



dr. sc. Zdenko Franić

Pčelinje klupko – čuvar topline ili izvor stresa

Da bi sačuvalе tjelesnu toplinu i smanjile potrošnju energije, životinje zimi koriste čitav spektar različitih načina borbe protiv hladnoće. Najpoznatiji su potpuna hibernacija, zimski san, migracija u toplije krajeve, jesenski rast gustoga zimskoga krvna ili debelog perja, prikupljanje dostatnih zaliha hrane, termoregulacija i drugo. Posebno je zanimljiva kolektivna termoregulacija, kod koje se životinje sakupljaju u veće skupine da bi se međusobno grijale.

Zimsko jato pingvina

Kada na Antarktici temperatura padne na -30°C te vjetar zapuše brzinom i do 150 km/h, pingvini se skupe u krug, i to tako da leđima budu okrenuti vjetru, štiteći jedni druge. Povremeno se pingvini s vanjskog ruba kruga zapute prema središtu, a oni koji su bili unutra ih zamijene. Ovakav poredak svakom pingvinu daje priliku da se zagrije. U središtu kruga temperatura može biti i do $37,5^{\circ}\text{C}$, što je znatno više nego što im je potrebno. Paradoksalno, pingvinima je istodobno i prehladno i pretoplo. Pingvini stoga iskustveno slijede zakone termodinamike prema kojima toplina prelazi s toplijih tijela na hladnija da bi došlo do izjednačavanja temperature tijela koja su u međusobnom kontaktu. Osjećaj hladnoće kod pingvina na obodu kruga i osjećaj topline kod pingvina u njegovu središtu uzrok je stalnoga komešanja i migracija unutar kruga. Pingvini mogu preživjeti surovu klimu i pobijediti hladnoću samo zahvaljujući brizi koju posvećuju jedni drugima. Je li nam ovo poznato? Jer kao da smo opisali strategiju koju za zagrijavanje sebe i svojih košnica koriste i pčele.



Pingvini slično kao i pčele formiraju neku vrstu „klupka“ kao obranu od Antarktičkih hladnoća

Zimsko pčelinje klupko

Zimsko je klupko „kugla“ koju pčele formiraju na saču da bi zagrijale sebe i maticu tijekom hladnih vanjskih temperatura. Klupko se počinje formirati čim vanjska temperatura padne ispod 14°C . U središtu klupka nalazi se u početku vrlo mala količina legla i matica okružena s nešto mladih pčela. S vanjske strane klupka nalaze se dugoživuće zimske pčele, koje svojim mišićima pokreću lepezanje, to jest „rad krila na mjestu“, čime povećavaju svoju tjelesnu temperaturu. Toplina se s njihovih tijela širi po prostoru koji zauzima klupko grijući pčele unutar njega i maticu na temperaturu višu od 18°C . Fizika legla vrlo je kompleksna i postoji nekoliko načina reguliranja temperature i protoka zraka u cijelom klupku, ovisno o vanjskoj temperaturi. Samo klupko nije ujednačene gustoće i također ovisi o vanjskoj temperaturi. Slojevi klupka najudaljeniji od središta sadržavaju najčvršći dio, dok se pčele što se više približavamo središnjem dijelu klupka mogu sve slobodnije kretati i obavljati redovite poslove koji uključuju brigu o preostalom leglu i matici te zadovoljavanje njezinih potreba. Iako početkom zime uzgoj legla može biti ravan nuli, kako se duljina dana krajem zime povećava, tako se povećava i količina legla.

Iskustveno je ustaljeno da je prezimljavanje najmanje učinkovito upravo na temperaturi od oko 15°C . Naime pri toj temperaturi još nije dovoljno toplo za traženje hrane, a nije ni dovoljno hladno da se formira kompaktni zimski roj, ali je dovoljno toplo da krene leglo. Gubi se mnogo energije jer pčelinja zajednica svaki dan razbija klupko u pripremi za moguće, no uglavnom beskorisno, traženje hrane. Pčele izlaze iz košnice u potrazi za nektarom, koji ne pronalaze, iznemognu te se nemaju snage vratiti u svoju košnicu. Zajednica gubi pčele i slabi. Zbog toga su varijacije vanjske temperature koje su posljednjih godina prouzročene globalnim zagrijavanjem, odnosno klimatskim promjenama, pogubne za pčele i pčelarstvo. Pčelari su naime primijetili da je pri nižim vanjskim temperaturama preživljavanje pčela u zimskom klupku daleko bolje.

Klupko nije izolacija, nego stresni hladnjak

To je potaknulo pčelare da određenim mjerama stimuliraju prisilnog grupiranje pčela u klupku. To se najprije postizavalo upotrebom neadekvatno izoliranih košnica, a u Sjevernoj Americi čak i hlađenjem. Takva se praksa često smatra benignim ili čak nužnim procesom. No je li to stvarno benigna i korisna praksa?

Britanski istraživač Derek Mitchell iz Instituta za termofluide Sveučilišta u Leedsu je koncem 2023. godine u časopisu *Journal of the Royal Society Interface* objavio rad Pčelinje klupko – ne izolacija, nego stresni toplinski ponor (Honeybee cluster – not insulation but stressful heat sink). U tom radu Mitchell proturjeći široko prihvaćenoj teoriji da je reakcija pčela na niske temperature stvaranjem prirodne izolacije oko zajednice dobra zaštita od hladnoće. Mitchell smatra da je ova teorija dovela do toga da su pčelari s razvojem racionalnog pčelarstva počeli pčele smještati u košnice iznimno loših toplinskih svojstava. Naime termička izolacija suvremenih košnica, čiji dizajn potječe iz 1930-ih godina prošlog stoljeća, mnogo je lošija u usporedbi s izolacijom prirodnih staništa, primjerice duplji u drveću. Naime, očito zbog uštede na materijalu i lakšeg manipuliranja, za izradu košnica su se počele koristiti puno tanje daske. Lošija termička izolacija je posljedično negativno utjecala i na zimske i ljetne mikroklimatske uvjete unutar košnica. Da bi pobjio gotovo 120 godina staro vjerovanje i testirao svoju teoriju da vanjski sloj pčela u zimskom klupku (takozvani plašt) nije baš dobar toplinski izolator, Mitchell je na pčelinje klupko primjenio iste tehnike koje se upotrebljavaju za mjerjenje gubitaka topline u suvremenom zgradarstvu. Kompleksnim matematičkim modeliranjem pčelinjega klupka unutar košnice, a vodeći računa o konvekciji, provođenju i zračenju topline, pokazao je da plašt ne djeluje kao izolacija, nego da se ponaša kao hladnjak raspršujući toplinu dalje od središta. U radu se navodi: „Plašt pčelinjega klupka ne zadovoljava ni jedan od četiriju kriterija izolacije, ali zadovoljava sva tri kriterija koja se postavljaju na toplinske ponore.” Mitchell priznaje da su njegova otkrića (zasad) kontroverzna jer pobijaju općeprihvaćeno načelo pčelarstva da plašt uspješno izolira unutrašnjost klupka te objašnjava da kad vanjska temperatura padne, toplina potrebna za održavanje unutrašnje temperature u košnici na 18 °C raste. Ako pčele ne mogu proizvesti toliko topline, temperatura u blizini stijenki košnice pada, a pčele u blizini se ohlade i stoga se instinkтивno približavaju pčelama koje još uvijek mogu učinkovito proizvoditi toplinu. Pritom se njihova zajednička toplinska vodljivost povećava, što dodatno povećava gubitak topline.

Ovo istraživanje pokazuje da prisilno grupiranje, umjesto da je benigno, rezultira povećanim stresem zbog hladnoće i napora. Neke medonosne pčele čak jedu svoje mlade da bi preživjele. U antropomorfnom smislu, grupiranje nije „omatanje debelom dekom” da bi se ljudi zagrijali, nego očajnička borba da se pothlađena osoba što više približi nekom izvoru toplinu da se ne bi smrznula do smrti. Mitchellovo je istraživanje pokazalo

da se mehaničko procesno inženjerstvo može iznimno uspješno primjeniti i u pčelarstvu. Još je prije, primjenom inženjerskih tehnika koje se koristi za rješavanje industrijskih problema, pokazao da suvremene košnice imaju i sedam puta veći gubitak topline nego nekadašnje prirodne pčelinje nastambe kao što su duplje i slično. Sve to, naravno, ne znači da pčele i u svojim nekadašnjim prirodnim nastambama nisu formirale zimsko klupko, ali to se događalo u drugim okolnostima i pri drugačijem rasporedu saća. Mitchell zaključuje da je prisilno grupiranje, to jest namjerno izazivanje stresnog ponašanja s ciljem preživljavanja, potrebno revidirati i ponovno detaljnije proučiti. Također je uvjeren da se izazivanje prisilnoga grupiranja može smatrati okrutnim ponašanjem prema životinjama. Mitchell zaključuje da, iako su sadašnji etički standardi za insekte manjkavi, štoviše nedefinirani, treba hitno razmotriti mogućnost primjena praksi koje smanjuju učestalost stvaranja pčelinjega klupka i vrijeme koje pčele u njemu provode. Mitchell kani istražiti i promovirati upotrebu košnica s boljom izolacijom, primjerice od debljeg drveta, oksidiranog aluminija, ekspandiranog polistirena (stiropora), poliizocianuratne pjene i sličnoga.



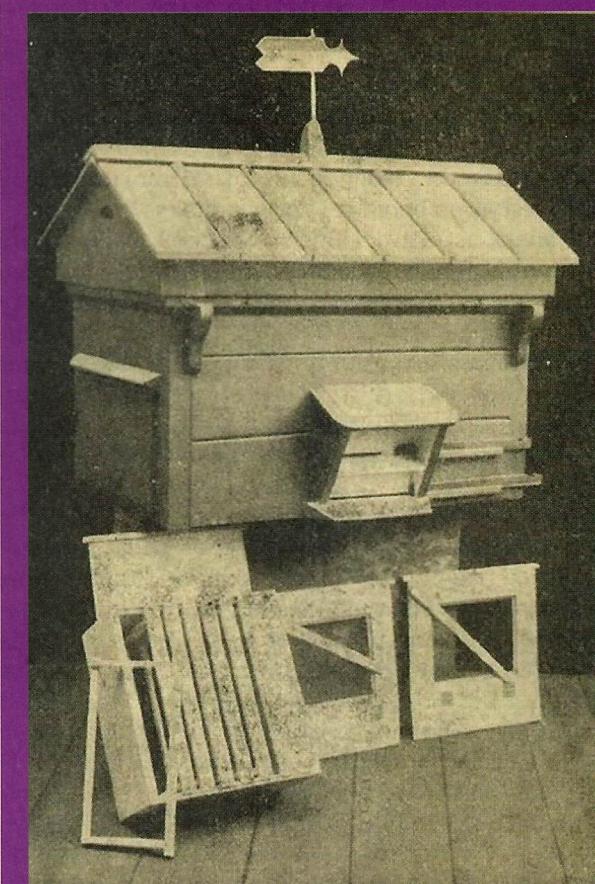
Pčelinje klupko



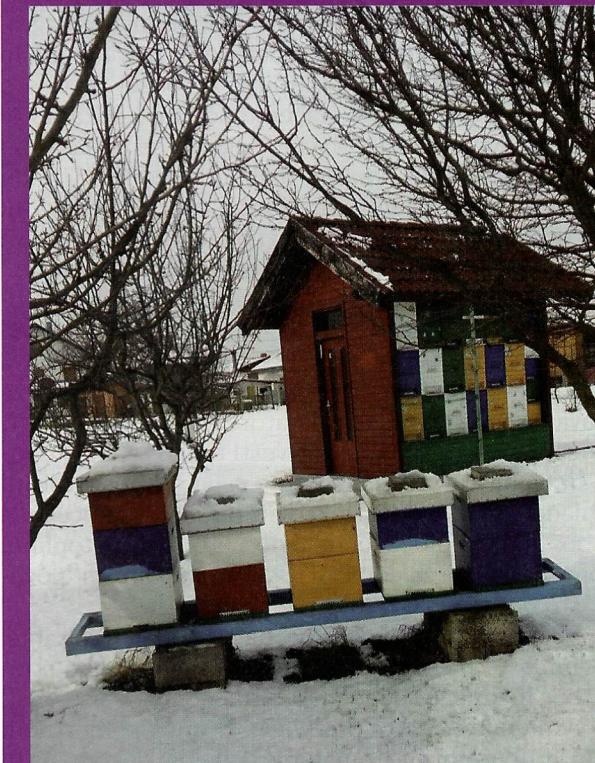
Starije vrste košnica

U kontekstu potrebe da se razviju košnice s boljom izolacijom, vratimo se stotinjak godina u povijest hrvatskog pčelarstva te spomenimo da su nekadašnje košnice zaista imale mnogo kvalitetniju izolaciju nego današnje. Tako je pčelar i pisac pčelarske literature Pavao Wittmann u knjizi *Pčelarenje hrvatskom položenom i širokoniskom košnicom*, koja je izdana daleke 1922. godine, iznio podatke o debljini dasaka od kojih se ta košnica tada izradivala. U knjizi piše: „Za gradnju naše košnice trebamo dvije vrsti dasaka, debele i tanke. Od debelih dasaka građene su 4 stranice košnice, a od tanjih samo dvije. Tako su od debelih dasaka građene dvije najdulje postrane stranice, zatim jedna čeona stranica (tj. prednja stranica) i vrata ili stražnja stranica košnice. Od tanjih dasaka građen je strop i pod košnice. Debljina dasaka za 4 stranice košnice neka bude barem 3 cm, tanje ne smiju biti, dok deblje mogu ostati. Strop i pod košnice neka bude od 1,5 do 2 cm, debelih dasaka.“

Takoder, košnica krizmanka, koju je dizajnirao petrinjski pčelar i stolar Milan Krizman, imala je prilično debele stijenke. Između paralelnih dasaka umetala se hoblovina (blanjevinu) tako da su stijenke od krizmanke bile duplo deblje nego stijenke kod nastavljača, čime se osiguravala odlična termička izolacija. Krovište je takoder izvedeno na način da osigurava dobra zračnu izolaciju ali i prozračivanja košnice tako da se učinkovito sprječavalo nakupljanje vlage. Dokumentirano je da su neki pčelari, kako bi osigurali dodatnu termičku izolaciju, pokrivali okvire u košnici krpama ili papirima ili su pleli jastuke od ražene slame koji su se stavili bočno i na satonoše. Ta je košnica kasnih 1920-ih postala prepoznatljiva petrinjska košnica i naveliko se rabila na području Banovine. Za nju je Milan Krizman na izložbi tijekom kongresa Saveza jugoslavenskih pčelarskih društava, koja je bila održana u Dubrovniku 1926. godine, osvojio srebrnu medalju za inovaciju. Košnicom krizmankom na Banovini još i danas pčelari nekoliko pčelara, a svi oni redom svjedoče o njezinim sjajnim svojstvima. Spomenimo da je i košnica zadugarka, koja je u Kraljevini Jugoslaviji, pa tako i u Hrvatskoj, jedno vrijeme 1930-ih stekla priličnu popularnost, bila građena od dasaka debljine oko pet ili više centimetara. Takvim se košnicama pčelarilo primjerice u Podravini. Sve spomenute, a i neke druge tradicijske košnice imale su odličnu termičku izolaciju jer su pčelari koji su ih dizajnirali i/ili se njima služili empirijski zaključili da bolja termička izolacija donosi brojne prednosti. S nestrpljenjem dakle čekamo daljnje radove koji će se pozabaviti problematikom termičke izolacije košnica, kako zimi tako i ljeti, i utjecajem na preživljavanje pčela. Možemo se potom možda vratiti u prošlost i primjeniti tehnička rješenja kojih su se domislili, koje su primjenili i testirali hrvatski pčelari još početkom 20. stoljeća.

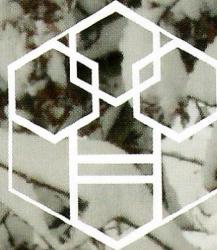


Prikaz zatvorene krizmanove košnice - Hrvatska pčela, vol. XLVII, 1927.



Standardna LR košnica ne pruža toplinsku zaštitu kao krizmanova košnica, foto: Renata Fusilović

HRVATSKA PČELA



*FOMES FOMENTARIUS –
KRESIVA GUBA,
BUKOVA GUBA ILI TRUD*

PČELINJE KLUPKO

PČELINJI PELUD – KEMIJSKI
SASTAV I VAŽNOST U PREHRANI

ISSN BROJ
1330-3635

BROJ

2

Zagreb, 2024.
Godište 143.

