

Zavedajmo se, da presežek medu v čebeljih panjih pozimi in v prvem delu pomladi ni stran vržen denar. Nekateri čebelarji namreč med še vedno raje skladiščijo v sodih in čakajo na kupca z dobro ceno, kot da bi ga vsaj manjši del čez zimo pustili čebelam. Ne samo da je med tam manj izpostavljen kristalizaciji, ampak tudi bolje od sladkorja spodbuja razvoj čebelje družine. Čebele so pri porabi medu zelo racionalne in presežek hrane bo slej ko prej na voljo čebelarju

v obliki dobro razvitih čebeljih družin, ki bodo maksimalno pripravljene na prvo pašo. Prav tako so pogoj za uspešen spomladanski razvoj dolgožive zdrave zimske čebele, polne energije, ki morajo v tem obdobju zagotoviti nemoten razvoj čebelje družine tudi v najbolj neugodnih vremenskih razmerah. Skrb za te čebele se začne že avgusta prejšnjega leta, spomladi pa s krmljenjem samo popravljamo tedanje napake. ●

Genetika in dedovanje pri čebelah

dr. Janez Prešern

Kmetijski inštitut Slovenije
janez.presern@kis.si

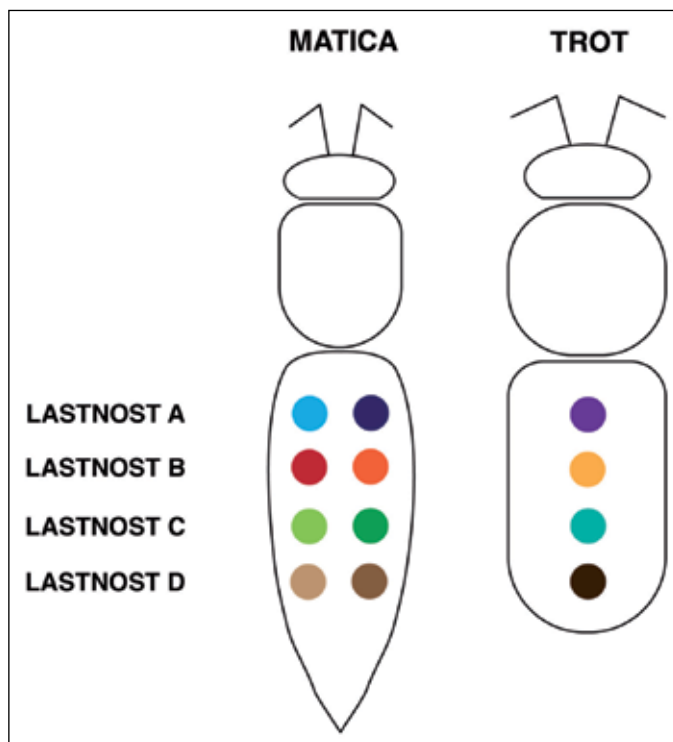
Svatbeni let mlade matice je enkraten dogodek v njenem življenju: od nabora »spoznanih« trotoev je odvisna prihodnost njene družine. V prispevku bomo pogledali osnove genetike in dedovanja.

Pri medonosnih čebelah in njihovem bližnjem sorodstvu najdemo tako imenovani haplodiploidni sistem določanja spola osebkov. Ljudje (in drugi vretenčarji) smo diploidna bitja. Genski zapisi – genski zapis si lahko predstavljate kot del »gradbenega načrta« – za skoraj vse lastnosti so podvojeni, vendar ne nujno enaki. Pol zapisov dobimo v obliki 23 kromosomov od mame, drugo polovico od očeta, skupaj torej 46 kromosomov, vključno z dvema spolnima kromosomoma (X in X pri ženskah ali X in Y moških). Kromosomi so »paketi« informacij, lahko si jih predstavljate kot fascikle. Kromosome poznamo individualno in so stereotipno organizirani (recimo zapis za lastnost A bomo vedno našli na kromosomu 1). Kot rečeno, imamo sesalci skoraj vse zapise podvojene. Izjema je spolni kromosom Y, ki določa moški spol. V primerjavi s kromosomom X zapisi za nekatere lastnosti na njem manjkajo. To se izrazi npr. pri dedovanju anemije srpastih celic, kjer se bolezen lahko skrito deduje po ženski liniji, moški osebki pa v primeru okvare zapisa ne preživijo. Oče lahko svojim potomcem posreduje enega od svojih dveh spolnih kromosomov: če gre za X, bo potomec ženskega spola, če pa gre za Y, bo potomec moškega spola.

V haplodiploidnem sistemu čebel pa je stvar drugačna. Če ima osebki le en komplet zapisov, bo moškega spola, če pa dvojnega, bo najverjetneje ženskega spola – delavka ali matica. Najverjetneje pravim zato, ker pod določenimi pogoji nastane izjema, ki je za čebelarja kar pomembna in jo bom pojasnil kasneje. Skratka, delavke in matice so diploidne (imajo dvojni genski zapis za lastnosti), troti pa haploidni (enojni zapis za genske lastnosti). Tu naj pou-

darim: delavke in matice dobijo od svoje mame eno polovico in od očeta drugo polovico genskega zapisa, skupaj 32 kromosomov. Prednost take organizacije genoma je v tem, da se v primeru trotoev okvare težje skrijejo. Če je zapis za neko vitalno lastnost na enem od kromosomov okvarjen, celica ne more dobiti delujočega zapisa iz njegovega para. Preprosto povedano to pomeni, da se genetske napake v zapisu ključnih lastnosti po trotoevski liniji ne dedujejo, saj troti z genetskimi napakami poginejo.

Spolne celice so vedno haploidne, ne glede na spol: 16 kromosomov pri čebelah oz. 23 pri ljudeh. Ko nastajajo spolne celice pri maticah (in drugih diploidnih osebkih), pride do tako imenovane rekombinacije, mešanja genetskih zapisov. To si lahko predstavljate tako, da imate dva »fascikla«,

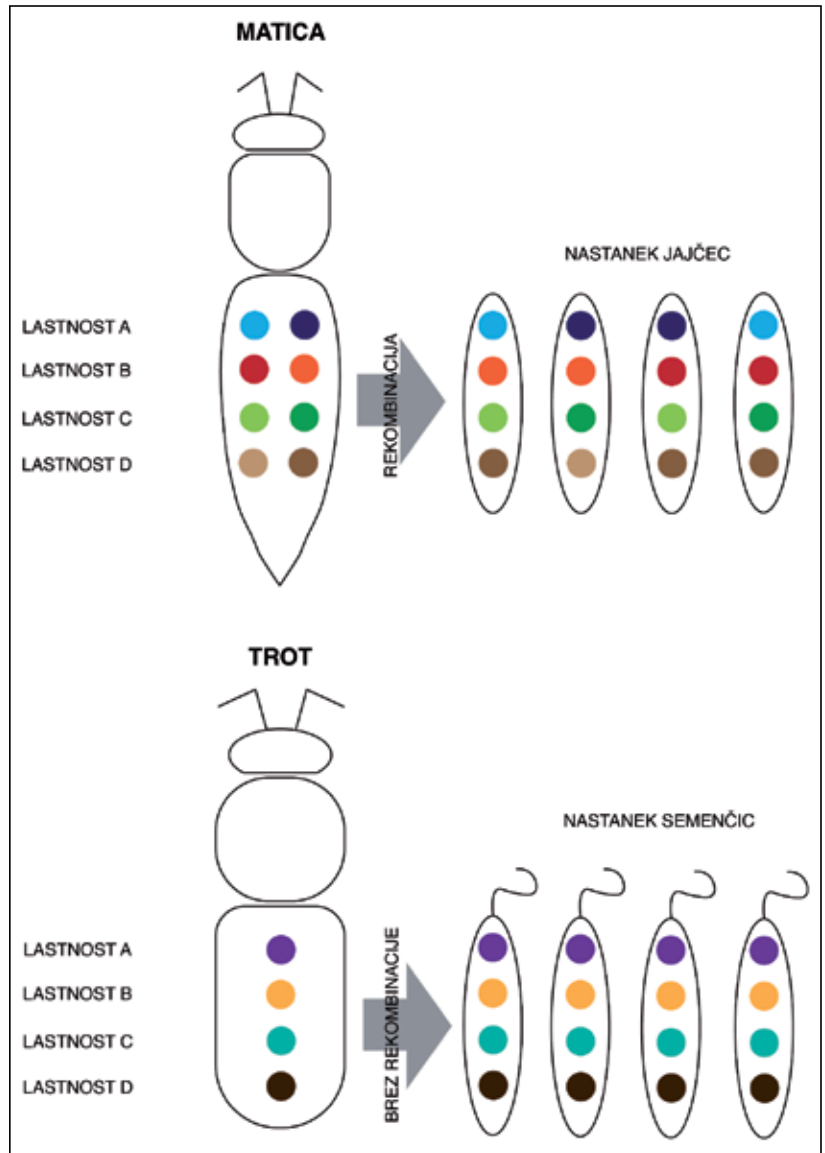


Slika 1: Prikaz razlike med diploidnostjo in haploidnostjo. Matice so diploidne in imajo za vsako lastnost dva zapisa, ki sta lahko različna. Npr. zapis za lastnost »A« je lahko »svetlo modra« ali »temno modra«. Troti so haploidni in imajo za vsako lastnost le en zapis.

ki vsebujeta zapise – ki so lahko različni – o istih stvareh. Ko pripravljate komplet kromosomov za spolno celico, odprete nov »fascikel«. Napolnite ga s »kopijami dokumentov« iz originalnih dveh, s tem da nekatere zapise vzamete iz prvega, nekatere pa iz drugega. Rezultat je »fascikel«, ki je izvirna mešanica izvirnih dveh. Spolnih celic se tvori veliko in vsaka je običajno edinstvena kombinacija zapisov. Pri haploidnih osebkih, kot so troti, pa te rekombinacije ni. Genski zapis spolnih celic trotov je kopija genskega zapisa njih samih. Rekombinacija zanje se je zgodila eno generacijo nazaj, torej v maticah, ki so jih zalegle. Mlada sprašena matica tako v spermateki nosi nekaj »kompletov« semena različnih trotov, znotraj enega kompleta pa so spolne celice enake. Ker imajo istega očeta in s tem pripadajo isti očetovski liniji, so si nekatere delavke v panju bolj sorodne, kot so sorodne čebelarji, ki imajo drugega očeta. To so t. i. supersestre, ki tvorijo poddružino znotraj družine.

Pogosto se dedovanje meša s sorodnostjo: med čebelarji se pogosto sliši, da delavke dobijo 75 % dednine od trotov. To ni res. So pa v povprečju lahko 75-% sorodne med seboj. In zakaj je tako? Najprej vprašanje za vas, cenjena bralka, cenjeni bralec: koliko ste v sorodu s svojim sorojencem, bratom ali sestro? Boste rekli 50-%? Saj ste ja dobili (tako kot sestra ali brat) pol genskega materiala od mame, drugo polovico pa od očeta, 50-% bo gotovo pravi odgovor! In je, ampak le v povprečju populacije. Obstaja hipotetična skrajna možnost, da se pri pripravi novega »fascikla« – torej pri tvorjenju spolnih celic – ves material vzame le iz enega od starševskih, pri pripravi materiala za sorojenca pa le iz drugega. V takem primeru s svojim bratom, sestro niste v sorodu, kakor koli se to že smešno sliši. Druga skrajnost je, da se za oba »fascikla« vzame točno enaka kombinacija zapisov. V tem primeru ste si s sorojencem enaki in ste 100-% v sorodu (enojajčni dvojčki niso posledica tega procesa). Torej, ker je seme istega trota med seboj enako, edina variabilnost pride preko rekombinacije pri tvorbi jajčec v matici. Vse delavke, ki so potomke iste matice, so tako v 50 % sorodne materi (dobile so pol dednine). Med seboj pa so si delavke, ki so potomke istega očeta, lahko v 75-% sorodstvu: očetov del je nespremenljiv in zato dosežejo že preko očeta 50-% sorodnost, materina polovica pa je zaradi rekombinacije spremenljiva: ta del sorodnosti je v povprečju 25-%. Delavke, potomke različnih očetov, so torej v 25-% sorodstvu.

Pomen supersester je važen z biološkega in rejskega stališča. V laboratorijskih poskusih se je pokazalo, da sveže položene supersestre tvorijo tesnejše gručice na satju, kot



Slika 2: Tvorba spolnih celic. Spolne celice nosijo le en komplet zapisov za lastnosti. Pri matici tvorba spolnih celic – jajčec – poteka z rekombinacijo. Za vsako lastnost se izbere eden od dveh zapisov in se vstavi v spolno celico. Tako je vsaka spolna celica lahko izvirna kombinacija zapisov o istih lastnostih. Pri trotih rekombinacije ni. Genski zapis njihovih spolnih celic – spermijev – je enak in tudi enak zapisu v trotu samem.

če gre za polsestre različnih očetov (Meixner in Moritz, 2004). Že od nekdaj velja, da se naloge delavk spreminjajo s starostjo. Ve pa se tudi, da so delavke iz določenih poddružin bolj nagnjene k določenim opravilom. Tako čebele, ki prinašajo vodo, izvirajo le iz nekaj poddružin v panju (Kryger in drugi, 2000). Podobno sta ugotavljala tudi Robinson in Page v seriji člankov konec osemdesetih in na začetku devetdesetih let: stražarska opravila, nabiranje peloda (in nektarja), čiščenje ipd. imajo genetsko podlago – določene poddružine so bolj osredotočene na eno, druge pa na druga opravila. Čebelar se pri tem vpraša, ali to velja tudi za izbiro ličink za prihodnje matere pri preleganju. Raziskave so pokazale, da je bolj kot sorodstvo pomembna količina hrane v celici (Sagili in drugi, 2018), skratka, nepotizem odpade.

Ob tem je pomemben še podatek, koliko poddružin pravzaprav pričakujemo v panju. Kryger s sod. je v istem članku (2000) z uporabo molekularnih metod naštel v povprečju 16 očetov. Tudi študija parjenja v polizoliranih dolinah v Veliki Britaniji je pokazala podobno povprečno številko, 17 (Jensen s sod., 2005), kar je več, kot navajajo Koeniger s sodelavci (7–12, 2014). Ker se troti razvijajo iz neoplojenih jajčec, pomeni, da nimajo očeta. Imajo pa deda! To je trot, ki se je sprašil z matico, ki je mati njegove matere. V naših razmerah sveža matica redko zaleže trotovsko zalego v isti sezoni oz. povedano drugače, trotovska zalega sveže matice je redko pomembna pri vzreji v istem letu. Čebelarji morajo zato vzrediti matice, ki bodo uporabne za trotarje, eno sezono preden začnejo cepiti ličinke.

Kaj pa tista zgoraj omenjena izjema pri razvoju spola? Pri čebelah (ter pri nekaterih drugih kožekrilcih) je pri razvoju spola pomemben t. i. spolni alel, ki ga najdemo na enem od kromosomov. Delavke in matice, ki so diploidne, imajo dva, haploidni troti le enega. Pri razvoju ženskega spola je pomembno, da sta spolna alela različna. Če nista, dobimo diploidnega trota. Ti troti imajo tudi diploidno seme in posledično bi lahko imeli triploidne in sterilne potomce, zato negovalke diploidne trotovske ličinke odstranijo kmalu po izleganju. Posledica so presledki v zalegi. Diploidni troti

niso edini razlog za presledkasto zalego, vendar so brez drugih očitnih patoloških vzrokov (npr. poapnela zalega), najboljši kazalnik za parjenje v sorodstvu. Pri tem je pomembno, da očetovske linije niso določene s spolnim alelom: različne očetovske linije imajo lahko enak spolni alel.

Pri vzreji matic je zato zelo pomembno, da se pregleda pokrita zalega, preden se dajo matice na trg. Ne samo to: če ima vzrejevalec možnost plemeniti del svojih matic pri kolegu vzrejevalcu ali na plemenilni postaji, naj tako tudi naredi, zlasti pri maticah, ki so namenjene družinam, izmed katerih izbira matičarje ter trotarje. Za nas na Kmetijskem inštitutu pa je pomembno, da so take stvari zabeležene in sporočene. ●

Viri:

- Meixner in Moritz (2004): Clique formation of super-sister honeybee workers (*Apis mellifera*) in experimental groups. *Insectes Sociaux*, 51: 43–47.
- Kryger, Kryger in Moritz (2000): Genotypical variability for the task of water collecting and scenting in a honey bee colony. *Ethology*, 106 (9): 769–779.
- Sagili, Metz, Lucas, Chakrabarti in Breece (2018): Honey bees consider larval nutritional status rather than genetic relatedness when selecting larvae for emergency queen rearing. *Scientific Reports*, 8(1).
- Jensen, Palmer, Chaline, Raine in drugi (2005): Quantifying honey bee mating range and isolation in semi-isolated valley by DNA microsatellite paternity analysis. *Conservation Genetics*, 6(4): 527–537.
- Koeniger, Koeninger, Tiesler (2014): *Paarungsbiologie und Paarungskontrolle bei der Honigbiene*. Buschhausen Druck und Verlagshaus – Herten.

Kaj je pokazala analiza čebeljih pridelkov?

Nataša Lilek

svetovalka JSSČ
natasa.lilek@czs.si

V skladu z Uredbo o izvajanju Programa ukrepov na področju čebelarstva v Republiki Sloveniji v letih 2017–2019 in Programa podpore laboratorijem za analizo čebeljih pridelkov so se v okviru tretjega sklopa v letu 2019 izvajale analize čebeljih pridelkov (cvetni prah, propolis in vosek) na prisotnost ostankov akaricidov kumafosa, timola ter razpadnih produktov amitraza.

Za med in cvetni prah je na podlagi Uredbe komisije (EU) št. 37/2010 z dne 22. 12. 2009 o farmakološko aktivnih snoveh in njihovi razvrstitvi glede mejnih vrednosti ostankov v živilih živalskega izvora in Uredbe Komisije (ES) 396/2005 o mejnih vrednostih ostankov pesticidov v ali na hrani in krmi rastlinskega in živalskega izvora ter spremembe Direktive Sveta 91/414/EGS predpisana najvišja mejna vrednost (MRL) ostankov po uporabi zdravila v veterinarski

medicini, ki jo Evropska skupnost sprejme kot zakonsko dovoljeno ali priznano kot sprejemljivo v ali na živilu. Za propolis in vosek najvišjih dovoljenih mejnih vrednosti za zdaj še ni predpisanih.

Metode dela

Vzorci čebeljih pridelkov so vzorčili čebelarji sami. Zbirali smo jih naključno glede na prostovoljno odločitev čebelarjev. Zbranih je bilo 30 vzorcev voska, 10 vzorcev propolisa in 10 vzorcev cvetnega prahu osmukanca iz različnih statističnih regij Slovenije. V navedenih čebeljih pridelkih se je določala vsebnost ostankov kumafosa, amitraza in njegovih razpadnih produktov ter timola. Kemijske analize je opravil Eurofins ERICo Slovenija, Inštitut za ekološke raziskave iz Velenja.

Rezultati analiz voska

V 73,3 % analiziranih vzorcev voska je bila določena vsebnost ostankov **kumafosa** pod mejo detekcije naprave (< 0,01 mg/kg) ali je bila manjša od 1 mg/kg. 26,7 % vzorcev voska pa je vsebovalo več kot 1 mg/kg kumafosa. Ta vre-