



dr. sc. Zdenko Farnić

## Akustika u košnicama

### Zvukovi za svako uho

**M**nogi će pčelari s oduševljenjem i zanosom pričati o tome kako ih užurbano zujanje pčela na pčelinjaku nakon duge i tihe zime smiruje i ispunjava neviđenim zadovoljstvom i spokojem. Zimi takvog zujanja oko košnica, naravno, nema. Želi li pčelar tijekom zimskih mjeseci provjeriti je li u košnici sve u redu, treba prisloniti uho uz njezinu stijenkiju i slušati kakav zvuk proizvode pčele skupljene u klupku dok se griju i štite svoju kraljicu. Tiho i jednolično zujanje pokazuje da zajednica dobro zimuje. Ako se iz košnice čuje pojačano zujanje i bruhanje, znak je to da sa zajednicom nešto nije u redu. No ne proizvode samo pčele radilice zvukove koji se čuju iz košnice. To čine i matice. Koliko to god pčelari pokušavali spriječiti, često se tijekom rojevnog stanja dogodi da se poneka zajednica izroji, što znači da je stara matica sa svojim najvjernijim pčelama napustila košnicu u potrazi za novom nastambom. U staroj se zajednici, iz koje je izašao prvi roj, neprestano legu nove pčele jer je matica prije rojenja zaledila velik broj stanica sača. Šest-sedam dana nakon izlaska prvog roja u matičnjaku konačno dozrijeva prva mlada matica. Iz takve se košnice u predvečerje, nakon što se većina pčela vratila u košnicu, može čuti „pjevanje“ mlade matice. Ona nervozno trči po saču ispuštajući karakterističan, visok zvuk „ti-ti-ti“, na što matice koje se još nisu izlegle iz preostalih matičnjaka odgovaraju pomalo promuklim zvukom „kva-kva“. Smatra se da te zvukove matice proizvode vibriranjem krila. Zvukovi su to koje mogu čuti gotovi svi pčelari. No neke zvučne signale iz košnica zasad su imali prilike čuti i snimiti samo znanstvenici.

### Zvukovi za znanstvenike

**Z**animljive zvučne signale zabilježili su 2019. godine kod japanskih pčela (*Apis cerana japonica*) Kawakita i suradnici, a koje su u članku objavljenome u časopisu *Apidologie* opisali kao da istodobnim kretanjem krila više pčela radilica u zajednici proizvodi zvuk sličan siktanju, zbog čega su isprva i smatrali da je posrijedi odgovor na neku opasnost. Međutim, pčele ne prestaju iznenadivati pa je tako otkriveno da su periodički, tridesetak minuta u zoru i isto toliko u sumrak, „siktale“ i bez pojave neke vidljive opasnosti. Osim toga, taj je zvučni signal povezan i s intenzitetom Sunčeva zračenja. Razlog nije jasan, no znanstvenici smatraju da je riječ o nekom obliku aposematizma, načina kojim pčele (ali i druge životinje) upozoravaju potencijalne grabežljivce da ih se ne isplati napadati jer imaju učinkovitu obranu.

**D**ok japanske pčele „sikću“ preventivno, ako se pojavi stvarni predator, koji je usto iznimno jak (primjerice stršljen), zvučni signali koje pčele odašilju odaju pravu paniku. Znanstvenici su nedavno detektirali i opisali jedinstven zvučni signal azijskih pčela (*Apis cerana*), kolokvijalno nazvan „pčelinjim vriskom“. Riječ je o mješavini vriska uzbune, krika straha i paničnog poziva na obranu kao dijela šire strategije kojom se azijske pčele pokušavaju braniti od divovskog stršljena (*Vespa soror*). Taj je vibroakustički signal opisala prof. biologije Heather R. Mattila s Koledža Wellesley iz Massachusettsa, koja je sa suradnicima potkraj 2021. godine objavila rad u časopisu Royal Society Open Science. Nažalost, zasad se malo zna kako ovaj antipredatorski signal, koji pčele proizvode zujanjem krila, koordinira obranu pčela u napadnutoj zajednici. No autori članka nalaze sličnosti sa zvučnim alarmima drugih životinjskih vrsta kao što su primjerice sjenice i svrake, pa čak i primati.



## Telemetrijski nadzor zvučnih signala

Ona su istraživanja, omogućena napretkom znanosti i tehnološkim razvojem elektroničkih uređaja, zainteresirala pčelare i znanstvenike, posebice akustičare i fizičare, za multidisciplinarnu suradnju. Rodila se tako ideja da se analizom zvukova i vibracija pokuša – bez ikakvog ometanja pčela – daljinski nadzirati stanje unutar košnica. Znanstvenici s prestižnoga Sveučilišta Nottingham Trent u Ujedinjenom Kraljevstvu razvili su uređaj koji može daljinski nadzirati aktivnosti unutar pčelinje zajednice. Za tu se namjenu rabe sičušni audiovizualni senzori i akcelerometri ugrađeni u košnicu. Akcelerometri su mjerni uređaji koji se upotrebljavaju za mjerjenje ubrzanja i ispitivanje vibracija i udaraca, pa tako i zvuka. Naime, mikrofon (ali i bubenjić uha) zapravo je membrana koja reagira na oscilacije tlaka zraka. Te oscilacije uzrokuju ubrzanje, pa se akcelerometri mogu koristiti za snimanje zvuka. Prototip uređaja koji može daljinski nadzirati zbivanja u košnici imao je spektakularnu demonstraciju na svjetskoj izložbi EXPO 2015 u Miljanu. Mjerni uređaji ugrađeni u stvarnu košnicu u Nottinghamu uz pomoć interneta su u realnom vremenu prenosili signale do LED žaruljica koje su bile ugrađene diljem aluminijuske rešetke za tu svrhu izgradene makete divovske košnice. Pritom su se zvukovi više frekvencije konvertirali u svjetlost ljubičastoga dijela optičkog spektra, a niže frekvencije u svjetlost crvenoga dijela spektra. Rezultat je bila jedinstvena igra svjetlosti čiji su intenzitet i razdioba dočaravali dinamiku aktivnosti unutar stvarne košnice. Posjetitelji su tako imali jedinstvenu priliku biti doslovce „uronjeni“ u izvorno prirodno zvukovlje, odnosno u „zvukovni krajobraz“ koji je svojim aktivnostima unutar košnice u Nottinghamu kreirala zajednica marljivih pčela. Budući da je ovakvom tehnologijom omogućeno kontinuirano cijelodnevno praćenje signala specifičnih za pčele, time se mogu nadzirati sve aktivnosti unutar košnice, a analiza dobivenih podataka pruža učinkovit alat za procjenu stanja i zdravlja pčelinje zajednice.



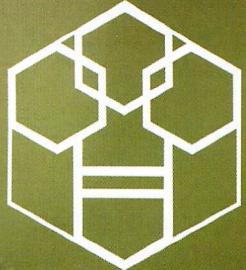
Akcelerometar smješten na pčelinjem saču  
(foto: M. T. Ramsey)

## Zvukove proizvodi i varoa!

P oslijedično, na Fakultetu znanosti i tehnologije Sveučilišta Nottingham Trent istraživanja vibracija i zvukovlja unutar košnica nastavljena su i nakon izložbe EXPO. Budući da je u međuvremenu došlo do daljnje minijaturizacije elektroničkih komponenti i napretka informacijske tehnologije, istraživanja su postala kompleksnija. To je pak dovelo do iznenadujućih rezultata: otkriveno je da u košnicama zvukove ne proizvode samo pčele, nego da i grinje varoe redovito stvaraju ultrakratke vibracijske pulseve visokog intenziteta. Ta je istraživanja doktorandica Harriet Hall sa suradnicima publicirala na samom kraju 2021. godine u prestižnom časopisu Entomologia Generalis. Kad te sičušne parazitske grinje iz nekog razloga otpadnu s pčele, često šalju izrazito jake vibracijske impulse na površinu na kojoj borave. Istraživački je tim upotrebom ultraosjetljivih akcelerometara zabilježio valne oblike vibracija koje ova gluha i slijepa stvorenja – duga svega oko milimetar i mase oko pola miligrama – proizvode naglim trzajima tijela. Potrebno je između 50 i 90 mikrosekundi da se vibracija prenese, a značajke signala variraju ovisno o materijalu na kojem se grinja nalazi te odražavaju specifičan „potpis“ supstrata. S toga znanstvenici smatraju da grinja koristi odgovor materijala na odaslanji signal da bi ispitala svoju okolinu. To joj očito pomaže da se orijentira i usmjeri natrag na neku pčelu, posebice stoga što ne može ni vidjeti ni čuti. Na generiranje takvih vibracijskih signalnih impulsa ovako maleno stvorenje troši vrlo mnogo energije, što je još jedan znak da varoe proizvode ove vibracije namjerno i da od njih imaju neku korist. Znanstvenici se nadaju da bi ova istraživanja mogla dovesti do razumijevanja kako upravljati varoozom, a možda ju i iskorijeniti. Primjerice, upotrebom vibracijskih značajki odaslanih signala i povezanih senzora vibracija u pčelinjim košnicama, a pritom bez ometanja pčela fizičkim pregledom košnice, mogao bi se ne samo pratiti intenzitet zaraze nego bi se moglo i manipulirati ponašanjem grinja. Zbog velike energije potrebne za generiranje vibracija, pojedina grinja ne može odaslati veći broj signala prije nego što onemoća i nema više snage vratiti se na pčelu ili u leglo.

T akoder, ova bi istraživanja mogla poslužiti i za proučavanje drugih grinja i krpelja koji se mogu koristiti sličnim signalima. Možemo pretpostaviti da će nam pčele prirediti još akustičnih iznenadenja, a suvremena istraživanja zvučnih signala u košnicama očito imaju širu primjenu u različitim poljima znanosti i tehnike, pa čak i u umjetnosti.

# HRVATSKA PČELA



AKUSTIKA  
U KOŠNICAMA

TRI U JEDAN

PESTICIDI I MJERE  
ZA OČUVANJE PČELA

ISSN BROJ  
1330-3635

BROJ  
**2**

Zagreb, 2022.  
Godište 141.

