se vrhovima abdomena. Kopulacija se odvija ritmičkim stezanjem i opuštanjem genitalnih organa i segmenta zatka te abdominalnim kontrakcijama, nakon čega se par razdvaja. Ženka neposredno nakon kopulacije pristupa polaganju jaja. Najveći broj jaja ženka položi u prva 24 sata nakon kopulacije, polažući jedno po jedno, s tim da su najčešće jaja položena u manjim grupama od dva do pet jaja. Za polaganje jaja, ženka traži listove bez mina, ali se položena jaja mogu naći i na listovima s već formiranim minama. Najčešće su jaja položena na lice lista, a rjeđe na naličje. Broj položenih jaja, odnosno plodnost ženke zavisi od mnogo faktora, a naročito od dužine njenog života. Na promatranim parovima ženki izdvojenim u entomološkim kavezima, utvrđeno je da ženke moljca paradajza polažu najčešće između 120 i 230 jaja. Na uzorku od 10 ženki utvrđeno je da ženka u prosjeku položi 173,2 jaja. Promatranjem biljaka paradajza utvrđeno je da ženka pri ovipoziciji preferira listove srednjeg i gornjeg dijela biljke paradajza gdje je i utvrđen najveći broj položenih jaja, a što je u skladu s istraživanjima drugih autora. Nakon piljenja gusjenica je polipoidna i okrenuta je ventralnom stranom tijela prema površini lista, gdje se kratko vrijeme zadržava, a zatim se ubušuje u list nakon nekoliko minuta. Prilikom istraživanja razvoja i života gusjenica konstatovano je da se unutar spojenih mina može naći veći broj gusjenica. Iz životnih aktivnosti gusjenice proističe cjelokupni značaj moljca paradajza kao štetnika, što svakako treba uzeti u obzir prilikom poduzimanja odgovarajućih mjera suzbijanja. Ciklus razvoja moljca paradajza ispitan u trogodišnjem periodu na hibridu paradajza Matias u kontrolisanim uvjetima je bio usporen i trajao je duže pri nižoj temperaturi (20°C). Razvojni ciklus moljca paradajza u prosjeku je trajao 29,16 dana na temperaturi od 20°C, dok je na temperaturi od 25°C trajao u prosjeku 22,60 dana. Ispitivanja su pokazala da dužina trajanja ciklusa razvoja moljca paradajza, kao i pojedinih stadija, nema značajnijih odstupanja u odnosu na druga sprovedena istraživanja. Utvrđeno je da temperatura utiče na dužinu trajanja ciklusa i da veća temperatura skraćuje ciklus trajanja u svim stadijima, te samim tim i u ukupnom ciklusu razvoja, kao što su pokazala druga sprovedena istraživanja. U cilju pružanja što jasnijih informacija o ponašanju i ciklusu razvoja ovog štetnika, neophodno je sprovesti dodatna istraživanja koja će se oslanjati na različitim konstantnim i promjenjivim temperaturnim uslovima, kultivarima i hibridima paradajza. Sve zajedno može biti od velike koristi prilikom određivanja optimalnog vremena primjene insekticida ili pak oslobađanja prirodnih neprijatelja.

LITERATURA

- Borgorni, P.C., Da Silva, R.A., Carvelho, S.G. (2003): Leaf mesophyll consumption by *Tuta absoluta* (Meyrick, 1971) (Lepidoptera: Gelechiidae) in three cultivars of *Lycopersicon esculentum* MILL. - *Ciencia Rural*, 33(1): 7-11.
- Cherif, A., Mansour, R., Grissa-Lebdi, K. (2013): Biological aspects of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in conditions of Northeastern Tunisia: possible implications for pest management. *Environmental and Experimental Biology*, 11: 179–184.
- Cuthbertson, A.G.C., Mathers, J.J., Blackburn, L.F.M., Korycinska, W.L., Luo, W., Jacobson, R.J. i Northing, P. (2013): Population development of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under simulated UK glasshouse conditions. — *Insects* 4: 185–197.
- De Oliveira, C.M., De-Andrade Junior, V.C., Maluf, W. R., Neiva, I.P., Maciel, G.M. (2012): Resistance of tomato strains to the moth *Tuta absoluta* imparted by allelochemicals and trichome density. - *Ciência e Agrotecnologia*, 36 (1): 45–52.
- Duarte, L., De los Ángeles Martínez, M., Paes Bueno, V.H. (2015): Biology and population parameters of *Tuta absoluta* (Meyrick) under laboratory conditions, *Rev. Protección Veg.* Vol. 30 No. 1 (ene.-abr. 2015): 19-29 ISSN: 2224-4697.
- Đurić, Z. (2019). Bioekološka proučavanja moljca paradajza - *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae) na području Republike Srpske. Doktorska disertacija, Univerzitet u Banjoj Luci, Poljoprivredni fakultet, 1-148.
- EPPO (2005): Data sheets on quarantine pests: *Tuta absoluta*. EPPO Bulletin 35: 434-435. Paris: European and Mediterranean Plant Protection Organization.
- Erdogan, P., Babaroglu, N.E. (2014): Life Table of the Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 31 (2): 80-89.
- Germain, JF., Lacordaire, AI., Cocquempot, C., Ramel, JM. i Oudard, E. (2009): Un nouveau ravageur de la tomate en France: *Tuta absoluta*. *PHM-Revue Horticole* 512,37–41 (in French).
- Gotlin, Č.T., Ražov, J., Gomboc, S., Grubišić, D., Juran, I., Žanić, K. (2010): Prvi nalaz lisnog minera rajčice *Tuta absoluta* Povolny, 1994 (Lepidoptera: Gelechiidae) u Hrvatskoj. *Glasiloo biljne zaštite*, 4, 273-281.
- Guenauoi, Y., Ghelamallah, A. (2008): *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep: Gelechiidae) a new pest on tomato in Algeria. First data on its development time at different temperatures.
- Lee, M. S., Albajes, R., Eizaguirre, M. (2014): Mating behaviour of female *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): Polyandry increases reproductive output. *Journal of Pest Science* 87(3):111; DOI:10.1007/s10340-014-0576-4
- Monserrat, A. (2009): La polilla del tomate *Tuta absoluta* en la Región de Murcia: bases para su control. *Serie Técnica y de Estudios* No. 34. Conserjería de Agricultura y Agua.

- Nayana, B. P., Kalleshwaraswamy, C. M. (2015): Biology and external morphology of invasive tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, Vol. 21, No. 2 pp 169-174.
- Oliveira, F.A., Da Silva, D.J., Leite, G.L.D., Jham, G.N., Picanco, M. (2009): Resistance of 57 greenhouse-grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick). (Lepidoptera: Gelechiidae). - *Science Horticulture*, 119: 182– 187.
- Ostojić, I., Tolić, D., Zovko, M., Gotlin-Čuljak, T., Čutuk, I. (2010): Prvi nalaz lisnog minera rajčice, *Tuta absoluta* Meyrick. VII. Simpozijum o zaštiti bilja u Bosni i Hercegovini, Teslić, Zbornik rezimea, 34.
- Pereyra, P.C., Sánchez, N.E. (2006): Effect of Two Solanaceous Plants on Developmental and Population Parameters of the Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology* 35(5): 671-676.
- Potting ,R., van der Gaag, D. J., Loomans, A., van der Straten, M., Anderson, H., MacLeod, A., Castrillón, J.M.G., Cambra, G.V. (2009): *Tuta absoluta*, Tomato leaf miner moth or South American tomato moth. Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality (LVN) Plant Protection Service of the Netherlands. Accessed on 10/21/10 from: http://www.minlnv.nl/cdlpub/servlet/CDLServlet?p_file_id=42402
- Salama, H., Fouda, M., Ismail, I.A., Ebada, I., Shehata, I. (2014): Life Table Parameters and Fluctuations in the Population Density of the Moth *Tuta absoluta* (Meyrick) - (Lepidoptera: Gelechiidae). *Current Science International* 3(3): 252-259, 2014, ISSN: 2077-4435.
- Shiberu, T., Getu, E. (2017): Biology of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under different temperature and relative humidity, *Journal of Horticulture and Forestry*, Vol. 9(8), pp. 66-73.
- Silva, D., Bueno, V.H.P., Lins, J.C., Lenteren, J.C.V. (2015): Life history data and population growth of *Tuta absoluta* at constant and alternating temperatures on two tomato lines. *Bulletin of Insectology*, 68(2): 223-232.
- Šimala, M., Masten Milek, T. (2011): Južnoamerički moljac rajčice – *Tuta absoluta* Povolny, 1994 (Lepidoptera: Gelechiidae), Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Zagreb.
- Šubić, M. (2010): Opasni mineri lišća, Međimurje, Županijske novine, 2855.
- Torrest, J., Faria, CA., Evangeliste, WS., Pratisoli, D. (2001): Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immature in processing, with notes on plant phenology. *International Journal of Pest Management*, 47(3). 173-178.
- Tropea Garzia, G. (2009): *Physalis peruviana* L. (Solanaceae), a host plant of *Tuta absoluta* in Italy. *IOBC/WPRS Bulletin* 49, 231–232.
- Uchoa-Fernandes, M.A, Della Lucia, T.M.C., Vilela, E. F. (1995): Mating, oviposition and pupation of *Scrobipalpus absoluta* (Meyr) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 24:159-164.

- Urbaneja, A, Vercher, R., Navarro, V., Garcia Mari, F., Porcuna, JL. (2007): La polilla del tomate, *Tuta absoluta*. Phytoma Espana, 194, 16–23.
- Viggiani, G., Filella, F., Ramassini, W., Foxi, C. (2009): *Tuta absoluta*, nuovo lepidottero segnalato anche in Italia. Informatore Agrario, 65 (2): 66–68.
- Yilmaz, Ç., Genç, H. (2012): Determination of the Life Cycle of the Olive Fruit Leaf Moth, *Palpita unionalis* (Lepidoptera:Pyralidae) in the Laboratory, Florida Entomological Society, pp 162-170.

ETHOLOGY AND DEVELOPMENTAL CYCLE OF OF TOMATO LEAF MINER (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917) DEPENDING ON TEMPERATURE CONDITIONS

Summary

The aim of this study was to investigate the ethology and development cycle of tomato leaf miner in laboratory conditions on populations collected in Bosnia and Herzegovina in a period of three year. For the purposes of this study, tomato hybrid Matias was used, which is often grown in our area. During the study of ethology, it was noticed that adult individuals of the tomato leaf miner copulate very quickly after the eclosion, often even after the first flight. Copulation usually takes place on the surface of a tomato leaf. The female approaches egg-laying immediately after copulation. The female lays the largest number of eggs in the first 24 hours after copulation, laying one by one, but most often the eggs are laid in smaller groups of two to five eggs. For laying eggs, the female looks for leaves without mines, but the laid eggs can also be found on leaves with already formed mines. It has been determined that female tomato leaf miner usually lay between 120 and 230 eggs. Most often the eggs are laid on the top part of leaf, and less often on the bottom part of leaf. After hatching, the caterpillar is polypoid and faces the ventral side of the body towards the surface of the leaf, where it stays for a short time, and then burrows into the leaf after a few minutes. During the research of the development and life of caterpillars, it was stated that a larger number of caterpillars can be found inside the connected mines. From the life activities of the caterpillar arises the overall importance of the tomato leaf miner as a pest, which should certainly be taken into account when taking appropriate control measures. The development cycle of the tomato leaf miner on the tomato hybrid Matias was slowed down and lasted longer at a lower temperature (20°C). The development cycle of the tomato leaf miner lasted an average of 29.16 days at a temperature of 20°C, while at a temperature of 25°C it lasted an average of 22.60 days.

Key words: *Tuta absoluta*, ethology, development cycle, tomato hybrid Matias, temperature conditions