

.....

Željko BUDINŠČAK

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za zaštitu bilja, Zagreb
 zeljko.budinscak@haphih.hr

LISNE BUHE – VEKTORI FITOPLAZME PROLIFERACIJE JABUKE U HRVATSKOJ

SAŽETAK

Lisne buhe [Hemiptera: Psylloidea, Psyllidae] poznati su vektori fitoplazma voćaka. Istraživanja praćenja vektora fitoplazma voćaka provedena su u razdoblju od 2005. do 2007. godine u glavnim područjima uzgoja voćaka u Republici Hrvatskoj. Praćenje dinamike populacije i skupljanje lisnih buha obavljeno je entomološkom mrežom. Skupljeni vektori determinirani su s pomoću binokulara i ključeva za determinaciju vrsta. U Hrvatskoj su na jabuci nađene i identificirane vrste *Cacopsylla melanoneura* Forster, *Cacopsylla picta* Forster (sinonim *C. costalis* Flor) i *Cacopsylla crataegi* Schrank. U voćnjacima u kojima su nađene te vrste nisu registrirane izravne štete. Lisne buhe *C. picta* i *C. melanoneura* poznati su prirodni vektori fitoplazme *Candidatus Phytoplasma mali* čija je nazočnost utvrđena u voćnjacima jabuke od Istre do istočne Slavonije. Njihova prisutnost određena je u 12 od ukupno 14 nadziranih županija. Za trogodišnjeg istraživanja dinamike populacije vektora u nasadima jabuke određena je njihova pojava u niskim populacijama. Na brojnost populacije lisnih buha u velikoj mjeri utječe režim kemijske zaštite.

Ključne riječi: jabuka, lisne buhe, vektori, *Cacopsylla*, fitoplazma proliferacije jabuke, Hrvatska

UVOD

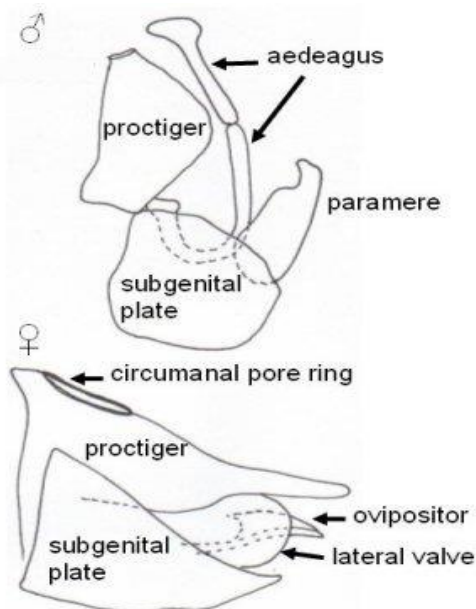
Lisne buhe sastavni su dio faune voćnjaka, pogotovo jabuke i kruške te koštičavih vrsta voćaka. Štete čine hraneći se sisanjem biljnih sokova iz floema voćaka. Izravne štete obuhvaćaju zastoj u razvoju, deformacije i sušenje napadnutih organa voćke (list, izbojak). Neizravne štete od lisnih buha čine obilno izlučivanje medne rose na koju se naseljavaju mravi i gljive čađavice te time smanjuju asimilaciju i onečišćuju plodove. No, lisne buhe puno su poznatije i sve značajnije kao prirodni prenosioci (vektori) fitoplazma voćaka koje svojim hranjenjem odnosno sisanjem sokova iz floema zaražene voćke fitoplazmom prenose zarazu, hranjenjem, na zdravu voćku. Posljednjih se 20 godina fitoplazme sve više prepoznaju kao značajni patogeni mnogih vrsta biljaka, osobito voćaka i vinove loze, a za njihovo su širenje odgovorni vektori, lisne buhe i cikade. Otada su se počela provoditi sve opsežnija istraživanja zbog određivanja vektora pojedinih fitoplazma, istraživanja njihove biologije i

ekologije, međudjelovanja vektora, fitoplazme i biljke domaćina i epidemiologije fitoplazme. Istraživanja nazočnosti fitoplazma voćaka i njihovih prirodnih prenosioca (vektora) – lisnih buha provode se u Hrvatskoj, s prekidima, od 2002. Fitoplazme na voćkama međusobno su srodne i pripadaju istoj ribosomskoj skupini – 16 SrX, *Apple proliferation*. Ovoj skupini pripadaju fitoplazme proliferacije jabuke (*apple proliferation phytoplasma*, AP podskupina A) i propadanja kruške (*pear decline phytoplasma*, PD podskupina C) koje dolaze na jezgričavim voćkama te europska žutica koštičavog voća (European stone fruit yellows, ESFY podskupina B). Od 2004., fitoplazme voćaka apple proliferation (AP), pear decline (PD) i European stone fruit yellows (ESFY) određene su kao nove *Candidatus* vrste: *Candidatus* Phytoplasma mali, *Candidatus* Phytoplasma pyri i *Candidatus* Phytoplasma prunorum (Seemüller i Schneider, 2004.).

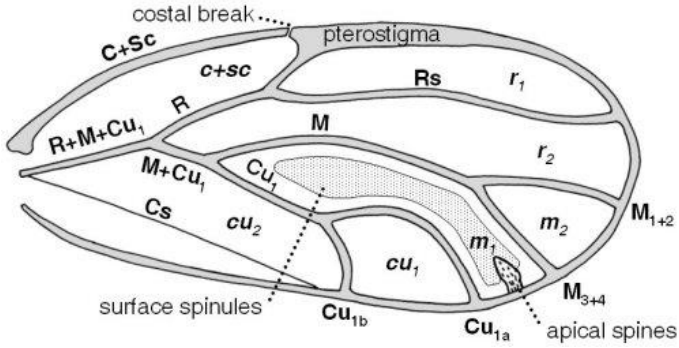
Fitoplazma *Candidatus* Phytoplasma mali uzročnik je bolesti jabuke poznate pod imenom proliferacija jabuke (uvriježen engleski naziv *apple proliferation phytoplasma*, AP). Prirodne vektore fitoplazma voćaka čine kukci, lisne buhe iz roda *Cacopsylla* (Carraro i sur., 2001.). Poznati su vektori proliferacije jabuke (Apple proliferation, AP) lisne buhe *Cacopsylla picta* Forster (sinonim *C. costalis* Flor) (Frisinghelli i sur., 2000.; Jarausch i sur., 2004., 2007.; Seemüller i sur., 2004.) i *Cacopsylla melanoneura* Forster (Tedeschi i sur., 2002. a, 2003., 2006.; Tedeschi i Alma, 2004., 2007.).

Morfološke karakteristike lisnih buha (Psyllidae)

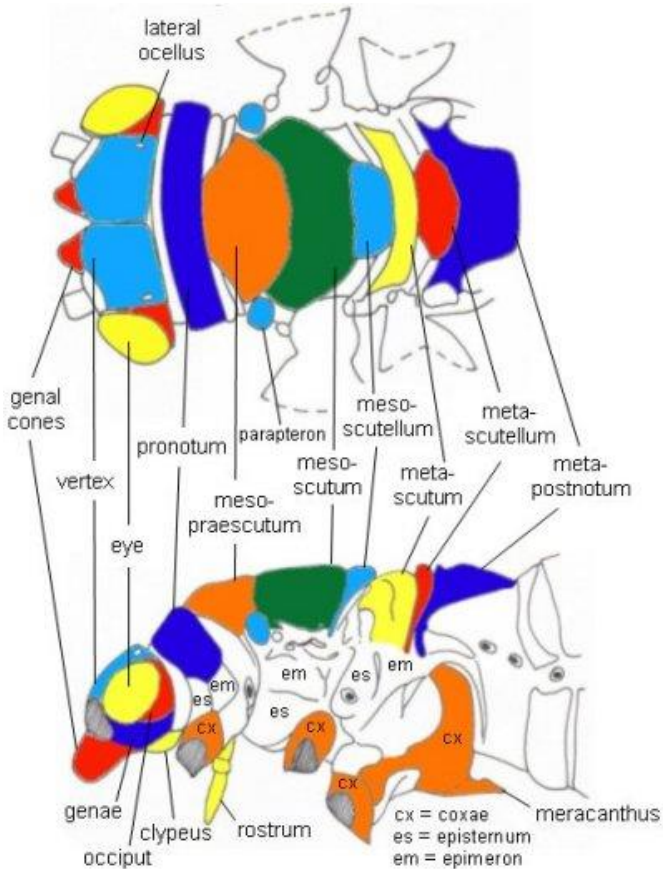
Lisne buhe - vektori fitoplazma voćaka pripadaju redu Hemiptera, podredu Sternorrhyncha, nadporodici Psylloidea, porodici Psyllidae, rodu *Cacopsylla*. U opisu lisnih buha poznatih vektora fitoplazma voćaka korišteni su ključevi za determinaciju Ossiannilsson, (1992.) i knjiga Vondraček (1957.). Radi jednostavnijeg praćenja opisa tih lisnih buha crtežima 1 – 3 prikazana je morfologija genitalija mužjaka i ženke, prednjih krila, glave i prsišta.



Crtež 1. Genitalni segment mužjaka (gore) i ženke (dolje) (prema Ossiannilsson, 1992.)
Figure 1. Genitalia of male (up) and female (down) (after Ossiannilsson, 1992)



Crtež 2. Prednje krilo (prema Ossiannilsson, 1992.)
Figure 2. Forewing (after Ossiannilsson, 1992)



Crtež 3. Glava i prsište (prema Ossiannilsson, 1992.)
Figure 3. Head and thorax (after Ossiannilsson, 1992)

U opisu i prikazu biologije vektora te epidemiologije *Ca. P.* mali ograničili smo se na vrste *Cacopsylla melanoneura* Forster i *Cacopsylla picta* Forster koje su određene u našim istraživanjima.

***Cacopsylla melanoneura* (Forster, 1848) — [Hemiptera: Psyllidae, Psyllidae]**

Opis vrste: Boja: osnovna je boja glave i prsišta bjelkastožuta s rasprostranjenim crvenkastosmeđim do crnosmeđim ornamentom i bijelim uzdužnim linijama na leđnoj strani prsišta. Zadak ima crnosmeđe skeletizirane kolutiće koji su na krajevima crveno orubljeni. Noge su smeđe ili crnosmeđe. Izbočine na obrazima su žutosmeđe ili crvenkastosmeđe. Opna prednjih krila prozirna je, samo negdje u korijenu krila malo tamnija, a u sredini vanjske polovine vrlo slabo zasjenjena. Pterostigma je osobito u distalnom dijelu zamučena. Žile su na krilima tamnosmeđe ili crne boje, ali u svojem toku neravnomjerno obojene. Osobito su u svjetlijim žilama vidljive tamne pruge.

Oblik: Glava je 0,69 mm široka. Tjeme je odostraga odrezano, 0,40 mm široko, a po sredini 0,20 mm dugačko. Njegovi su prednji dijelovi zaobljeni i malo savijeni prema dolje. Ticala su 1 mm dugačka. Izbočine na obrazima stožastog su oblika, sa širokom osnovom, u proksimalnoj polovini jako sužene, u distalnoj skoro cilindrične, a na kraju zaobljene. Dugačke su 0,17 mm, razdvojene i lagano savinute prema dolje.

Prednja su krila otprilike 3,1 mm dugačka i maksimalno 1,4 mm široka. Osnova krila je sužena s poravnanim prednjim rubom, a apikalni rub krila jednakomjerno je zaobljen. Vrh krila nalazi se u razini vanjskog ruba polja r2. Žila Rs je u sredini uleknuta prema pterostigmi. Radijalna žila R dva puta je dulja od žile M + Cu1, kubitalna žila Cu1 skoro je tri puta toliko dugačka. Polje m1 površinom je približno jednako Cu1. Pterostigma je opnasta, široka i završava na polovici polja m2. Površinski trnići postoje u svim plohama, ostavljajući uz žile dosta široke trake bez trnića, osim u r1, gdje su razmjerno uske. Prema vanjskom rubu polja r2, m1, m2 i cu1 površine s trničima postupno se suzuju; u polju r1 tako je s prednje strane. Trnići su raspoređeni u obliku kvadrata i rombova, međusobno udaljeni oko 0,02 mm. Donji trnići zauzimaju više od polovice polja c + sc, te unutrašnju polovinu polja r1. Skupine marginalnih trnića nalaze se u poljima r1, r2, m1, m2 i cu1.

Genitalni segment mužjaka (terminalia): 9. sternit zatka kod mužjaka predstavlja subgenitalnu ploču (subgenital plate) ili hipandrium (hypandrium). Dulja je od svoje visine, a odozdo je zaobljena prema natrag (oblik kacige). Na kaudalnom dijelu subgenitalne ploče izbijaju kliješta za parenje (paramere) koja su s bočne strane 0,25 mm visoka, u donjem dijelu umjereno ispupčena prema van. Na polovici su svoje dužine najuža, zatim se opet donekle šire, a prema vrhu sužena su i šiljata. Ako promatramo odozgo, vidimo da su paramere kvrgasto izbočene, prema unutra sužene u kukicu i prema naprijed imaju

savijen zubac. Vanjske konture stisnutih kliješta za parenje odostraga imaju oblik slova O, a unutarnje, zbog donje resice imaju oblik reketa za stolni tenis. Leđno, na subgenitalnoj ploči na frontalnoj margini izbija proktiger (proctiger) koji je 0,26 mm visok, ravan, cilindričan, u krajnjoj gornjoj trećini uleknut prema unutra. Na vrhu proktigera smješten je analni otvor (anus). Između proktigera i paramera nalazi se penis (aedeagus) koji se sastoji od zglobno vezana dva članka. Genitalni segment ženke: kod ženke se sastoji od proktigera (proctigera) ili leđne ploče (dorsal plate) na kojoj se nalazi analni otvor (anal opening) okružen porama voštanih žlijezda (wax gland pores), zajednička imena analni prsten (circumanal pore ring). Gledano s bočne strane, leđna je ploča duga oko 0,85 mm (Vondraček, 1957.), a prema Ossiannilsson (1992.) dužina leđne ploče (proctigera) otprilike je upeterostručena dužina analnog prstena. Bočne su strane pokrivene cilindričnim bodljama koje su na kraju zaobljene. S trbušne je strane subgenitalna ploča (subgenital plate) ili trbušna ploča (ventral plate) koja opasava spolni otvor s donje strane. Gledano s bočne strane, trbušna je ploča trokutasta oblika sa zašiljenim krajem savijenim prema gore, a dugačka je oko 0,65 mm. Na bočnim je stranama mjestimično pokrivena bodljama. Leglica (ovipositor) se sastoji od tri para vulvi (valvula): leđne (dorsal valvula), trbušne (ventral valvula) i unutrašnje (inner valvula). Trbušne i unutrašnje vulve (valvula) u pravilu su skrivene između leđnog para. Kod ostalih vrsta roda *Cacopsylla* genitalni segment zatka kod mužjaka i ženke također se sastoji od istih dijelova koji su smješteni na istim položajima kao kod vrste *C. melanoneura*, a razlikuju se jedino po obliku i veličini. Važni su za identifikaciju vrsta. Kod opisa ostalih vrsta naglasak će biti samo na morfološkim osobinama svojstvenima za dotičnu vrstu. Mužjaci su manji od ženki. Duljina mužjaka iznosi 2,52 – 3,10 mm, a ženki od 2,95 do 3,30 mm. Jaja su žute boje, duguljasta, duga oko 0,35 mm. Drška (pedicel) jajeta umetnuta je u biljno tkivo te je tako jaje pričvršćeno za biljni organ na kojemu je koso položeno i odvojeno od njega. Jaje *C. melanoneura* na kraju nema vlastitog produžetka. Jaja su odložena pojedinačno ili u malim grupama od 2 do 6 na gornju ili donju stranu listova (Wildbolz, 1959.). Ličinke (nimfe) petog stadija u cijelosti su zelene do prljavozelene boje sa žutosmečkastim skleritima. Začeci krila su bjelkasti. Broj je rubnih čekinja na prednjim krilnim začetcima promjenljiv, ali uvijek ima više od jedne duže čekinje na rubu krila (marginal seta). Na rubu zatka ima tri para posebno građenih debelih čekinja takozvanih "sectasetae". Te se čekinje sastoje od dva dijela: od proksimalnog dijela nalik na čašu i distalnog cilindričnog ili koničnog dijela. Okularne čekinje manje ili više nalik su na trn i dugačke 0,011 – 0,017 mm. Tijelo je dorziventralno spljošteno, dugačko 1,33 – 2,00 mm.

Biljke domaćini i rasprostranjenost: Glavni je domaćin glog, a vrsta je također prisutna na jabuci, kruški i mušmuli (Ossiannilsson, 1992.; Seljak, 2006.). Pojavljuje se u Europi od južne polovice Skandinavije preko Španjolske,

sve do Krima. Ti su kukci poznati do Zakavkazja, a u Sibiru do Irkutska (Vondraček, 1957.). Prisutni su i u Mongoliji, Kini i Japanu.

Razvojni ciklus: Glogova buha (*C. melanoneura*) ima jednu generaciju godišnje. Odrasle buhe prezimljuju na četinjačama, zimskim domaćinima (Ossiannilsson, 1992.). Prezimljena generacija buhe počne se seliti sa zimskog domaćina i naseljavati stabla jabuka vrlo rano, već potkraj siječnja, još prije početka vegetacije. Najveću gustoću populacije postižu od sredine veljače do sredine ožujka (Tedeschi i sur., 2002.a, 2003.). Nakon oplodnje ženke polažu jaja, koja su pronalazena na osnovi izbojka, na peteljkaama cvjetnog pupa te na mladim listićima od druge polovice ožujka do sredine travnja, a ličinke su zabilježene od sredine travnja do sredine svibnja (Tedeschi i sur., 2003.). Prve odrasle buhe nove proljetne generacije pojavljuju se početkom svibnja te ostaju na stablima jabuka do sredine srpnja, kada se sele na alternativne domaćine, vjerojatno na četinjače (Tedeschi i sur., 2002.a.; Tedeschi i Alma, 2007.). Isti autori navode da u istraživanjima nisu nikada zabilježili pojavu prezimljenih buha onda kada su prisutne odrasle buhe proljetne generacije, što znači da nema poklapanja između proljetne i prezimljene generacije odraslih buha.

Epidemiologija: Prenošenje *Ca. P.* mali sa zaražene na zdravu voćku vektorom *C. melanoneura* počinje njegovim hranjenjem biljnim sokom iz floema zaraženih voćaka (razdoblje unošenja). Vektor nije sposoban odmah nakon unošenja prenijeti fitoplazmu na zdrave voćke. Prije prenošenja na zdrave voćke fitoplazma se treba umnožiti u tijelu vektora (latentno razdoblje), da bi je vektor hranjenjem biljnim sokovima iz floema slinom mogao prenijeti na zdrave voćke (razdoblje inokulacije). Glavnu ulogu u prenošenju AP fitoplazme imaju odrasle buhe prezimljene generacije kod vrste *C. melanoneura*. Zaključak je to brojnih rezultata pokusa prijenosa te fitoplazme. Odrasle buhe proljetne generacije nemaju značajniju ulogu u prenošenju AP fitoplazme na zdrave voćke jer napuštaju stabla jabuka i sele se na zimskog domaćina prije nego što u njima završi latentno razdoblje fitoplazme (Tedeschi i sur., 2002.b, 2003.).

***Cacopsylla picta* (Forster, 1848) [sinonim: *C. costalis* (Flor, 1861)]**

Opis vrste: Boja – temeljna je boja mlađih odraslih buha svijetlozelena, a kod starijih narančasta do crvena poput cigle. Ornament je oker – žute boje, smeđe do crnosmeđe, na prsištu vrlo rasprostranjen. Osnova i vrhovi stožastih izbočina na obrazima su zatamnjeni. Opna je prednjih krila prozirna. Žile su kod starijih buha tamnosmeđe ili crne, a kod mlađih svijetlozelene do smečkaste. Pterostigma je tamne boje. Noge su žute do crvenkastosmeđe. Bedra su crnosmeđa. Zadak je kod mlađih buha zelen, a kod starijih crn. Zadnji rub tergita kod mužjaka je žut, a kod ženki crven.

Oblik – glava je oko 0,75 mm široka. Tjeme je sa stražnje strane odrezano, 0,45 mm široko i po sredini 0,23 mm dugačko. Vrhovi tjemena na prednjoj su strani zaobljeni i prema čelu savijeni. Ticala su duga oko 1 mm. Izbočine su na

obrazima stožaste, razdvojene, 0,2 mm dugačke, pri kraju uske i zaobljene te okrenute prema dolje. Prednja su krila dugačka otprilike 2,5 mm, a maksimalno široka 1 mm. Baza krila je sužena, s poravnanim prednjim rubom, a apikalni rub krila jednakomjerno je zaobljen. Vrh krila je u razini vanjskog ruba polja r2. Pterostigma je opnasta, široka i završava u razini polovice polja m1. Žila Rs u prve je dvije trećine gotovo ravna, a zadnja je trećina savijena prema pterostigmi. Žila R je dvostruko, a žila Cu1 trostruko duža od M + Cu1. Površinski trnići postoje u svim poljima, ostavljajući uz žile uske trake bez bodlji. U poljima r1, r2, m1, m2 te cu1 plohe površinskih trnića prema vanjskom se rubu krila postupno sužavaju. Donji trnići ne postoje, a marginalni zaposjedaju krajeve krilnih ploha u poljima r1, r2, m1, m2 te Cu1.

Genitalni segment mužjaka (terminalia): subgenitalna ploča (subgenital plate), ili hipandrium (hypandrium), s donje je strane prema natrag jednakomjerno zaobljena. Kliješta za parenje (paramere) su s bočne strane 0,18 mm visoka, s donje strane su najuža, a prema vrhu se proširuju te se rašljasto granaju s dubokim široko okruženim isječkom među objema granama. Vanjska kontura stisnutih kliješta za parenje odostraga ima oblik slova O, unutrašnja je u obliku pehara, podsjeća na oblik slova U. Proktiger (proctiger) je 0,25 mm visok, gotovo ravan.

Genitalni segment ženke: leđna ploča (dorsal plate) ili proktiger (proctiger) na zadnjoj je trećini prema kraju koso urezana prema unutra, sužava se i prelazi u zaobljeni vršak nalik na kljun koji je blago savijen prema gore. Bočne su strane pokrivene kratkim, debelim, stožastim i šiljastim bodljama. Gledano s bočne strane, leđna je ploča duga otprilike 0,65 mm (Vondraček, 1957.), a prema Ossiannilsson (1992.) dužina leđne ploče otprilike je utrostručena dužina analnog prstena (circumanal pore ring). Trbušna ploča gledana s bočne strane dugačka je 0,45 mm, s ostrim završetkom nalik na kljun. Dužina tijela mužjaka iznosi 2,86 – 3,24 mm, a ženke 3,13 – 3,43 mm.

Jaje je blijedožute boje, prema kraju suženo i zbog toga poprima oblik klina ili čepa, dugačko oko 0,35 mm. Na kraju ima vlasast produžetak dugačak oko 0,08 mm (0,06 – 0,15 mm) (Wildbolz, 1959.). Jaja su odložena na površinu lista ili također uz lisnu nervaturu, većinom na donju stranu lista, rijetko na gornju. Za list su pričvršćena drškom (pedicel).

Ličinke, s primjesom ljubičaste boje, imaju ticala duža od širine glave. Treći članak ticala ima jednu dužu dlaku i nekoliko dodatnih dlaka na 3., 4. i 5. članku, koje su otprilike jednake dužine kao promjer trećeg članka. Na rubu zatka ima 3 para posebno građenih čekinja, takozvanih "sectaseta" koje se sastoje od dva dijela i to od proksimalnog dijela nalik na čašu i distalnog cilindričnog ili koničnog dijela. Zadak ima 5 pari dugačkih marginalnih čekinja (seta). Okularne čekinje, manje ili više jednostavne, dugačke su 0,03 – 0,04 mm. Tijelo je dorziventralno spljošteno, dugačko 1,57 – 2,19 mm.

Biljke domaćini i rasprostranjenost: *C. picta* je oligofagna vrsta koja živi i

hrani se na vrstama roda *Malus*. Proširena je u Europi i Aziji.

Razvojni ciklus: *C. picta* ima sličan razvojni ciklus kao i prethodna vrsta, *C. melanoneura*. Godišnje ima jednu generaciju. Prezimljuju odrasli oblici na četinjačama. S četinjača sele na svoga primarnog domaćina, na stabla jabuka. Za razliku od *C. melanoneura*, svog zimskog domaćina napušta u prosijeku dva tjedna kasnije, a u voćnjacima jabuka prisutna je od sredine ožujka. Ženke odlažu jaja na stabla jabuka iz kojih izlaze ličinke čiji razvoj traje 10 do 14 dana (Ossiannilsson, 1992.). Odrasle buhe nove proljetne generacije pojavljuju se potkraj svibnja i početkom lipnja, a nasade jabuka napuštaju potkraj srpnja kada se sele na zimskog domaćina, četinjače. Kasnija pojava u nasadima jabuka te duže zadržavanje proljetne generacije u odnosu na *C. melanoneura* ima značajnu ulogu u prenošenju *Ca. P. mali*.

Epidemiologija: Glavnu ulogu u prenošenju *Ca. P. mali* vrstom *C. picta* imaju odrasle buhe prezimljene generacije, kao i buhe nove proljetne generacije, što potvrđuju rezultati dobiveni u brojnim pokusima prenošenja uzročnika bolesti provedeni u Njemačkoj i Italiji.

MATERIJALI I METODE RADA

Inventarizacija lisnih buha, vektora fitoplazma voćaka, provedena je u županijama koje su ujedno glavna područja uzgoja voćaka u Republici Hrvatskoj u razdoblju od tri godine, od 2005. do 2007. godine.

Skupljanje odraslih oblika lisnih buha obavljeno je na njihovim primarnim domaćinima, voćkama. Inventarizacija lisnih buha s obzirom na njihovu osjetljivost na insekticide provedena je, osim u intenzivnim i u ekstenzivnim voćnjacima jabuke, u kojima se ne provode nikakve kemijske mjere zaštite. Za utvrđivanje nazočnosti vektora fitoplazma voćaka korištena je metoda otresanja grana – Klopfmethode (Steiner, 1967.). U voćnjaku je otresanje obavljeno na 100 stabala. Na svakom se stablu otrese jedna grana srednje veličine. Grana se po osnovi udara štapom obloženim gumom kako se ne bi oštetila, pri čemu kukci padaju u podmetnuti tuljac. Kukci se skupljaju na dnu tuljca, gdje je ugrađena posuda koja se može skinuti. Nakon otresanja u posudu se stavlja vata prethodno umočena u smjesu etera i kloroforma da se kukci uspavaju. Ulovljeni kukci istresu se na dasku za razvrstavanje te se razvrstaju. Skupljene se lisne buhe odmah na terenu stavljaju u epruvetu s 95 %-tnim alkoholom. U entomološkom laboratoriju HAPIH – Centra za zaštitu bilja pomoću binokularne je lupe obavljena determinacija i prebrojavanje po vrstama. Lisne buhe razvrstane su i prebrojene po spolu, posebno ženke, a posebno mužjaci. Ključevi za determinaciju Ossiannilsson (1992.); Hodkinson i White, (1979.), Burckhard i Hodkinson, (1986.), Schmidt, (1970.) i knjiga Vondraček (1957.) korišteni su za determinaciju lisnih buha.

REZULTATI I RASPRAVA

Sustavno praćenje nazočnosti i proširenosti vektora fitoplazme proliferacije jabuke na jabuci provedeno je u 14 županija na 39 lokacija u razdoblju od 2005. do 2007. godine (tablica 1).

Tablica 1. Nađeni vektori fitoplazme proliferacije jabuke *Candidatus Phytoplasma mali* (AP) na jabuci

Table 1. Found vectors of apple proliferation phytoplasma *Candidatus Phytoplasma mali* (AP) on apple trees

Županija County	Lokacija Location	Tip voćnjaka Orchard type	Vektor Vector
Istarska	Škudelin	Intenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
	Škudelin	Intenzivan	<i>Cacopsylla crataegi</i> *
	Buje	Ekstenzivan	<i>Cacopsylla picta</i>
	Oprtalj	Ekstenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
Karlovačka	Ozalj	Ekstenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
	Carevo Selo	Intenzivan	Nisu utvrđeni
Zagrebačka	Jastrebarsko	Intenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
			<i>Cacopsylla crataegi</i> *
	Jastrebarsko – Rakitovica	Intenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
	Jastrebarsko – Malunje	Ekstenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
	Jastrebarsko – D. Reka	Intenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
	Ivanić Grad – Obreška	Intenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
	Ivanić Grad – Šušnjari	Intenzivan	Nisu utvrđeni
Velika Gorica	Intenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>	
		<i>Cacopsylla picta</i>	

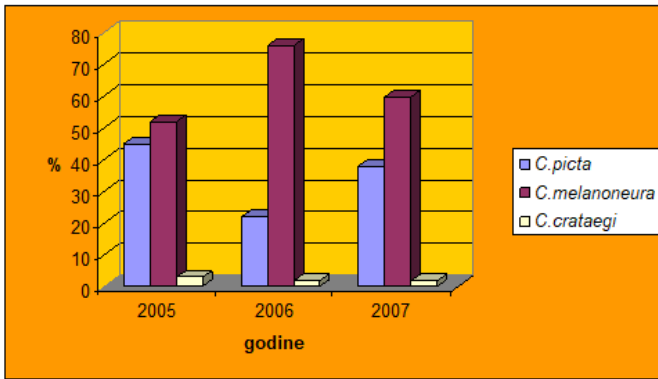
Grad Zagreb	Zagreb – Rim	Ekstenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
	Zagreb – Jazbina	Ekstenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
Brezovica	Intenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>	
		<i>Cacopsylla picta</i>	
Krapinsko-zagorska	Sv. Križ Začertje	Ekstenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
			<i>Cacopsylla crategi*</i>
Mihovljani	Ekstenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>	
		<i>Cacopsylla picta</i>	
Varaždinska	Varaždin breg	Ekstenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
Međimurska	Vratišinec	Intenzivan	Nisu utvrđeni
	Čehovec	Intenzivan	Nisu utvrđeni
	Nedelišće	Intenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
	Sveta Marija	Intenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
Sisačko-moslavačka	Ludina	Ekstenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
	Ludina	Intenzivan	Nisu utvrđeni
	Katoličko selište	Intenzivan	Nisu utvrđeni
	Kutina	Intenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
	Lipovica	Ekstenzivan	Nisu utvrđeni
Lipovica	Intenzivan	Nisu utvrđeni	
Bjelovarsko-bilogorska	Garešnica	Ekstenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
	Bijelovar	Intenzivan	Nisu utvrđeni
Brodsko-posavska	Trnjani	Ekstenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
	Trnjani	Intenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
Staro Petrovo Selo	Intenzivan	Nisu utvrđeni	

Osječko-baranjska	Đakovo	Ekstenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
	Osijek – Čepin	Ekstenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
	Osijek – Tovljač	Intenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
	Zmajevci	Intenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
	Našice – Kukljaš	Ekstenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
Našice – Vučjak	Intenzivan	Nisu utvrđeni	
Virovitičko-podravska	Orahovica	Ekstenzivan	Nisu utvrđeni
Vukovarsko-srijemska	Jarmina	Intenzivan	<i>Cacopsylla melanoneura</i>
			<i>Cacopsylla picta</i>
Zadarsko-kninska	Baštica	Intenzivan	Nisu utvrđeni

* Potencijalni vektori fitoplazme

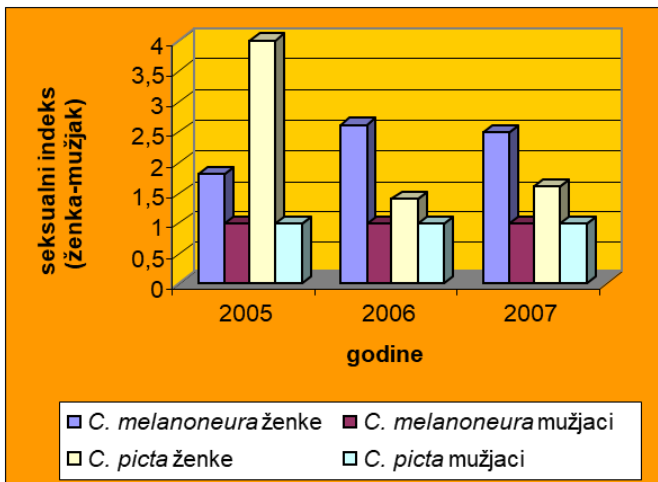
* Potential vectors of phytoplasma

Iz rezultata prikazanih u tablici 1 vidljivo je da su vektori fitoplazme proliferacije jabuka *Cacopsylla melanoneura* i *C. picta* prošireni od Istre do Istočne Hrvatske. Njihova nazočnost određena je u 12 od ukupno 14 nadziranih županija. Nalaz obaju vektora potvrđen je u 10 županija na 19 lokacija. Vrsta *C. picta* (slike 7 – 9) ulovljena je metodom otresanja grana u 10 županija u 20 voćnjaka, a vrsta *C. melanoneura* (slike 3 – 6) u 12 županija u 28 voćnjaka, pa se može zaključiti da je najproširenija vrsta lisnih buha na jabuci u Republici Hrvatskoj. Samo u Zadarskoj i Virovitičko-podravskoj županiji te u 9 voćnjaka u ostalim županijama nije utvrđena nazočnost nijednog vektora u sve tri godine istraživanja. Vrsta *Cacopsylla crataegi* (slika 10) nađena je u niskim populacijama u voćnjaku Škudelin, Jastrebarsko i Sveti Križ Začretje. U ukupnom sastavu populacije lisnih buha na jabuci (slika 1) vrsta *C. melanoneura* sudjeluje s 50,9 % u 2005. godini, s 76,3 % u 2006. godini i s 60,2 % u 2007. godini, tj. pojavljuje se u sve tri godine istraživanja u najvišoj populaciji. Vrsta *C. picta* sudjeluje s 45,4 % u ukupnom sastavu populacije lisnih buha na jabuci u 2005. godini, u 2006. s 22,0 % i u 2007. godini s 38,4 %. Potencijalni vektor *C. crataegi* pojavljuje se u niskim populacijama u sve tri godine istraživanja, tj. u ukupnom sastavu populacije lisnih buha na jabuci sudjeluje između 1,4 % i 3,6 %.



Slika 1. Učestalost pojave lisnih buha na jabuci
Figure 1. Frequency of appearance of psyllids on apple trees

Seksualni indeks, tj. omjer broja ženki i mužjaka kod utvrđenih vrsta *C. melanoneura* i *C. picta*, bio je u korist ženki, tj. ženke su bile brojnije od mužjaka u sve tri godine istraživanja (slika 2). Seksualni indeks između ženki i mužjaka iznosio je kod vrste *C. melanoneura* 1,8 : 1 u 2005. godini, a 2,6 : 1 u 2006. i 2,5 : 1 u 2007. godini. U sve tri godine istraživanja na jednog mužjaka dolazile su u prosjeku 2,3 ženke *C. melanoneura*. Seksualni indeks (ženke-mušjaci) kod vrste *C. picta* bio je u omjeru 4 : 1 u 2005. 1,4 : 1 u 2006. godini i 1,6 : 1 u 2007. godini. Osobito veći broj ženki u odnosu na mužjake zabilježen je u 2005. zbog malog broja skupljenih buha te godine. U preostale dvije godine na jednog mužjaka dolazilo je otprilike 1,5 ženki.



Slika 2. Seksualni indeks (ženke:mužjaci) vrsta *C. melanoneura* i *C. picta*
Figure 2. Seks-ratio (female:male) of species *C. melanoneura* and *C. picta*

Na samom početku istraživanja inventarizacije vektora lisnih buha na jabuci suočili smo se s činjenicom da njihova nazočnost i pojava uvelike ovisi o primijenjenim programima zaštite za suzbijanje drugih štetnika koji se pojavljuju u isto vrijeme kada i lisne buhe i pričinjavaju znatne gospodarske štete. Tijekom istraživanja zamijećena je osjetljivost lisnih buha *C. melanoneura* i *C. picta* na insekticide, odnosno da primijenjeni insekticidi uzrokuju njihov mortalitet. Pojava *C. melanoneura* zabilježena je u niskim populacijama u intenzivnim voćnjacima i nakon tretiranja insekticidima, najvjerojatnije zbog doleta s gloga, njezina drugog domaćina.



Slika 3. *Cacopsylla melanoneura* prezimljeni mužjak (lijevo) i genitalni segment mužjaka (desno) (snimio: Ž. Budinščak)



Slika 4. *Cacopsylla melanoneura* prezimijela ženka (snimio: Ž. Budinščak)



Slika 5. *Cacopsylla melanoneura* proljetna generacija – mužjak (lijevo) i ženka (desno) (snimio: Ž. Budinščak)



Slika 6. *Cacopsylla* sp. na jabuci: ličinka (lijevo) i jaja (desno) (snimio: Ž. Budinščak)



Slika 7. *Cacopsylla picta* prezimjeli mužjak (lijevo) i genitalni segment mužjaka (desno) (snimio: Ž. Budinščak)



Slika 8. *Cacopsylla picta* prezimjela ženka (snimio: Ž. Budinščak)



Slika 9. *Cacopsylla picta* proljetna generacija - ženka (lijevo) i mužjak (desno) (snimio: Ž. Budinščak)



Slika 10. *Cacopsylla crataegi* prezimljena ženka (snimio: Ž. Budinščak)

ZAKLJUČCI

Istraživanja inventarizacije vektora fitoplazma voćaka provedena su u razdoblju od 2005. do 2007. godine u glavnim područjima uzgoja voćaka u Republici Hrvatskoj. Na jabuci su nađeni i identificirani vektori fitoplazme proliferacije jabuke *Candidatus* Phytoplasma mali (Apple proliferation, AP), vrste *Cacopsylla melanoneura* Forster i *Cacopsylla picta* Forster čija se rasprostranjenost proteže od Istre do istočne Slavonije. Njihova nazočnost određena je u 12 od ukupno 14 nadziranih županija. *C. melanoneura* je bila najproširenija i najbrojnija vrsta lisnih buha na jabuci u Republici Hrvatskoj. Praćenjem pojave vektora *C. melanoneura* i *C. picta* određen je seksualni indeks (ženke – mužjaci) u korist ženki, tj. ženke su bile brojnije od mužjaka. Gustoća populacije lisnih buha u velikoj je mjeri ovisila o primijenjenim insekticidima namijenjenim za suzbijanje gospodarski važnih štetnika koji se pojavljuju istodobno, tj. nakon primjene insekticida bila je smanjena brojnost vektora fitoplazma.

PSYLLID VECTORS OF THE APPLE PROLIFERATION PHYTOPLASMA IN CROATIA

SUMMARY

Psyllids [Hemiptera: Psylloidea, Psyllidae] are known vectors of fruit tree phytoplasmas. Research of phytoplasma vectors of fruit tree and grapevine was conducted in the period from 2005 till 2007 in the main fruit and grapevine growing regions of Croatia. Monitoring population dynamics and collection of psyllids was carried out in orchards by using entomological net. Determining the presence of vectors was carried out in 39 localities of 14 counties. Two known vectors of the apple proliferation phytoplasma (AP) from genus *Cacopsylla* were found on apple, vectors *Cacopsylla melanoneura* Forster and *C. picta* Forster. The presence of *C. crataegi* Forster, also a possible vector of PD phytoplasma, was identified on apple. In Croatia, vectors of fruit

tree phytoplasmas are widespread in all main fruit growing regions from Istria to eastern Croatia. During three years of research and monitoring of vectors population dynamics in orchards, low-number populations were present. The regime of chemical protection greatly affects the population density of psyllids.

Key words: apple, psyllids, vectors, *Cacopsylla*, apple proliferation phytoplasma (AP), Croatia

LITERATURA

Burckhardt, D., Hodkinson, I. D. (1986.). A revision of the west Palaearctic pear psyllids (Hemiptera: Psyllidae), Bull. Ent. Res. 76, 119-132.

Carraro, L., Osler, R., Loi, N., Ermacora, P., Refatti, E. (2001.). Fruit tree phytoplasma diseases diffused in nature by psyllids. Acta Hort. 550, 345-348.

Frasinghelli, C., Delaiti, L., Grando, M.S., Forti, D., Vindimian, E. (2000.). *Cacopsylla costalis* (Flor, 1861), as a vector of apple proliferation in Trentino. Journal of Phytopathology, 148, 425-431.

Hodkinson, I.D., White, I.M. (1979.). Homoptera, Psylloidea. Handbooks for the identification of British insects. II(5a).

Jarausch, B., Schwind, N., Jarausch, W., Krczal, G., Seemüller, E., Dickler, E. (2003.). First report of *Cacopsylla picta* as a vector for apple proliferation in Germany. Plant Diseases, 87, 101.

Jarausch, B., Schwind, N., Jarausch, W., Krczal, G. (2004.). Overwintering adults and springtime generation of *Cacopsylla picta* (synonym *C. costalis*) can transmit apple proliferation phytoplasmas. Acta Horticulturae, 657, 409-413.

Jarausch, B., Fuchs, A., Schwind, N., Krczal, G., Jarausch, W. (2007.). *Cacopsylla picta* as most important vector for '*Candidatus* Phytoplasma mali' in Germany and neighbouring regions. Bulletin of Insectology, 60(2), 189-190.

Ossiannilsson, F. (1992.). The Psylloidea (Homoptera) of Fennoscandia and Denmark. Fauna entomologica Scandinavica, 26, 7-345.

Schmidt, L. (1970.). Tablice za determinaciju insekata, II Dio, 64-118.

Seemüller, E., Dickler, E., Berwarth, C., Jelkman, W. (2004.a): Occurrence of psyllids in apple orchards and transmission of apple proliferation by *Cacopsylla picta* (syn. *C. costalis*) in Germany. Acta Hort. 657, 533-537.

Seemüller, E., Schneider, B. (2004.b). Phytoplasmas '*Candidatus* Phytoplasma mali', '*Candidatus* Phytoplasma pyri' and '*Candidatus* Phytoplasma prunorum, the causal agents of apple proliferation, pear decline and European stone fruit yellows, respectively. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 54, 1217-1223.

Seljak, G. (2006.). An overview of the current knowledge of jumping plant-lice of Slovenia (Hemiptera: Psylloidea). Acta entomologica Slovenica, 14(1), 11-34.

Steiner, H. (1967.). Die möglich eiten der Klopf methode bei Arbeiten über die Obstbaum faune. Entomofaga H. S. 3, 17-20.

Tedeschi, R., Bosco, D., Alma, A. (2002.a). Population dynamics of *Cacopsylla melanoneura* (Homoptera: Psyllidae), a vector of apple proliferation phytoplasma in northwestern Italy. *Journal of Economic Entomology*, 95, 544-551.

Tedeschi, R., Bosco, D., Alma, A. (2002.b). The identification of the crucial period for the transmission of Apple proliferation by *Cacopsylla melanoneura* (Forster) (Homoptera psyllidae). *Petria* 12 (3), 377-378.

Tedeschi, R., Vinsentin, C., Alma, A., Bosco, D. (2003.). Epidemiology of apple proliferation (AP) in northwestern Italy: evaluation of the frequency of AP-positive psyllids in naturally infected populations of *Cacopsylla melanoneura* (Homoptera: Psyllidae). *Annals of Applied Biology*, 142, 285-290.

Tedeschi, R., Alma, A. (2004.). Transmission of apple proliferation phytoplasma by *Cacopsylla melanoneura* (Homoptera: Psyllidae). *Journal of Economic Entomology*, 97 (1), 8-13.

Tedeschi, R., Ferrato, J., Rossi, J., Alma, A. (2006.). Possible phytotoplasma transovarial transmission in the psyllids *Cacopsylla melanoneura* and *Cacopsylla pruni*. *Plant Pathology* 55: 18-24.

Tedeschi, R., Alma, A. (2007.). '*Candidatus* Phytoplasma mali': the current situation of insect vectors in northwestern Italy. *Bulletin of Insectology*, 60 (2), 187-188.

Vondraček, K. (1957.). Fauna ČSR, Mery-Psyloidea, 9, 229-281.

Wildbolz, T. (1959.). Die Unterscheidung der Eier des Sommerapfelblattsaugers, *Psylla costalis* Flor, von denjenigen seiner Begleitarten. *Zeitschr. Obst-Weinbau*, 68, 172-174.

Znanstveni rad