Rasprostranjenost žutonogog stršljena (Vespa Velutina) u Europi

Đurica, Marta

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:178:079042

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Veterinary Medicine - Repository of PHD, master's thesis

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

VETERINARSKI FAKULTET

MARTA ĐURICA

Rasprostranjenost žutonogog stršljena (*Vespa velutina*) u Europi

DIPLOMSKI RAD

2018.

Sveučilište u Zagrebu

Veterinarski fakultet

Zavod za biologiju i patologiju riba i pčela

PREDSTOJNICA:

Izv. prof. dr. sc. Ivana Tlak Gajger

MENTORICA:

Izv. prof. dr. sc. Ivana Tlak Gajger

Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. Doc. dr. sc. Krešimir Matanović

2. Dr. sc. Josipa Vlainić, Institut Ruđer Bošković

3. Izv. prof. dr. sc. Ivana Tlak Gajger

Zahvale

Zahvalila bi se svojoj mentorici, izv. prof. dr. sc. Ivani Tlak Gajger na ukazanom povjerenju, pomaganju pri odabiru teme i savjetima za izradu ovog diplomskog rada kao i podršci tijekom svih godina studija.

Također, posebnu zahvalu iskazujem cijeloj svojoj obitelji bez čije pomoći i savjeta moje studiranje ne bi bilo moguće.

Naposljetku, zahvaljujem i svojim prijateljima i kolegama na uzajamnoj pomoći i razumijevanju.

Hvala.

Rad je izrađen na Zavodu za biologiju i patologiju riba i pčela Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. PREGLED LITERATURNIH PODATAKA 3
2.1. Biologija azijskog žutonogog stršljena (*V. velutina*) 3
2.1.1. Morfologija 3
2.1.2. Životni ciklus i razmnožavanje 4
2.1.3. Gnijezdo 5
2.1.4. Hrana 5
2.2. Prikaz tijeka invazije žutonogog stršljena (*V. velutina*) na području Japana 6
2.3. Prikaz tijeka invazije žutonogog stršljena (*V. velutina*) na području Italije 6
2.4. Prikaz tijeka i prognoza daljnje invazije žutonogog stršljena (*V. velutina*) na području Velike Britanije 12
2.5. Prikaz tijeka invazije žutonogog stršljena (*V. velutina*) na području Francuske 14
3. Kontrolne mjere 18
4. Posljedice invazije azijskom žutonogim stršljenom 22
4.1. Utjecaj stršljena na medonosne pčele 23
5. ZAKLJUČCI 25
6. LITERATURA 26
7. SAŽETAK 30
8. SUMMARY 31
9. ŽIVOTOPIS 32

Popis slika i tablica

Slika 1. Matica europskog stršljena *V. crabro* (lijevo) i azijskog stršljena *V. velutina* (desno).

Slika 2. Životni ciklus azijskog žutonogog stršljena (*V. velutina*).

Slika 3. Širenje invazije azijskim žutonogim stršljenom (*V. velutina*) duž talijanske obale.

Slika 4. Razmještaj gnijezda azijskog žutonogog stršljena otkrivena 2015. godine.

Slika 5. Mamac.

Slika 6. Primarno gnijezdo.

Slika 7. Sekundarno gnijezdo.

Slika 8. Predviđanje širenja azijskog žutonogog stršljena (*V. velutina*) u Velikoj Britaniji.

Slika 9. Pretpostavljena područja lokalizacije gnijezda *V. velutina* 2015., 2016. i 2017. godine.

Slika 10. Prikaz neškodljivog uništavanja gnijezda *V. velutina* u razdoblju 2007. do 2014. godine.

Slika 11. Rasprostranjenost žutonogog stršljena u francuskoj pokrajini Andernos-les-Bains u razdoblju 2007. do 2014. godine.

Slika 12. Pčele tijekom „klupčanja“ stršljena.

Tablica 1. Udaljenost lokacija na kojima su utvrđeni odrasli primjerci žutonogog stršljena ili njegovog gnijezda od žarišta širenja po godinama.

Tablica 2. Prikaz otkrivenih i neškodljivo uništenih gnijezda *V. velutina* u razdoblju 2007.-2014. godine.

Tablica 3. Prikaz pesticida primjenjivanih pri pripremi mamaca za *V. velutina*.

1. UVOD

Žutonogi azijski stršljen (*Vespa velutina)* invazivna je vrsta u Europi. Potječe iz tropskih i suptropskih krajeva Azije (ARCHER, 1994.). Izvorno područje rasprostranjenosti je Kina do sjeverne Indije. Smatra se da je na područje Europe prevezena oplođena matica tijekom hibernacije u lončanici sa zemljom u kojoj je bila zasađena ukrasna biljka (VILLEMANT i sur., 2011.). Nakon prvog utvrđivanja 2004. godine u Francuskoj vrlo brzo populacija žutonogog stršljena se proširila i u Španjolsku, Portugal, Belgiju, Italiju, Njemačku i Veliku Britaniju (BERTOLINO i sur., 2016.). O samoj brzini širenja populacije stršljena govori činjenica da je 2010. godine invadirano područje zauzimalo 19000 km^2 Europe, 2012. godine 36000 km^2, a danas je stršljan prisutan u većini europskih mediteranskih zemalja (ROME i sur., 2013.). Dinamika širenja azijskog stršljena ovisi o različitim biološkim čimbenicima, poput prisutnosti autohtonih vrsta stršljena (SHIGEKI i KOICHI, 2017.) ili zbog utjecaja geokonfiguracije (BERTOLINO i sur., 2016.).

Invazija vrstom *V. velutina* naglo se povećava osobito u zapadnim dijelovima Europe što sa sobom nosi brojne probleme. Uobičajeno se stršljeni i ose svrstavaju u neprijatelje zajednica medonosne pčele jer napadaju i hrane se odraslim pčelama. Stoga širenje populacije žutonogog azijskog stršljena predstavlja prijetnju za zajednice europske medonosne pčele (*Apis mellifera*) koje nemaju razvijenih obrambenih mehanizama. Invazija novo unesenim stršljenom može imati utjecaja i na ekološku ulogu medonosne pčele te moguće mijenjanje prirodne biološke raznolikosti. Nanosi velike štete komercijalnom pčelarstvu, a svakako doprinosi negativnom sociološkom utjecaju. Sekundarno invazija azijskim žutonogim stršljenom uzrokuje ekonomske gubitke zbog smanjenog prinosa meda i drugih pčelinjih proizvoda, kao i troškova provođenja mjera za uništavanje gnijezda ovog predatora (BEGGS, 2011.). Zbog brzog širenja populacije stršljena, suzbijanje je otežano, te se pritom posebna pažnja pridaje poznavanju njihovog razvojnog ciklusa da bi se pokušalo ograničiti njihovo razmnožavanje.

Problem u suzbijanju i kontroliranju broja stršljenovih gnijezda predstavlja nedovoljno znanje o biologiji i ekologiji vrste. Smatra se da suzbijanje *V. velutina* na području Europe nije moguće, već se nastoji smanjiti štete koje taj invazivni stršljen nanosi pčelarstvu i gospodarstvu općenito. Prisutnost nove vrste stršljena u Europi privukla je veliku medijsku pozornost (MONCEAU i sur., 2013.). Cilj ovog diplomskog rada je pobliže opisati i pojasniti najnovija znanstvena saznanja o biologiji azijskog žutonogog stršljena, načinima širenja te predatorske vrste, štetnim učincima koje čini pojedinačnoj pčeli i na razini cijele pčelinje zajednice, dijagnostičkim postupcima morfološke identifikacije, načinima prevencije, kontroliranja i suzbijanja.

2. PREGLED LITERATURNIH PODATAKA

2.1. Biologija azijskog žutonogog stršljena (*V. velutina*)

2.1.1. Morfologija

Žutonogi azijski stršljen (*V. velutina)* svrstava se u porodicu Vespidae, razred kukaca te red opnokrilaca. Opisane su 22 vrste stršljena na svijetu, a od čega su u Europi autohtono prisutne *Vespa orientalis* i *Vespa crabro*. *V. velutina* ima 11 podvrsta od kojih je *V. velutina nigriothorax* izvorno potvrđena u kontinentalnoj Aziji (SHIGEKI i KOICHI, 2017.). Europski i azijski stršljeni se mogu razlikovati prema boji i veličini tijela.

Europski stršljen (*V. crabro*) je veličine 25 do 35 milimetara, ima žutu glavu i hitinske kolutiće zatka smeđe i smeđe-žute boje, dok su mu prsa i noge crvenkasto-smeđe boje (EDWARDS 1980.).

Azijski žutonogi stršljen (*V. velutina*) je veličine 17 do 32 milimetra, crne boje sa specifično obojenim pojedinim dijelovima tijela žute boje (MONCEAU i sur., 2013.). Prsište mu je crno, kao i zadak, no ima specifično potpuno žuto obojeni četvrti kolutić zatka, čeljusti usnog aparata te goljenice i stopala (NGUYEN i sur., 2006.).



Slika 1. Matica europskog stršljena *V. crabro* (lijevo) i azijskog stršljena *V. velutina* (desno) (MONCEAU i sur., 2013.).

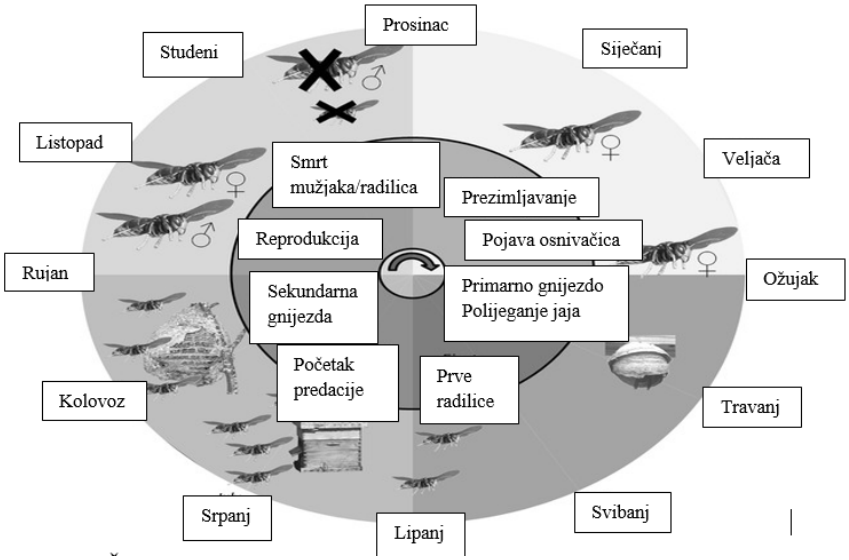
Pri diferencijaciji spolova *V. velutina* koristi se dužina ticala. Naime, ženke azijskog žutonogog stršljena imaju kraća ticala od mužjaka (EDWARDS, 1980.). Matice i radilice se ne razlikuju u boji, a tjelesna masa im može biti promjenjiva, ovisno o količini i kvaliteti hrane (MONCEAU i sur., 2013.).

Pojedini odrasli primjerci *V. velutina* mogu se međusobno razlikovati po boji što ponajprije ovisi o količini melanina u egzoskeletu, odnosno utjecaju vanjskih čimbenika iz njihova staništa (BEQUAERT, 1930., VAN DER VECHT, 1959.). Primjenom molekularnih metoda utvrđena je velika varijabilnost boja na različitim dijelovima tijela kod stršljena različite dobi (PERRARD i sur., 2014.). Tako su utvrđene 23 različite varijacije boja po različitim dijelovima tijela. Ukupno četiri su utvrđene na glavi, pet na prsištu, tri na nogama, sedam na tergitu i četiri na sternitu zatka (PERRARD i sur., 2014.).

2.1.2. Životni ciklus i razmnožavanje

Nakon uspješnog prezimljavanja sparene matice, one u proljeće počinju graditi primarno gnijezdo. Za to koriste pulpu skupljenu iz kore propalog drveća. Primarna gnijezda uglavnom smještaju u šupljinama pri tlu i u grmlju na niskom drveću ili različitim objektima. Matica u gnijezdo polaže prva jaja i smatra se da tada prolazi najkritičniju fazu uspješnog uspostavljanja nove zajednice. Naime, matica sama sagradi gnijezdo, položi jaja te se brine o leglu do izlaska prvih radilica. U ljeto kad se razvije veći broj odraslih radilica, zajednica se premješta u novo sekundarno gnijezdo koje uobičajeno smještavaju vrlo visoko u krošnjama drveća. Sekundarna gnijezda grade se na stablima na visini višoj od 10 metara od tla (ARCHER, 2008.). To gnijezdo može biti veliko i do jednog metra (u dužinu i širinu) te sadržavati preko 10 000 radilica (RORTAIS i sur., 2010.). U jesen dolazi do tzv. sezone razmnožavanja kad je u zajednici prisutno oko 900 mužjaka i 350 spolno zrelih ženki (MONCEAU i sur., 2014.). Najčešći način parenja je jedan mužjak i jedna ženka (monandrija), ali su istraživanja potvrdila i poliandriju (STRASSMANN, 2001.) gdje isti mužjak može osjemeniti više ženki. Parenje se događa u blizini gnijezda, vjerojatno i u gnijezdu (MATSUURA i YAMANE, 1990.; ROSS i CARPENTER, 1991.). Tako neki mužjaci mogu stajati ispred gnijezda i čekati ženke, a drugi mogu biti u okolini gnijezda (MATSUURA i YAMANE, 1990.). Za parenje su bitni privlačni seksualni feromoni koje kod mužjaka izlučuju mandibularna i prsna žlijezda, a kod ženke otrovna žlijezda (POST i JEANNE 1983.; KEEPING i sur., 1986.). Nakon parenja, pred kraj jeseni, matice bez obzira da li su se parile ili ne, traže mjesto za prezimljavanje. Prezimljavaju

u pukotinama stabala ili u tlu. Na uspješnost prezimljavanja utječe niz abiotičkih i genetskih čimbenika (EDWARDS, 1980.; MATSUURA i YAMANE, 1990.). Ono završava u rano proljeće. Mužjaci ugibaju prije zime, a sparene ženke koje uspješno izađu iz hibernacije u proljeće uspostave novu zajednicu (MONCEAU i sur., 2013.).



Slika 2. Životni ciklus azijskog žutonogog stršljena (*V. velutina*) (MONCEAU i sur., 2013.).

2.1.3. Gnijezdo

Radilice azijskog žutonogog stršljena gnijezda grade ovisno o prisutnosti ljudi, vjetru, temperaturi i zaklonu od kiše (KEMPER, 1960.). Ona su građena od mješavine biljnih vlakana s vodom i slinom, tako da po sušenju jednog dodaju nove slojeve. Gnijezda mogu biti smještena na krovovima, pod zemljom, u grmlju (EDWARDS, 1980.). Nalaze se na različitim visinama ovisno o energiji koja se utroši na prijenos tvari za gradnju gnijezda te zaštiti samog gnijezda. Sekundarna gnijezda postavljaju na višim lokacijama (MONCEAU i sur., 2013.).

2.1.4. Hrana

Ugljikohidrati su glavni izvor energije za odrasle jedinke. Izvore ugljikohidrata pronalaze u cvjetnom nektaru, bršljanu, te sazrelom voću. Žutonogi stršljen pčele lovi u neposrednoj blizini košnice tako da čeka povratak pčela skupljačica s paše ili kad polijeću. Uobičajeno su pčele na povratku u košnicu natovarene peludom ili su im medni mjehuri puni

nektara te ih neprijatelj lakše uhvati. Stršljeni neposredno nakon hvatanja plijena otkidaju odrasloj pčeli glavu, ekstremitete i zadak, a iz iščupanog prsnog mišićja oblikuju mesnu kuglicu koju nose u gnijezdo kao glavnu hranu ličinkama. Žutonogi stršljeni često napadaju odrasle pčele, a posebice pri kraju aktivne sezone, kad se razvijaju nove mlade matice koje će oplođene hibernirati do sljedeće sezone. Stršljeni se hrane i različitim člankonošcima, otpadcima ribe i mesa (RAVERET, 2000.).

Međutim, zastupljenost pčela u prehrani azijskog stršljena ovisi o okolišu u kojemu živi. Tako u urbanim područjima, gdje je manja biološka raznolikost kukaca, pčele čine oko 66 %, dok u poljoprivrednim i šumskim predjelima čine svega 35 % njihove ukupne hrane. Katkad pri kraju aktivne pčelarske sezone stršljeni pokušavaju ući u košnice da bi se hranili pčelinjim leglom ili medom.

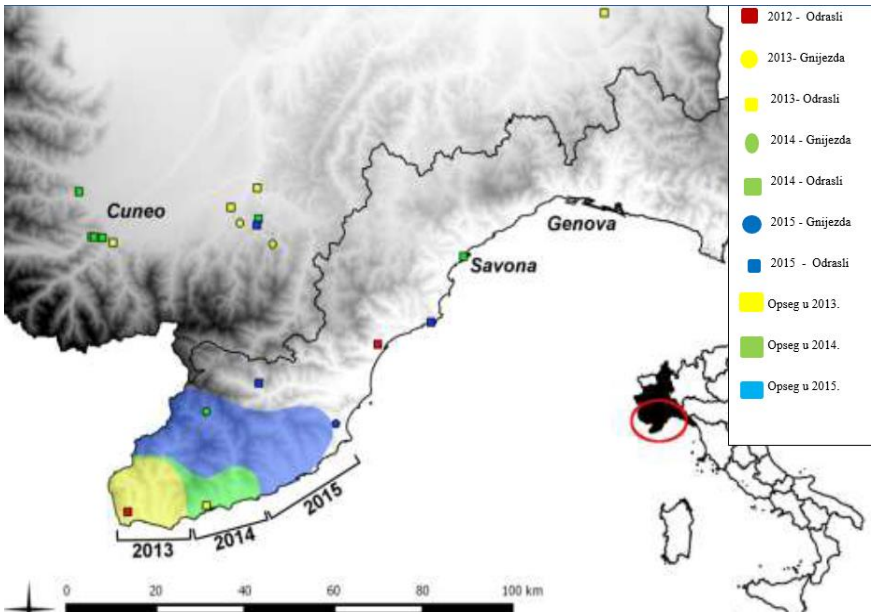
2.2. Prikaz tijeka invazije žutonogog stršljena (*V. velutina*) na području Japana

Azijski žutonogi stršljen je prvi put 2012. godine utvrđen na otočju Thsushima, blizu Koreje (UENO, 2014.). Tijekom 2015. i 2016. godine zamijećen je u Kyushu. Filogenetski podaci govore da je ovaj stršljen unesen s područja Koreje gdje je prvi put kao invazivna vrsta stršljena utvrđen 2003. godine, u gradu Busan. Njegovo širenje je 10 do 20 kilometara godišnje, što je značajnije sporije nego u Europi. Kao razlog tome navodi se prisutnost kompeticije za hranu s autohtonim stršljenom, *Vespa simillima simillima*. 2015. godine pronađeno je gnijezdo u gradu Kjushu, a 2016. godine je uhvaćena prva matica. Zbog zabrinutosti javnosti Ministarstvo okoliša u Japanu je 2015. godine odredilo ovu vrstu invazivnim stršljenom, te je propisala načine i obvezu za kontroliranje broja njegovih gnijezda (SHIGEKI i KOICHI, 2017.).

2.3. Prikaz tijeka invazije žutonogog stršljena (*V. velutina*) na području Italije

Od 2013. godine kad je azijski žutonogi stršljen prvi put utvrđen u Italiji, širenje te invazivne vrste procjenjuje se na osnovi broja uništenih gnijezda. Problem s gnijezdima je što često budu prekrivena bujnim krošnjama na drveću ili se nalaze u zabačenim područjima pa

ostanu neotkrivena ili ih se uoči u kasnu jesen kad otpadne lišće s drveća, a tada su mlade sparene matice već ušle u hibernaciju. Gdje je veća gustoća gnijezda tamo ih se više primijeti i neškodljivo ukloni. Područja na koja su odrasle jedinke došle ranije, zamijećena je veća gustoća otkrivenih gnijezda od onih gdje su došle kasnije. Rezultati istraživanja BERTOLINA i suradnika (2016.) pokazali su da je azijski žutonogi stršljen ušao u Italiju 2012. godine (zamijećene 2 odrasle jedinke). 2013. godine su nađene otkrivene prve za razmnožavanje sposobne zajednice od čega je pet gnijezda otkriveno u Liguriji, dva u Piedmontu. Iduće godine u Liguriji je otkriveno novih 50-tak gnijezda (2014. godine), te 221 gnijezdo tijekom 2015. godine. U Piedmontu nije pronađeno niti jedno novo gnijezdo. Što se tiče širenja područja invadiranog ovom vrstom stršljena u Liguriji ono se povećalo s 205 km^2 na 930 km^2 tijekom 2015. godine. Invazija azijskim žutonogim stršljenom se uz obalu širila oko 18.3 ± 3.3 km na godinu (BERTOLINO i sur., 2016.).

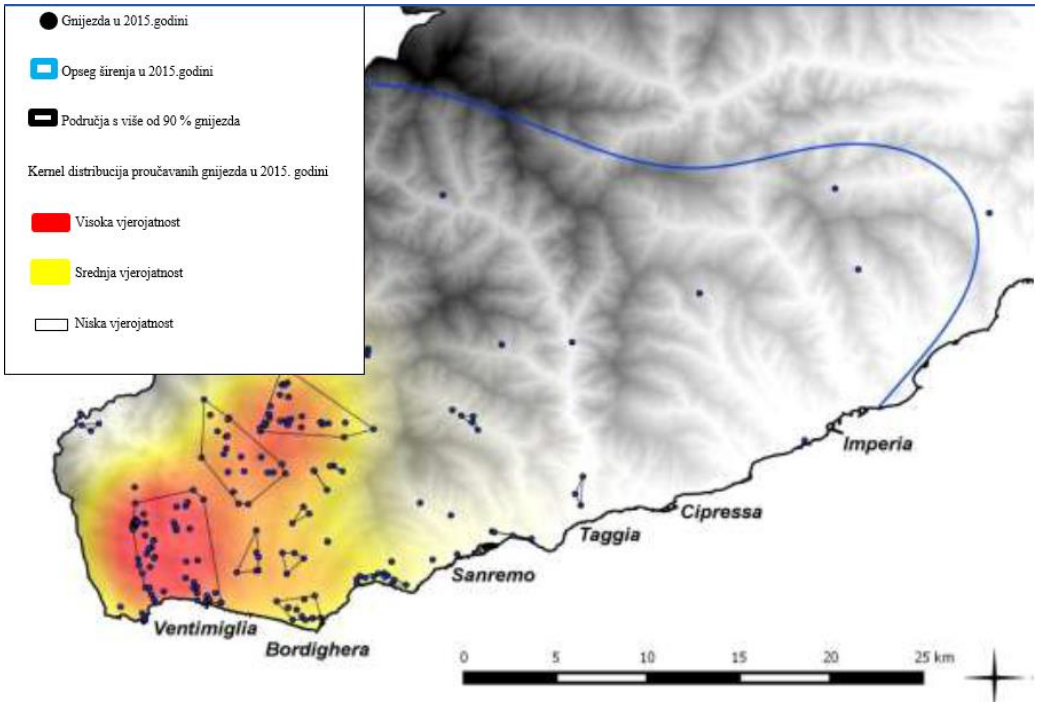


Slika 3. Širenje invazije azijskim žutonogim stršljenom (*V. velutina*) duž talijanske obale (BERTOLINO i sur., 2016.).

Utvrđeno je ukupno 17 zasebnih žarišta sastavljenih od tri ili više gnijezda azijskog žutonogog stršljena. Ta područja zajedno obuhvaćaju 56.5 km^2. Procijenjeno je da su 3.5 gnijezda smještena unutar km^2, a čak 11 njih su na područjima manjim od jednog km^2. Područja koja su veća od jednog km^2 sadrže oko 2.9 gnijezda na km^2. Najviše gnijezda otkriveno je u dolinama (BERTOLINO i sur., 2016.).

Godina	**Regija**	***V. velutina***	**Udaljenost od žarišta širenja (km)**
2012.	Liguria	odrasli primjerci	3.2
2012.	Liguria	odrasli primjerci	68.7
2013.	Liguria	odrasli primjerci	19.7
2014.	Liguria	gnijezdo	13.9
2014.	Liguria	odrasli primjerci	79.2
2015.	Liguria	gnijezdo	21.2
2015.	Liguria	odrasli primjerci	18.3
2015.	Liguria	odrasli primjerci	51.3
2013.	Piedmont	gnijezdo	60.0
2013.	Piedmont	gnijezdo	57.0
2013.	Piedmont	odrasli primjerci	37.1
2013.	Piedmont	odrasli primjerci	58.0
2013.	Piedmont	odrasli primjerci	65.1
2013.	Piedmont	odrasli primjerci	149.5
2014.	Piedmont	odrasli primjerci	36.9
2014.	Piedmont	odrasli primjerci	37.0
2014.	Piedmont	odrasli primjerci	37.3
2014.	Piedmont	odrasli primjerci	45.9
2014.	Piedmont	odrasli primjerci	56.1
2015.	Piedmont	odrasli primjerci	51.9

Tablica 1. Udaljenost lokacija na kojima su utvrđeni odrasli primjerci žutonogog stršljena ili njegovog gnijezda od žarišta širenja po godinama (BERTOLINO i sur., 2016.).



Slika 4. Razmještaj gnijezda azijskog žutonogog stršljena otkrivenih 2015. godine (BERTOLINO i sur., 2016.).

Širenje invadiranog područja u Italiji iznosi otprilike 18.3 km^2 na godinu, a to je puno manje nego u ostalim dijelovima Europe gdje je širenje prosječno 60 do 100 km^2 na godinu (ANONYMOUS, 2011.; BALMORI, 2015.). Sporo širenje u Italiji je vjerojatno posljedica prirodne zapreke u vidu planinskog lanaca između Italije i Francuske. Većina gnijezda koja su nađena u Liguriji su na nadmorskoj visini do 620 metara, a u Piedmontu do 906 metara. Na nekima od tih područja iduće godine odrasle jedinke žutonogog stršljena nisu bile prisutne zato što se nisu mogle prilagoditi okolišu (BERTOLINO i sur., 2016.).

Dvije godine nakon što se invazivna vrsta azijskog žutonogog stršljena pojavila u Italiji provedena su istraživanja na jednoj od podvrsta, *V. velutina nigrithorax*. Ona je od velikog je značaja jer su na njenu prisutnost europske medonosne pčele mnogo osjetljivije, nego azijske vrste medonosne pčele. Odrasli primjerci azijskog žutonogog stršljena su hvatani u razdoblju 2013. i 2014. godine primjenom mamaka koji su visjeli iznad tla na otprilike 1.5 metara.

Takav mamac načinjen je od 1.5 litarske polietilenske boce ispunjene s 0.33 litre 4,7 % alkoholnog piva. Na gornji dio boce stavi se bijeli poklopac koja onemogućava izlazak jednom ušlim stršljenima. Mamac se provjerava svaki tjedan i to od sredine ožujka pa do kad zadnja odrasla jedinka ne bude uhvaćena. S druge strane promatranog područja je postavljena ista

takva boca koja ima žuti poklopac te se njihova pozicija mijenja svaki tjedan (PORPORATO i sur., 2014.).



Slika 5. Mamac (PORPORATO i sur., 2014.).

Kako bi se prikazala promjena u bioraznolikosti pojedinih jedinki prije i poslije dolaska *V. velutina nigrithorax* rabljena je Gini-Simposona formula. U toj formuli prikazan je omjer svake vrste i broja uhvaćenih stršljena. Ta vrijednost pokazuje razinu dominacije pojedine vrste u populacijama.

Prema Engelmannu postoji šest razreda dominacije: eudominanti >32%, dominanti 10 do 31.9%, subdominanti 3.2 do 9.9%, recedentni 1.0 do 3.1%, subrecedentni 0.32 do 0.99%, sporadični <0.32%. Tijekom istraživanja PORPORATA i suradnika (2014.) između u mamcima uhvaćenih jedinki utvrđeno je sedam različitih vrsta od kojih je *V. crabro* bila uvijek eudominantna, *Vespula germanica* je postala od dominantne recedentna, a *V. velutina nigrithorax* od recedentne subdominantna.

U Giardini Hanbury 2013. i 2014. godine je uhvaćen odrasli primjerak azijskog žutonogog stršljena, ali ne tijekom srpnja, kolovoza, rujna kad je bilo promatrano razdoblje. Razlika između uhvaćenih stršljena u mamcima s bijelim i žutim poklopcima nije bila značajna.

Osim u opisanom promatranom području, istraživanje je provedeno i u ostalih 12 invadiranih područja, ali je tijekom obje istraživačke godine azijski žutonogi stršljen konstantno bio prisutan u samo šest područja. Primjerci odraslih jedinki uhvaćeni su i proučavani do sredine prosinca 2014. godine pa do kraja ožujka 2016. godine. Tijekom godine devet mjeseci *V. velutina nigrithorax* pokazuje letačku aktivnost. Ta sposobnost dovela je do situacije da je na kraju kolovoza 2014. godine uspjela približiti na 30 km od granice s Francuskom. Pronađeno je 706 odraslih jedinki od kojih je 617 bilo ženki, a 41 mužjak (PORPORATO i sur., 2014.).

Otkriveno je pet primarnih i osam sekundarnih razvijenih gnijezda na ukupno osam različitih lokacija. Primarna gnijezda pronađena su u kutovima vrata i prozora gospodarskih zgrada, a sekundarna su bila smještena visoko na stablima. Pritom su primarna otkrivena gnijezda bila promjera 34 do 55 milimetara, a dužine 13 do 47 milimetara. Sekundarna gnijezda bila su promjera prosječno 57 cm, a dužine oko 55 centimetara (PORPORATO i sur., 2014.).



Slika 6. Primarno gnijezdo (PORPORATO i sur., 2014.).



Slika 7. Sekundarno gnijezdo (PORPORATO i sur., 2014.).

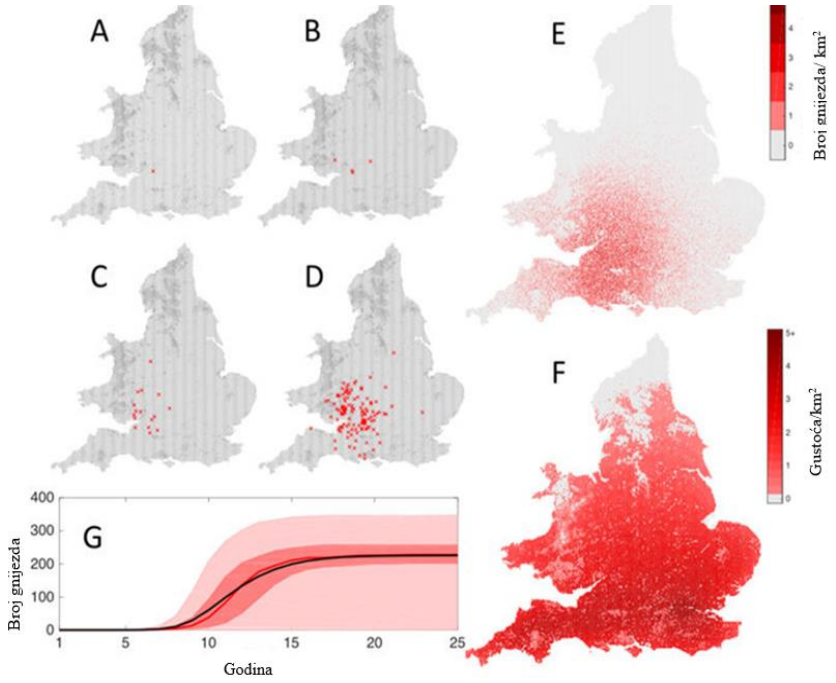
Način života azijskog žutonogog stršljena je proučavan na nadmorskim visinama u rasponu od 20 do 1100 metara. Mlade sparene matice uspješno preživljavaju zimu i grade gnijezda na visini do 900 metara. U Italiji se invazija stršljenom *V. velutina* godišnje proširi 10 do 20 km^2, a u Francuskoj i do 100 km^2 godišnje .

2.4. Prikaz tijeka i prognoza daljnje invazije žutonogog stršljena (*V. velutina*) na području Velike Britanije

2016. godine prvi put je potvrđena prisutnost azijskog stršljena u Velikoj Britaniji. Otkriveno gnijezdo je neškodljivo uništeno, a okolina pretražena te nije pronađen niti jedan primjerak odraslog stršljena. Potom je zabilježen drugi slučaj utvrđene pojedinačne invazije azijskim žutonogim stršljenom u drugom dijelu države. Da bi se stimuliralo moguće daljnje širenje toga predatora korišten je matematički model koji je obuhvaćao: mogućnost uspostavljanja generacije novih sparenih matica u otkrivenim gnijezdima i širenje tih matica po okolini. Taj model se koristio da bi se prognoziralo širenje na temelju otkrića gnijezda 2016. godine. Uzeta je mogućnost da otkriveno gnijezdo nije uništeno, nego je došlo do širenja odraslih jedinki stršljena na druge lokacije (Slika 8). Tako se došlo do zaključka da od jednog gnijezda (A), iduće godine može uspostaviti nova četiri gnijezda (B), za tri godine 16 gnijezda

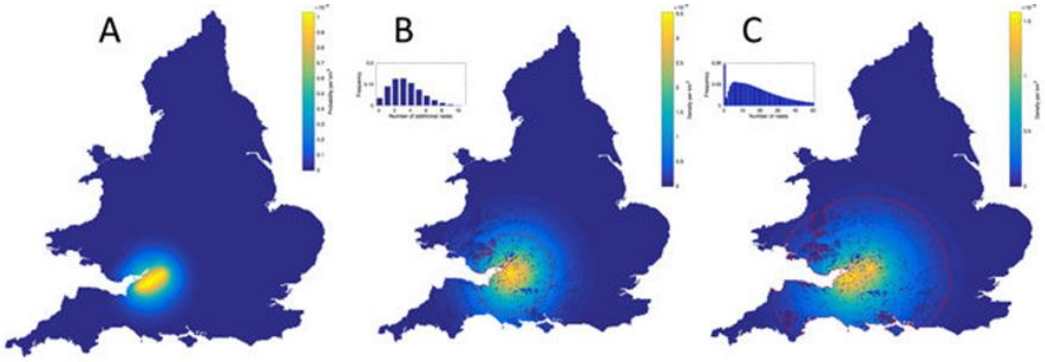
(C), te za pet godina 129 gnijezda (D). Predviđeno je da bi za 10 godina moglo biti prisutnih do 50 000 gnijezda, odnosno pet gnijezda po km^2 (E). (KEELING i sur., 2017.).

Saznanje da je utvrđena prisutnost i druge jedinke odraslog stršljena *V. velutina* dovelo je do razmišljanja da je do prvog unošenja na proučavano područje došlo vjerojatno još 2015. godine, ali da je invazija ostala nezamijećena.



Slika 8. Predviđanje širenja azijskog žutonogog stršljena (*V. velutina*) u Velikoj Britaniji (KEELING i sur., 2017.).

Na slici 9. prikazana su pretpostavljana područja lokalizacije gnijezda *V. velutina* nakon unošenja u Veliku Britaniju (A), a B i C mape pokazuju prognozu oko daljnjeg širenja pri čemu je crvena linija oznaka granice visoko rizične regije koja je prikazana žutom bojom, a sve izvan crvene linije se smatra područjem gdje će biti manje od jednog gnijezda na km^2 (KEELING i sur., 2017.).



Slika 9. Pretpostavljena područja lokalizacije gnijezda *V. velutina* 2015., 2016. i 2017. godine (KEELING i sur., 2017.)

2.5. Prikaz tijeka invazije žutonogog stršljena (*V. velutina*) na području Francuske

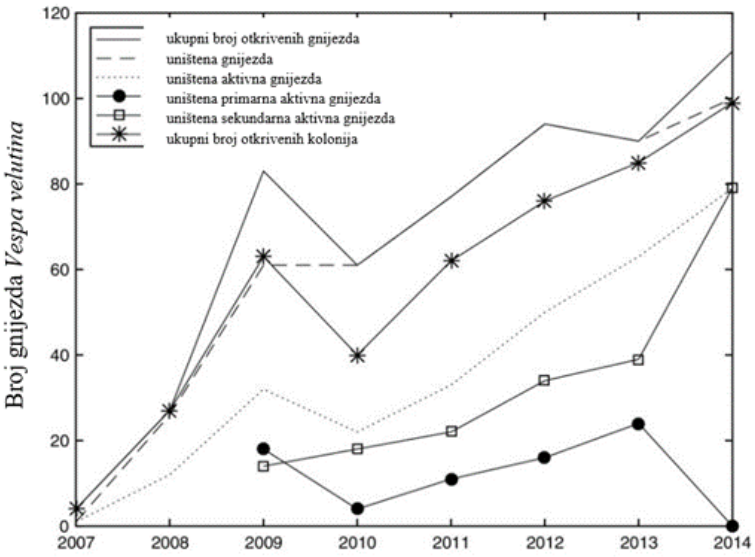
U Tablici 2. prikazani su slučajevi utvrđivanja prisutnih gnijezda *V. velutina* na području pokrajine Andernos-les-Bains u Francuskoj u razdoblju 2007. do 2014. godine. Za otkrivanje gnijezda koristili su se podaci koje je prijavili građani i pčelari od 2007. do 2009. godine, pa opet u 2014. godini. Ljudi koji su prijavljivali otkrivena gnijezda azijskog žutonogog stršljena procjenjivali su prema veličini i obliku da li je ono primarno ili sekundarno, ali sama veličina skinutih gnijezda nije bila dokumentirana. Gnijezda *V. velutina* pronađena u 2007. godini su označena kao aktivna ili neaktivna. Krajem srpnja za gnijezda koja su bila označena kao primarna se pretpostavljalo se da su neaktivna, a uništavanje takvoga gnijezda nije predstavljalo uništavanje zajednice stršljena. Sekundarna gnijezda su neškodljivo uništavana krajem studenog te su u to doba sezone također smatrana neaktivnim (MONCEAU i sur., 2014.) te nisu pridonosila uništavanju zajednica invazivnog stršljena (FRANKLIN i sur., 2016.).

Da bi se izračunao ukupni broj reproduktivnih zajednica azijskog žutonogog stršljena u određenoj godini koristila se formula kojom se broj primarnih gnijezda koja su uništena kad su bila aktivna zbrojio s ukupnim brojem sekundarnih gnijezda koja su nađena kao aktivna ili neaktivna. Za primarna gnijezda koja nisu bila aktivna smatralo se da su već stvorila sekundarna

gnijezda. Pošto od 2007. do 2008. godine gnijezda nisu bila zabilježena kao primarna ili sekundarna, ona su promatrana kao broj utvrđenih zajednica *V. velutina*.

Tip	**Godine „pasivnog“ praćenja pojavnosti gnijezda *V. velutina* u Francuskoj**							
	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
Broj otkrivenih gnijezda	4	27	83	61	77	94	90	11
Primarna gnijezda	0	0	38	25	26	34	29	12
Sekundarna gnijezda	0	0	45	36	51	60	61	99
Aktivna primarna uništena	-	-	18	4	11	16	24	0
Aktivna sekundarna uništena	-	-	14	18	22	36	39	79
Broj uništenih zajednica stršljena	4	27	63	40	62	76	85	99

Tablica 2. Prikaz otkrivenih i neškodljivo uništenih gnijezda *V. velutina* u razdoblju 2007. do 2014. godine (FRANKLIN i sur., 2016.).

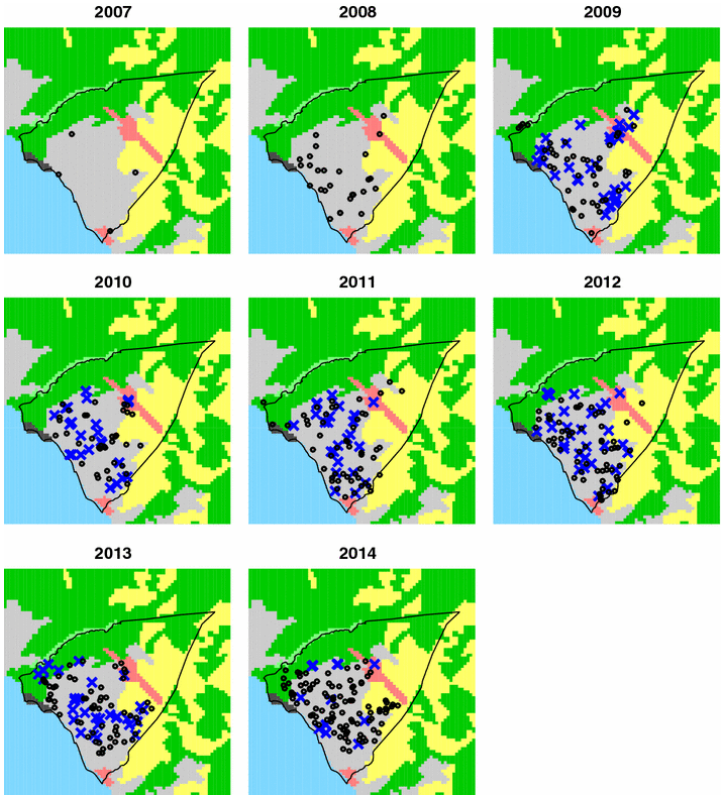


Slika 10. Prikaz neškodljivog uništavanja gnijezda *V. velutina* u razdoblju 2007. do 2014. godine (FRANKLIN i sur., 2016.).

2007. godine otkrivena su četiri gnijezda od čega su tri pronađena na stablu hrasta, a jedno na boru. Prvo je pronađeno 6. listopada 2007. godine i ono je bilo neaktivno, drugo je pronađeno 22. listopada 2007. godine i ono je bilo aktivno i uništeno, a zadnja dva su bila pronađena tek u zimu pa se može zaključiti da su najmanje tri gnijezda proizvela nove jedinke iduće godine. Te godini nisu uništena tri otkrivena gnijezda zbog toga što su nađena nakon odlaska mladih sparenih matica u hibernaciju. U idućim godinama dolazi do „masovnog razmnožavanja zajednica „ *V. velutina* pa je tako 2008. godine utvrđena prisutnost 27 gnijezda, a 2009. godine 83 gnijezda. U 2008. godini je 26 od 27 gnijezda uspješno uništeno. 12 od njih su bili neškodljivo uništeni u trenutku kad su u njima bile aktivne zajednice azijskog žutonogog stršljena, a u 15 su nađene uzgojene nove jedinke koje bi započele stvaranje novih zajednica.

2010. godine otkriveno je novih 61 gnijezdo što je vjerojatno posljedica uništavanja aktivnih gnijezda prethodnih godina, ali veliku ulogu imao je i utjecaj klime. Idućih godina promatranja, pa sve do 2014. dolazilo je svake godine do beznačajnog povećanja broja otkrivenih gnijezda (FRANKLIN i sur., 2016.).

Većina otkrivenih gnijezda *V. velutina* nađena je u urbanim područjima. Poneka pojedinačna gnijezda pronađena su izvan urbanog područja, ali u neposrednoj blizini urbanog dijela.



Slika 11. Rasprostranjenost žutonogog stršljena u francuskoj pokrajini Andernos-les-Bains u razdoblju 2007. do 2014. godine ; (površina 8 x 8 km, crna crta označava granicu promatranog područja, svijetlosiva boja je urbano područje, tamno siva je luka na obali, roza je travnato područje, svijetlozelena predstavlja šume, žuta je grmlje, i svijetloplava je more; plavi križići predstavljaju primarna gnijezda, crni kružići sekundarna gnijezda) (FRANKLIN i sur., 2016.).

3. Kontrolne mjere

Već od 19. stoljeća primjenjivano je mnogo metoda za suzbijanje invazija stršljenima, ali je većina bila neuspješna (BEGGS, 2011.). Zbog naglog globalnog širenja njihove populacije nemoguće je potpuno suzbijanje, pa se radi na metodama koje nepovoljno djeluju na njihov životni ciklus: uništavanje gnijezda, hvatanje radilica i matice, kontroliranje stupnja razmnožavanja, kao i metode biološke kontrole.

Uništavanje gnijezda može biti kemijsko, upotrebom insekticida ili biocidnog plina koji je upuhan u gnijezdo ili mehaničko. To može biti učinkovito jedino ukoliko su sve pojedinačne odrasle jedinke stršljena uništene da se zajednica ne bi premjestila na drugo mjesto. Potpuno i pravodobno uništavanje svih gnijezda *V. velutina* je nemoguće jer je većina gnijezda skrivena sve dok ne dosegne potpunu veličinu, te zbog toga što nove sparene matice mogu napustiti gnijezdo i započeti hibernaciju prije nego je ono uništeno.

Hvatanje pojedinačnih odraslih jedinki se radi uz pomoć mamaca koji sadrže hranu (meso, riba) tretiranu insekticidima, a koriste se najviše zbog toga jer su jednostavni i jeftini. Namijenjeni su za hvatanje samo ciljane vrste, no problem je u tome što takav proizvod nije dovoljno specifično razvijen samo za azijskog žutonogog stršljena. Također, za uništavanje stršljena bitno je da se ne uzrokuje otrovanje pčela. Radilice se mogu uništavati mehanički ispred njihovog gnijezda ili mamcima, ali ova metoda mogla bi biti više za lokalnu preventivu nego za smanjivanje populacije stršljena.

Hvatanje sparenih matica može se raditi prije ili poslije prezimljavanja. U jesen i na početku zime populacija matica azijskog žutonogog stršljena je dosta velika pa je to vrijeme pogodno za uništavanje (MONCEAU i sur., 2013.). Tijekom proljeća se uglavnom koriste mamci koji su s druge strane kontroverzni jer se smatra da hvatanje mamcima u proljeće dovodi do moguće štete za drugu entomofaunu (MONCEAU i sur., 2012.).

Postoji nekoliko mogućnosti za biološku kontrolu azijskog stršljena primjenom njihovih nametnika koji mogu imati veliku ulogu u smanjivanju rasta populacije ovog invazivnog stršljena (PRENTER i sur., 2004.; DUNN, 2009.). *V. velutina* se nije prilagodila na endemične nametnike te je moguće da se zarazi parazitima medonosne pčele kao primarnog nositelja. Za razvijanje biološkog kontroliranja bitno je poznavanje biologije i ekologije ove vrste (MONCEAU i sur., 2013.).

Najbolja strategija uklanjanja štetočina je kombinacija kemijske kontrole s drugim biološko-tehnološkim metodama. Dosta uspješna metoda smatra se korištenje otrovnih mamaca (BEGGS, 2011.). Takva kontrola trebala bi biti usmjerena na uništavanje zajednice, a ne samo pojedinačne odrasle jedinke stršljena. Postavljeni mamci su stoga ako se postavljaju u proljeće fatalni za maticu, a u ljeto za radilice. No, nisu opasni za cjelokupnu zajednicu iako se mogu koristiti za promatranje dinamike rasta populacije (ROME i sur., 2011.). Međutim, postoje određeni problemi u suzbijanju ove invazivne vrste stršljena jer hvatanje matice u proljeće nije dovoljno za potiskivanje populacije azijskog stršljena. Naime, mnogo primarnih gnijezda propada i bez primjene kontrolnih mjera, a samo manji broj sparenih matica uspije uspostaviti sekundarno gnijezdo (BEGGS, 2011.; MONCEAU i THIERY, 2016.). Isto tako se nailazi na problem jer zajednica može proizvesti veliki broj radilica (ROME i sur., 2011.).

Moguće je tzv. uklanjanje gnijezda azijskog žutonogog stršljena rukom kod čega se u gnijezdo prska piretroidnim insekticidom i onda se naknadno mehanički uklanja (ONO, 1997.), ali to nije siguran način kontroliranja jer se ljudi izlažu velikoj opasnosti od uboda, ali i pada s velikih visina budući da su gnijezda smještena uglavnom na visinama višim od 10 metara (Rome i sur., 2015.). Da bi kemijski načini kontroliranja bili uspješni mora se poznavati biologija ovog predatora. Većina radilica stršljena se ne razmnožavaju nego izlaze iz gnijezda i skupljaju hranu za ličinke (GENTZ, 2009.; RUST i SU, 2012.). Potrebno je postaviti otrovne mamke koje će radilice nositi u gnijezdo i dijeliti s ostatkom zajednice. Otrov kojim se tretira meso ili riba koji najčešće predstavljaju mamac bi trebao biti sporo razgrađujući i sporo djelujući (RUST i SU, 2012.). Nekoliko znanstvenih članaka obrađuje problematiku tzv. kemijskog kontroliranja brojnosti osa, a niti jedan specifično stršljena, no budući da su srodnici smatra se da bi takve kemijske metode kontroliranja broja štetnika mogle biti korisne (BEGGS, 2011.).

Djelatna tvar	**Koncentracija**	**Mamac**	**Područje primjene**
Acetamiprid	0,05 %	Riba, mačja hrana s piletinom	SAD, Kalifornija
Amidinohidrazon	0,50 %	Mačja hrana s tunom	SAD, Hawaii
Avermektin	0,01 %	Mačja hrana s tunom	SAD, Hawaii
Bifentrin	0,05 %	Mačja hrana s ribom ili piletinom	SAD, Hawaii
Borna kiselina	1 %	Mačja hrana s tunom	SAD, Hawaii
Kloridan	1 %	Kuhano konjsko meso	SAD, Kalifornija
	1%	Kuhano konjsko meso	SAD, Kalfornija
Klorfenapir	0,05 %	Mačja hrana s ribom ili pietinom	SAD, Kalifornija
Klorpirifos	0,25 %	Svježa i sušena teletina	Argentina
Diazinon	0,69 %	Piletina	SAD, Hawaii
	0.50 %	Mačja hrana s tunom	SAD, Kalifornija
	0,50 %	Mačja hrana s tunom	SAD, Hawaii
Dinotefuran	0,05 %	Mačja hrana s piletinom ili ribom	SAD, Kalifornija
Esfenvalerat	0,05 %	Mačja hrana s piletinom ili ribom	SAD, Kalifornija
Fenoksikarb	1 %	Mačja hrana s tunom	SAD, Hawaii
Fipronil	0,10 %	Teletina	Argentina
	0,025-0,1 %	Svježe meso valabija	Australija, Tasmania
	0,10 %	Pileća prsa	SAD, Hawaii
	0,05%	Mačja hrana s piletinom ili ribom	SAD, Kalifornija
	0,03 %	Pileća prsa	SAD, Kalifornija
	0,10 %	Sardina	Novi Zeland
	0,10 %	Komercijalni proteinski mamci	Novi Zeland
	0,10 %	Komercijalni mamci s piletinom	Novi Zeland

Hidrametilnon	2 %	Svježa i sušena teletina	Argentina
Imidakloprid	0,05 %	Mačja hrana s piletinom ili ribom	SAD, Kalifornija
Indoksakarb	0,05 %	Mačja hrana s piletinom ili ribom	SAD, Kalifornija
Mireks	1 %	Mačja hrana s piletinom	SAD, Kalifornija
Permetrin	0,30 %	Svježa i sušena teletina	Argentina
Monofloracetat	0,001-1 %	Mačja hrana sa sardinom	Novi Zeland
	1 %	Mačja hrana sa sardinama	Novi Zeland
Spinosad	0,05 %	Mačja hrana s piletinom ili ribom	SAD, Kalifornija
Sulfluramid	0,25-1 %	Mačja hrana sa sardinom	Novi Zeland
	1 %	Sardina	Novi Zeland
Tetraklorovinofos	0,75 %	Mačja hrana s tunom	SAD, Kalifornija

Tablica 3. Prikaz pesticida primjenjivanih pri pripremi mamaca za *V. velutina* (BEGGS, 2011.).

Kemijska kontrola bi mogla biti zadovoljavajuća ako se uspije uništiti preko 80% radilica ili se zajednica raspadne unutar dva tjedna od izlaganja otrovu, normalna ako je izazvana značajno, ali ograničeno smanjenje ili sporo ali značajno smanjenje broja radilica, te niska ako je izazvano neznačajno ili nikakvo smanjenje broja radilica stršljena.

4. Posljedice invazije azijskom žutonogim stršljenom

Invazija ove predatorske vrste stršljena na području Europe imala je značajnu ulogu u ekonomiji, ekologiji, ukupnom gospodarstvu i socijalnom aspektu na ljude (BEGGS, 2011.). Unošenje nove vrste predatora može dovesti do toga da se autohtoni predatori premještaju na druga područje jer dolazi do međusobnog natjecanja za iste izvore hrane, do agresije između vrsta, a i s novim predatorima često se unose i novi patogeni uzročnici bolesti (SYNDER i EVANS, 2006.).

V. velutina i *V. crabro* mogu živjeti na istom području te se međusobno nadmetati za plijen medonosne pčele (BARACCHI i sur., 2010.). Invazija vrstom *V. velutina* ima veliki utjecaj na uzgoj zajednica medonosne pčele, ali budući da je invazija nastala relativno nedavno, proučavanja o tom nepovoljnom utjecaju su nedovoljno razjašnjena. Tako se navodi podatak da je pčelar izgubio 80 % zajednica medonosnih pčela zbog posljedica prisutnosti *V. velutina* (CAZENAVE, 2013.). Također, 5 % gnijezda je uništeno od strane azijskog stršljena svake godine i da je 16 i 27 % oslabilo u 2009. i 2010. godini, premda se ovi podaci trebaju uzeti s oprezom jer nisu svi pčelari stručnjaci. Isto tako je dosta teško razlikovati štetu napravljenu od strane azijskog stršljena i ostalih bolesti i prijetnji europskoj medonosnoj pčeli (COX-FOSTER i sur., 2007.; BROWN i PAXTON, 2009.; JOHNSON i sur., 2010; LE CONTE i sur., 2010.; POTTS i sur., 2010.; VAN ENGELSDORP i MEIXNER, 2010.; HENRY i sur., 2012.).

Veliki je utjecaj i troškova povezanih s uništavanjem gnijezda. Tako postoje brojne tvrtke je se bave njihovim uništavanjem. Svako gnijezdo uništavano je otprilike sat vremena i za jedno gnijezdo naplaćuje se prosječno 110 eura te obuhvaća dva posjeta. Jedan da se u otkriveno gnijezdo aplicira insekticid, a drugi put se dolazi tjedan dana kasnije da bi se gnijezdo mehanički uklonilo te kako bi se sve odrasle jedinke stršljena vratile u gnijezdo, a da pritom ne dođe do otrovanja drugih vrsta životinja (BEGGS, 2011.).

4.1. Utjecaj stršljena na medonosne pčele

Azijski žutonogi stršljen hrani se pčelama radilicama koje skupljaju hranu (MATSUURA i YAMANE, 1990; LI, 1993.). I predator i lovina razvijaju metode napada i obrane. Kad se stršljen previše približi zajednici medonosne pčele, pčele stražarice obavještavaju ostale pčele (KEN i sur., 2005.). Ukoliko stršljen i dalje napada, pčele stražarice stoje ispred ulaza te tresu svojim tijelima kako bi zastrašile napadača. Ako su stršljeni ustrajni u svom pokušaju napada, pčele se tresu sve jače, a par stražarica odlazi do stršljena, hvata ga te formiraju kuglu oko njega, tzv. klupčanje. Pritom pčele okruže stršljena te treperenjem krila dolazi do povišenja temperature na oko 45 do 46.8 °C , što je smrtonosno za stršljena, a ne i za pčele. No, dogodi se da jedna do dvije pčele ugibaju tijekom tog procesa. Nekoliko pčela napušta klupko kako bi kontrolirale da li ima drugih stršljena. U tom klupku oko stršljena nalazi se oko 86 do 240 pčela te tako ostaju 44 do76 minuta. Što veći broj pčela formira klupko to je vrijeme do usmrćivanja stršljena kraće.

Stršljeni razvijaju svoje metode napada. Preferiraju radilice medonosne pčele jer ona nema toliko dobro razvijene obrambene mehanizme pa lakše ulaze u pčelinjak, ubijaju pčele i uzimaju nektar. Neki od njih napadaju na stražnjem dijelu pčelinjaka što im omogućava hvatanje jedinki bez opasnosti od stražarica. Hvataju pčele u letu i na biljkama, a neki love u skupinama po tri do četiri kako bi odvukli pozornost pčelama i kad se pčela nađe sama, uhvate ju (DHARAM, 2006.).



Slika 12. Pčele tijekom „klupčanja“ stršljena (http://sportslife.blogspot.hr/2012/01/30-japanese-hornets-massacre-30000-bees.html?m=1).

Napadi azijskog žutonogog stršljena se podudaraju s razdobljem nedostatne količine nektara u prirodi. Matice stršljena *V. velutina* obilaze područja pčelinjaka u potrazi za hranom kako bi prehranile sebe, ali i svoje ličinke te pokušavaju naći materijal za gradnju gnijezda. Od srpnja do listopada je razdoblje koje se smatra najvećim rizikom za pčele jer u to vrijeme stršljeni imaju najveću potrebu za hranom, jer dolazi do porasta gnijezda.

5. ZAKLJUČCI

Žutonogi azijski stršljen (*V. velutina*) je invazivna vrsta stršljena na području Europe.

Zbog naglog širenja na nova područja i načina prehrane koji uključuje i odrasle jedinke medonosne pčele, njegova prisutnost ima nepovoljan utjecaj na pčelarstvo.

U svrhu pravodobnog i učinkovitog kontroliranja potrebno je informirati pčelare, ali i javnost, o njegovoj važnosti te ih upoznati s učinkovitim metodama suzbijanja i kontroliranja.

Zanemarivanje prisutnosti ove invazivne vrste stršljena moglo bi dovesti do daljega širenja na nova područja, a time i do značajnih ekonomskih šteta i gubitka vezanih uz prinos meda, ali i mogućeg poremećaja prirodnih ekosustava.

6. LITERATURA

ANONYMOUS (2011): La amenaza de la avispa asiática para la producción apícola de la CAPV. Grupo Técnico en Apicultura del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco, Diputaciones Forales de País Vasco, Servicios de Ganadería, Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario. Sustrai revista agropesquera 95, 78–83 .

ARCHER, M. E. (1994): Taxonomy, distribution and nesting biology of the Vespa bicolor group (Hym., Vespinae). Entomol. Mag. 130, 149-158.

ARCHER, M. E. (2008): Taxonomy, distribution and nesting biology of species of the genera Provespa Ashmead and Vespa Linnaeus (Hymenoptera, Vespidae). Entomol. Mag. 144, 69–101.

BALMORI, A. (2015): Sobre el riesgo real de una expansiòn generalizada de la Avispa Asiàtica *Vespa velutina Lepeletier*, 1836 (Hymenoptera: Vespidae) en la Penìnsula Ibérica. Bull. Soc. Entomol. Aragonesa 56, 283–289.

BARACCHI, D., G. CUSSEAU, D. PRADELLA, S. TURILLAZZI (2010): Defence reactions of *Apis mellifera ligustica* against attacks from the European hornet *Vespa crabro*. Ethol. Ecol. Evol. 22, 1–14.

BEGGS, J. R. (2011): The ecological consequences of social wasps (*Vespula* spp.) invading an ecosystem that has an abundant carbohydrate resource. Biol. Conserv. 99, 17–28.

BERTOLINO, S. , S. LIOY, D. LAURINO, A. MANINO, M. PORPORATO (2016): Spread of the invasive yellow-legged hornet *Vespa velutina* (Hymenoptera: Vespidae) in Italy. Appl. Entomol. Zool. 5, 589-597. DOI: 10.1007/s13355-016-0435-2

CAZENAVE, C. (2013): L'offensive e ´clair d'un tueur en se ´rie. Sciences et Avenir 175, 58–61.

DHARAM, P. (2006) : Defensive behaviour od *Apis cerana* F. against predatory wasps. J. Apicul. Sci. 50, 39-45.

DUNN, A. M. (2009) : Parasites and biological invasions. Adv. Parasitol. 68, 161–184.

EDWARDS, R. (1980): Social wasps. Their behaviour and control. Rentokil Limited, Sussex, pp. 172–207.

FAO and WHO (2016) : Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group. FAO Plant Production and Protection.

FRANKLIN, D. (2016): Invasion dynamics of Asian hornet, *Vespa velutina* (Hymenoptera: Vespidae): A case study of a commune in south-west France. Applied Entomology and Zoology 52, 221–229.

GENTZ, M. C. (2009): A review of chemical control options for invasive social insects in island ecosystems. J. Appl. Entomol. 133, 229– 235.

KEELING M. J., D. N. FRANKLIN, S. DATTA1, M. A. BROWN, G. E. BUDGE (2017): Predicting the spread of the Asian hornet (*Vespa velutina*) following its incursion into Great Britain. Sci. Rep. 7, 6240.

KEMPER, H. (1960): U ¨ber die nistplatz auswahl bei den sozialen faltenwespen Deutschlands. Z. Angew. Zool. 47, 457–483.

KEN, T. , H. R. HEPBURN , S. E. RADLOFF, YU. Y. YUSHENG , Z. LIU DANYIN, P. NEUMAN (2005): Heat-balling wasps by honeybees. Naturwissenschaften 92, 492–495.

MATSUURA, M., S. YAMANE (1990): Biology of vespine wasps. Springer Verlag, Berlin. Biol. Conserv. 78, 125-142.

MONCEAU, K., O. BONNARD, D. THIE´RY(2012): Chasing the queens of the alien predator of honeybee: a water drop in the invasiveness ocean. Open J. Ecol. 2, 183–191.

MONCEAU, K., O. BONNARD, D. THIE ´RY (2013): *Vespa velutina*: a new invasive predator of honeybees in Europe. Apidologie 44, 209–221.

MONCEAU, K., O. BONNARD, D. THIE´RY (2014): *Vespa velutina*: a new invasive predator of honeybees in Europe. J. Pest. Sci. 87, 1–16.

MONCEAU, K., D. THIERY (2016): *Vespa velutina* nest distribution at a local scale: an 8-year survey of the invasive honeybee predator. Insect Sci. 49, 137-142.

NGUYEN, L. T. P., F. SAITO, J. - I. KOJIMA, J. M. CARPENTER (2006): Vespidae of Vietnam (Insecta: Hymenoptera). 2. Taxonomic notes on Vespinae. Zool. Sci. 23, 95–104.

ONO, M. (1997): Science of Japanese hornets (*Vespa* spp.). Kaiyu-sha, Tokyo. 174 pp.

PERRARD, A., K. M. PICKETT, C. VILLEMANT, J. - I. KOJIMA, J. CARPENTER (2013): Phylogeny of hornets: a total evidence approach (Hymenoptera, Vespidae, Vespinae, Vespa). J Hymenopt. Res. 32, 1–15.

PORPORATO, M., M. AULO , D. LAURINO, S. DEMICHELIS (2014): *Vespa velutina* Lepeletier: A first assessment two years after its arrival in Italy. Redia, XCVII , 189-194.

PRENTER J., C. MACNEIL , J. T. A. DICK, A. M. DUNN (2004): Roles of parasites in animal invasions. Trends Ecol. Evol. 19, 385–390.

RAVERET, R. M. (2000): Social wasp (Hymenoptera: Vespidae) foraging behaviour. Annu. Rev. Entomol. 45, 121–150.

ROME Q., L. DAMBRINE, C. ONATE, F. MULLER, C. VILLEMANT, A. L. GARCÍA PÉREZ, M. MAIA, P. CARVALHO ESTEVES, E. BRUNEAU (2013) : Spread of the invasive hornet *Vespa velutina* Lepeletier, 1836, in Europe in 2012 (Hym., Vespidae). Bull. Soc. Entomol. Fr 118, 21–22.

ROME, Q., A. PERRARD, F. MULLER, C. VILLEMANT (2011): Monitoring and control modalities of a honeybee predator, the yellow-legged hornet *Vespa velutina nigrithorax* (Hymenoptera: Vespidae). Aliens 31, 7–15.

ROME, Q., F. J. MULLER, A. TOURET-ALBY, E. DARROUZET, A. PERRARD, C. VILLEMANT (2015): Caste differentiation and seasonal changes in *Vespa velutina* (Hym.: Vespidae) colonies in its introduced range. J. Appl. Entomol. 139, 771–782.

RORTAIS, A., C. VILLEMANT, O. GARGOMINY, Q. ROME, J. HAXAIRE, A. PAPACHRISTOFOROU, G. ARNOLD (2010): A new enemy of honeybees in Europe: the Asian hornet *Vespa velutina*. In: Settele J. et al. (eds) Atlas of biodiversity risks—from Europe to globe, from stories to maps. Pensoft, Sofia, pp. 181.

RUST, M. K., N. Y. SU (2012): Managing social insects of urban importance. Annu. Rev. Entomol. 57, 355-375.

SHIGEKI, K., G. KOICHI (2017): Review of the invasive yellow‐legged hornet, *Vespa velutina* nigrithorax (Hymenoptera: Vespidae), in Japan and its possible chemical control. Appl. Entomol. Zool. DOI: 10.1007/s13355-017-0506-z.

STRASSMANN, J. (2001): The rarity of multiple mating by females in the social Hymenoptera. Insect Soc. 48, 1–13.

UENO, T. (2014): Establishment of the invasive hornet *Vespa velutina* (Hymenoptera: Vespidae) in Japan. Int. J. Chem. Environ. Biol. Sci. 2, 220–222.

VILLEMANT, C., M. BARBET-MASSIN, A. PERRARD, F. MULLER, O. GARGOMINY, F. JIGUET, Q. ROME (2011): Predicting the invasion risk by the alien bee-hawking yellow-legged hornet *Vespa velutina* nigrithorax across Europe and other continents with niche models. Biol. Conserv. 144, 2142–2150.

7. SAŽETAK

Azijski žutonogi stršljen *(Vespa velutina*) je invazivna vrsta koja je u Europu unesena s područja Kine. 2004. godine prisutnost stršljena je zabilježena u Francuskoj, a ubrzo nakon toga invazija se poširila po ostalim europskim državama. Azijski žutonogi stršljen značajan je kao štetnik u pčelarstvu zbog negativnog utjecaja na medonosne pčele, te ima negativni utjecaj na sociološki apsekt kod ljudi. Predstavlja konkurenciju autohtonim vrstama stršljena te utječe na ekosustav invadiranog područja. Ubija odrasle medonosne pčele i posljedično smanjuje prinos meda. Razvija različite tehnike kojima se nastoji približiti pčelama, a sukladno tome i pčele koriste metode obrane. Obrambeni mehanizam pčela se zasniva na formiranju tzv. tepiha na letu. Prilagodljiv je na različite klimatske uvjete. Gnijezda postavlja na različitim lokacijama, nadmorskim visinama i različitim područjima, od jako naseljenih do nenaseljenih. U suzbijanju *V. velutina* se koriste brojne metode, od ručnog uništavanja gnijezda, do upotrebe insekticida te kontroliranja razmnožavanja. Poznati su slučajevi alergijskih reakcija kod ljudi nakon uboda *V. velutina*, kao i smrtni ishodi.

Ključne riječi: *Vespa velutina*, medosnosna pčela, insekticidi, predator

8. SUMMARY

DISTIBUTION OF ASIAN YELLOW-LEGGED HORNET (*Vespa velutina*) IN EUROPE

Asian yellow-legged hornet (*Vespa velutina*) is an invasive species that is embedded in Europe from the area of China. In 2004, the presence of the hornet was recorded in France, and shortly thereafter the invasion spread out to others European countries. Asian yellow-legged hornet is significant as a pest in beekeeping because of the negative impact on honeybees, and has a negative effect influence on sociological apse in humans. It represents competition indigenous types of hornets and affect the ecosystem of the invaded area.He kills adult honeybees and consequently reduces the yield of honey. Hornet develops various techniques that are being sought to approach bees, and accordingly, bees use defense methods. The bee defense mechanism is based on formation of so-called carpet on the fly. He is adaptable to different climatic conditions. The nest is placed at different locations, altitude and different areas, from heavily populated to uninhabited. In suppressing *V.velutina* are used many methods, from manual nest destruction, to insecticide use and reproduction control. They are known cases of allergic reactions in humans after the *V. velutina* vein sting, as well as deaths.

Key words: *Vespa velutina*, honey bees, insecticides, predator

9. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 31.05.1994. godine u Zadru. Odrasla sam uz stariju sestru i brata.

Završila sam osnovnu školu Šimuna Kožičića Benje s odličnim uspjehom, a paralelno s njom i osnovnu glazbenu školu Blagoje Bersa u Zadru, instrument flauta. Uz sviranje aktivno sam se bavila i plesom. Završila sam osnovnu školu Blagoje Bersa za suvremeni ples i balet gdje sudjelujem na državnim natjecanjima s osvojenom prvom i drugom nagradom. Sudionik sam brojnih predstava kako u Zadru tako i u Zagrebu, Požegi i ostalim gradovima, te plesnih radionica s poznatim svjetskim plesačima.

Godine 2008. upisala sam srednju matematičku Gimnaziju Franje Petrića u Zadru koju sam završila s odličnim uspjehom. Za vrijeme srednjoškolskog obrazovanja postala sam članica Zadarskog plesnog ansambla, a suvremenim plesom se bavim i danas.

Godine 2012. upisala sam Veterinarski fakultet u Zagrebu.

Dobitnica sam Dekanove nagrade 2014. godine.