Mogućnosti suzbijanja kruškine buhe (Caccopsylla pyri L.) na biološki način

Tomeš, Viktor

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:940854

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Viktor Tomeš

Sveučilišni preddiplomski studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

Mogućnosti suzbijanja kruškine buhe (*Cacopsylla pyri* L.) na biološki način

Završni rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Viktor Tomeš

Sveučilišni preddiplomski studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

Mogućnosti suzbijanja kruškine buhe (*Cacopsylla pyri* L.) na biološki način

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1.izv. prof. dr. sc. Renata Baličević, mentor

2. dr. sc. Marija Ravlić, član

3. Pavo Lucić, mag. ing. agr., član

Osijek, 2017.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Bilinogojstvo

Završni rad

Viktor Tomeš

Mogućnosti suzbijanja kruškine buhe (*Caccopsylla pyri* L.) na biološki način

Sažetak: *C. pyri* L. je najznačajniji štetnik na kruški. Brzo se razmnožava, te ima veliku sposobnost razvijanja rezistentnosti prema insekticidima u vrlo kratkom vremenu. U ovom istraživanju pratila se učinkovitost kaolinske gline (Cutisan) u suzbijanju kruškine buhe. Kao fizikalno i biološko sredstvo koje je inertno i nije abrazivno pratio se i utjecaj na prirodne neprijatelje. Kaolin djeluje repelentno na kukce i ima učinkovitost pri suzbijanju kruškine buhe pri najmanje dva tretiranja kako bi se stvorila ujednačena i dovoljno slojevita prevlaka koja sprječava kruškinu buhu da odlaže jaja i da se hrani. Pri tome djeluje i antistresno na biljku pri visokim temperaturama, te ju čini otpornijom na toplinski stres. Populacija kruškine buhe se pratila vizualnim pregledom s entomološkom lupom, dok se populacija prirodnih neprijatelja pratila nasumičnim otresanjem 25 grana na stablu kruške. Brojnost buhe je bila manja u kaolinskom tretmanu nego u kontroli, ali je zato bila i manja populacija prirodnih neprijatelja. Kaolinska glina ne ostavlja rezidue i ne djeluje toksično, ali ne djeluje selektivno na ostale organizme.

Ključne riječi: kruškina buha, kaolinska glina, kruška

23 stranice, 8 tablica, 10 grafikona i slika, 29 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agriculture in Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Plant Production

BSc Thesis

Viktor Tomeš

Possibilities of biological control of pear psilla (*Caccopsylla pyri* L.)

Summary: *C. pyri* L. is the most important pest in pear orchards.It has the capability to reproduce fast and form resistance toward insecticides in a short period of time. In this research we observed the efficiency of kaolin clay (Cutisan) in supression of pear psylla. As a physical and biological pesticide that is inert and non abrasive, we observed also effects of kaolin on the natural enemies. Kaolin clay has a repelent effect on Anthropods but it requires at least two treatments to produce a evenly thick particle film that will prevent feeding and egg laying of *C. pyri*. While reducing the population of pear psylla it also reduces stressfull effects of high temperatures, and increases the resistance of pear trees. Population of pear psylla was observed by a visual method using entomological lenses, while the population of beneficial insects was observed by randomly shaking 25 tree branches. The number of eggs and adult forms of *C. pyri* and the population of beneficial insects was less in kaolin treatment than in contol treatment. Kaolin clay doesn't leave residues and isn't toxic for pests and their natural enemies, but because the lack of selectivity it has a repelent effect on the *C. pyri* and her natural enemies.

Key words: Psylla pyri, kaolin clay, pear

23 pages, 8 tables, 10 figures, 29 references

Final work is archived in Library of Faculty og Agriculture in Osijek and in digital repository of Faculty of Agriculture in Osijek

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
1.1. Kaolinska glina kao zaštitno sredstvo protiv kruškine buhe	4
1.2 Cilj istraživanja	10
2. MATERIJALI I METODE	11
2.1 Tretmani suzbijanja kruškine buhe na bazi kaolina	11
2. 2. Izračun učinkovitosti tretmana	12
3. REZULTATI I RASPRAVA	13
4. ZAKLJUČAK	20
5. POPIS LITERATURE	21

1. UVOD

U današnje vrijeme u intenzivnoj proizvodnji kao preventivna mjera zaštite najčešće se koriste sredstva za zaštitu bilja na kemijskoj bazi, te većina tih sredstava ima određenu vrijednost karence, tolerance i MDK. Ukoliko se te vrijednosti ne poštuju, imaju štetno djelovanje na ljudsko zdravlje kroz kozumaciju plodova s visokim količinama rezidua. Također prilikom nepravilne aplikacije pesticida, višak pesticida ispiranjem dolazi u tlo, te se procjeđuje do podzemnih voda.

Danas sve više ljudi postaje ekološki osviješteno i stoga se sve više poljoprivrednih proizvođača okreće prema biološkim i ekološki prihvatljivim sredstvima za zaštitu bilja. Kod svake biljne proizvodnje cilj je preventivno djelovati. Zaštitni tretmani se moraju izvršavati pravovremeno, kako bi se na temelju redovitog praćenja i prognoze štetnika i bolesti maksimalno iskoristio potencijal samog sredstva ili prirodnog neprijatelja, te postigne ista učinkovitost kao i kod agresivnih kemijskih pesticida. Biološki pripravci nemaju negativan utjecaj na okoliš i korisne kukce. Kod njihove primjene važno je znati odrediti kritične pragove za određene štetnike ili pojavnost bolesti te na vrijeme djelovati.

Postoje različite agrotehničke, mehaničke i fizikalne metode kojima se može smanjiti populacija štetnika. Prema pravilima integrirane zaštite, tek kada se iscrpe mogućnosti svih indirektnih mjera zaštite počinjemo primjenjivati kemijske mjere zaštite.

Biološke mjere suzbijanja biljnih štetnika podrazumijevaju izravno i neizravno korištenje različitih organizama i njihovih proizvoda za suzbijanje štetnika, prema tome u biološke mjere ubraja se i primjena biljnih i životinjskih otrova i derivata. U prirodne neprijatelje štetnika ubrajaju se i bolesti štetnika uzrokovane bakterijama, gljivicama, virusima, fitoplazmama i protozoama (Maceljski i sur.1997.).

U ovom radu naglasak je na biološkom odnosno fizikalnom zaštitnom sredstvu na bazi kaolinske gline ($Al_4Si_40_{10}(OH)_8$) koja se izdvaja iz sekundarnog alumosilikata kaolinita iz zemljine kore. Kaolin je prvi puta pronađen u Kini. Naziv dolazi od dva kineska znaka koja znače „visoko brdo“ (Kao-Ling). Kaolin je inertan spoj, nije abrazivan, u sirovom obliku je netopljiv u vodi, nije toksičan za ljudsko zdravlje, ni za korisnu entomofaunu poput predatora i pčela. Ima široku upotrebu u industriji od proizvodnje papira i upotreba u pakiranju suhih proizvoda do kozmetike i pasta za zube (https://www.kaolin.basf.com).

U voćarskoj proizvodnji u Sjedinjenim Američkim Državama, kaolinska glina koristi se već četrdeset godina kao repelent i ojačivač biljaka. U početnim istraživanjima 20-ih godina prošlog stoljeća repelentna svojstva kaolina nisu dala zadovoljavajuće rezultate (Edelgard, NJ).

Danas na tržištu postoje dva komercijalna sredstva za zaštitu bilja tj. ojačivača biljaka na bazi kaolinske gline i pod nazivom Surround WP (NovaSource, SAD) i Cutisan (BiofaAg, Njemačka) koja se najviše primjenjuju u voćarskoj proizvodnji tj. proizvodnji jezgričavog voća.

Kruška (*Pyrus* spp.) je druga jezgričava voćka po proizvodnji u svijetu, odmah iza jabuke. Godišnja proizvodnja u svijetu je oko 25 miliona tona. Veći dio proizvodnje je u Kini i SAD-u sa udjelom od 60% (UN Food and Agricultural Organization, 2013.). U Europi najveći proizvođači kruške su Španjolska, Italija (20-35% ukupne Europske proizvodnje). Ukupna Europska proizvodnja iznosi 2,6 milijuna tona godišnje (The Fruit nad Vegetable Service Center (CSA), Ferrara, Italy, 2014.).

U Hrvatskoj se 1042 hektara nalazi pod proizvodnim nasadima kruške. Ukupan urod kruške u 2014. godini za tržište iznosio je 2,909 t, a urod po ha iznosio je 2,8 t/ha (Statistički ljetopis, 2014.).

Jedna od najpoznatijih sorti kruške je Williams Cristbirne Barlett ili u našim krajevima poznata kao Viljamovka. Williams je stara engleska sorta. Rasprostranjena je po cijelom svijetu. Stablo je srednje bujno, plod je srednje krupan do krupan i teži oko 180 g (Mratinčić, 1988.).

Voćnjaci kruške su do 2014. godine bili tretirani s insekticidima širokog spektra djelovanja koji su postupno doveli do povećanja rezistentnosti štetnika i uništenja, te smanjenja populacije predatora (Harries i Burst., 1965.). Napušta se konvencionalna proizvodnja, a kao standard uzima se integrirana biljna proizvodnja sa svim njezinim načelima.

Zbog rezistentnosti štetnika prema insekticidima poželjno je koristiti sve indirektne mjere zaštite kao što je praćenje populacije generacije koja je preživjela zimsko godišnje doba, utvrđivanje kritičnog praga te prema potrebi primijeniti direktne mjere zaštite. Cilj integrirane zaštite je smanjiti uporabu kemijskih pripravaka na minimum. Samo pravovremenim tretmanima na prve generacije smanjuje se brojnost štetnika kasnijih generacija i izbjegava pojava ekonomske štete.

Cacopsylla pyri L. (Psyillidae) ili kruškina buha, predstavlja najvažnijeg ekonomskog štetnika u voćnjacima kruške. *Cacopsylla bidens* (Sulč), *Cacopsylla notata* (Flor*)*, *Cacopsylla pyricola* (Förster), *Cacopsylla pyrisuga* (Förster) su štetnici iz iste porodice, ali su od sekundarne važnosti (Pollini, 2002).

Kruškina buha uzrokuje direktne i indirektne štete. Štetnik u stadiju ličinke hrani se sokom na mladim lisnim izbojcima krušaka, pa tako oštećuje stabla kruške. Osim direktne štete, ličinke izlučuju velike količine medne rose na kojoj se razvija gljiva čađavica (*Capnodium spp.*). Ujedno je vektor za različite mikoplazmatske organizme (Pollini, 2002.).

Ekonomska šteta se može očitovati u smanjenom prinosu ili kao potpuno propadanje proizvodnog nasada uzrokovano fitoplazmom „Pear decline“ čiji uzročnik je bakterija *Phytoplasma pyri* (Seemüller i Schneider, 2004.).

Kruškina buha je monofag i antofag. Hrani se na cvjetovima i pupovima to jest mladim izbojima voćke. Imago je dužine od 2 do 3 mm. Prezimljuje kao imago ispod kore drveta ili na zemlji ispod lišća, aktivnost odraslog kukca počinje već u zimskim danima kada je temperatura zraka oko 4,5 ºC (Ciglar, 1989.).

Ženke koje prezimljuju odlažu jaja u periodu od veljače do ožujka. Nakon odlaganja jaja kruškina buha prolazi kroz 5 stadija razvoja u stadiju ličinke i to u periodu od veljače do travanja. U travnju se preobražavaju u odrasle tj. imaga (ljetni oblik) (Faudrin, 1984.; Trapman i Blommers, 1992.).

Tretiranja se trebaju obaviti u stadiju jajeta ili u vrijeme izlaska ličinki iz jajašaca, dok su ličinke još u prvim stadijima razvoja tj. do njihovog trećeg razvojnog stadija. U trećem razvojnom stadiju ličinke obilno luče mednu rosu koja ih štiti od površinskog djelovanja pripravaka, pa je i kvaliteta suzbijanja onemogućena. Ima velik broj generacija godišnje (4-5), ovisno o klimatskim uvjetima (Horton i sur., 1994.). Ženke odrasle kruškine buhe imaju veliki potencijal reprodukcije.

Upravo iz tih razloga pažnja znanstvene i stručne javnosti usmjerava se pronalasku što prikladnijih metoda suzbijanja *C. pyri* L. koja podrazumijeva proučavanje i očuvanje prirodnih neprijatelja obične kruškine buhe (Pasqualini i sur., 2002.).

Populaciju kruškine buhe treba održavati ispod kritičnog broja. Kritičnim se brojem smatra 30-100 ličinki na 100 izboja ili 5 do 20 % napadnutih biljnih organa s ličinkama.

Zato je bitno održati povoljnu ravnotežu između kruškine buhe i prirodnih neprijatelja koji prirodno reguliraju njezinu brojnost (Ciglar, 1989.).

Neadekvatna primjena insekticida dovodi do poremećene ravnoteže između štetnika i njegovih prirodnih neprijatelja (Mratinič, 1988.).

Kruškina buha u prirodi ima mnogobrojne prirodne neprijatelje. To su uglavnom vrste iz porodice Cimacidae, Miridae i Nabidae, Coccinellidae, Chrysopidae i dr. Ti prirodni neprijatelji drže populaciju lisne buhe na tolerantnom broju održavajući prirodnu ravnotežu. Problem nastaje kada se prirodni antagonisti unište mjerama zaštite (Ciglar i Barić, 1992.).

1. 1. Kaolinska glina kao zaštitno sredstvo protiv kruškine buhe

Kaolin je silikatni aluminijev mineral koji je pročišćen i smanjen na veličinu čestica u kojoj se jednostavno dispergira u vodi i tvori mineralnu barijeru na biljci kojom se sprječava hranjenje i odlaganje jaja (Glenn i sur., 1999., Puterka i sur., 2000.).

Nanosi se kao vodena otopina, te isparavanjem vode ostaje bijela prevlaka na tretiranim dijelovima biljke odnosno lišću, plodovima i stabljici. Aplikacija pripravka mora biti što ujednačenija kako bi svi dijelovi stabla bili što ravnomjernije pokriveni (slika 1.).



Slika 1. Izgled ploda kruške nakon tretmana kaolinom (foto: V. Tomeš)

Sitne čestice gline predstavljaju barijeru koja direktno i indirektno djeluje kao repelent na kruškinu buhu. Direktne štete nastaju kada kruškina buha sleti na kaolinsku prevlaku. Čestice kaolinske gline se vežu na tijelo kukca i djeluju iritirajuće te otežavaju letenje (Glenn i sur., 1999.).

Indirektno djelovanje kaolinske gline se očituje visoko reflektirajućom bijelom prevlakom koja čini drvo manje prepoznatljivim štetniku i otežava njegovo hranjenje i odlaganje jaja zbog promjena na strukturi kutikule lista i kore (Glenn i sur., (1999.). Dokazano je da kaolinska glina umanjuje ožegotine na plodu. Također snižava temperaturu na površini lista za 5°C i na taj način povećava fotosintetsku učinkovitost i asimilaciju, a smanjuje transpiraciju za 20-25%, te direktno utječe na prinos (Khaled i sur., 1977.).

Veličina čestice kaolinske gline trebala bi iznositi <2 μm kako bi imale efikasnije djelovanje u odbijanju imaga kruškine buhe (slika 2.). Kako bi se postigle potrebne dimenzije čestica, koristi se supermagnetska centrifuga koja pročišćava i izdvaja fine čestice iz sirovog kaolina, te se formiraju čestice poželjne veličine (<1,4μm) (https://www.kaolin.basf.com).



Slika 2. Nasad kruške tretiran ujednačenim česticama kaolina (foto: V. Tomeš)

Dva komercijalno dostupna sredstva na bazi kaolina se koriste u sličnim dozama. Surround WP (2,5-5kg/100l) i Cutisan (15kg /500 l) (slika 3.).



Slika 3. Ličinka kruškine buhe na naličju lista tretiranog kaolinom (foto: V. Tomeš)

Imago kruškine buhe siše biljne sokove na mladim izbojcima, te tako smanjuje turgor i direktno utječe na veličinu i kvalitetu ploda, te prinos. Ličinke *Cacopsylla pyri* L.(slika 4.) prilikom hranjenje izlučuju šećerni sekret (Injac i sur., 1985.).



Slika 4. Razvojni stadiji*C. pyri* L**. (**foto: V. Tomeš)

Šećerna komponenta biljnog soka je višak u ishrani ličinke pa ga one, kao nepotrebnog izlučuju. Na mednu rosu se naseljava gljiva čađavica (*Cladosporium* spp.) (Erler, 2004.). Listovi pocrne, smanjuje se fotosinteza, slabi biljka a za jačeg napada i potpuno odumire.

Plodovi također postaju crni te nemaju ekonomsku vrijednost. Pri visokim temperaturama ličinke izlučuju veće količine medne rose pa se ona cijedi i na one dijelove stabla koje nije direktno napala (Vrabl i Matis, 1977.).

Kruškina buha je vektor mikoplazme odnosno mikoplazmatski sličnih organizama (=MLO) koji uzrokuju sušenje i propadanje stabala kruške. Dokazano je da također prisutnost toksina kojeg buha izlučuje izaziva tzv. Psylla-šok u biljnom tkivu (Seemüller i Schneider, 2004.). Imago je zaslužan za prijenos fitoplazme „Pear decline“. Bakterija se prenosi tako što se imago hrani na zaraženoj biljci, te prilikom hranjenje u floemu zdrave biljke prenosi bolest izlučivanjem sline (Carraro i sur., 1998.).

Zbog korištenja insekticida širokog spektra djelovanja, većini predatora je narušena prirodna ravnoteža, te njihova brojnost nedovoljna za uspostavu optimalnog omjera između predatora i štetnika kruškine buhe. Većina prirodnih neprijatelja nije rezistentna na utjecaj pesticida u usporedbi sa *Cacopsylla pyri*, koja je stvorila otpornost prema piretroidima i organo-fosfatima, te oni više ne pružaju željeni učinak (Briolini i sur.,1989.).

U Republici Hrvatskoj je puno više korisnih vrsta kukaca od štetnih. Neke od utvrđenih porodica u našim krajevima su Anthocoridae, Geocoridae, Miridae, Nabidae, Pentatomidae i Reduvidae (Franin i Barić, 2012.).

U nasadu kruške najčešći prirodni neprijatelji kruškine buhe su korisne stjenice, zlatooke (*Chrysoperla carnea*) (slika 5.), uholaže (*Forficula auricularia*), božje ovčice (*Coccinella septempunctata*) i veliki broj pauka (Aranea).

Najveći broj predatora dolazi iz porodice Coccinelidae i korisnih stjenica. Iako su svi polifagi i dalje napadaju dio populacije kruškine buhe. *C. semptempunctata* (slika 6.) je najpoznatiji predator lisnih ušiju, ali su Wojnarowska i sur., (1960.) i Vidano i sur., (1977.) na području Poljske i Španjolske utvrdili da je ujedno i predator kruškine buhe.



Slika 5. *Chrysoperla carnea* L. (foto: V. Tomeš)



Slika 6. *C. septempunctata* L. (foto: V. Tomeš)

U literaturi se uholaža (slika 7.) navodi kao predator kruškine buhe i raznih vrsta lisnih ušiju, kao i drugih vrsta štetnih kukaca u voćnjacima, ali njihova brojnost je nestabilna tijekom godine i uglavnom su plijen ptica (Moerkens i sur., 2009.).



Slika 7. *F. auricularia*L. (foto: V. Tomeš)

U Španjolskoj 2006. godine Jauset i suradnici utvrdili da je uholaža učinkovit predator kruškine buhe samo tijekom proljeća dok je brojnost jedinki tijekom ljetnih mjeseci bila niska ili uopće nije bila prisutna.

1. 2. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je bio utvrditi učinkovitost kaolinske gline u suzbijanju kruškine buhe (*Cacopsylla pyri* L.) kao biološkog i fizikalnog sredstva za zaštitu bilja. Redovitim praćenjem brojnosti populacije prirodnih neprijatelja ili predatora pratio se utjecaj tretmana kaolinske gline na brojnost prisutnih predatora u pokusnom nasadu.

Osim utvrđivanja učinkovitosti pripravka na korisnu i štetnu entomofaunu cilj je bio istražiti utjecaj kaolina na ukupan prinos.

Hipoteza je da će kaolinski tretman biti učinkovitiji u suzbijanju svih razvojnih stadija kruškine buhe u odnosu na kontrolu, te da će urod također biti veći u kaolinskom tretmanu.

2. MATERIJALI I METODE

Istraživanje je provedeno na pokusnom nasadu kruške „Tovljač“ Odjela za voćarstvo, Poljoprivrednog instituta Osijek u periodu od travnja do kolovoza 2017. godine. Ukupna površina pokusnog nasada kruške je 0,3 ha. Godina sadnje nasada je proljeće 2011. godine. Pokusno istraživanje je postavljeno na sorti Williams, podloge BA 29, među podloga Pastorčica. Međuredni razmak u pokusnom nasadu iznosi 3,2 m, a unutar redni razmak iznosi 0,8 m.

U istraživanju su korištene slijedeće metode praćenja populacije entomofaune:

- Vizualna metoda pomoću entomološke lupe primjenjivala se prije i poslije tretmana s ciljem praćenja utjecaja kaolina na prisutnu populaciju kruškine buhe tj. svih njezinih razvojnih stadija. Praćena je brojnost jaja i imaga na 5 stabala po dva označena izbojka u kaolinskom tretmanu i kontroli. Jaja su brojana kao „mlađa“ bijela jaja i „starija“ narančasta.
- Metoda otresanja (Klopf metoda) podrazumijeva korištenje entomološkog hvatača i štapa kojim su se otresale grane u tretmanu. Ukupno ih je bilo 25 po tretmanu. Ovom metodom pratila se brojnost predatorske populacije, ali i odraslih štetnika.

2. 1. Tretmani suzbijanja kruškine buhe na bazi kaolina

Prvo tretiranje kaolinskom glinom obavljeno je početkom travnja, prije izlaska ličinki prve generacije iz jaja položenih od prezimljenih imaga (zimski oblik). Ukupno je istraženo 5 tretmana na temelju definiranog kritičnog praga koji iznosi 20% napadnutih izbojaka (Ciglar, 1999.).

U kaolinskom tretmanu korišten je pripravak trgovačkog naziva Cutisan u dozi od 30 kg /ha. Kontrolni tretman je tretiran običnom vodom. Tretmani su aplicirani leđnim nošenim atomizerom, zapremine 15 l, proizvođača Stihl.

Dobiveni podaci prilikom vizualnog praćenja razvojnih stadija kruškine buhe nakon tretmana obrađeni su statističkom metodom analize varijance (ANOVA).

2. 2. Izračun učinkovitosti tretmana

Učinkovitost kaolinskog tretmana u usporedbi s kontrolnim tretmanom izračunata je prema Abbot-ovoj formuli koja obuhvaća brojnost odloženih jaja u tretmanu u usporedbi s kontrolnim tretmanom. Učinkovitost je izračunata na temelju utvrđenog broja jaja pet dana nakon obavljenog kaolinskog tretmana.

Abbot-ova formula:

$$\text{UČINKOVITOST \%} = \left(1 - \frac{\text{n u T poslije tretmana}}{\text{n u kontroli}}\right) * 100$$

3. REZULTATI I RASPRAVA

Tijekom vizualnih pregleda određivala se brojnost jaja, imaga (tablica 1. i 2.) i prirodnih neprijatelja (tablica 3.). Vizualni pregled sa entomološkom lupom obavljen je prije i poslije svakog tretiranja. Na kraju se izračunao prosjek štetnika u razvojnom stadiju jaja i imaga i usporedio sa brojnosti istih razvojnih stadija u kontroli.

Tablica 1. Brojnost jaja i imaga u tretmanu s kaolinom na 10 izbojaka utvrđenih vizualnim pregledom

Tretman kaolin	**Pregled**	**Bijela jaja**	**Narančasta jaja**	**Imago**
11.4.2017	10.4.2017	0	0	3
	25.4.2017	5,7	50,6	5
4.5.2017	11.5.2017	15,5	0,5	2
26.5.2017	17.5.2017	18,3	6,1	2
	1.6.2017	0	2,9	4
2.6.2017	8.6.2017	0	0	10
19.7.2017	15.7.2017	0,2	2,4	0
	1.8.2017	0,2	0,2	2

Prvi tretman napravljen je po utvrđivanju brojnosti od tri imaga kruškine buhe u nasadu. Najveći broj jaja utvrđen je prilikom drugog pregleda. Nakon toga brojnost jaja se počela smanjivati iz tretmana u tretman, ali se i dalje zadržala u primjetnom broju iako nedovoljnom za neku značajniju ekonomsku štetu.

Tablica 2. Brojnost jaja i imaga u kontroli u prosjeku po 10 izboja utvrđenih vizualnim pregledom

Pregled	**Bijela jaja**	**Narančasta jaja**	**Imago**
10.4.2017	5,2	7	0
25.4.2017	54,7	108,3	7
11.5.2017	18,1	5,1	8
17.5.2017	3,4	7,3	4
1.6.2017	4,8	8,1	1
8.6.2017	6,2	10	14
15.7.2017	6,3	5,6	0
1.8.2017	2	4	2

U kontroli je populacija kruškine buhe od početka praćenja bila u većem broju u usporedbi skaolinskim tretmanom. U drugoj generaciji u oba tretmana povećala se brojnost jaja.

U kontrolnom tretmanu prosjek je iznosio više od 10 jaja po izbojku što je više od kritičnog praga. U svibnju populacija i u kontrolnom tretmanu kao i kaolinskom tretmanu se znatno smanjila (tablica 1. i 2.). Pretpostavlja se da je razlog tome povećana brojnost predatorske populacije.

Tablica 3. Uhvaćeni prirodni neprijatelji po Klopf metodi u tretmanu kaolinom (T1) i u kontrolnom tretmanu (T2)

Datum	Viljamovka	Paukovi	Stjenice	Zlatooke	Bubamare	Uholaže	Korisni ukupno
10.04.	T1	1	0	0	1	0	2
	T2	3	0	0	6	0	9
24.04.	T1	0	0	0	2	1	3
	T2	2	0	0	4	0	6
4.05.	T1	1	0	1	0	0	2
	T2	2	0	4	0	3	9
11.05.	T1	0	0	1	0	0	1
	T2	1	0	0	1	5	7
23.05.	T1	2	0	0	0	1	3
	T2	5	1	3	0	6	15
1.06.	T1	1	0	0	0	0	1
	T2	7	2	0	0	0	9
8.06.	T1	1	0	0	1	0	2
	T2	6	3	0	0	0	9
20.06.	T1	1	0	1	0	0	2
	T2	3	1	0	5	2	11
30.06.	T1	1	0	0	1	1	3
	T2	4	0	0	4	0	8
6.07.	T1	1	0	0	0	0	1
	T2	4	0	1	2	0	7
15.07.	T1	0	0	0	0	0	0
	T2	0	0	0	0	0	0
1.08.	T1	1	0	1	0	0	2
	T2	2	0	3	0	0	5

Iako kaolin nije toksičan za kukce, brojnost prirodnih neprijatelja u tretmanu kaolinom je bila znatno manja od one u kontroli, te su predatori utjecali na regulaciju populacije kruškine buhe (tablica 3.).

Berba viljamovke obavljena je 24.8.2017. godine (slika 8., 9., 10.). Vagali su se zasebno plodovi sa svakog stabla i izračunala se prosječna rodnost po stablu. Uspoređen je urod stabala iz tretmana sa kaolinskom glinom i kontrolom.

Tablica 4. Urod kruške po stablu (kg)u kaolinskom tretmanu

R.B. STABLA	IZVAGANO	GAJBA	RAZLIKA
1	4,4	0,35	4,05
2	6,5	0,35	6,15
3	5,6	0,35	5,25
4	4,76	0,35	4,41
5	8,1	0,35	7,75
6	5,66	0,35	5,31
7	6,28	0,35	5,93
9	6,58	0,35	6,23
10	5,6	0,35	5,25
UKUPNO			50,33
PROSJEK			5,59

Prosječni urod po stablu tretiranim pripravkom Cutisan iznosio je 5,59 kg kruške po stablu (tablica 4.).

Tablica 5. Urod kruške po stablu (kg) u kontrolnom tretmanu.

R.B. STABLA	IZVAGANO	GAJBA	RAZLIKA
1	5,82	0,35	5,47
2	1,3	0,35	0,95
3	5,14	0,35	4,79
4	6,64	0,35	6,29
5	7,3	0,35	6,95
6	7,06	0,35	6,71
7	4,14	0,35	3,79
9	3,06	0,35	2,71
10	4,20	0,35	3,85
UKUPNO			41,51
PROSJEK			4,15

Prosječan urod u kontrolnom tretmanu iznosio je oko 4,15 kg po stablu, što je za 1,44 kg manje od prosječnog uroda po stablu iz tretmana kaolinom (tablica 5.). Zbog male brojnosti kruškine buhe u kontrolnom tretmanu, nije uočen prevelik pad uroda, ali je znatno manji od uroda u kaolinskom tretmanu.





Slika 8. i 9. Branje viljamovke u pokusnom nasadu „Tovljač“ (foto: Tomeš)



Slika 10. Vaganje uroda po stablu u pokusnom nasadu „Tovljač“ (foto:Tomeš)

Učinkovitost pripravka Cutisan odnosno kaolinske gline u suzbijanju *C. pyri* računala se prema Abbotovoj formuli.

Tablica 6. Učinkovitost kaolinske gline u suzbijanju jaja kruškine buhe

Vrijeme tretmana	Učinkovitost (%)
11.4.2017	14.87
4.5.2027	30.74
26.5.2017	77.52
2.6.2017	100
19.7.2017	93.3
Σ	18

Učinkovitost kaolinske gline kao sredstva za suzbijanje bijelih i narančastih jaja nije pokazala visoku učinkovitost (tablica 6.) u odnosu na kontrolni tretman, zbog male razlike u brojnosti jaja u tretmanu kalinom i u kontroli. Zbog neočekivano male populacije kruškine buhe u kontroli, za koju su djelomično zaslužni prirodni neprijatelji. Ukupna učinkovitost kaolinske gline je 18 %.

Tablica 7. Analiza varijance brojnosti jaja s obzirom na tretmane i rokove tretmana

Izvor variranja	Stupnjevi slobode	F vrijednost
Tretman	12	20,13
Datum (rok)	12	2,42*
Tretman x datum(rok)	234	

*statistička značajnost F testa na razini vjerojatnosti 0,05 (značajna razlika)

**statistička značajnost F testa na razini vjerojatnosti 0,01 (vrlo značajna razlika)

Analiza varijance je pokazala značajnu statističku razliku na razini vjerojatnosti od 0,05 između rokova tretmana u broju jaja dok između tretmana nije utvrđena statistička značajnost (tablica 7.).

Tablica 8. Analiza varijance brojnosti imagas obzirom na tretmane i rokove tretmana

Izvor variranja	Stupnjevi slobode	F vrijednost
Tretman	1	1,20
Datum (rok)	12	3,20**
Tretman x datum(rok)	12	1,13

*statistička značajnost F testa na razini vjerojatnosti 0,05 (značajna razlika)

**statistička značajnost F testa na razini vjerojatnosti 0,01 (vrlo značajna razlika)

Analiza varijance je pokazala značajnu statističku razliku na razini vjerojatnosti od 0,05 između rokova tretmana u brojnosti imaga dok između tretmana nije utvrđena statistička značajnost (tablica 8.).

4. ZAKLJUČAK

Kaolin kao fizikalno i biološko sredstvo za zaštitu bilja ima izravno i neizravno djelovanje. Djeluje repelentnozbog visoko reflektivne površine čestica koje djeluju zbunjujuće na imaga kruškine buhe, te krušku čini neprepoznatljivom. Istraživanjem je dokazano da je na stablima tretiranim kaolinom utvrđena manja brojnost jaja kruškine buhe u odnosu na kontrolu, ali je zabilježen manji broj prirodnih neprijatelja nego u kontrolnom tretmanu.

Kaolin kao pripravak u zaštiti bilja nije toksičan za okoliš. Ima repelentno djelovanje na kruškinu buhu i na većinu kukaca, te kao takav nema selektivno djelovanje.

Urod krušaka tretiranih sa pripravkom Cutisan u prosjeku je bio 1,4 kg veći od uroda u kontrolnom tretmanu. Rezultat potvrđuje antistresno djelovanje kaolina na nasad kruške tijekom razdoblja visokih ljetnih temperatura zraka.

5. POPIS LITERATURE

1. Briolini, G., Faccioli, G., Pasqualini, E. (1989.): A seven-year research on alternative methods to control Pear Psylla.- Bulletin SROP/WPRS, XIII, 2: 89-92.
2. Carraro, L., Loi, N., Ermacora, P., Gregoris, A., Osler, R. (1998a.): Transmission of pear decline by using naturally infected Cacopsylla pyri L. Acta Horticulturae, 472:665-668.
3. Ciglar, I.(1989.): Integralna zaštita voćnjaka i vinograda, Čakovec,1989.
4. Ciglar, I., Barić, B. (1992.): Control of pear psylla Psylla pyri L. (Homoptera: Psyllidae) in commercial orchards in North-East of Croatia, Yugoslavia. Acta Phytopathol. Entomol. Hung. 27:155-163.
5. Erler, F. (2004): Natural enemies of the pear psylla Cacopsylla pyri in treated vs untreated pear orchards in Antalya, Turkey. Phytoparasitica, 32(3): 295-304.
6. Faudrin, J. C. (1984.): Avertissement agricoles et Psylle du poirer. - IOBC/WPRS Bulletin, 17 (2): 358-367.
7. Franin, K., Barić,B. (2012.): Korisne stjenice (Heteroptera) u poljoprivredi. // Entomologia Croatica. 16 , Vol. 1-4.
8. Glenn, D. M., Puterka, G. J., Vanderzwet, T., Byers, R. E., Feldhake, C. (1999.): Hydrophobic Particle Film: a newparadigm for suppression of arthropod pests and plant diseases.- J. Econ. Entamol., 92(4) 759-771.
9. Glenn, D. M., G. J. Puterka, S., Drake, T. Unruh, A. Knight, P. Baherle, E. Prado, and T. Baugher. (2000.): Effects of a particle film on apple yield and productivity. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 125.
10. Horton, D. R., Burts, E. C., Unruh, T. R., Krysan, J. L.,Coop, L. B., Croft, B. A. (1994.): Phenology of fall dispersal by winterform pear psylla (Homoptera: Psyllidae) in relation to leaf fall and weather.- Can. Entomol., 126: 111-120.
11. https://www.kaolin.basf.com
12. Injac, M., Dulić, K., Stamenov, M., Vlaović, M. i Sudarević, B.(1985.): Rezultati ogleda suzbijanja zimske i letnje forme kruškine buve (*Psylla pyri* L.). Zbornik radova Jugoslovenskog savetovanja o primeni pesticida, Opatija, sveska 7, str. 241-253.
13. Jauset, A. M., Artigues, M., Sarasua, M. J.(2006.): Abundance and seasonal distribution of natural enemies in treated vs untreated pear orchards in Lleida

(NE, Spain). Book of Abstracts Workshop on Arthropod Pest Problems in Pome Fruit Production, Lleida, Spain, p. 54.

14. Khaled, A. A., Hagan, M. R., Davenport, C. D. (1970.): Effects of kaolinite as a reflective antitranspirant on leaf temperature, transpiration, photosynthesis, and water-use efficiency, Water Resources Research.1970.;6:280–289.
15. Maceljski, M., Cjetković, B., Igrc Barčić,I., Ostojić, Z. (1997.):Priručnik iz zaštite bilja, Zavod za zaštitu bilja, Zagreb.
16. Moerkens, R., Leirs, H., Peusens, G., Gobin, B.(2009): Are populations of European earwigs, Forficula auricularia, density dependent? Entomologia Experimentalis et Applicata, 130: 198-206.
17. Mratinčić, E. (1988.):Kruška, Partenon, Beograd, 150-165.
18. Pasqualini, E., Civolini, S. and Coreli Grappadeli, C.L. (2002.): Particle Film Tehnology: approach for a biorational control of Cacopsylla pyri (Rhynchota Psyllidae) in Northen Italy. Bulletin of Insectology, 55(1-2): 39-42.
19. Pollini, A. (2002.): Manuale di entomologia applicata- Edagricole, 166-169.
20. Puterka, G. J., Glenn D. M., Sekutowski, D. G., Unruh, T. R., Jones, S. K. (2000.): Progress toward liquid formulations of particle film for insect and disease control in pear-Environ. Entomel., 29(2) 329-339.
21. Puterka, G. J., Glenn, D. M., Sekutowski, D.G. (2000.): Method for protecting surfaces from arthropod infestation. U.S. Patent No. 6,027, 740.
22. Semmüller, E., Schneider, B. (2004.):'Candidatus Phytoplasma mali', 'Candidatus Phytoplasma pyri' and 'Candidatus Phytoplasma prunorum', the causal agents of apple proliferation, pear decline and European stone fruit yellows, respectively. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 54(4):1217-1266.
23. (Statistički ljetopis 2014.) - U Hrvatskoj se1042 hektara nalazi pod proizvodnim nasadima kruške. Ukupan urod kruške u 2014. godini za tržište iznosio je 2,909 t, a urod po ha iznosio je 2,8 t/ha.
24. (The Fruit nad Vegetable Service Center (CSA), Ferrara, Italy, 2014.) - Ukupna Europska proizvodnja iznosi 2,6 milijuna tona godišnje.
25. Trapman, M., Blommers, L. (1992.): An attempt to pear sucker management in the Netherlands – J. Appl, Ent., 109:120-135.
26. UN Food and Agricultural Organization, 2013.

27. Vidano, C., Arzone, A., Meotto, F.(1977/78.): Fitofagi preoccupanti di attualita in frutteti piemontesi. Annali Accad. Agric. Torino, 120, 65-78.
28. Vrabl,S.,Matis,G. (1977.): Prilog o poznavanju biologije i mogućnosti suzbijanja kruškinih buva (Hemiptera:Psyllidae) u Sloveniji-Zaštita bilja XXVIII (1) 139:41-52, 1977.
29. Wojnarowska, P., Baranowna, L., Lipowa, L. (1960.):*Psylla pyri* L. -a pest of pears. Prace nauk. Inst. Ochr. Rosl., 2 (1), 143-161.