



Poljoprivredni institut Osijek
Utemeljen 1878.



Ministarstvo poljoprivrede
Vijeće za istraživanje u poljoprivredi



Utjecaj bioloških mjera na suzbijanje obične kruškine buhe (*Cacopsylla pyri L.*) i smanjenje abiotskog stresa u sustavu integrirane zaštite

Dr. sc. Vesna Tomaš

Dr. sc. Ines Mihaljević

Dominik Vuković, mag.ing.

Dr. sc. Marija Viljevac-Vuletić

Sanja Bježančević, mag.oec.

Priručnik o rezultatima VIP projekta

Utjecaj bioloških mjera na suzbijanje obične kruškine buhe (*Cacopsylla pyri L.*) i smanjenje abiotskog stresa u sustavu integrirane zaštite

Priručnik o rezultatima VIP projekta

Dr. sc. Vesna Tomaš
Dr. sc. Ines Mihaljević
Dominik Vuković, mag.ing.
Dr. sc. Marija Viljevac-Vuletić
Sanja Bježančević, mag.oec.

Impressum

Priručnik VIP projekta:

UTJECAJ BIOLOŠKIH MJERA NA SUZBIJANJE OBIČNE KRUŠKINE BUHE
(*Cacopsylla pyri L.*) I SMANJENJE ABIOTSKOG STRESA U SUSTAVU INTEGRIRANE
ZAŠTITE

Trajanje projekta: 5.11.2015.-5.11.2018.

Autori:

Dr. sc. Vesna Tomaš

Dr. sc. Ines Mihaljević

Dominik Vuković, mag.ing.

Dr. sc. Marija Viljevac-Vuletić

Sanja Bježančević, mag.oec.

Fotografije:

Dr.sc. Vesna Tomaš

Dr.sc. Marko Injac

ISBN: 978-953-7843-09-0

Cip zapis pod brojem 141020014

UDK: 634,13; 632,7

Projekt i priručnik realizirani su uz finansijsku potporu sljedećih subjekata:

Vijeće za istraživanje u poljoprivredi, Ministarstvo poljoprivrede RH, Ulica grada Vukovara 78,10000 Zagreb

OPG Marko Milas, Duga ulica 53, 31216 Ivanovac

Voditeljica projekta: dr.sc. Vesna Tomaš

Suradnici na projektu:

Dr. sc. Ines Mihaljević

Dominik Vuković, mag.ing.

Dr. sc. Marija Viljevac-Vuletić

Sanja Bježančević, mag.oec.

Prof. dr.sc. Emilia Raspudić

Korektura: Andreja Orić

Naklada: 300 primjeraka

Tisk: Gradska tiskara Osijek



Poljoprivredni institut Osijek
Utemeljen 1878.



Ministarstvo poljoprivrede
Vijeće za istraživanje u poljoprivredi

Utjecaj bioloških mjera na suzbijanje obične kruškine buhe (*Cacopsylla pyri L.*) i smanjenje abiotskog stresa u sustavu integrirane zaštite

Priručnik o rezultatima VIP projekta

Dr. sc. Vesna Tomaš
Dr. sc. Ines Mihaljević
Dominik Vuković, mag.ing.
Dr. sc. Marija Viljevac-Vuletić
Sanja Bježančević, mag.oec.

Projekt je finansiralo
Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske
Vijeće za istraživanja u poljoprivredi

Sadržaj

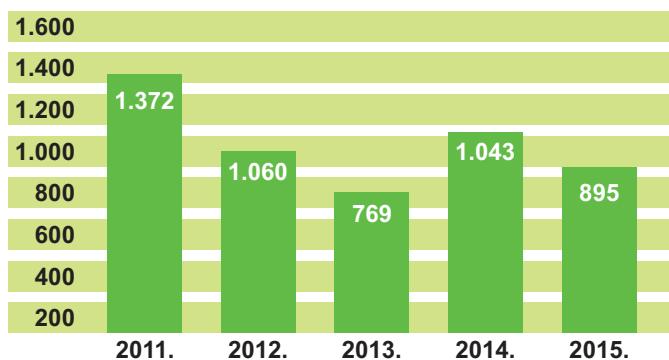
1.	Uvod	7
2.	Obična kruškina buha (<i>Cacopsylla pyri L.</i>).....	9
3.	Ciljevi projektnog istraživanja.....	11
4.	Provedba istraživanja.....	13
4.1.	Tretmani u pokusu	14
4.2.	Primjenjene metode u istraživanju	15
4.3.	Klimatološki podaci za 2017. i 2018. godinu.....	16
4.4.	Kaolin – ekološki preparat repellentnog djelovanja	17
5.	Rezultati istraživanja biologije štetnika i utjecaja tretmana	19
5.1.	Praćenje biologije štetnika obične kruškine buhe u 2017. godini	19
5.2.	Utjecaj tretmana i rokova na suzbijanje razvojnih stadija obične kruškine buhe u 2017. godini.....	23
5.3.	Utjecaj sorte na brojnost razvojnih stadija obične kruškine buhe u 2017.	25
5.4.	Rokovi suzbijanja obične kruškine buhe u 2017. godini.....	26
5.5.	Praćenje biologije razvojnih stadija štetnika obične kruškine buhe u 2018.	28
5.6.	Utjecaj tretmana i sorte na brojnost razvojnih stadija obične kruškine buhe u 2018. godini.....	29
5.7.	Rokovi suzbijanja obične kruškine buhe u 2018.....	31
6.	Izračun učinkovitost tretmana u 2017. i 2018. godini prema Abbottu (1925.) ...	31
7.	Analiza plodova ispitivanih tretmana na ostatke pesticida.....	32
8.	Praćenje utjecaja tretmana na pojavnost korisne faune u svibnju i lipnju u 2017. i 2018. godini.....	33
9.	Rezultati utjecaja kaolina na pojavu stresa uzrokovani visokim temperaturama i suviškom svjetlosti na fotosintetsku učinkovitost i antioksidativni odgovor	36
10.	Zaključak	40
11.	Literatura.....	42

1

Uvod

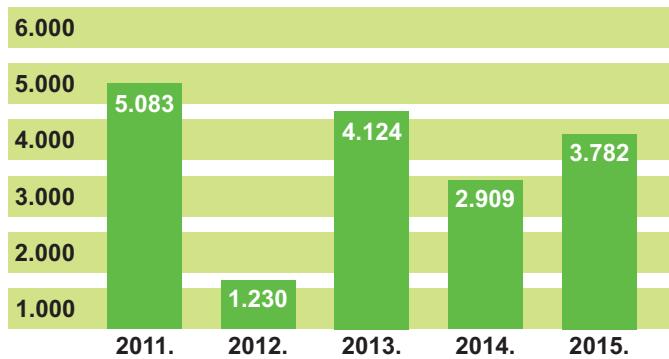
Krušku u narodu nazivaju još i "čuvaricom zdravlja" zbog njezinih vrijednih sastojaka (pektina, antioksidanata, vitamina A, C, E, flavonoida, visokog udjela K i Na). Koristi se među prvom hranom za dojenčad zbog njezine lake probavljivosti i neizazivanja alergijskih reakcija. Unatoč svim navedenim pozitivnim djelovanjima na zdravlje ljudi, u Hrvatskoj posljednjih godina bilježimo pad njezine proizvodnje (grafikon 1, 2).

Intenzivna proizvodnja kruške (ha)



Grafikon 1. Prikaz proizvodnih površina (ha) pod kruškom (2011.-2015.) prema Statističkom ljetopisu 2016.

Ukupan urod kruške u RH (t)

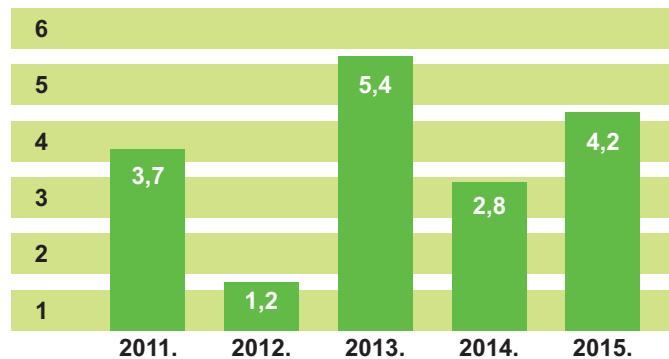


Grafikon 2. Prikaz ukupnog uroda kruške (t) (2011.-2015.) prema Statističkom ljetopisu 2016.





Prosječan urod kruške u RH (t)



Grafikon 3. Prikaz prosječnog uroda kruške (t) (2011.-2015.) prema Statističkom ljetopisu 2016.

Prosječni prinosi kruške u RH su također jako niski (grafikon 3.) u odnosu na ostale zemlje Europske unije u kojima je prosječan prinos 21 t/ha (Eurostat 2016.).

Jedan od razloga konstantnoga smanjivanja proizvodnih površina pod ovom kulturom je zasigurno i utjecaj ekonomskog štetnika pod nazivom obična kruškina buha (*Cacopsylla pyri L.*).

Ostali razlozi zbog kojih je kruška sve manje prisutna u hrvatskim nasadima je zahtjevna tehnologija, sadnja generativnih bujnih podloga, problemi nepodudarnosti sorte s podlogom, ferokloroza, nizak urod po ha, problem čuvanja i skladištenja, neotpornost na ekstremno visoke i niske temperature.



Slika 1.
Plodovi
kruške

2.

Obična kruškina buha (*Cacopsylla pyri* L.)

Štetnik velikog ekonomskog značaja s obzirom na štete koje pričinjava kroz intenzivno lučenje medne rose koju naseljavaju gljivice (*Cladosporium spp.*) ili "čađavice" prekrivajući cijela stabla, grane, listove i plodove. Prekriveni dijelovi stabla postaju crni, a lišće opada. Plodovi zaostaju u svom rastu i razvoju uslijed smanjene fotosinteze. Rezultat su sitni, neukusni, ispučali i crni plodovi smanjene ekonomске vrijednosti. Cilj integrirane zaštite je smanjiti uporabu kemijskih preparata na minimum. Samo pravovremenim tretmanima prve generacije utječemo na smanjenu brojnost štetnika drugih generacija i izbjegavamo pojavu ekonomске štete.

Direktne štete uzrokuju svojim intenzivnim hranjenjem, tj. sisanjem biljnih sokova iz floema. S obzirom na veliku brojnost pojedinih stadija ličinki i veliki broj generacija tijekom vegetacijske sezone (četiri do pet) utječu na smanjenje "vigora" voćke na kojoj obitavaju te na smanjeni urod kroz nižu fotosintetsku učinkovitost. Indirektne štete se ogledaju u prenošenju fitoplazme (Pear decline) putem vektora odrasle obične kruškine buhe na zdrave voćke kruške. Vrlo brzo se bolest širi po cijelom nasadu što rezultira njegovim vađenjem, tj. prekidom daljnje proizvodnje kao jedinom mjerom zaštite. Fitoplazma uzrokuje sušenje cijelog stabla, a ukoliko se proširi, i sušenje cijelog nasada.

Obična kruškina buha je monofag, hrani se samo na kruški i ima četiri do pet generacija godišnje. Prezimljuju odrasle jedinke zimskih formi koje se pojavljuju, početkom listopada, a prezime na skrovitim mjestima, ispod kore. Vrlo rano već u siječnju, ovisno o temperaturi, dolazi do oplodnje pri temperaturi od 4-5°C, ženke su spremne za odlaganje jaja kada je oko dva dana temperatura veća od 10°C. Stadij ličinke se pojavljuje s pojavom prvih pupova na kojima se ličinke hrane. Ljetne forme odraslog štetnika (imago) se



pojavljuju od kraja travnja kada odlazu veći broj jaja u odnosu na zimske forme (Ciglar, 1989.).

Mjesto odlaganja jaja je mjesto ishrane - pupovi, mlado lišće, peteljke i vrhovi mladica. Jedna ženka zimske forme odloži 150-200 jaja u odnosu na ženku ljetne forme koja odloži do 1000 jaja. Stadij jaja traje ovisno o temperaturi između 10-20 dana, za razvoj oplodjenog embrija u jajima je potreban turgor biljke. Jaja su ovalnog oblika, 0,3 mm duga, svijetložuta a kasnije narančasto-žuta, na širem kraju nalazi se kratki izraštaj (jajna drška) kojeg ženka utiskuje u stanice epiderme i tako pričvrsti jaje za površinu. Položena su u jedan ili više redova.

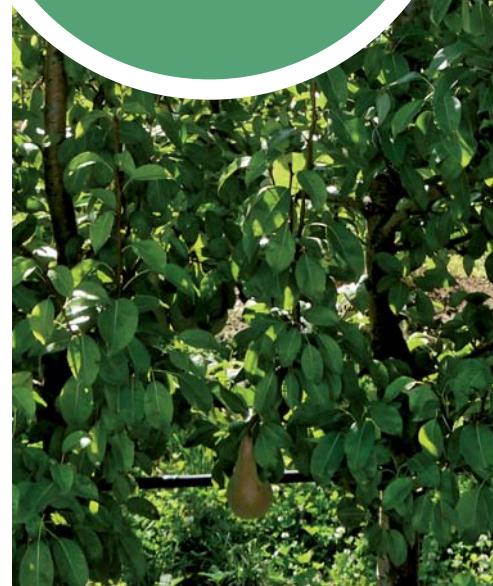
Ličinka odrasle kruškine buhe ima ukupno pet razvojnih stadija (L1-L5). Ličinka L1 razvojnog stadija je svjetložute boje s crvenim očima i tročlanim pipcima 0,45 mm dužine. Ličinke u prva tri razvojna stadija hrane se na mjestu odlaganja jaja. Ličinke L4 razvojnog stadija počinju se kretati te prelaze na lice lista, mlade izbojke. Ličinke posljednjeg razvojnog stadija L5 su zelenkaste boje s formiranim krilima. Pred izljetanje imaga vidljiv je povećani trbuš te prestaju s ishranom. Svi razvojni stadiji se intenzivno hrane na mladom lišću i u pazuhu lisnih drški na rodnim grančicama. Iznad 18°C počinje intenzivno lučenje medne rose. Preduvjet za njihov razvoj je protok hranjivih tvari te izražen turgor. Optimalna temperatura za razvoj je 25°C. Razvojni stadij ličinke traje od 20 do 40 dana (Almaši i sur., 2013.).



3.

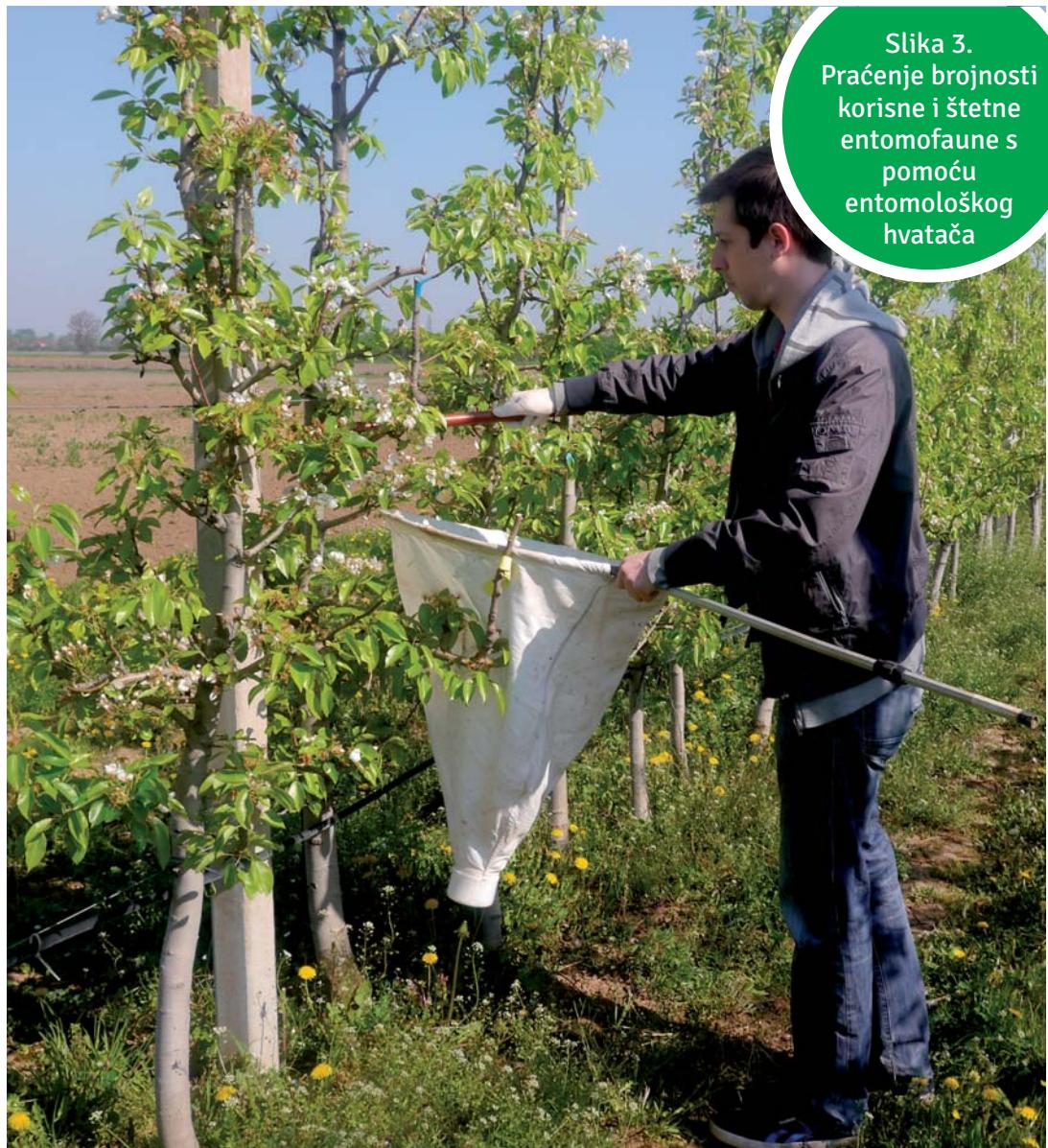
Ciljevi projektnog istraživanja

1. Smanjiti broj tretiranja na temelju pravovremeno odraćenog tretmana u prvoj generaciji na osnovi redovitih zdravstvenih pregleda pokusnog nasada entomološkom lupom i entomološkim kečerom te utvrđivanjem kritičnog praga.
2. Utvrditi učinkovitost između tretmana prema Abbottu (1925.)
3. Utvrditi utjecaj ispitivanih preparata na korisnu entomofaunu u odnosu na kontrolu redovitim praćenjima s pomoću entomološke luke, tj. vizualnom metodom.
4. Istražiti djelovanje stresa uslijed utjecaja visoke temperature i suviška svjetlosti na fotosintetsku učinkovitost i antioksidativni odgovor između stabala tretiranih kaolinskom glinom i netretiranih.



Slika 2. Brojenje razvojnih stadija obične kruškine buhe entomološkom lupom obilježenih izbojaka

Slika 3.
Praćenje brojnosti
korisne i štetne
entomofaune s
pomoću
entomološkog
hvatača



4.

Provedba istraživanja

Projektno istraživanje je započelo 2016. godine i bilo je planirano dvogodišnje trajanje projekta do kraja 2017. godine. Dana 27. 06. 2016. godine, istočnu Slavoniju zajedno s osječkim područjem zadesilo je jako olujno nevrijeme praćeno tučom, koje je uništilo cijeli pokusni nasad kruške. Procijenjena šteta iznosila je 100 %. Usljed novonastale situacije projektno istraživanje je produženo do kraja 2018. godine odlukom Vijeća za istraživanje u poljoprivredi (VIP).



Slika 4. Polegla stabla kruške uslijed jakog olujnog vjetra



Slika 5. Raspucali plodovi kruške uslijed jake tuče



Istraživanje je provedeno na pokusnom nasadu kruške Poljoprivrednog instituta Osijek, Odjela za voćarstvo.

Tretmani su provedeni na tri sorte Viljamovka / BA 29 / Pastorčica; Conference / MA; Abatte Fetel / MA.

Sklop nasada je 3,2 m x 0,8 m, uzgojnog oblika – vretenasti grm. Po tretmanu je ukupno bilo 15 stabala sa po dva izbojka koja su bila uključena u praćenje na tri sorte, ukupno 30 analiziranih izbojaka po tretmanu. U istraživanje su bila uključena četiri tretmana.

4.1. Tretmani u pokusu

Tretman 1 – insekticidi, tj. aktivne tvari koje imaju dozvolu primjene u integriranoj proizvodnji (diflubenzuron, abamektin, klorantranilprol, metoksifenozid, tiakloprid, tiacetoksam)

Tretman 2 – samo jedan preparat (Rufas Nova) na bazi dvije aktivne tvari akrinatrin + abamektin

Tretman 3 – preparat na bazi kaolina

Tretman 4 – kontrolni tretman

Rokovi tretmana su doneseni na temelju odluke o prijeđenim kritičnim pragovima; U zimskim ili ranoproljetnim mjesecima na temelju Klopf metode i rezultata 100 imaga na 50 udaraca te u kasnijim proljetnim razdobljima i ranoljetnim mjesecima utvrđivanjem prisutnosti štetnih razvojnih stadija na 10% izbojaka kruške vizualnom metodom.



Slika 6.
Pokusni nasad
kruške



Slika 7.
Stabla kruške
u pokusnom
nasadu

4.2. Primjenjene metode u istraživanju

Vizualna (Baggiolini, 1965.)

Klopf metoda (Steiner, 1962.)

Determinacija korisnih i štetnih kukaca

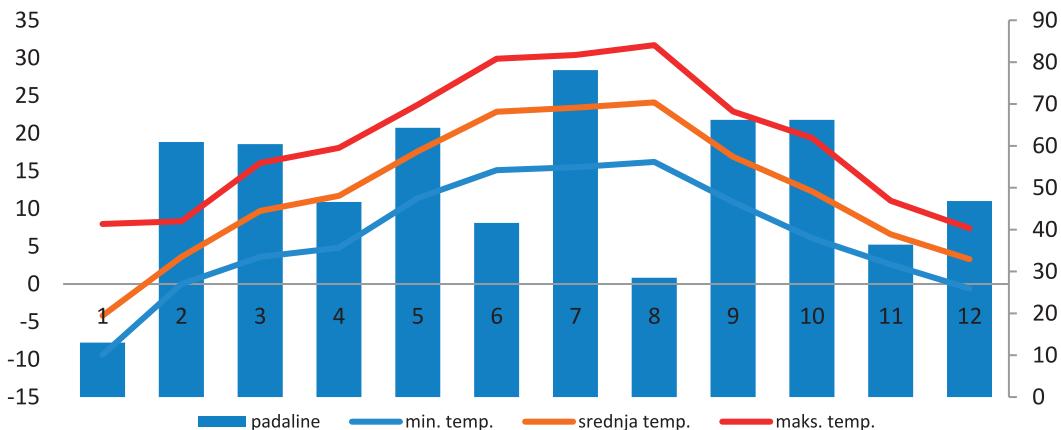
Analiza plodova na rezidue

Mjerenje intenziteta fotosintetske učinkovitosti

Spektrofotometrijsko određivanje koncentracije
pigmenata i razine peroksidacije lipida

4.3. Klimatološki podaci za 2017. i 2018. godinu

Klima podaci za Osijek, 2017.



Grafikon 4. Klima dijagram srednjih, minimalnih i maksimalnih mjesecnih temperatura i prosječne količine oborina u 2017.

U 2017. godini najvlažniji mjesec je bio srpanj sa vrijednostima oborina od 75 mm/m^2 , slične vrijednosti su imali svibanj, rujan i listopad (65 mm/m^2) dok je najmanje oborina zabilježeno u siječnju (11 mm/m^2). Maksimalne temperature su iznosile od 30°C do 32°C u lipnju, srpnju i kolovozu dok su najniže temperature zabilježene u siječnju, veljači i prosincu (-9°C do -1°C).



Grafikon 5. Klima dijagram srednjih, minimalnih i maksimalnih mjesecnih temperatura i prosječne količine oborina u 2018.

U 2018. godini najvlažniji mjesec je bio ožujak sa vrijednostima oborina preko 100 mm/m², slične vrijednosti su imali lipanj i srpanj (do 100 mm/m²) dok je najmanje oborina zabilježeno u prosincu (2 mm /m²). Maksimalne temperature su iznosile od 30°C do 32°C u travnju, svibnju, lipnju, kolovozu i rujnu dok su najniže temperature zabilježene u siječnju, veljači, ožujku, listopadu, studenom i prosincu (-12°C do -1°C).

4.4. Kaolin – ekološki preparat repelentnog djelovanja

Kaolin je silikatni aluminijev mineral koji je pročišćen i smanjen na veličinu čestica koje se jednostavno dispergiraju u vodi tvoreći mineralnu barijeru na biljci sprječavajući hranjenje i odlaganje jaja (Glenn et al., 1999; Puterka et al., 2000).

Nanosi se kao vodena otopina te isparavanjem vode ostaje bijela prevlaka na tretiranim dijelovima biljke. Potrebna je što kvalitetnija aplikacija sredstva kako bi svi dijelovi stabla bili što ravnomjernije pokriveni.

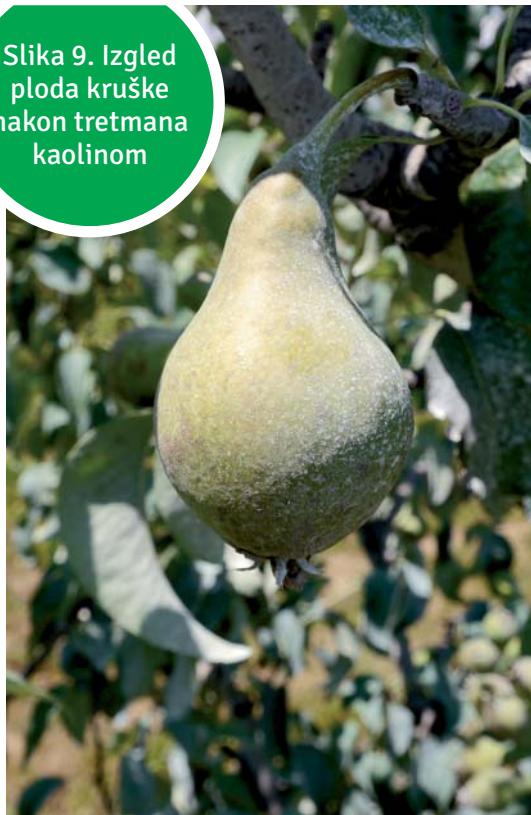
Dosadašnja istraživanja vezana za upotrebu kaolina u voćarskoj proizvodnji pokazala su dobre rezultate u smanjivanju šteta od sunca zbog nanošenja finog sloja mljevene gline od kojega se reflektiraju zrake i na taj način se štiti plod od visokih temperatura (Glenn et al., 2002.). Sloj kaolina snižava temperaturu na površini ploda za 5°C te povećava fotosintetsku učinkovitost, asimilaciju a smanjuje transpiraciju za 20-25% (Abou-Khaled et al., 1977.).



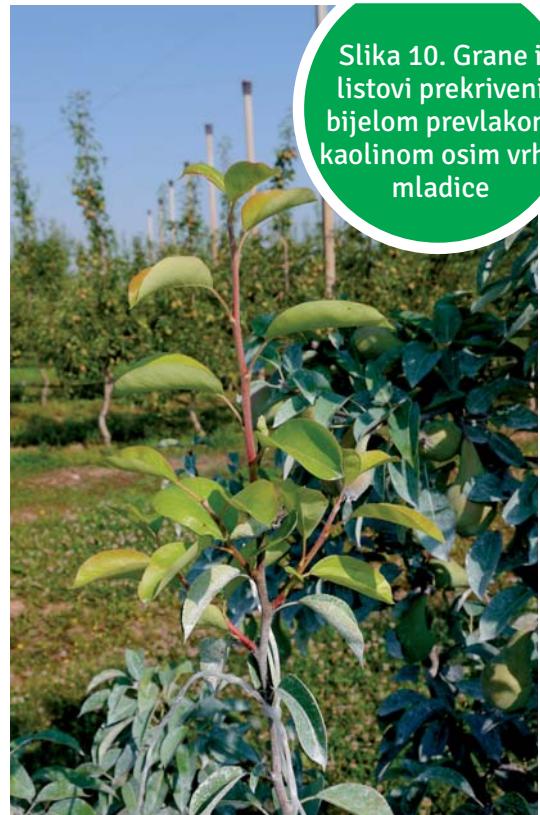
Slika 8 .
Izgled plodova i
listova kruške u
tretmanu
kaolinom

Kaolinski sloj na biljnoj površini također potiče i elastičnost stanica epiderme te istovremeno štiti voćku od brojnih štetnih utjecaja nametnika kao što su lisne uši (Cottrell et al., 2002., Wyss and Daniel, 2004.), lisne buhe (Glenn et al., 1999; Puterka et al., 2000; Pasqualini et al., 2002), leptiri (Knight et al., 2000; Unruh et al. ,2000; Showler, 2003) i kornjaši (Lapointe, 2000; Showler, 2002). Čestice kaolinskog filma ne ubijaju štetnike već djeluju repellentno zbog visokoreflektirajuće bijele prevlakе koja čini drvo manje prepoznatljivim domaćinu i ne dozvoljava kukcu hranjenje i odlaganje jaja zbog promjena na strukturi kutikule lista i kore. Djeluju i kao prepreka jer se vežu na kukce iritirajući i otežavajući letenje (Lapointe, 2000; Showler and Stamou, 2004; Glenn and Puterka, 2005). EPA (The Environmental Protection Agency in America) smatra kaolin bezazlenim za sve žive organizme i okoliš. Istraživanja su utvrdila da je kaolin bezopasan za pčele i paukove kao i za vodene organizme (EPA, 1999.). Korištenje kaolina odgovara ciljevima organske i integrirane strategije zaštite (IPM).

Slika 9. Izgled ploda kruške nakon tretmana kaolinom



Slika 10. Grane i listovi prekriveni bijelom prevlakom kaolinom osim vrha mladice



5.

Rezultati istraživanja biologije štetnika i utjecaja tretmana

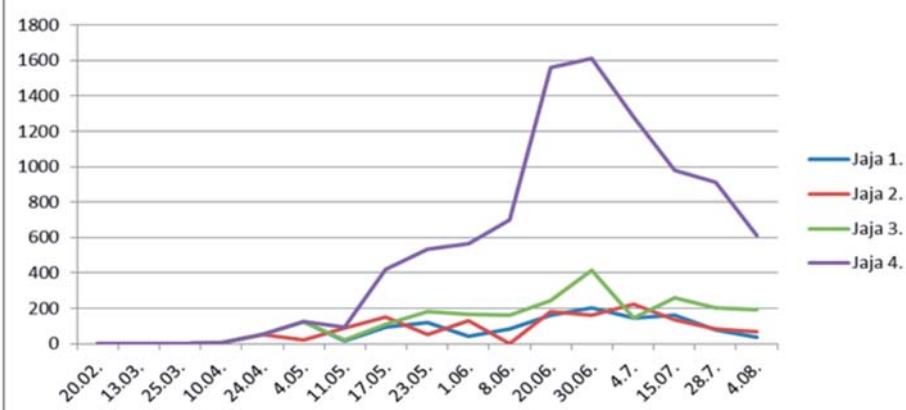
Zbog nepotpunosti podataka tijekom 2016. godine uslijed štete u pokusnom nasadu izazvane elementarnom nepogodom koja je zadesila područje istočne Slavonije u priručniku su obrađeni i prikazani rezultati prikupljeni u 2017. i 2018. godini.

5.1. Praćenje biologije štetnika obične kruškine buhe u 2017. godini

Tijekom 2017. godine praćena je brojnost populacije različitim razvojnim stadijama obične kruškine buhe (jaje, L1-L3, L4-L5, imago). Do početka travnja nismo zabilježili intenzivnije odlaganje jaja. Dana 24.04.2017. vizualnom metodom utvrđeno je ukupno 50 jaja kumulativno po svim tretmanima (grafikon 6). Od tog datuma zabilježeno je intenzivnije odlaganje jaja. Najveća brojnost jaja zabilježena je u lipnju po svim tretmanima. Najveći broj jaja zabilježen je 30.06.2017. u kontrolnom tretmanu (1610 kom). Najmanja brojnost jaja zabilježena je u tretmanu 1 (integrirani) i tretmanu 2 (akrinatrin+ abamektin).

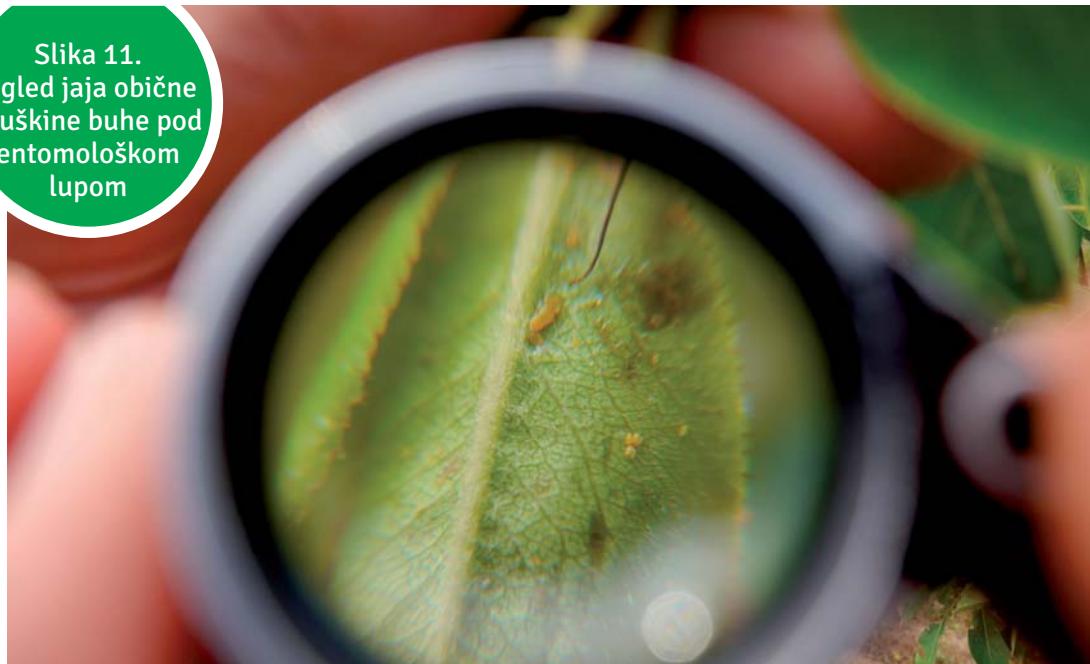


Brojnost jaja po tretmanima u 2017.



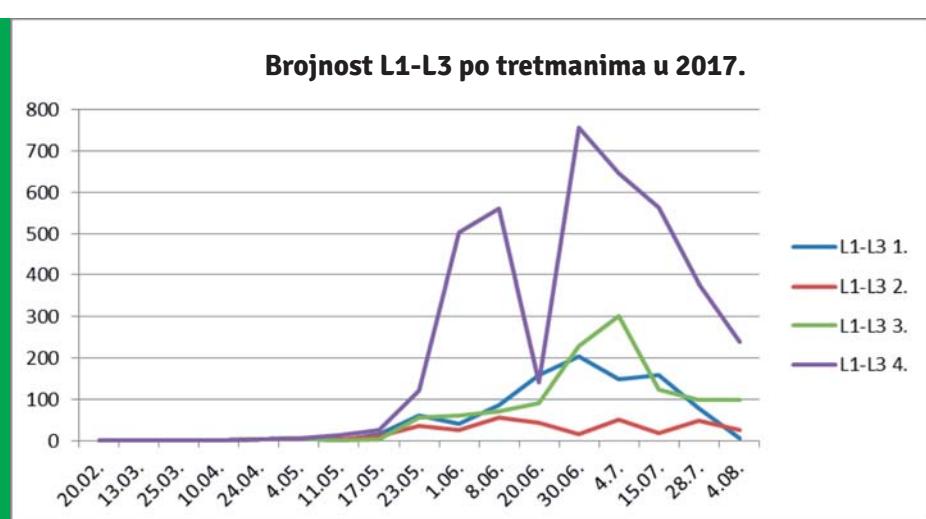
Grafikon 6.
Brojnost
jaja po
tretmanima
u 2017.
godini

Slika 11.
Izgled jaja obične
kruškine buhe pod
entomološkom
lupom



Prvi razvojni stadiji ličinki (L1-L3) u 2017. zabilježeni su krajem travnja. Najveća brojnost zabilježena je u kontrolnom tretmanu također 30.06.2017. kao i za stadij jaja. Od kraja lipnja opada brojnost početnog razvojnog stadija ličinki i u kontrolnom tretmanu. Tretman 1 i tretman 2 imali su najnižu brojnost razvojnog stadija (L1-L3) po analiziranim izbojcima (grafikon 7).

Grafikon 7.
Brojnost
L1 - L3 po
tretmanima
u 2017.
godini

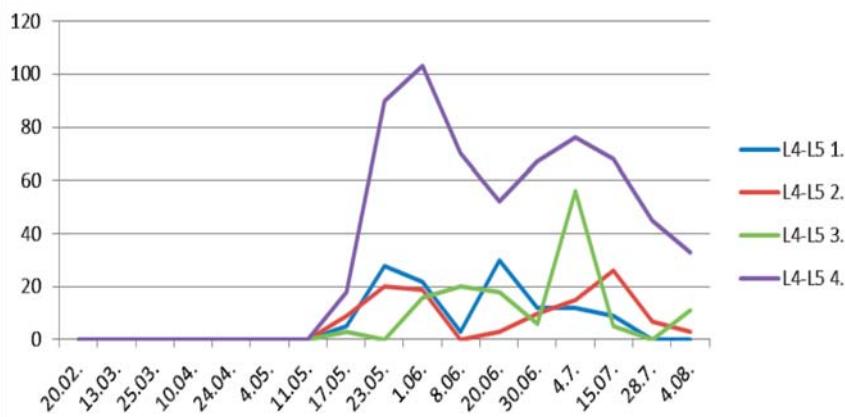




Slika 12.
Izgled ličinke
L1-L3 pod
entomološkom
lupom

U svibnju krivulja brojnosti L4-L5 razvojnog stadija obične kruškine buhe je pratila krivulju mlađeg razvojnog stadija u kontrolnom tretmanu. Početkom lipnja dosegla je najveću brojnost (103 jedinki), a potom se broj smanjivao. Svi ostali tretmani su zabilježili manju brojnost u odnosu na kontrolni tretman (grafikon 8.).

Brojnost L4-L5 po tretmanima u 2017.



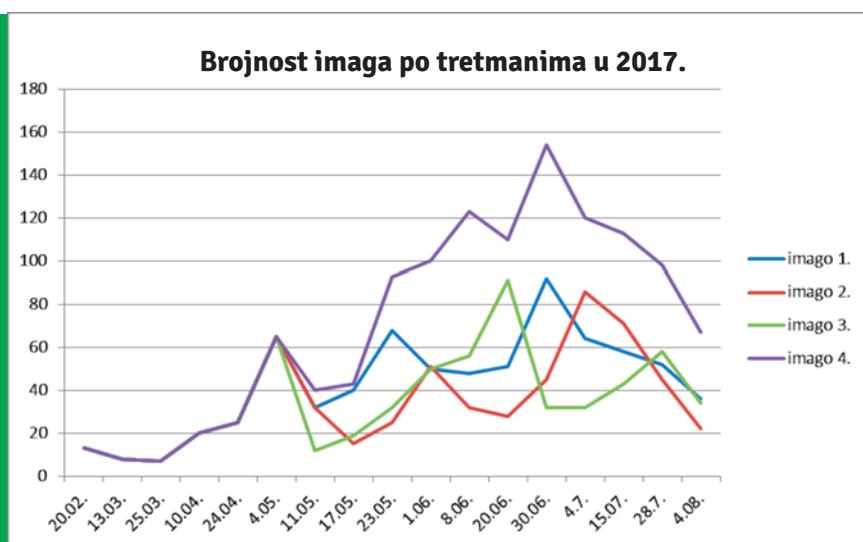
Grafikon 8.
Brojnost
L4 - L5 po
tretmanima
u 2017.
godini

Slika 13. Ličinke obične kruškine buhe zaštićene mednom rosom



Prvi pregled vizualnom metodom i Klopf metodom odrđen je 20.02.2017. kada je utvrđeno 13 jedinki odraslog oblika ovog štetnika. Kruška se nalazila u fenološkoj fazi 01 BBCH (početak bubreњa lisnih pupova). Najveća brojnost odraslog oblika obične kruškine buhe zabilježena je 4.05.2017. kada je broj prelazio 65 jedinki (grafikon 9.). Najveća brojnost imaga zabilježena je u kontrolnom tretmanu dok je najmanja brojnost zabilježena u tretmanu 2 (akrinatrin + abamektin).

Grafikon 9.
Brojnost
imaga po
tretmanima
u 2017.
godini



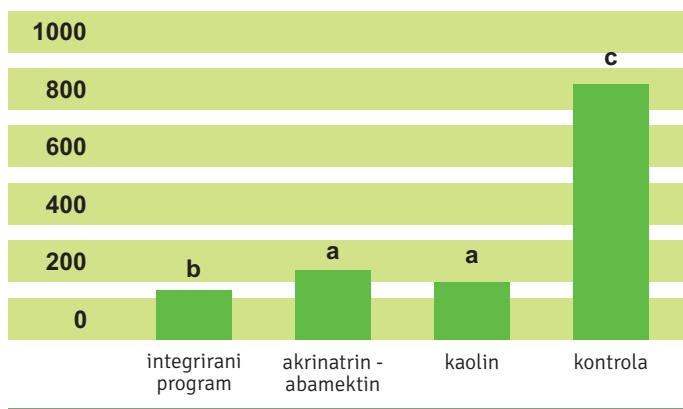
Slika 14. Ženski oblik imaga obične kruškine buhe (*Cacopsylla pyri* L.)



5.2. Utjecaj tretmana i rokova na suzbijanje razvojnih stadija obične kruškine buhe u 2017. godini.

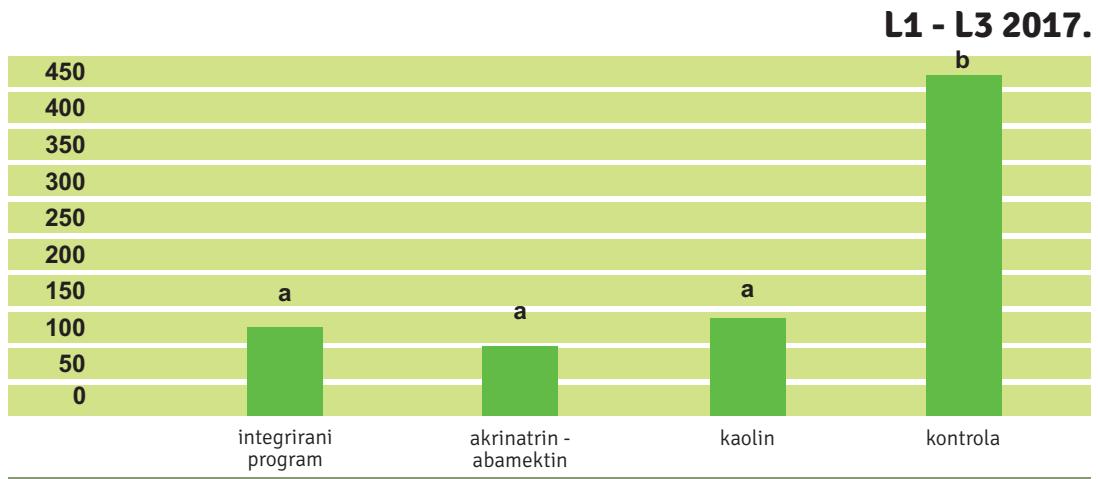
Analiza varijance za razvojni stadij jaja je pokazala kako postoji statistička značajna razlika ($P<0,01$) u brojnosti između tretmana 1 i 2 (integrirani tretman zabilježio je manju brojnost od tretmana akrinatrin + abamektin). Statistički značajne razlike utvrđene su i između tretmana 1, 2, 3 u odnosu na kontrolni tretman (grafikon 10). Statistički značajna razlika nije utvrđena između tretmana 2 (akrinatrin + abamektin) i tretmana 3 (kaolin) u brojnosti jaja.

Jaja 2017.



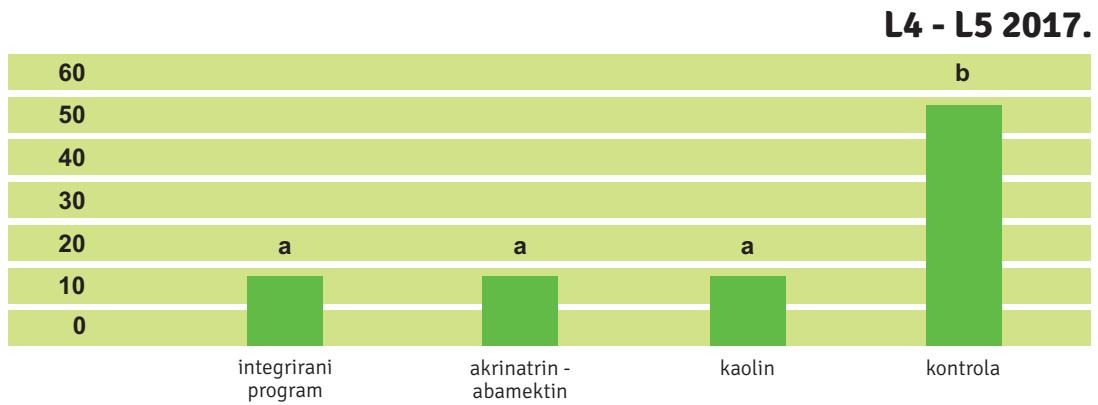
Grafikon 10. Utjecaj tretmana na brojnost jaja obične kruškine buhe u 2017.

Analiza varijance za razvojni stadij L1-L3 pokazala je statistički značajnu razliku ($P<0,01$) u brojnosti između svih ispitivanih tretmana (tretman 1, 2, 3) u odnosu na kontrolu (grafikon 11).



Grafikon 11. Utjecaj tretmana na brojnost početnih razvojnih stadija ličinke obične kruškine buhe u 2017.

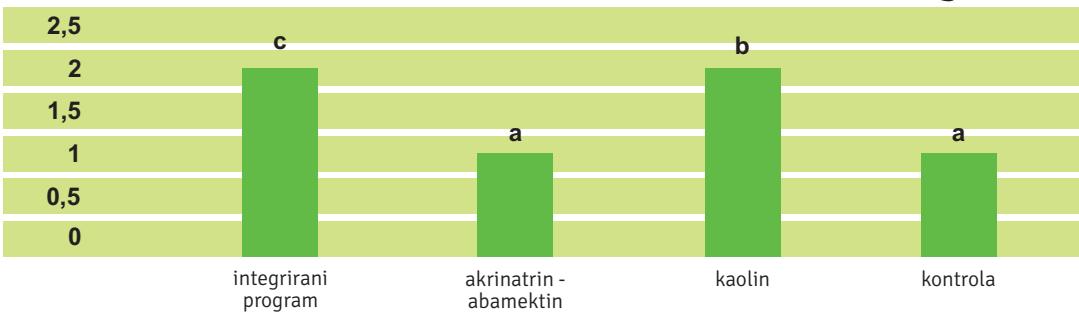
Analiza varijance je potvrdila kao i kod početnih razvojnih stadija (L1-L3) tako i kod zadnjih razvojnih stadija ličinki (L4-L5) statistički značajnu razliku ($P<0,01$) u brojnosti između sva tri ispitivana tretmana (tretman 1, 2 i 3) u odnosu na kontrolni tretman (grafikon 12.).



Grafikon 12. Utjecaj tretmana na brojnost kasnijih razvojnih stadija ličinke obične kruškine buhe u 2017.

Analiza varijance za razvojni stadij imago je pokazala kako postoji statistički značajna razlika ($P<0,01$) u brojnosti jedinki imaga između svih ispitivanih tretmana u istraživanju (grafikon 13.) Najveće srednje vrijednosti su zabilježene u tretmanu 1 i 3 (integrirani tretman i tretman kaolinom), a zatim u tretmanu 4 (kontrolni tretman), dok je najniža srednja vrijednost zabilježena u tretmanu 2 (akrinatrin + abamektin).

imago 2017.

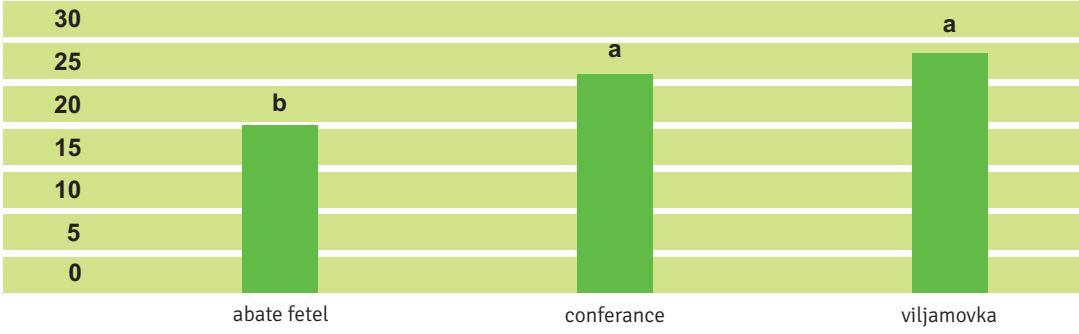


Grafikon 13. Utjecaj tretmana na brojnost imaga obične kruškine buhe u 2017.

5.3. Utjecaj sorte na brojnost razvojnih stadija obične kruškine buhe u 2017.

Analizom varijance je utvrđena statistički značajna razlika ($P<0,01$) u brojnosti posljednjih razvojnih stadija ličinki (L4-L5) između sorte Abate Fetel i sorti Conferance i Williams. Na sorti Abate Fetel je utvrđena najmanja srednja vrijednost brojnosti stadija L4-L5. Između sorti Conferance i Williams nije bilo statistički značajne razlike u brojnosti zadnjih razvojnih stadija ličinke obične kruškine buhe. Također nije zabilježena statistički značajna razlika između sorti u brojnosti drugih razvojnih stadija obične kruškine buhe (jaja, L1-L3, imago) tijekom 2017. godine.

L4 - L5 2017.



Grafikon 14. Utjecaj sorte na brojnost razvojnog stadija L4-L5 obične kruškine buhe u 2017.

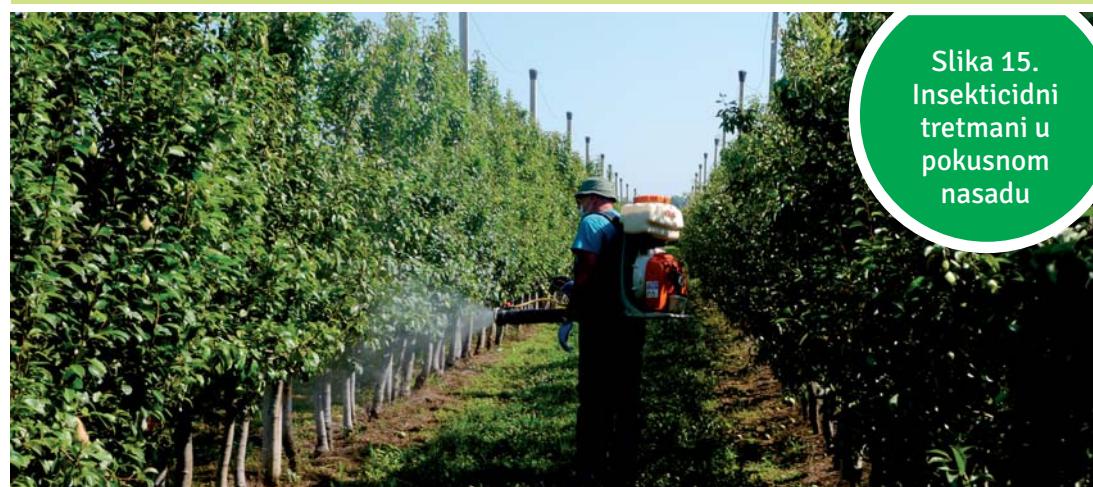
5.4. Rokovi suzbijanja obične kruškine buhe u 2017. godini

U 2017. ukupno je odrađeno sedam rokova suzbijanja po svim tretmanima. U tablici 1. je prikaz svih aktivnih tvari koje su korištene u integriranom tretmanu kao i rokovi suzbijanja u svim ostalim tretmanima u istraživanju. U tretmanu 2 je korišten samo jedan preparat Rufas Nova (akrinatrin + abamektin) u koncentraciji 0,1%, dok je u tretmanu 3 korišten kaolinski preparat (Surround), koncentracije 3,5%.

Tablica 1.

Prikaz rokova svih tretmana i preparata korištenih u tretmanu 1 (integrirani tretman) u 2017.

Redni broj	Datum	Trgovački naziv preparata	Aktivna tvar	Koncentracija	Broj primjene	Karenca
1	4.05.	Dimilin	diflubenzuron	0,025%	1	21
2	26.05.	SCVertimec 018 EC + mineralno ulje	abamektin	0,15%+0,25%	2	14
3	21.05.	Movento	spirotetramat	0,15%	2	21
4	26.06.	Vertimec 018 EC+ mineralno ulje	abamektin	0,15%+0,25%	2	14
5	5.07.	Actara 25 WG+mineralno ulje	tiametoksam	0,02%+0,5%	2	21
6	19.07.	Mospilan 20 SG	acetamprid	0,05%	1	14
7	31.07.	Coragen 20 SC	klorantranilprol	0,02%	2	14



Slika 15.
Insekticidni tretmani u pokusnom nasadu

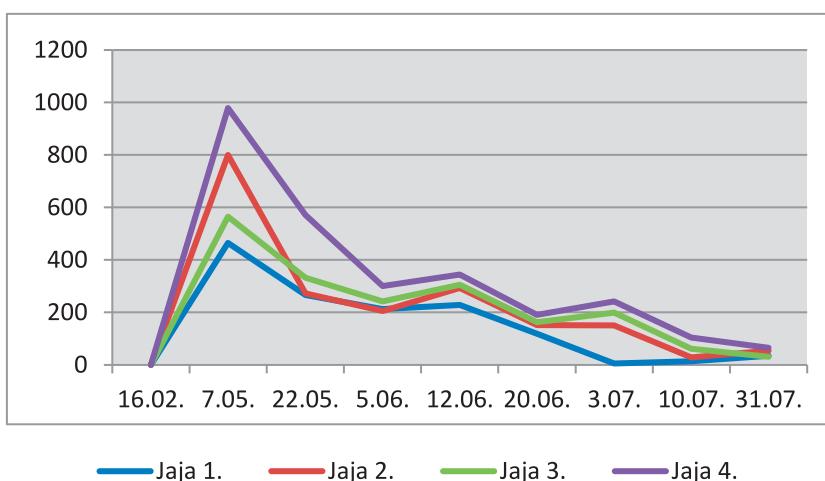


Slika 16.
Pripremne radnje
prije prskanja
pokusnog
nasada

5.5. Praćenje biologije razvojnih stadija štetnika obične kruškine buhe u 2018.

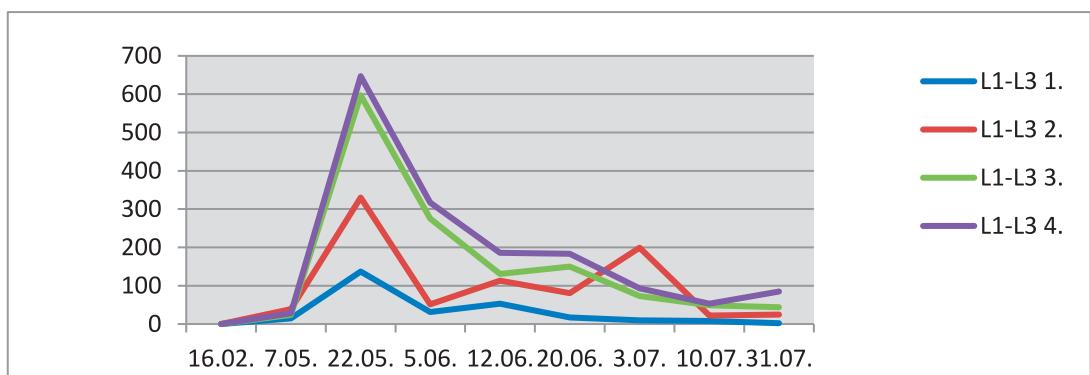
Grafikon 15. Brojnost jaja po tretmanima u 2018.

U 2018. najveća brojnost jaja u svim tretmanima utvrđena je 7.05. Nakon toga uslijedilo je znatno smanjenje brojnosti s obzirom na početnu brojnost (grafikon 15). Najniža brojnost jaja obične kruškine buhe zabilježena je u tretmanu 1 (integrirani).



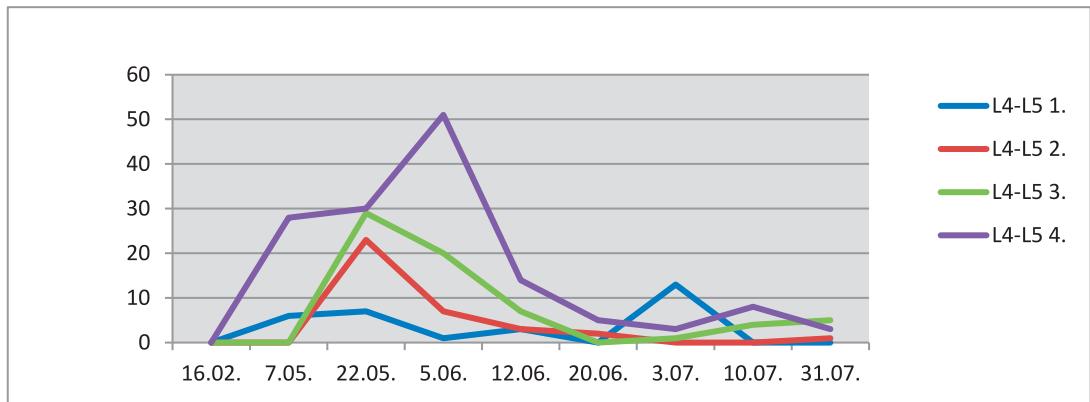
Najveća brojnost ličinki razvojnog stadija L1-L3 utvrđena je 22.05. u kontrolnom tretmanu i iznosila je 647 jedinki na 30 pregledanih izbojaka po tretmanu. U integriranom tretmanu njihova brojnost je iznosila 137, u tretmanu akrinatrin + abamektin je iznosila 330 dok je u kaolinskom tretmanu iznosila 597 jedinki. Kao i kod razvojnog stadija jaja tako se brojnost ličinki smanjivala prema kraju vegetacije po svim tretmanima u istraživanju (grafikon 16).

Grafikon 16. Brojnost ličinki L1 - L2 po tretmanima u 2018.



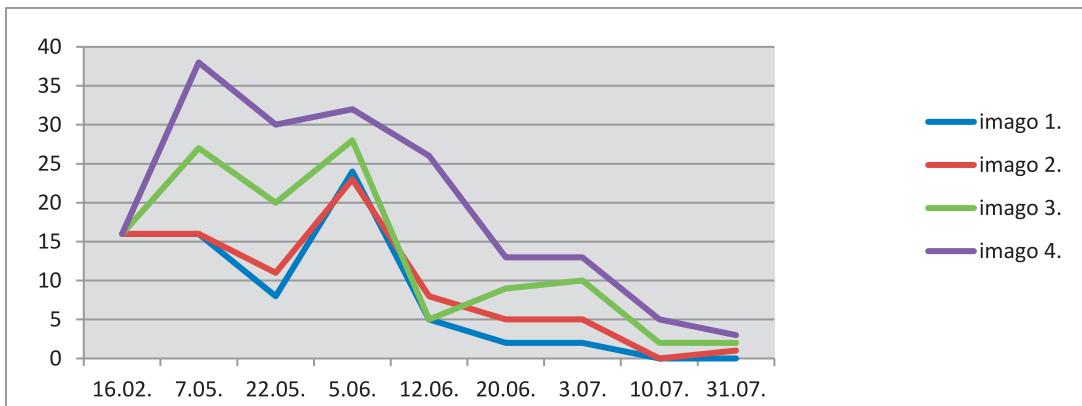
Povećani broj ličinki razvojnog stadija L4-L5 primjećen je 7.05. u kontrolnom tretmanu i iznosio je 28 jedinki. Brojnost po svim tretmanima je porasla 22.05., a u kontrolnom tretmanu je dosegla svoj vrhunac 5.06. Nakon tog datuma bilježimo stagnaciju u brojnosti ovog razvojnog stadija po svim tretmanima. Najnižu brojnost imao je integrirani tretman (grafikon 17).

Grafikon 17. Brojnost ličinki L4 - L5 po tretmanima u 2018.



U veljači smo zabilježili prisutnost zimskih oblika odrasle obične kruškine buhe (grafikon 18). Maksimalna brojnost u 2018. ostvarena je 7.05. po svim tretmanima (grafikon 18). Još jedan vrhunac brojnosti zabilježen je 5.06. nakon čega bilježimo pad u brojnosti sve do kraja vegetacije.

Grafikon 18. Brojnost imaga po tretmanima u 2018.



5.6. Utjecaj tretmana i sorte na brojnost razvojnih stadija obične kruškine buhe u 2018. godini.

Analizom varijance na sorti Viljamovka dokazana je značajna statistička razlika ($P<0,05$) u brojnosti jaja između tretmana 1, 2 i 3 u odnosu na kontrolu. Podjednaki utjecaj tretmana 1 i 2 na brojnost razvojnog stadija L1-L3 je također utvrđen kao statistički značajan u odnosu na brojnost istog razvojnog stadija u tretmanu 3 i 4. Utjecaj tretmana 1, 2, 3 na brojnost razvojnog stadija ličinke (L4-L5) se pokazao statistički značajan ($P<0,05$) u odnosu na kontrolu. Utvrđena razlika u brojnosti jedinki razvojnog stadija L4-L5 između tretmana 1, 2, 3 u odnosu na kontrolu je također statistički značajna kao i za odrasli razvojni stadij (imago) obične kruškine buhe u 2018. na sorti Viljamovka (tablica 2). Najniže srednje vrijednosti brojnosti po svim razvojnim stadijima imao je tretman 1 (integrirani).

Tablica 2.

Utjecaj tretmana i sorte Viljamovke na brojnost razvojnih stadija obične kruškine buhe u 2018.

Tretman / Viljamovka	1	2	3	4	p
Jaja	3,36a	5,62a	6,78a	12,91b	*
L1-L3	1,56a	2,79a	5,92b	6,46b	*
L4-L5	0,06a	0,09a	0,19a	0,45b	*
Imago	0,06a	0,12a	0,47a	0,7b	*

*- p<0,05; ** p<0,01

Na sorti Abate Fetel nije utvrđena statistički značajna razlika u utjecaju tretmana na brojnost razvojnog stadija jaja i odraslog oblika (imago), dok je za razvojne stadije ličinki (L1-L5) utvrđena statistička značajna razlika ($P<0,05$) između svih ispitivanih tretmana (tablica 3).

Tablica 3.

Utjecaj tretmana i sorte Abate Fetel na brojnost razvojnih stadija obične kruškine buhe u 2018.

Tretman / Abata Fetel	1	2	3	4	p
Jaja	ns	ns	ns	ns	ns
L1-L3	1,8c	5,02a	6,52b	8,59b	*
L4-L5	0,09a	0,47ab	0,49b	1,15c	*
Imago	ns	ns	ns	ns	ns

*- p<0,05; ** p<0,01

Na sorti Conference analizom varijance utvrđena je statistički značajna razlika u brojnosti jaja i ličinki (L1-L3) po svim ispitivanim tretmanima dok, je kod razvojnog stadija ličinki (L4-L5) i odraslog oblika (imago) utvrđena statistički značajna razlika između 1 i 2 tretmana u odnosu na 3 i 4 tretman na razini vjerojatnosti 0,05 (tablica 4).

Tablica 4.

Utjecaj tretmana i sorte Conference na brojnost razvojnih stadija obične kruškine buhe u 2018.

Tretman / Conference	1	2	3	4	p
Jaja	3,14b	6,15a	5,8a	9,7c	*
L1-L3	0,63c	3,45a	4,85ab	6,52b	*
L4-L5	0,01a	0,09a	0,45b	0,95c	*
Imago	0,05a	0,17a	0,25bc	0,37c	*

*- p<0,05; ** p<0,01

5.7. Rokovi suzbijanja obične kruškine buhe u 2018.

U 2018. godini ukupno je odrđeno šest rokova suzbijanja po svim tretmanima. U tablici 5. je prikaz svih aktivnih tvari koje su korištene u integriranom tretmanu kao i rokovi suzbijanja po svim ostalim tretmanima (2 i 3) u istraživanju. U tretmanu 2 je korišten samo jedan preparat Rufas Nova (akrinatrin + abamektin) u koncentraciji 0,1%, dok je u tretmanu 3 korišten kaolinski preparat (Surround), koncentracije 3,5%.

Tablica 5.

Prikaz rokova svih tretmana i insekticidnih preparata korištenih u tretmanu 1 (integrirani tretman)

Redni broj	Datum	Trgovački naziv preparata	Aktivna tvar	Koncentracija	Broj primjene	Karenca
1	10.05.	Movento	spirotetramat	0,15%	2	21
2	26.05.	Actara 25 WG + min. ulje	tiacetoksam	0,02%+0,5%	2	21
3	08.06.	Dimilin SC	diflubenzuron	0,025%	1	21
4	15.06.	Vertimec 018 EC + min. ulje	abamektin	0,15%+0,25%	2	14
5	22.06.	Mospilan 20 SG	acetamprid	0,05%	1	14
6	05.07.	Coragen 20 SC	klorantranilprol	0,02%	2	14

Izračun učinkovitost tretmana u 2017. i 2018. godini prema Abbottu (1925.)

Za svaki tretman u istraživanju izračunata je učinkovitost na temelju formule prema Abbottu (1925.). Najveću učinkovitost u obje ispitivane godine je imao tretman 1 (integrirani), zatim tretman 2 (akrinatrin+abamektin) te tretman 3 kaolinom koji je imao najmanju učinkovitost u obje ispitivane godine (tablica 6 i 7).

Tablica 6. Izračun učinkovitosti tretmana suzbijanja obične kruškine buhe po tretmanima

Godina	Tretman 1	Tretman 2	Tretman 3
2017.	95%	90%	71%
2018.	84%	47%	37%

Tablica 7. Izračun prosječne učinkovitosti ispitivanih tretmana u 2017. i 2018.

Tretman 1	90%
Tretman 2	69%
Tretman 3	54%

7.

Analiza plodova ispitivanih tretmana na ostatke pesticida

U obje ispitivane godine (2017. i 2018.) nakon berbe plodova iz pokusnog nasada iz tretmana 1 i 2 poslani su uzorci plodova na analizu u ovlašteni laboratorij Croatia kontrole. Nisu analizirani plodovi iz kaolinskog tretmana jer je u tom dijelu pokusnog nasada korišten samo kaolin kao jedini preparat u suzbijanju obične kruškine buhe, a on je prema (EPA,1999.) bezopasan za žive i vodene organizme, kao niti iz kontrolnog tretmana jer u tom dijelu nisu odraćeni tretmani sredstvima za zaštitu bilja. U obje ispitivane godine analiza je imala negativan rezultat tj. nisu pronađeni ostaci rezidua sa zaključkom:

Ispitivani uzorci **odgovaraju** Zakonu o provedbi Uredbe (EZ) br. 396/2005 o maksimalnim razinama ostataka pesticida u i na hrani i hrani za životinje biljnog i životinjskog podrijetla (NN 80/2013).

Slika 17.
Berba pokusnog
nasada



Slika 18.
Vaganje
uzorka



Praćenje utjecaja tretmana na pojavnost korisne faune u svibnju i lipnju u 2017. i 2018. godini

U obje ispitivane godine zabilježena je prisutnost korisne entomofaune i u svibnju i u lipnju po svim tretmanima (tablica 8), ali u manjoj brojnosti kao i u kontrolnom tretmanu na temelju čega možemo zaključiti da preparati koji su korišteni u ispitivanim tretmanima ne djeluju štetno na korisne organizme, tj. imaju selektivno djelovanje.

Tablica 8. Brojnost korisne populacije kukaca po tretmanima u svibnju i lipnju 2017.

	COCCINELIDAE				ANTHOCORIDAE				CHRYSOPIDAE				FORMICIDAE				ANYSTIDAE			
TRETMAN	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
MJESEC																				
svibanj	1	2	2	2	2	1	1	3	4	2	0	6	6	6	1	22	2	1	1	3
lipanj	1	0	0	3	0	0	0	2	2	0	0	2	10	12	6	67	0	0	0	3

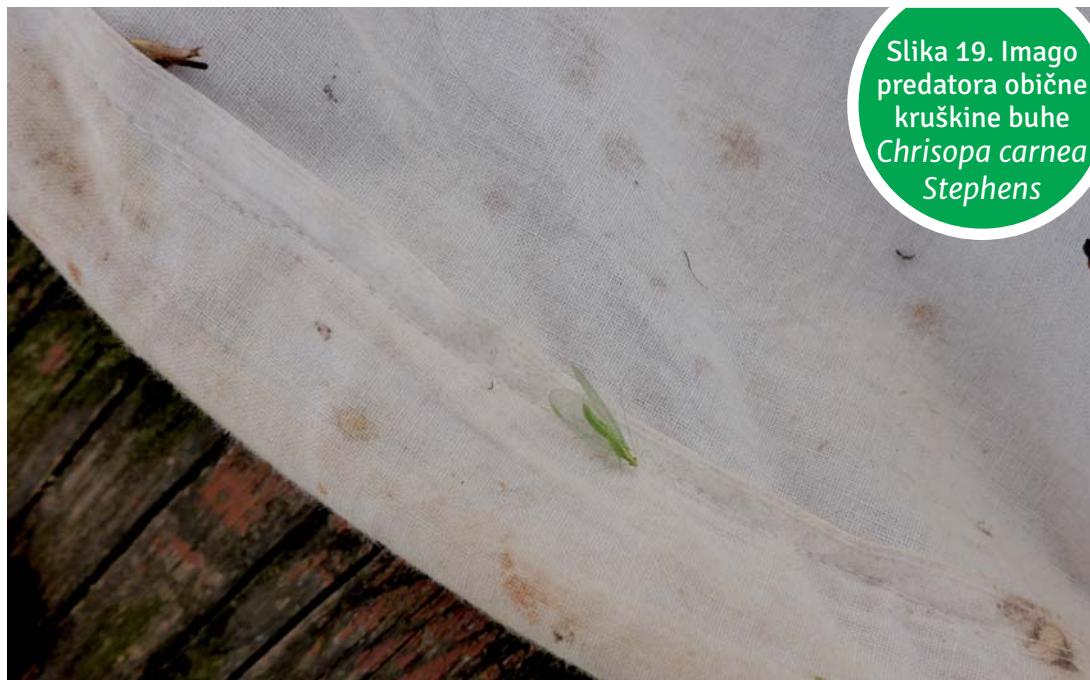
Tablica 9. Brojnost korisne populacije kukaca po tretmanima u svibnju i lipnju 2018.

	COCCINELIDAE				ANTHOCORIDAE				CHRYSOPIDAE				FORMICIDAE				ANYSTIDAE			
TRETMAN	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
MJESEC																				
svibanj	5	1	2	7	2	2	1	4	8	6	0	10	25	18	34	55	5	3	0	6
lipanj	7	0	4	5	1	1	0	2	6	3	0	5	15	4	58	83	3	5	0	4

Imaga bubamare (*Coccinellidae*) se tijekom zime skrivaju ispod ostataka lišća posebno u nasadima krušaka. U rano proljeće s kretanjem vegetacije hrane se ličinkama lisnih ušiju, ali i obične kruškine buhe, štitastim ušima, grinjama itd. Najznačajnije vrste *Cocinella septempunctata* L., *Adalia bipunctata* L., *Stethorus punctillum* Weis.

Entomofagne stjenice (*Anthocoridae*) se također hrane lisnim ušma i ličinkama obične kruškine buhe. *Anthocoris nemoralis* Fabricius i *Orius minutus* L. su češće prisutne u voćnjacima od drugih vrsta. Dvije vrste koje se javljaju *Chrysopa carnea* Stephens i *Chrysopa septempunctata* Westmael polažu jaja na "drškama" i hrane se isisavanjem hemolimfe štetnika. Ličike zlatooka mogu smanjiti brojnost štetnika i do 30% (Almaši i sur.)

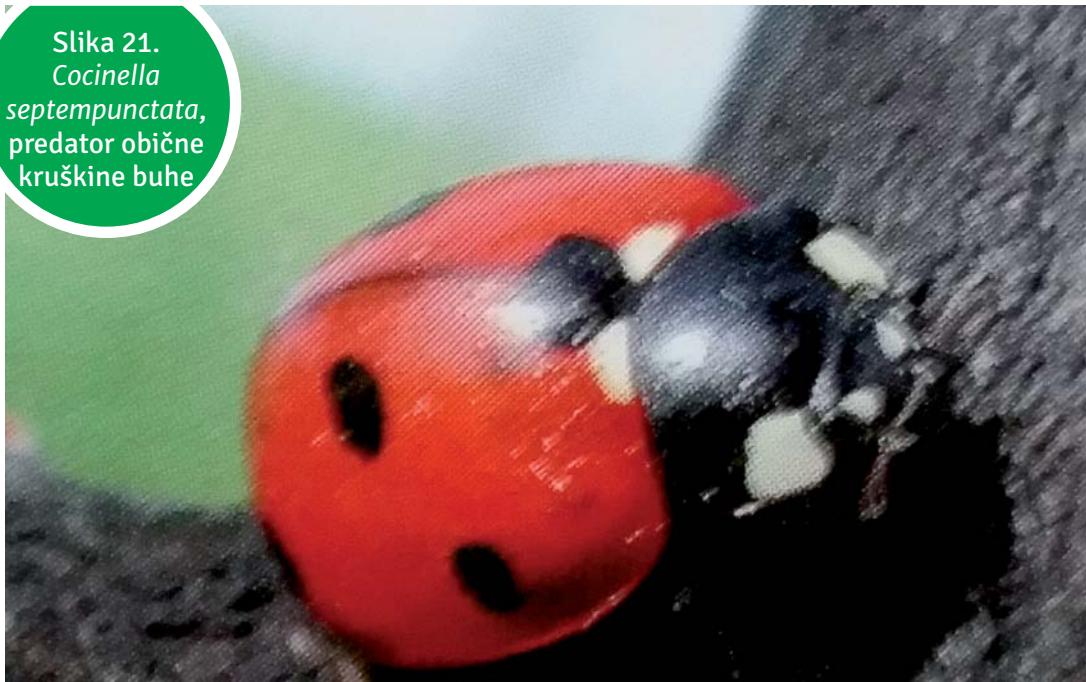
Slika 19. Imago
predatora obične
kruškine buhe
Chrisopa carnea
Stephens



Slika 20. Jaja
predatora
Chrisopa carnea
Stephens na
„drškama“



Slika 21.
Coccinella
septempunctata,
predator obične
kruškine buhe



Slika 22. Imago
Anthocoridae,
predator obične
kruškine buhe



9. Rezultati utjecaja kaolina na pojavu stresa uzrokovanih visokim temperaturama i suviškom svjetlosti na fotosintetsku učinkovitost i antioksidativni odgovor

Maksimalni kvantni prinos fotosustava II PSII (Fv/Fm) i indeks fotosintetske učinkovitosti (PI) su glavni parametri učinkovitosti fotosinteze koji se mijenjaju pod utjecajem stresnih čimbenika.

Vrijednosti Fv/Fm mjerene na biljkama koje nisu pod stresom kreću se od 0.75-0.85. Mjeranjem fluorescencije klorofila a utvrđeno je da nije došlo do značajnog oštećenja fotosustava II budući da nije bilo značajne razlike između kontrole i tretmana kaolinom, osim kod sorte Conferance u kolovozu 2017. i Abate Fetel i Conferance u kolovozu 2018. godine. Vrijednosti (Fv/Fm) u svim mjerenjima su bile iznad 0,75 (osim kod Abate Fetel; 0,68) što upućuje da je njihov fotosintetski aparat u ispitivanim uvjetima bio funkcionalan (tablica 10 i 11.).

Tablica 10.

Srednje vrijednosti parametra maksimalni kvantni prinos fotosustava II (Fv/Fm) u listovima krušaka izmjerene 2017. godine

Sorta	Abate Fetel		Conferance		Williams	
Mjesec	srpanj	kolovoz	srpanj	kolovoz	srpanj	kolovoz
Kontrola	0.79	0.8	0.81	0.8	0.81	0.81
Kaolin	0.8	0.8	0.81	0.82	0.82	0.82
	ns	ns	ns	*	ns	ns

*- $p<0,05$; ** $p<0,01$

Tablica 11.

Srednje vrijednosti parametra maksimalni kvantni prinos fotosustava II (Fv/Fm) u listovima krušaka izmjerene 2018. godine

Sorta	Abate Fetel		Conferance		Williams	
Mjesec	srpanj	kolovoz	srpanj	kolovoz	srpanj	kolovoz
Kontrola	0.77	0.68	0.8	0.76	0.78	0.78
Kaolin	0.79	0.79	0.8	0.79	0.80	0.80
	ns	**	ns	*	ns	ns

*- $p<0,05$; ** $p<0,01$

Parametar indeks fotosintetske učinkovitosti pokazao se kao puno osjetljiviji na povišenu temperaturu i suvišak svjetlosti. Kod svih sorti i u svim mjerenjima tijekom dvije godine zabilježene su značajno više vrijednosti fotosintetske učinkovitosti u tretmanu kaolinom u odnosu na kontrolna stabla (tablica 12 i 13).

Tablica 12.

Srednje vrijednosti parametra indeks fotosintetske učinkovitosti (PIABS) u listovima krušaka izmjerene 2017. godine

Sorta	Abate Fetel		Conferance		Williams	
Mjesec	srpanj	kolovoz	srpanj	kolovoz	srpanj	kolovoz
Kontrola	1.87	3.25	2.75	3.51	3.11	5.29
Kaolin	3.15	4.77	4.34	6.57	5.12	6.48
	**	**	**	**	**	*

*- p<0,05; ** p<0,01

Tablica 13.

Srednje vrijednosti parametra indeks fotosintetske učinkovitosti (PIABS) u listovima krušaka izmjerene 2018. godine

Sorta	Abate Fetel		Conferance		Williams	
Mjesec	srpanj	kolovoz	srpanj	kolovoz	srpanj	kolovoz
Kontrola	2.62	1.51	4.14	2.18	2.78	2.66
	3.99	2.68	5.68	4.06	4.19	4.4
	**	**	**	*	**	**

*- p<0,05; ** p<0,01

Poznato je da uslijed djelovanja visokih temperatura dolazi do degradicije sadržaja klorofila i oštećenja strukture kloroplasta u listovima, stoga se sadržaj klorofila koristi kao indikator stresa. U ovom istraživanju utvrđeno je da je sadržaj ukupnog klorofila (Chl a + b) u kontrolnim stablima značajno niži u odnosu na stabla tretirana kaolinskom glinom, gdje su zabilježene više vrijednosti (tablica 14 i 15).

Tablica 14.

Srednje vrijednosti ukupnog klorofila (Chl a + b) u listovima krušaka izmjerene 2017. godine

Sorta	Abate Fetel		Conferance		Williams	
Mjesec	srpanj	kolovoz	srpanj	kolovoz	srpanj	kolovoz
Kontrola	1.28	1.36	1.37	1.33	1.74	1.69
Kaolin	1.44	1.54	1.65	1.73	1.7	1.89
	*	ns	*	**	ns	*

*- p<0,05; ** p<0,01

Tablica 15.

Srednje vrijednosti ukupnog klorofila (Chl a + b) u listovima krušaka izmjerene 2018. godine

Sorta	Abate Fetel		Conferance		Williams	
Mjesec	srpanj	kolovoz	srpanj	kolovoz	srpanj	kolovoz
Kontrola	1.19	1.31	1.24	1.37	1.57	1.59
Kaolin	1.37	1.53	1.41	1.58	1.69	1.78
	*	*	*	**	ns	**

*- p<0,05; ** p<0,01

Izloženost biljaka kombinaciji visokih temperatura i suvišku svjetlosti može dovesti do formiranja reaktivnih kisikovih jedinki (ROS) što uzrokuje oksidacijski stres kod biljaka, pojačani rast peroksidacije lipida i oštećenje staničnih membrana (Foyer, 1994). U istraživanju je malondialdehid (MDA), glavni produkt lipidne peroksidacije induciran od strane ROS-a, upotrijebljen kao marker za stres.

Budući da su u 2017. godini zabilježene više temperature tijekom istraživanja, stres je zabilježen u većini mjerjenja, gdje stabla tretirana kaolinom imaju niže vrijednosti koncentracije produkata lipidne peroksidacije (TBARS) u odnosu na kontrolna stabala (tablica 16). U 2018. godini nije zabilježena značajna razlika između stabala tretiranih kaolinom i kontrolnih stabala pa možemo pretpostaviti da zbog nižih temperatura nije zabilježen stres na ispitivanim stablima. (tablica 17).

Tablica 16.

Srednje vrijednosti koncentracija produkata lipidne peroksidacije (TBARS (nmol g⁻¹ Sv.T) u listovima krušaka izmjerene 2017. godine

Sorta	Abate Fetel		Conferance		Williams	
Mjesec	srpanj	kolovoz	srpanj	kolovoz	srpanj	kolovoz
Kontrola	18.66	17.36	19.44	20.23	16.55	18.54
Kaolin	16.71	16.21	17.98	17.3	16.15	13.93
	**	ns	*	**	ns	**

*- p<0,05; ** p<0,01

Tablica 17.

Srednje vrijednosti koncentracija produkata lipidne peroksidacije (TBARS (nmol g⁻¹ Sv.T) u listovima krušaka izmjerene 2018. godine

Sorta	Abate Fetel		Conferance		Williams	
Mjesec	srpanj	kolovoz	srpanj	kolovoz	srpanj	kolovoz
Kontrola	15.03	16.08	15.62	18.29	17.36	13.18
Kaolin	13.49	17.08	14.91	15.88	16.04	13.94
	ns	ns	ns	*	ns	ns

*- p<0,05; ** p<0,01

Iz dobivenih rezultata možemo zaključiti da je aplikacija kaolina u pokusnom nasadu krušaka imala pozitivan utjecaj na fotosintetsku učinkovitost i sadržaj klorofila u listovima ispitivanih sorti. Stoga možemo reći da upotreba kaolina može biti korisna tehnološka mjera za smanjenje stresa tijekom ljetnih mjeseci, što može utjecati na povećanje i kvalitetu uroda u proizvodnji kruške.

10.

Zaključak

Odluke o roku tretmana i izboru preparata donose se na temelju redovitog praćenja razvojnih stadija i prijeđenih kritičnih pragova, a ne kalendarski, tj. na pamet.

Pridržavanjem dozvoljenog broja korištenja preparata u jednoj vegetacijskoj godini kao i karence sprječavamo nastanak rezistentnosti i proizvodimo zdrave plodove bez štetnih ostataka pesticida.

Istraživanjem je dokazano da su u svim tretmanima prisutni korisni kukci, tj. korišteni preparati u tretmanima ne djeluju štetno na korisnu entomofaunu, tj. imaju selektivno djelovanje samo na običnu kruškinu buhu.

Najveću učinkovitost je imao tretman 1 (integrirani tretman), što je potvrđilo naša očekivanja na početku istraživanja.

Kaolinski tretman je imao najmanju učinkovitost u suzbijanju obične kruškine buhe, što potvrđuje da ga se ne treba primjenjivati samostalno, već kao sastavni dio integriranog programa suzbijanja (najbolji termin u vrijeme prvog odlaganja jaja).

Iz dobivenih rezultata mjerjenja fotosintetske učinkovitosti i oksidacijskog stresa zaključujemo da upotreba kaolina može biti korisna tehnološka mjera za smanjenje stresa tijekom ljetnih mjeseci, što može utjecati na povećanje i kvalitetu uroda u proizvodnji kruške.

Slika 23.
Prisutnost
predatora na
tretiranim
stablima
kaolinom



Slika 24.
Prisutnost
predatora u
integriranom
tretmanu



11

Literatura

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

Almaši, R., Injac, M., Almaši, Š., 2004. Štetni i korisni organizmi jabučastih voćaka. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 118-122.

Bagliolini, M., 1965. Methode de contrôle visuel des infestation d'atrhopodes ravageurs du pommier. *Entomophaga* 10, 222-229.

Ciglar, I., 1989. Integralna zaštita voćnjaka i vinograda. Zrinski, Čakovec, 124.

Cottrell, T.E., Wood, B.W., Reilly, C.C., 2002. Particle film affects black pecan aphid (Homoptera; Aphididae) on pecan. *J. Econ. Entomol.* 95, 782-788.

EPA (Environmental Protection Agency), 1999. Kaolin (100104) Fact Sheet. (www document). URL https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-100104_01-Jun-99.pdf

Glenn, D.M., Puterka, G., Venderzweit, T., Byers, R.E., Feldhake, C., 1999. Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *J. Econ. Entomol.* 92, 759-771.

Glenn, D.M., Puterka, G.J., Drake, S.R., Unruh, T.R., Knight, A.L., Baherle, P., Prado, E. & Baugher, T. (2001), "PF Application Influences Apple Leaf Physiology, Fruit Yield, and Fruit Quality", *Journal of the American Society for Horticultural Science* 126, 175-181.

Glenn, D.M., Prado, E., Erez, A., Puterka, G.J., 2002. A reflective, processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 127, 188-193.

Glenn, D.M., Erez, A., Puterka, G.J., Gundrum, P., 2003. Particle films affect carbon assimilation and yield in 'Empire' apple. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 128, 356-362

Glenn, D.M., Puterka, G.J., 2005. Particle films: a new technology for agriculture. *Horticult. Rev.* 31, 1-44.

Knight, A.L., Unruh, T.R., Christianson, B.A., Puterka, G.J., Glenn, D.M., 2000. Effects of kaolin based particle film on the obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Torticidae). *J. Econ. Entomol.* 93, 744-749.

Kunert, M. K.J., 1994. Photooxidative stress in plants. *Physiol. Plant.* 92, 696-717.

Lapointe, S.L., 2000. Particle film deters oviposition by *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.* 93, 1459-1463.

Pascual, S., Cobos, G., Seris El Gonzalez Nunez, M., 2010. Effects of processed kaolin on pests and non target arthropods in a Spanish olive grove. *J. Pest Sci.* 83, 121–133

Pasqualini, E., Civolani, S., Corelli- Grappadelli, L., 2002. Particle film technology; approach for a biorational control of *Cacopsylla pyri* (Rynchota: Psyllidae) in Northern Italy. *Bull. Insect* 55, 39-42.

Rosati, A., Metcalf, S.C., Buchner, R.P., Fulton, A.E., Lampinen, B.D., 2006. Physiological effects of kaolin applications in well-irrigated and water-stressed walnut and almond trees. *Ann. Bot.* 98, 267–275.

Showler, A.T., 2003. Effects of kaolin particle film on beet armyworm. *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), oviposition, larval feeding and development on cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Agricultr. Ecosysr. Environ.* 95, 265-271.

Showler, A.t., Setamou, M., 2004. Effects of kaolin particle film on selected arthropod populations in cotton in the lower Rio Grande Valley of Texas, Sothwestern Entomologist 29, 137-146.

Unruh, T.R., Knight, A.L., Upton, J., Glenn, D.M., Puterka, G.J., 2000. Particle films for suppression of the codling moth (Lepidoptera; Torticidae) via commercial sweet cherry fruit: a critical review and risk assessment. *Crop Protection* 20, 465-488.

Yamada, M., H. Fukumschi and T. Hidaka. 1996. Photosynthesis in longan and mango as influenced by high temperatures under high irradiance. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 64(4), 749–756.

Wisniewski M, Glenn DM, Fuller MP (2002) Use of a hydrophobic particle film as a barrier to extrinsic ice nucleation in tomato plants. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 127, 358-364.

Wyss, E., Daniel, C., 2004. Effects of autumn kaolin and pyrethrin treatments on the spring population of *Dysaphis plantaginea* in apple orchards. *J. Appl. Ent.* 128, 147-149.



ISBN 978-953-7843-09-0



9 789537 843090



Poljoprivredni institut Osijek
Utemeljen 1878.



Ministarstvo poljoprivrede
Vijeće za istraživanje u poljoprivredi

Projekt je finansiralo
Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske
Vijeće za istraživanja u poljoprivredi