

# Bumbari - njihova primjena u poljoprivredi i utjecaj pesticida na njih

---

Maksimović, Ines

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:008961>

Rights / Prava: [In copyright](#)/Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-31**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET**  
**BIOLOŠKI ODSJEK**

Bumbari – njihova primjena u poljoprivredi i utjecaj pesticida na njih  
Bumblebees – their usage in agriculture and the effect of pesticides on  
them

Seminarski rad

Ines Maksimović

Preddiplomski studij znanosti o okolišu

(Undergraduate Environmental studies)

Mentorica: doc. dr. sc. Mirela Sertić Perić

Zagreb, 2019.

## **Sadržaj**

<b>Uvod</b> .....	3
Životni ciklus bumbara .....	4
<b>Bumbari u poljoprivredi</b> .....	6
Opasnosti komercijalnog uzgoja bumbara .....	8
<b>Utjecaj pesticida na bumbare</b> .....	10
<b>Zaključak</b> .....	13
<b>Literatura</b> .....	14
<b>Sažetak</b> .....	15
<b>Summary</b> .....	15

## Uvod

Bumbari spadaju u koljeno člankonožaca (Arthropoda), potkoljeno šesteronožaca (Hexapoda), razred kukaca (Insecta), red opnokrilaca (Hymenoptera) i podred pčela (Apidae) (Habdija i sur. 2011).

Kao i veliki broj drugih opnokrilaca, i bumbari imaju razvijen socijalan način života što im je omogućilo zauzimanje raznovrsnih kopnenih ekoloških niša. Bumbari imaju dva para opnastih krila. Usni organi su im prilagođeni za lizanje i sisanje. Leglica je promijenjena u žalac koji je na krajevima nazupčan te ga, za razliku od pčela, bumbari mogu upotrijebiti više puta. Bumbari spadaju u utegnutozačane opnokrilce jer između zatka i prsa imaju suženje (Habdija i sur.. 2011). Isključivo ženski bumbari imaju žalac, dok se mužjaci prilagođavaju mimikrijom, oponašajući izgled ženke premda znaju poprimiti drugačiji uzorak boje (Goulson 2010).

Bumbari se cijeli život hrane nektarom i polenom, a odrasli bumbari skupljaju hranu za nepokretne ličinke koje u potpunosti ovise o svojim roditeljima (Goulson 2010). Tijelo im je prekriveno dlakama koje mogu biti različito obojene, ovisno o vrsti. Najčešće se radi o upozoravajućoj obojenosti koja je kombinacija žute i crne boje.



Slika 1. Vrsta *Bombus terrestris* pri hranjenju nektarom (izvor: <https://www.bumblebeeconservation.org/white-tailed-bumblebees/buff-tailed-bumblebee/> preuzeto 23. 7. 2019.)

Kako bi letjeli bumbari trebaju akumulirati veliku količinu topline koja nekada i prerasta okolnu temperaturu. Termoregulacija je stoga korisna osobina koja omogućava lakši život u toplijem okolišu kao što je staklenik (Goulson 2010).

Bumbari se u posljednjih tridesetak godina sve više koriste kao korisni oprašivači u poljoprivredi, kao alternativa za pčele. Posebice su cijenjeni u staklenicima jer se ne dezorijentiraju lako poput pčela (Fisher i Pomeroy 1989).

Premda su vrlo korisni, nisu toliko otporni na različite kemikalije (pesticide), koje se danas svakodnevno koriste radi uspješnijeg uroda poljoprivrednih kultura, te je stoga globalno opažen trend smanjenja populacija bumbara. Zato se i provode brojna istraživanja kako bi se dobila stvarna slika štetnosti pesticida na ove važne oprašivače. U dosadašnjim istraživanjima je opaženo da im prijete opasnost prilikom nenamjernog izlaganja ostacima tragova neonikotinoidnih pesticida kao što je imidakloprid (Laycock i sur. 2012).

### Životni ciklus bumbara

Bumbari generalno imaju godišnji ciklus. Matice se pojavljuju nakon hibernacije u kasnu zimu ili proljeće te u to vrijeme traže mjesto za gnijezdo. Vrijeme završetka hibernacije ovisi o vrsti: primjerice, vrsta *Bombus terrestris* pojavljuje se tijekom veljače ili ožujka, dok vrsta *Bombus sylvarum* završava s hibernacijom u svibnju ili čak lipnju. Mjesto gniježdenja također zavisi o vrsti: najčešće lokacije su vrtovi, obrađena zemlja, uz živice, ograde te rubovi šuma. Neki se bumbari gnijezde pod zemljom koristeći pritom već postojeće rupe koje su prethodno napravili glodavci. Drugi se, poput predstavnika podroda *Thoracobombus*, gnijezde tik iznad površine u gustoj nakupini trave te usto često koriste napuštena boravišta malih sisavaca. Bumbari na Arktiku također koriste gnijezda glodavaca. Gnijezda drugih vrsta privlačna su bumbarima jer su napravljena od mahovine, dlake, suhe trave, perja i sličnih materijala koji služe kao dobri izolatori. Materijale formiraju u obliku strukturu koja ima jedan ulaz. Matica opskrbljuje gnijezdo polenom i formira ga u kuglu gdje liježe jaja. U prvoj seriji polaže 8 do 16 jaja. Gnijezdo se prekriva voskom s vanjske strane koji je pomiješan s polenom. Pored ulaza gradi posudicu za odlaganje prikupljenog nektara. Svoje leglo grije ležeći na žlijebu tako da je što bliže površini gnijezda pri čemu se temperatura gnijezda diže na 30°C do 32°C. Jaja se izlegu unutar 4 dana te započinju s konzumacijom polena. Kako bi uspješno othranila leglo, matica treba dovoljno često jesti, što ponekad ovisi i o vremenskim uvjetima (Goulson 2010).



Slika 2. Matica vrste *B. lapidarius* inkubira leglo u novostvorenom gnijezdu (izvor: Goulson 2010)

Ličinka bumbara ima četiri razvojna stupnja. Nakon 10 do 14 dana stvaraju svilenkastu čahuru te rade kukuljicu. Treba proći još 14 dana kako bi se odrasle jedinke izlegle tako da cjelokupni razvoj traje oko četiri do pet tjedana, što ovisi o zalihama hrane i temperaturi. Matica nastavlja inkubirati čahure i ličinke. One smještene u unutrašnjosti gnijezda, za razliku od onih smještenih periferno, razvijaju se brže i veće su. Nakon što se razvije prvo leglo, matica nastavlja sa skupljanjem polena i osniva još jedno leglo. Kada kukuljica „sazrije“, jedinke trebaju gristi čahuru kako bi izašle, a pritom im često pomaže i sama matica. U početku su mladi nebojeni, ali unutar 24 sata počinju dobivati svoj karakterističan uzorak. Prvi potomci su radilice koji pomažu u matičinom daljnjem hranjenju i održavanju drugog legla. Nakon toga gnijezdo ubrzano raste. Višak prikupljenog polena i nektara odlaže se u prazne čahure unutar gnijezda. Kada gnijezdo naraste do odgovarajuće veličine, započinje se s hranjenjem mužjaka i novih matice. Okidač za početak „uzgoja“ mužjaka i matice je količina radilica, odnosno omjer radilica i ličinki. Kraljica se može uzgojiti samo ako je prisutna dovoljna zaliha hrane, to jest dovoljan broj radilica koje će tu hranu priskrbiti. Mlade matice napuštaju gnijezdo radi ishrane te se vraćaju u intervalima tijekom noći, ali ne opskrbljuju gnijezdo hranom (Goulson 2010).

Kod reda Hymenoptera mužjaci su haploidni, što znači da imaju samo jedan kromosomski set i nastaju iz neoplođenih jajašaca. Matica stoga može uvjetovati spol svojih potomaka. Radilice također mogu dati muške potomke, ali to se događa rjeđe. Mužjaci nemaju veliku ulogu u gnijezdu, iako pridonose termoregulaciji legla. Nakon nekoliko dana u koloniji, napuštaju košnicu i više se ne vraćaju. Svoj život nastavljaju hraneći se polenom cvijeća i u potrazi za partnerom. Većina matice se pari svega jednom, premda je kod nekih vrsta zabilježeno parenje

i do tri puta tijekom života. Nakon parenja matica pronalazi adekvatno mjesto za pravljenje gnijezda te tamo hibernira određeno razdoblje u godini, preživljavajući na rezervama masti koje je prethodno akumulirala (Goulson 2010).

## Bumbari u poljoprivredi

Već se dulje vrijeme bumbari primjenjuju kao oprašivači u staklenicima zbog svoje efikasnosti i dobrog smisla za orijentaciju u prostoru.

Istraživanje provedeno na Novom Zelandu bavilo se učinkovitošću oprašivanja bumbara na uvezene vrste dinja (Fisher i Pomeroy 1989). Kako bi se dinje uzgojile, bilo je potrebno izgraditi staklenike s različitim klimatskim uvjetima koji se daju kontrolirati. Vanjski čimbenici oprašivanja su neophodni za razvoj svih kultivara dinje *Cucumis melo*. Mnogo jedinki ove vrste dinje imaju muške i dvospolne cvjetove na istoj biljci. Iako cvjetovi odaju dojam da se mogu oploditi samooplođnjom, eksperimenti provedeni u kontroliranim uvjetima pokazali su kako se polen mora prenositi od prašnika na tučak ili ručno ili uz pomoć kukaca. Pčele su uspješno korištene kao oprašivači u staklenicima jer je ručno oprašivanje preskupo. Manje kolonije pčela su bile smještene u staklenik, a veće kolonije su bile izvana i bile su naučene da ulaze unutra radi ishrane. Pčele su se pokazale vrlo isplativima, osim za vrijeme naoblačenja kada je njihova efektivnost znatno smanjena. Još jedan od problema je pregrijavanje košnice u staklenicima pri čemu se pčele lako dezorijentiraju. Bumbari se stoga smatraju vjerodostojnom alternativnom jer se ne dezorijentiraju tako lako. No, njihova upotreba nije bila široka jer nije lako pronaći stabilnu košnicu s dovoljnim brojem radilica. Uzgajatelji su naime pronašli rješenje za taj problem i sada se kolonije bumbara lako mogu premještati s jednog mjesta na drugo (Fisher i Pomeroy 1989).

Istraživanje na Novom Zelandu provedeno je u stakleniku veličine 1500 metara kvadratnih u mjestu Rewa (Fisher i Pomeroy 1989). Staklenik je izgrađen od plastičnih cijevi prekrivenih vinilom te se u stakleniku nije kontrolirala temperatura ni vlaga. No, cijevi su se mogle pomaknuti kako bi se stvorila ventilacija. Temperatura se mjerila svakih 10 minuta, a u stakleniku je bilo 3100 dinja. Više od 200 kolonija bumbara vrste *Bombus terrestris* bilo je uzgojeno u laboratoriju. Nakon što su se izlegle prve radilice, stavljene su u plastične kante od 10 litara s ventilacijskim otvorima, koje su smjestili izvan staklenika na obližnje polje. Te radilice su puštene da se razvijaju bez uplitanja čovjeka. Šest kolonija je bilo smješteno unutar staklenika na raznim mjestima. Košnice su bile posebno označene radi lakšeg prepoznavanja.



Tri dana kasnije u staklenik su smjestili još tri košnice i promatrali ponašanje bumbara. Praćeno je odlazanje i dolazanje bumbara u košnice, prisutnost ili odsutnost polena te broj bumbara koji su oprašivali cvijeće. Kako bi utvrdili u kojem dobu dana je najveća posjećenost cvijeća, ono bi se u određenom vremenu pokrivalo krpama. Prilikom branja dinja mjerila se njihova dužina, težina, obujam te broj sjemena po ženskom reproduktivnom organu cvijeta (Fisher i Pomeroy 1989).

Rezultati su pokazali kako se aktivnost bumbara povećala tijekom dana te da je bila jednolika tijekom tri dana promatranja bez obzira na vanjske vremenske uvjete. Bumbari su često napuštali staklenik i izlazili kroz ventilaciju kako bi se ponovno vraćali radi ishrane. Iako su hermafroditni cvjetovi proizvodili više nektara, bumbari nisu imali neke preferencije pri biranju cvijeta. Rezultati kod eksperimenta s pokrivanjem biljaka pokazali su kako je za razvoj dinja neophodna oplodnja „potaknuta“ od strane kukaca, jer se od 12 prekrivenih biljaka razvila svega jedna (Fisher i Pomeroy 1989).

Bumbari su veoma uspješni oprašivači za razne vrste usjeva, kao što su crvena djetelina, pamuk, slatka djetelina te bobičasto voće (Shipp i sur. 1994). No, prirodne populacije bumbara fluktuiraju iz godine u godinu što ih čini ne baš tako pouzdanim oprašivačima, ali uzgajivači su to ipak uspjeli iskontrolirati. U Europi se vrsta *Bombus terrestris* koristi za oprašivanje staklenički uzgojenih rajčica. Prije bumbara su se rajčice oprašivale električnim oprašivačima što je bilo fizički zahtjevno i dugotrajno. Bumbari su s druge strane prisutni 24 sata dnevno i mogu birati u koje doba dana im je najbolje oprašivati (Shipp i sur. 1994).



Slika 3. Kolonije bumbara korištene u svrhu stakleničkog uzgoja rajčice (izvor: <http://www.nlbeekeeping.ca/issues-advocacy/importation-restrictions/> preuzeto 27. 7. 2019.)

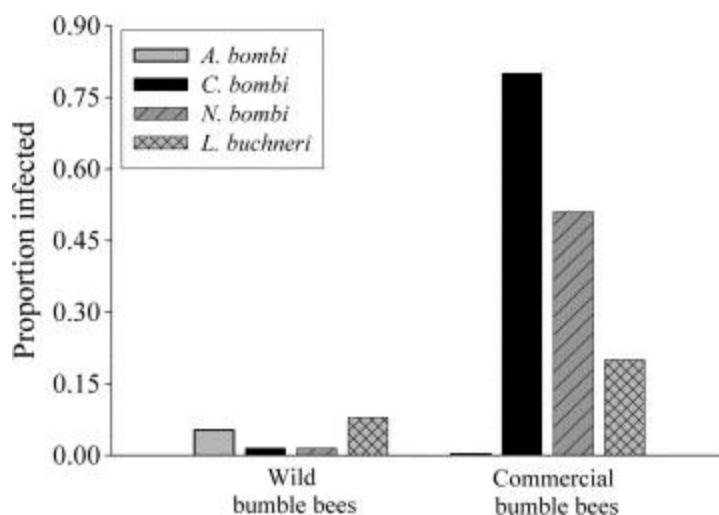


Vrsta *Bombus terrestris* nije autohtona vrsta u Sjevernoj Americi i, zbog zabrane uvoza stranih vrsta pčela, ne koristi se ni u Kanadi ni u SAD-u. No, vrsta *Bombus impatiens* autohtona je u istočnom dijelu Sjeverne Amerike i može se uzgajati za svrhe oprašivanja. Ova vrsta se pokazala jednako efektivnom kao i oprašivanje električnim polinatorom. Uzgajivači paprika su također prepoznali potencijal u bumbarima. Iako je paprika samooplodna biljka, daje mnogo bolje plodove ako je oprašena kukcima (Shipp i sur. 1994).

Istraživanjem provedenim u Ontariu u Kanadi, proučavao se utjecaj oprašivanja bumbara na prinos slatke paprike te isplativost korištenja bumbara u komercijalnoj produkciji slatke paprike (Shipp i sur. 1994). Ovo istraživanje provedeno je u staklenicima, u kojima su prostorno bili odijeljeni prostori kojima je bio omogućen i onemogućen pristup bumbarima. Staklenici su bili izloženi bumbarima iz iste košnice 24 sata jednom tjedno, tijekom 2-5 kontinuiranih tjedana. Za kultivar 'Plutona' rezultati su pokazali kako su masa, širina te volumen ploda i masa sjemenki bili bolji kod onih biljaka koje su oprašivane bumbarima u odnosu na one kod kojih je došlo do samooplodnje. Biljke koje su bile oprašivane sazrijele su puno prije od onih neoprašivanih. Za kultivar 'Cubico' rezultati također idu u korist bumbara. Plodovi su bili veći i teži kod onih biljaka koje su bile oprašivane od strane bumbara te su, iako sa znatno manjom razlikom, oprašivani plodovi sazrijeli prije (Shipp i sur. 1994).

### Opasnosti komercijalnog uzgoja bumbara

Potrebno je voditi računa o autohtonosti vrste bumbara koja se koristi u svrhe oprašivanja. Također treba voditi računa o miješanju komercijalno uzgojenih bumbara s divljim bumbarima iste vrste. Sve je više dokaza kako komercijalno uzgojeni bumbari imaju mnogo više nametnika od divljih jedinki iste vrste. Nekoliko istraživanja je pokazalo kako su najčešći nametnici na komercijalno uzgojenim bumbarima intestinalni paraziti *Crithidia bombi* (bičaš) i *Nosema bombi* (pripadnik skupine Microsporidia) te vrsta grinja - *Locustacarus buchneri*. U divljih jedinki bumbara, češći uzročnik zaraza jest truskovac *Apicystis bombi*, koji inficira masni sloj tkiva bumbara. Interakcija između divljih i komercijalno uzgojenih vrsta, koje se hrane na istom cvijeću, može uzrokovati širenje ovih patogenih vrsta (nametnika).



Slika 4. Razlika u zaraženosti patogenima između divljih i komercijalno uzgojenih vrsta (Wild bumble bees – divlje vrste bubmara; Commercial bumble bees – komercijalno uzgojene vrste bubmara; Proportion infected – udio zaraženih jedinki) (izvor: Colla i sur. 2005)

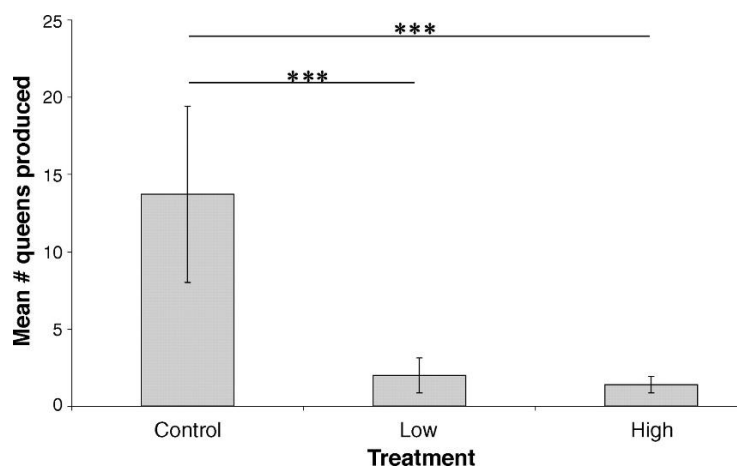
Istraživanje provedeno u Ontariu u Kanadi tijekom ljeta 2004. i 2005. godine proučavalo je divlje populacije bumbara koje su se nalazile na nekoliko lokacija u blizini plastenika. Jedinke bumbara hvatale su mrežicama i potom pohranjivane u plastične posude te smrzavane na  $-20^{\circ}\text{C}$ , kako bi se očuvale za daljnje analize. Potom su pregledane, kako bi se u njima zabilježila prisutnost patogena (*C. bombi*, *N. bombi*, *L. buchneri*, *A. bombi*). Prije samog seciranja, jedinke bumbara su bile identificirane, zabilježeno je mjesto njihovog pronalaska te jesu li na sebi imale polena. Potom su im mjerene veličina i starost. Jedinke bumbara su razvrstane s obzirom na prisutnost pojedinog patogena te s obzirom na razinu inficiranosti. Ovim istraživanjem ukupno je pregledano i testirano 500 radilica i 128 mužjaka 12 različitih vrsta bumbara te je opaženo da je *A. bombi* zarazio 1,8 %, *C. bombi* 7,0 %, *N. bombi* 5,1 %, a *L. buchneri* 3,5 % sakupljenih jedinki. Zaraženost nije značajno varirala između muških jedinki i radilica. *C. bombi* je pronađen u 27 % bumbara na jednoj i 15 % bumbara na drugoj lokaciji koje su se nalazile u blizini staklenika, a bio je potpuno odsutan kod jedinki koje su bile skupljene daleko od staklenika. *N. bombi* je zarazio 15 % bumbara koji su se našli u blizini staklenika te 4 % njih koji su bili skupljeni na drugim lokacijama. *A. bombi* i *L. buchneri* bili su prilično rijetki, ali opet češći kod bumbara nađenih u neposrednoj blizini staklenika. Vrsta bumbara, dob te veličina jedinki nisu bili presudni parametri za zaraženost. Rezultati su pokazali kako se patogeni *N. bombi* i *C. bombi* u većem broju mogu naći upravo u blizini staklenika s komercijalno uzgojenim bumbarima što dakako može predstavljati opasnost za divlje populacije (Colla i sur. 2005).

## Utjecaj pesticida na bumbare

Globalno je opažen trend smanjenja populacija korisnih oprašivača kao što su bumbari. Uzroci su razni, ali jedan od ključnih je upotreba pesticida u poljoprivredi.

Bumbari uzimaju nektar s raznih biljaka te se tako često mogu naći i na poljima suncokreta, šećerne repe ili uljane repice koja često na sebi imaju kemikalije koje služe kao insekticidi. Poznati insekticidi koji se koriste su neonikotinoidi koji su kemijski slični nikotinu te spadaju u neuroaktivne insekticide, a najkorišteniji od njih je imidakloprid. Smatra se kako ta kemikalija ima utjecaj na prehranbene navike bumbara (Whitehorn i sur. 2012). U jednom eksperimentu uzeto je 75 kolonija bumbara vrste *Bombus terrestris* kako bi se promatrao učinak imidakloprida na njih (Whitehorn i sur. 2012). Kontrolna skupina bumbara se u laboratoriju hranila polenom i zaslađenom vodom u razdoblju od 14 dana. Druga skupina se također hranila polenom i zaslađenom vodom, ali s dodatkom 6 µg/kg i 0,7 µg/kg imidakloprida. Treća skupina je dobila dvostruko veću dozu imidakloprida od druge. Nakon dva tjedna, bumbari su bili smješteni na polje gdje su se neovisno jedni o drugima hranili kroz šest mjeseci. Njihovo traganje za hranom je bilo promatrano od strane znanstvenika. Svim kolonijama je inicijalno porasla težina koja se ubrzo nakon reprodukcije smanjila. Skupine koje su bile izložene imidaklopridu znatno su se manje udebljale i bile su 8 do 12 % manje u odnosu na kontrolnu skupinu. Razlika u veličini jedinki između skupina koje su primale različite količine imidakloprida nisu bile značajne. Imidakloprid je značajno utjecao na produkciju same matice, jer je u skupinama koje su bile tretirane kemikalijom, ona bila i do šest puta manja od kontrolne skupine. Dalo bi se zaključiti kako neonikotinoidi negativno utječu na rast same kolonije bumbara, a posebice ugrožavaju opstanak i reproduktivnu sposobnost matice (Whitehorn i sur. 2012).

Za razliku od bumbara, koji u koloniji imaju po nekoliko stotina jedinki, pčele imaju i do 30 000 jedinki po koloniji. Upravo zbog razlika u veličini kolonija, pesticidi često značajnije utječu na bumbare nego na pčele (Thompson 2000). U godišnjem životnom ciklusu bumbara očituje se ranjivost cijele zajednice, pa tako i same matice koja se tijekom formacije košnice mora dodatno truditi da priskrbi dovoljno hrane sebi i koloniji. Također, u formiranoj koloniji, budući da je manja u odnosu na onu u pčela, radilica se smatra iznimno bitnom i gubitak svake jedinice može utjecati na stabilnost kolonije (Thompson 2000).



Slika 5. Usporedba broja matice dobivenih u kontrolnoj skupini bumbara i u skupinama tretiranim različitim (nižim i višim) koncentracijama imidakloprida (Mean queens produced – srednja vrijednost dobivenih matice; Contol – kontrolna skupina; Treatment – tretirana skupina; Low – niska koncentracija imidakloprida; High – visoka koncentracija imidakloprida) (izvor: Whitehorn i sur. 2012)

Pesticidi nisu prisutni samo kod uzgajanih vrsta poljoprivrednih kultura, oni se vjetrom mogu širiti i na divlje vrste biljaka kojima se bumbari najčešće hrane. Od posebnog je značaja bijela mrtva kopriva (*Lamium album*) koja cvjeta u rano proljeće te je idealna ishrana mladima maticama koje grade košnicu. Bumbari se hrane tokom cijelog dana, ali intenzivnije u rano jutro i kasnu večer. To za njih može predstavljati opasnost, s obzirom na način primjene pojedinih pesticida (npr. piretroid je insekticid koji se primjenjuje rano ujutro i kasno navečer na cvjetajuću uljanu repicu). Primjenjivanje insekticida na vrste koje još ne cvjetaju ne bi trebalo predstavljati problem. Međutim, problem za bumbaru nastaje ako se vjetrom toksini prenesu na obližnju travu, koja najčešće počinje cvjetati u rano proljeće, tj. u isto vrijeme kada je i matica bumbara u punom razvitku (Thompson 2000).

Većina istraživanja se bavi utjecajem neonikotinoidea na korisne člankonošce, dok se drugi pesticidi slabo istražuju. Međutim, s obzirom da je EU nedavno ograničio korištenje neonikotinoidea (Baron i sur. 2014), od 1990-ih se udvostručila uporaba piretroida, a potom su započela i istraživanja učinaka tog pesticida na populacije bumbara. U Ujedinjenom Kraljevstvu provode se istraživanja o utjecaju piretroida na vrstu *Bombus terrestris*, pri čemu se posebna pažnja pridaje djelovanju lambda-cihalotrina – jednog od djelatnih sastojaka piretroidnih pesticida (Baron i sur. 2014). Piretroid se primjenjuje u vrijeme cvjetanja mnogih usjeva poput uljane repice, a ponajviše tijekom proljeća i ljeta - razdoblja najveće aktivnosti bumbara. Pokazalo se kako kolonije pod utjecajem lambda-cihalotrina imaju visoku smrtnost radilica tijekom ranog razvitka kolonije. Također, provedena su i istraživanja dugoročnih učinaka piretroidnih pesticida na kolonije vrste *B. terrestris*, uključujući učinke na razvitak

kolonija, reproduktivni uspjeh matice te broj razvijenih mužjaka. Pri tome su uzeti u obzir i drugi stresori poput nametnika, koji imaju velik utjecaj na kolonijski uspjeh (Baron i sur. 2014). U svrhu ovih istraživanja uzgojeno je trideset kolonija vrste *B. terrestris* koje su bile čuvane u tamnoj sobi s crvenim svjetlom, pri 25 °C. Sve kolonije su provjerene na nametnike koje uobičajeno napadaju bumbare (*C. bombi*, *N. bombi* i *A. bombi*) mikroskopskim pregledom fekalija (19 od 24 matica) te seciranjem deset posto radilica. U ranom stadiju nisu nađeni nametnici te je laboratorijskim uvjetima spriječena ikakva buduća pojava istih. Polovica kolonija je bila izložena pesticidima, a druga polovina je predstavljala kontrolnu skupinu. Izlaganje pesticidima provedeno je na način da su eksperimentalne kolonije 3 dana u tjednu bile hranjene polenom tretiranim pesticidima, a naredna 4 dana im se za hranu davao netretirani polen (Baron i sur. 2014).

Rezultati su pokazali da su kolonije koje su bile izložene pesticidima imale manje radilice u odnosu na one u kontrolnoj grupi. No, nije zabilježen značajan učinak lambda-cihalotrina na produkciju mužjaka i neoplođenih matica te osjetljivost radilica na nametnike poput *C. bombi*. Iako je veličina radilica u tretiranoj grupi bila manja, to nije utjecalo na reprodukciju same kolonije, ali bi moglo predstavljati problem prilikom produktivnosti na polju jer veće jedinke imaju oštrije vid te veću antenalnu osjetljivost i stoga se bolja snalaze u uvjetima smanjene vidljivosti (Baron i sur. 2014).. Uzroci razlika u veličini između jedinki tretirane (eksperimentalne) i kontrolne skupine su nepoznati, ali se pretpostavlja da je ta razlika posljedica hranjenja ličinki. Također, smanjenom hranjenju ličinki su mogle pridonijeti i potencijalne promjene u ponašanju tretiranih jedinki. Kako su neki utjecaji pesticida vidljivi tek nekoliko tjedana nakon izloženosti, potrebno je provoditi dugoročnija istraživanja ovakvih utjecaja. Također, eksperimenti koji se provode u kontroliranim uvjetima ne pokazuju nužno stanje u uvjetima u prirodi. Nadalje, malo je podataka vezanih uz krajnje učinke pesticida, posebice s obzirom na njihovo vrijeme zadržavanja na cvijetu te koncentraciju u polenu. Prethodno opisanim istraživanjem je dokazano kako kolonije bumbara koje hrane svoje ličinke tretiranim polenom nemaju značajno veći mortalitet od „netretiranih kolonija“ (Baron i sur. 2014).. No, ne zna se bi li u nekontroliranim uvjetima bumbari uopće hranili ličinke s tretiranim polenom te bi li radilice umirale u divljini od akutnih posljedica pesticida. Istraživanje je također pokazalo kako izloženost pesticidima ne utječe na osjetljivost jedinki na nametnike. Stoga su potrebna brojna daljnja istraživanja, kako bi se dobio bolji uvid u štetnost piretroida i njihov krajnji učinak na bumbare u nekontroliranim (prirodnim) uvjetima (Baron i sur. 2014).

## Zaključak

Bumbari se već dugo vremena smatraju iznimno korisnim oprašivačima. Njihov životni ciklus je godišnji i velika se pažnja pridaje matici koja priprema košnicu za nadolazeću generaciju. Matica također određuje kojeg će spola biti jedinke i najčešće pri prvom polaganju jaja stvara diploidne radilice, a haploidne mužjake i buduće matice formira u drugom polaganju jaja. Oni su jedni od rijetkih opnokrilaca koji se hrane polenom cijelog života. Bumbarima je iznimno bitna tjelesna temperatura koju uz pomoć letnih mišića mogu podići znatno iznad one okolne. Kako su njihove zajednice najčešće manje od onih pčelinjih, svaka jedinka se smatra iznimno bitnom. Manje kolonije su također podložnije negativnim vanjskim utjecajima i raznim stresorima.

U zadnjih 30 godina intenzivirala su se istraživanja bumbara u ulozi oprašivača i u poljoprivrednoj djelatnosti. Prilikom oprašivanja staklenički uzgojenih vrsta, orijentacija bumbara je znatno bolja nego u pčela te ih se stoga smatra vjerodostojnom alternativom. Istraživanja provedena u Ujedinjenom Kraljevstvu i Kanadi pokazala su kako bumbari svojim oprašivanjem pridonose veličini i obujmu ploda te znatno boljem sveukupnom urodu čak i kod samooplodnih biljaka. No, problemi se pojavljuju prilikom čestog susreta uzgajanih i divljih bumbara jer se pokazalo kako su laboratorijski uzgojene jedinke češće podložnije nametnicima od onih divljih.

Nadalje, bumbari nemaju veliku otpornost na kemikalije (pesticide) koje se danas često koriste kako bi se urode zaštitilo od biljnih nametnika. Razni insekticidi poput imidakloprida remete prehrambene navike ovih opnokrilaca, rast njihove kolonije te reproduktivnost matice. Piretroidi utječu na veličinu samih jedinki – one koje se hrane polenom koji ima ovu kemikaliju češće su manje od ostalih. Potrebna su brojna daljnja istraživanja i dugoročnije studije, kako bi se dobio bolji uvid u krajnji učinak različitih pesticida na životni ciklus bumbara, na rast, preživljavanje i aktivnost njihovih kolonija te na otpornost bumbara na nametnike – kako u prirodnim, tako i u kontroliranim uvjetima, koji se postižu u svrhu uzgoja različitih poljoprivrednih kultura.

## Literatura

- Baron, G. L., N. E. Raine i M. J. F. Brown. 2014. „Impact of chronic exposure to a pyrethroid pesticide on bumblebees and interactions with a trypanosome parasite“. *Journal of Applied Ecology* 51: 460-469.
- Colla, S. R., M. C. Otterstatter, R. J. Gegear i J. D. Thomson. 2005. „Plight of the bumble bee: Pathogen spillover from commercial to wild populations“. *Biological Conservation* 129: 461–467
- Fisher, R. M. i N. Pomeroy 1989. „Pollination of Greenhouse Muskmelons by Bumble Bees (Hymenoptera: Apidae)“. *J. Econ. Entomol.* 82, br. 4: 1061-1066.
- Goulson, D. 2010. *Bumblebees Behaviour, Ecology, and Conservation*. New York: Oxford University Press.
- Habdija, I., B. Primc Habdija, I. Radanović, M. Špoljar, R. Matoničkin Kepčija, S. Vujčić Karlo, M. Miliša, A. Ostojčić, M. Sertić Perić 2011. *Protista - protozoa, metazoa - invertebrata: strukture i funkcije*. Zagreb: Alfa.
- Laycock, I., K. M. Lenthall, A. T. Barratt i J. E. Cresswell. 2012. „Effects of imidacloprid, a neonicotinoid pesticide, on reproduction in worker bumble bees (*Bombus terrestris*)“. *Ecotoxicology* 21: 1937-1945.
- Shipp, J. L, G. H. Whitfield i A. P. Papadopoulos. 1994. „Effectiveness of the bumble bee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera: Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper“. *Scientia Horticulturae* 57: 29-39.
- Thompson, H. M. 2000. „Assessing the exposure and toxicity of pesticides to bumblebees (*Bombus* sp.)“. *Apidologie* 32: 305-321.
- Whitehorn, P. R., S. O’Connor, F. L. Wackers, D. Goulson. 2012. „Neonicotinoid Pesticide Reduces Bumble Bee Colony Growth and Queen Production“. *Science* 336: 351-352.



## Sažetak

Bumbari su važni oprašivači i jedni od rijetkih opnokrilaca koji se polenom hrane čitav život. Njihov životni ciklus je godišnji i posebna se pažnja pridaje matici koja je odgovorna za stvaranje košnice. U poljoprivredi je opažena njihova korisnost te se već duže vremena koriste kao oprašivači za staklenički uzgojene vrste. Vrste oprašene bumbarima brže sazriju i daju veće plodove. Međutim, valja biti oprezan pri korištenju komercijalno uzgojenih vrsta jer su oni češća meta štetnih nametnika i time mogu ugrožavati autohtone vrste bumbara. Utjecaj pesticida na bumbaru je zamjetniji jer, za razliku od pčela, oni stvaraju manje zajednice koje su podložnije vanjskim utjecajima. Insekticidi poput imidakloprida remete prehrambene navike bumbara te utječu na rast matice dok piretroidi utječu na veličinu jedinki koje su češće manje u slučaju da se izlažu ovoj kemikaliji. Valja detaljnije istražiti utjecaj pesticida na populacije bumbara.

## Summary

Bumblebees are one of the most useful pollinators and one of the rare Hymenoptera that feed on pollen their entire life. Their life cycle is annual, and the queen is of major importance as she takes care of the hive. The agricultural potential of bumblebees is notable, and they are commonly used as pollinators in glasshouses. Species that were pollinated by bumblebees gave bigger fruits and matured faster. However, the usage of bred species should be cautious, as they are more often affected by various parasites and therefore may endanger native species. In comparison to honey bees, the pesticide effect on bumblebees is more pronounced, as the bumblebees make smaller communities. Insecticides such as imidacloprid interfere with the eating habits of bumblebees and affect the growth of the queen, while pyrethroids affect the size of individuals, which are often smaller when exposed to this chemical. Consequently, they are more sensitive to outer impacts. More details on the pesticide effect on bumblebee populations are yet to be explored.