



Čebelarjenje za vsakogar

Peter Kozmus, Maja Ivana Smodiš Škerl, Mitja Nakrst



Kmečki glas

Vsebina

7 Uvod

9 Čebelarjenje skozi čas

(Peter Kozmus)

Čebelarjenje v 18. in 19. stoletju na Slovenskem 10

Svetovni dan čebel 10

Posebnosti slovenskega čebelarstva 11

Opis kranjske čebele 12

Ohranitev kranjske čebele

Pomen čebel za okolje in človeka 14

Deset stvari za pomoč čebelam

18 Zgradba in delovanje čebeljega telesa

(Maja Ivana Smodiš Škerl)

Deli telesa 18

Glava

Oprsje

Zadek

Krvni, dihalni in živčni sistem

Žleze

Maščobno telo

Spolni organi pri matici in trotu

Razvoj čebele 31

Razvoj odraslih osebkov in dolgoživost

Prehranjevanje čebel 35

Prehranjevanje ličink čebel

Prehranjevanje odraslih čebel

Dedovanje pri čebelah 39

Odbira čebeljih družin na želene lastnosti

42 Kako živijo čebele

(Maja Ivana Smodiš Škerl)

Oprava čebel delavk 43

Čistilni nagon

Oskrba zalege

Oskrba matice

Gradnja satja

Skladiščenje in predelava hrane

Straža in ventilacija panja

Spoznavanje okolice pred pašnim poletom

Pašna aktivnost

Sporazumevanje čebel 50

Sposobnost orientacije

Sporazumevanje delavk in matice v družini

Življenje čebelje družine skozi leto 54

Zgodnja pomlad

Poletje

Jesen in zima

60 Panji in čebelarska oprema

(Mitja Nakrst)

Panji 60

AŽ-panj

Nakladni LR-panj

Kirarjev panj

Nakladni DB-panj

Pomožni panji – nukleusi

Opazovalni panj

Satovje 64

Satni okvirji

Sestavljanje in žičenje satnih okvirjev

Utiranje satnic

Čebelarska oprema in pribor 65

Zaščitna obleka

Kadilnik

Panjsko dleto

Transportna matičnica

Omelo

Klešče

Matična rešetka

Smukalniki cvetnega prahu

Topilnik voska

Čistoča in razkuževanje čebelarske opreme 68

Skladiščni prostori 68

Hladilnica 68

Zgradba in delovanje čebeljega telesa



Delavka na deviškem satju

Deli telesa

Telo odrasle čebele sestavljajo glava, oprsje in zadek, ki so vsak posebej zgrajeni iz številnih ploščic ali skleritov (trebušni okrov ali sternit in hrbtni okrov ali tergiti). Trebušni in hrbtni okrov povezuje opna, nanjo so pripete noge in krila. Opno najdemo tudi med obročki zadka. Čebela se izleže z dlačicami, ki pokrivajo skoraj celotno telo in pozneje poskrbijo, da se na njih zadrži cvetni prah. Čebela znotraj telesa nima okostja. To nalogo opravlja čvrst hitinski oklep ali eksoskelet, ki ga sestavljajo hitin, proteini in pigmenti. Nanj se z notranje strani pripenja mišičje, notranjim orga-

nom pa služi kot opora. Čebelje telo varuje pred izgubo vode in ščiti pred škodljivci.

Glava

Glava je zelo pomemben del telesa, ki je sposobna zaznavati dražljaje iz okolja ter hkrati spretno uporabljati ustne dele za sprejem in hranjenje s cvetnim prahom in medom. Sploščena in v obliki trikotnika ima na zgornjem izbočenem robu tri pikčasta očesa ali ocelli, na obeh straneh glave pa velike sestavljene oči.

Pikčasta očesa (ocelli) so trikotno urejena in so sestavljena iz preprostih

Kako živijo čebele



Kako se bo neki osebek razvil in izvajal svoje aktivnosti, je v precejšnji meri odvisno od delovanja hormonov in trenutnih potreb v panju. Pri žuželkah je najbolj poznan juvenilni hormon. Izloča ga majhna žleza, imenujemo jo *corpora allata*, ki je na možganskem dnu tik nad požiralnikom čebele. Pomemben je pri uravnavanju levitve in preobrazbe ličink ter v razvoju odrasle čebele. Pri mladih čebelah se izloča manj tega hormona, pri odraslih čebelah, ki letajo na pašo, pa se izločanje poveča in njegova koncentracija v hemolimfi narašča. Juvenilni hormon sodeluje pri uravnavanju razvoja in delovanja posameznih žlez ter pri vedenju čebel. Na razvoj posamezne čebele ima velik vpliv tudi okolje. Čebelja družina se prilagaja na spremembe tako, da prek različnih

potreb, kot so pašna, nega zalege, gradnja satja, straženje in predelava hrane, sprejema različne dražljaje. Ti signali vplivajo na razvoj žlez in drugih organskih sistemov pri čebeli, hkrati pa motivirajo, vzburjajo in spodbudijo, da čebele začnejo nove aktivnosti. Dražljaji so lahko kemični, fizični, tresljaji, zvok, svetloba in toplota. Vse te spremembe čebele zaznajo s čutili in sporočila nato potujejo v živčni sistem. Tako čebela zaznava okolje, lahko pa deluje na živčne centre, ki uravnavajo delovanje hormonskih žlez. Za uravnavanje razvoja organizma potrebujemo hormone, ki čebele pripravijo na določeno vedenje. Da se bo čebela začela drugače vesti, so potrebni še motivirajoči dražljaji, ki omogočijo vznburjenje.

Krmljenje s sladkornim sirupom

Po vsakem točenju medu moramo poskrbeti za zadostno zalogo hrane v družinah. Priporočljivo je, da imajo gospodarske družine v velikoprostorninskih panjih na doseg vedno vsaj osem kilogramov hrane. Praksa večine čebelarjev je, da se po zadnjem točenju z dodajanjem sladkorne raztopine v razmerju 2 : 1 v korist sladkorju začne priprava družin na prezimovanje. Z zgodnjim začetkom krmljenja bomo izkoristili predvsem čebele, ki bi do pomladi odmrle. Vendar je pri zgodnjem krmljenju potrebna previdnost, da ne blokiramo zaleganja matice in onemogočimo razvoja zimske generacije delavk. Pri manjših panjih brez medišča je potrebna večja previdnost pri dodajanju sirupa, da matici ne preprečimo zaleganja. Pri zazimitvi družine v dveh velikih nakladah. nakladnega panja tudi pri dodajanju večjih količin sirupa ne prihaja do blokiranja. Sladkorno raztopino pa dodajamo tudi v času sezone. Za dopolnilno spomladansko krmljenje in spodbujanje gradnje satja uporabljamo redkejši sirup v razmerju 1 : 1, za stimuliranje ugodnih pašnih razmer, kar vpliva na povečanje zalege, pa uporabljamo redkejšo raztopino iz dveh delov vode in enega dela sladkorja.



Tudi po končanem krmljenju za prezimovanje, ko smo prepričani, da imajo družine dovolj hrane, zalogo večkrat preverimo. Predvsem moramo biti previdni ob lepi jeseni, ko matica nadaljuje zaleganje, količina dodane zaloge pa se porablja.

Rojenje

Pri rojenju zleti iz panja del delavk s staro matico, še preden se izleže nova, ki ostane v panju s preostalimi delavkami. Rojilno razpoloženje je zelo težko prekiniti in zaustaviti. Prvi znak rojilnega razpoloženja je povečana gradnja trotovskega satja in matičnih nastavkov, ki jih matica postopoma zaleže.

Dejavniki, ki pospešujejo rojilno razpoloženje:

- blokada gnezda – preveč medu in pokrite zalege,
- premalo prostora in odkrite zalege,
- preveč čebel v tesnem prostoru,
- stara matica – pomanjkanje feromona,
- slabo vreme in slaba paša.



Ogrebanje roja

Informativni pregled čebelarjevih opravil v posameznih mesecih

Januar

- Preverimo poškodbe na panjih zaradi vremenskih vplivov (nevihte, veter).
- Preverimo zapirala za preprečitev vdora miši v panj.
- Odstranimo sneg pred panjem, predvsem pa ga odstranimo iz vhodne odprtine v panj.
- Odstranimo morebitno podрто drevje oz. drevesa, ki ogrožajo panje.
- Udeležujemo se lokalnih občnih zborov čebelarskih društev.
- S pojavom nove zalege toplotno zaščitimo panje.
- Obnovimo prevozna sredstva.
- Poskrbimo za trženje izdelkov.
- Na podlagi analize ugotavljamo uspešnost poslovanja.

Februar

- Ponovno preverimo morebitne poškodbe na panjih zaradi vremenskih vplivov.
- Ob izletnem dnevu opazujemo delavke in si zabeležimo vnos cvetnega prahu pri posamezni družini.
- S pojavom čebelje zalege se poveča tudi odvzem zimske zaloge. Če sklepamo, da bodo zaloge prehitro pošle, je najboljši način, da dodamo zalogo v satnih okvirjih ali pa vstavimo sladkorno pogačo. V tem obdobju tudi zaradi že dovolj visoke vlage v panju ni priporočljivo dodajanje sladkorne raztopine.
- Opravimo še zadnja mizarska opravila, kot so popravila panjev, izdelovanje satnih okvirjev in naklad.

- Če uporabljamo satne pitalnike, jih napolnimo s sladkorno pogačo.
- Da bo v naslednjih mesecih delo potekalo tekoče in brez zapletov, je potrebna dobra pripravljenost in založenost z materialom.

Marec

- Začenjajo se intenzivnejše spomladanske paše in paše na sadnem drevju.
- Močno narašča površina prisotne zalege v družini, temperature okolja so lahko še nizke, starejše delavke izletavajo v nepredvidljivo vreme, zaloge medu se zmanjšujejo in vse to so razlogi, da jih mnogo marec opisuje kot najnevarnejši mesec za propad družine.
- Ob lepem vremenu na hitro preverimo zaloge hrane.
- Čebelarji, ki izkoriščajo pašo na akaciji, začnejo v tem mesecu dražilno krmiti družine.

April

- Opravimo temeljit pregled družine, očistimo podnice.
- Prebiramo satje in starejšega izločamo, upoštevamo tudi načrt, koliko satja bomo menjavali (priporočilo je od 25 do 30 % letno).
- Odstranimo zapirala, ki so preprečevala vstop glodavcem.
- Pripravimo matično rešetko.
- Ne zamudimo spomladanskih paš, ki lahko dajo prvo točenje (paša na divji češnji, jabolka, regrat ...).

Maj

- Opravljamo tedenske preglede družin.
- Rojilno razpoloženje družin je na vrhuncu, zato mu namenjamo največ pozornosti.

Prodaja čebeljih izdelkov

Glede na obseg čebelarstva se čebelar odloči, kako bo čebelje pridelke ponudil potrošniku. V Sloveniji se večina pridelkov proda na čebelarjevem domu, kar se skozi različne aktivnosti tudi spodbuja, saj je takšen način najbolj enostaven tako za čebelarja kot potrošnika.

Seveda pa so čebelarjem na voljo tudi druga tržna področja, kar pa je vsekakor odvisno od čebelarja, ki se bo skozi svojo strategijo čebelarjenja odločil, kako bo tržil čebelje pridelke (prodaja na domu, tržnice, medomati, lokalne trgovine ali večji trgovski centri, spletna prodaja itd.).

Trženje in predstavitev čebelarstva sta izredno pomembna za tržno usmerjene čebelarje, ki se ukvarjajo s prodajo čebeljih družin v tujino, kakor tudi vzrejevalce čebeljih matic, ki nastopajo tudi na tujem trgu.

Izračun končne cene pridelka je za marsikaterega čebelarja težavno, zato je smiselno upoštevati priporočene cene, ki jih letno objavijo na Čebelarski zvezi Slovenije. Potrebno se je zavedati, da je v čebelarstvu (predvsem večja čebelarstva), ki je delovno izredno zahtevna panoga, končno pomemben tudi ekonomski motiv.





*Pri pregledu družin moramo biti posebej pozorni
na morebitne spremembe na zalegi.*

BOLEZNI IN ŠKODLJIVCI ČEBELJE DRUŽINE

Metka Pislak Ocepek • Vlasta Jenčič • Lucija Žvokelj

Kmečki glas

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

638.15

PISLAK, Metka

Bolezni in škodljivci čebelje družine / Metka Pislak Očepek, Vlasta Jenčič,

Lucija Žvokelj. - Ljubljana : Kmečki glas, 2022

ISBN 978-961-203-530-3

COBISS.SI-ID 116873987

KAZALO

KNJIGI NA POT	5
BIOLOGIJA ČEBELJE DRUŽINE <i>(Vlasta Jenčič)</i>	7
Dobrobit čebel	7
Osnove anatomije čebel	9
Osnove fiziologije čebelje družine	12
Imunski sistem čebelje družine	18
BOLEZNI ČEBEL, KI JIH POVZROČAJO BAKTERIJE <i>(Metka Pislak Ocepek)</i>	23
Huda gniloba čebelje zalege	23
Pohlevna gniloba čebelje zalege	31
BOLEZNI ČEBEL, KI JIH POVZROČAJO GLIVE <i>(Vlasta Jenčič)</i>	37
Nosemavost	37
Poapnela zalega čebelje družine	41
Okamenela zalega čebelje družine	44
BOLEZNI ČEBEL, KI JIH POVZROČAJO VIRUSI <i>(Lucija Žvokelj)</i>	46
Virus deformiranih kril	48
Virus mešičkaste zalege (SBV)	50
Virus črnih matičnikov (BQCV)	51
Virus kronične paralize čebel (CBPV)	52
Virus akutne paralize čebel (ABPV), kašmirski čebelji virus (KBV), izraelski virus akutne paralize (IAPV)	53
BOLEZNI ČEBEL, KI JIH POVZROČAJO ZAJEDAVCI	55
Varoza <i>(Metka Pislak Ocepek)</i>	55
Pršičavost <i>(Vlasta Jenčič)</i>	71
Tropileloza <i>(Lucija Žvokelj)</i>	74
BOLEZNI ČEBEL, KI JIH POVZROČAJO PRAŽIVALI <i>(Metka Pislak Ocepek)</i>	77
Ameboza	77
Tripanosomatide pri čebelah	78

NEKUŽNE BOLEZNI ČEBELJE DRUŽINE <i>(Vlasta Jenčič)</i>	79
Prehlajena zalega	79
Pregreta zalega	79
Bolezen gozdne paše	79
Majska bolezen	80
ŠKODLJIVCI ČEBELJE DRUŽINE	81
Mali panjski hrošč <i>(Vlasta Jenčič)</i>	81
Veliki voščeni molj <i>(Vlasta Jenčič)</i>	86
Azijski sršen <i>(Metka Pislak Ocepek)</i>	89
Orientalški sršen <i>(Metka Pislak Ocepek)</i>	93
DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA ZDRAVJE ČEBEL <i>(Vlasta Jenčič)</i>	96
Biotski dejavniki	96
Abiotski dejavniki	99

KNJIGI NA POT

Zdravje je eden glavnih dejavnikov in kazalcev dobrega počutja ljudi in živali. Medicina, tako humana kot veterinarska, pa je kompleksna veda, v kateri se različne znanosti ne le dopolnjujejo med seboj, temveč tudi nenehno izpopolnjujejo in nadgrajujejo. V zadnjih nekaj desetletjih se je zgodil bistven razvoj na področju molekularne biologije in diagnostike, ki je omogočil boljše poznavanje obrambnih mehanizmov čebel kot tudi nastanka, razvoja, prepoznavanja in širjenja bolezni. Žal je hkrati zaradi globalne trgovine prišlo tudi do prenosa novih patogenih organizmov na območja, kjer jih prej ni bilo.

Da čebelja družina zboli, se mora združiti več dejavnikov. Osnovni je dovzetnost posamezne vrste čebel za neko bolezen, različne čebelje rase imajo namreč različno izraženo naravno odpornost proti povzročiteljem bolezni ali pa te odpornosti sploh nimajo, poleg tega pa mora biti prisoten povzročitelj bolezni ter v večini primerov tudi okoliščine, da se bolezen v čebelji družini lahko razvije. Na nekatere teh okoliščin, na primer podnebne razmere ter posledično možnost za izrabo čebeljih paš, ne moremo veliko vplivati, za večino drugih pa je mogoče poskrbeti oziroma jih izboljšati, da se življenje čebelje družine tem bolj približa načinu, ki so si ga oblikovale v naravi in bodo zato manj dovzetne in ranljive za povzročitelje bolezni. Zaradi segrevanja ozračja in mednarodnega prometa obstaja v prihodnosti tudi tveganje za pojav nekaterih novih povzročiteljev bolezni in škodljivcev čebelje družine, s katerimi morajo biti čelbarji seznanjeni.

V knjigi, ki jo imate pred seboj, smo čelbarjem in tudi širši javnosti avtorice, vse tri doktorice veterinarske medicine, poskušale približati problematiko ogroženosti čebel v sodobnem svetu, ki jo povzročajo patološki mikroorganizmi in škodljivci čebelje družine. Prizadevale smo si vključiti najnovejša dognanja na področju stroke in znanosti. Večji poudarek smo posvetile boleznim, ki povzročajo v čelbarstvu največ težav in se za njihovo zatiranje namenja največ pozornosti in sredstev. Pri pisanju smo sledile veterinarski doktrini varovanja zdravja in dobrobiti čebelje družine ter okolja, pa tudi skrbi za pridelavo neoporečnih čebeljih pridelkov v prehranski verigi ljudi. Za lažje razumevanje bolezenskih procesov smo dodale osnove anatomije čebel, fiziologije čebelje družine in osnove imunskega sistema čebel. Nakazale smo usmeritve za dobrobit čebel, ki je hkrati tudi dobrobit človeka, saj nam čebele s svojimi lastnostmi in aktivnostmi bogatijo življenje. Na koncu so za vsako poglavje dodani viri uporabljene literature, kjer bolj radovedni bralci lahko najdejo dodatne poglobljene informacije. Želimo si, da bo vsebina knjige v pomoč čelbarjem in širši javnosti pri ohranjanju zdravih čebeljih družin.

PREHRANA ČEBEL

Maja Ivana Smodiš Škerl

Kmečki glas

Vsebina

UVOD	5
POSTAVITEV ČEBELNJAKA	8
MAKROHRANILA V PREHRANI ČEBEL	14
Ogljikovi hidrati	16
Značilnosti naravno prisotnih ogljikovih hidratov	16
Medičina ali nektar	19
Mana	21
Strupene snovi v rastlinah	23
Odpornost čebel proti strupenim snovem	25
Beljakovine	26
Cvetni prah	31
Beljakovine v telesu čebele	38
Fermentiran cvetni prah ali čebelji kruhek	49
Lipidi	52
Maščobne kisline	52
Triacilgliceroli	52
Polarni lipidi, steroidi in drugi lipidi	54
Maščobe v cvetnem prahu	54
Maščobe v telesu čebele	54
Vosek	56

MIKROHRANILA V PREHRANI ČEBEL 59

Smola	59
Propolis	59
Rudninske snovi	61
Vitamini	64
Pomen vode za čebeljo družino	66

PREBAVNI SISTEM ČEBEL 72

Osnovna zgradba in delovanje prebavil	72
Prebava in presnova hrane	81
Mikroorganizmi v prebavni cevi čebel	84
Prehrana ličink in delavk	86
Vloga maščobnega telesa	87

POMANJKANJE HRANE 90

Pomanjkanje vnosa medicīne	91
Pomanjkanje cvetnega prahu	91
Odziv gnezda na pomanjkanje hrane	94

KRMLJENJE ČEBELJIH DRUŽIN 99

Ogljikovi hidrati v naravi	102
Dodajanje ogljikovih hidratov	104
Vpliv HMF na čebele	115
Cvetni prah, nadomestki in dodatki	116
Prehrana čebelje družine skozi leto	124

OGLJIKOVI HIDRATI

Sladkorji so najpogostejša biološka molekula na svetu. Nastajajo v zelenih delih rastlin, kjer je klorofil, kot produkt fotosinteze. Fotosinteza je biokemijski proces, kjer se porabljata voda in ogljikov dioksid, nastaja pa kisik in sladkor. Ogljikovi hidrati so vir energije in strukturnih skladiščnih polisaharidov v rastlinah (v obliki škroba in inulina) ter v živalih (v obliki glikogena in hitina).

V cvetnem prahu je okoli 41 % sladkorjev, ki so v obliki škroba in gradnikov celične stene. V takšni polisaharidni obliki so sladkorji težje prebavljivi za čebele, zato te potrebujejo dodaten vir energije, ki jo dobijo iz medicine. Neprekinjen dotok medicine v panj vzdržuje pašno aktivnost čebel, ki jim ogljikohidratna hrana pomeni glavni vir energije in jo v panju dobijo v obliki medu. Energijo potrebujejo za letenje in uravnavanje temperature v panju. Sladkorji v medicini se zaradi encimske aktivnosti v telesu čebele pretvorijo v enostavne sladkorje. Kot glukoza vstopijo v Krebsov cikel v celicah, kjer se proizvajajo celična energija (ATP), ogljikov dioksid (CO_2) in voda. Glukoza se skladišči v telesu tako, da se pretvori v glikogen in shrani v telesni maščobi. Čebele dnevno potrebujejo 4 do 11 mg suhega sladkorja. Pozimi je poraba manjša.



Zrel med je pokrit z voščenimi pokrovci.

Značilnosti naravno prisotnih ogljikovih hidratov

Molekule ogljikovih hidratov sestavljajo atomi ogljika, vodika in kisika. Poznamo enostavne sladkorje ali monosaharide (npr. glukoza, fruktoza), disaharide, kjer sta dva monosaharida med seboj povezana z glikozidno vezjo (npr. saharoza, laktoza), oligosaharide (povezanost dveh do desetih monosaharidov, npr. sladkor na pesa) in polisaharide (npr. škrob, celuloza).

Monosaharidi

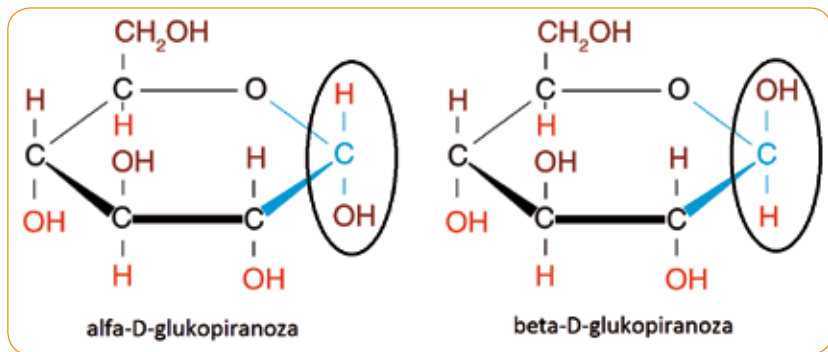
Monosaharidi so preprosti ogljikovi hidrati. Razvrščamo jih glede na vsebujočo funkcionalno skupino (aldoze, ketoze) in glede na število ogljikovih atomov (pentoze, heksoze itd.). Aldoze vsebujejo aldehydno skupino ($-\text{CHO}$) in ketoze ketonsko skupino ($-\text{CO}$). Najpreprostejša monosaharida sta D-glukoza in D-fruktoza. D-glukozo uvrščamo med aldoze, D-fruktozo med ketoze. Imata enako molekulsko formulo

$C_6H_{12}O_6$, le da je razporeditev atomov različna, zato sta strukturna izomera. Izomerizacija je proces, kjer se ena molekula pretvori v drugo z istimi atomi tako, da se atomi prerazporedijo. Najpomembnejše so strukturne izomere (stereoizomere) kot desne D-oblike in leve L-oblike. L-glukoza je zrcalna slika D-glukoze in se v naravi ne pojavlja. Monosaharidi so pretežno v ciklični obliki in se povezujejo v šestčlenske (piranoze) ali petčlenske (furanoze) obročje. Oznake alfa in beta pomenijo usmerjenost hidroksilne skupine na prvem ogljikovem C-atomu. Celuloze so sestavljene iz beta-D-glukozne enote in škrob iz alfa-D-glukozne enote.

Sladkorji imajo reducirajoče in nereducirajoče kemične lastnosti. Vsi monosaharidi in tudi nekateri oligosaharidi (npr. maltotrijoza) in polisaharidi (npr. glikogen, dekstrini) so reducirajoči sladkorji (glukoza, fruktoza, galaktoza, riboza, ksiloza). Disaharide sestavljata dva monosaharida in so prav tako razvrščeni bodisi med

reducirajoče (maltoza, laktoza), bodisi med nereducirajoče sladkorje (saharoza, trehaloza). Glukoza, imenovana tudi dekstroza, krvni ali grozdni sladkor, je desnosučen stereoizomer glukoze in se lahko pretvori v različne sladkorje, tako da zamenja usmerjenost določene hidroksilne (OH) skupine. Glukoza in fruktoza sta najpomembnejša monosaharida v prehrani čebel in se neposredno absorbirata v srednjem črevesu v hemolimfo. Glukoza je glavno metabolično 'dihhalno' gorivo celic v telesu čebele. Je tudi prekursor za sintezo vseh ogljikovih hidratov v telesu. To so trehaloza, glikogen, riboza, deoksiriboza, glikolipidi, glikoproteini in proteoglikani. Glukozo pridobivamo v komercialne namene z encimsko hidrolizo škroba.

Fruktoza ali sadni sladkor (tudi levuloza) je levosučen stereoizomer fruktoze in se pojavlja v prosti obliki, običajno pa z D-glukozo in saharozo v zrelem sadju, sadnih sokovih, medu, medicini itd. Je enainpolkrat bolj sladka od sa-



Dva glavna izomera glukoze. Hidroksilna skupina (-OH) pri prvem ogljikovem C-atomu je usmerjena navzdol (levo) ali navzgor (desno).



Med v deviškem satju je na voljo gostom hotela pri zajtrku.

haroze in trikrat bolj sladka kot glukoza. Izmed vseh sladkorjev je fruktoza najbolj topna v vodi in ima najnižji glikemični indeks izmed vseh naravnih sladkorjev (glikemični indeks razvršča živila glede na dvig sladkorja v krvi po zaužitju ogljikohidratne hrane v primerjavi z glukozo in belim kruhom). Fruktoza je nepogrešljiva v procesu celičnega dihanja za proizvodnjo vira energije adenzin-3'-trifosfata (ATP) in pri izgradnji glikogena. V polisaharidni obliki jo poznamo kot inulin. Komercialno jo pridobivajo iz trsnega sladkorja, sladkorne pese in kornice.

Oligosaharidi in polisaharidi

Oligosaharidi so skupina sladkorjev, ki jih sestavlja dva do deset monomerov. Nastajajo v procesu polimerizacije, kjer se molekula monomera veže z drugo molekulo monomera in nastane polimer. Sem sodijo disaharidi: maltoza, trehaloza, saharoza, melibioza, in trisaharidi: melecitoza, palatinoza, izomaltoza, maltuloza, rafinoza, panoza, erloza, turanoza, gentiobioza, celobioza in maltotrioza. Ogljikovi hidrati se v rastlinah lahko shranjujejo v obliki inulina in škroba. Za čebele so najpomembnej-

ši disaharidi, ki jih sestavljata glukoza in fruktoza. Ta dva monosaharida sta naravno prisotna v medu, v sadju in zelenjavi ali kot invertirni sladkor in koruzni sirup (angl. *high fructose corn syrup*, HFCS).

Molekula glukoze in fruktoze sta v saharozi med seboj povezani z glikozidno vezjo (disaharid). Ta vez ne dopušča povezovanja z drugimi sladkorji, ker zasede reducirajoče skupine fruktoze in glukoze, zato je saharoza nereducirajoči sladkor.

V hrani za čebele so pogosto prisotni še naslednji oligosaharidi: maltoza, melibioza, melcitoza, rafinoza in maltotrioza.

Polisaharidi so polimeri iz več kot 10 monosaharidnih enot. Nastajajo z encimsko vezavo enostavnih sladkorjev preko glikozidnih vezi. Večina je polimerov glukoze: celuloza, škrob, glikogen in polimeri fruktoze (inulin, levan). Poznamo strukturne polisaharide, kot sta celuloza in hitin, ter skladiščne polisaharide, ki skladiščijo energijo, in sicer v rastlinah v obliki škroba ter pri živalih kot glikogen.

Sladkor v listih rastlin nastaja v procesu fotosinteze s sprejemanjem in spreminjanjem (asimilacijo) ogljikovega dioksida, nato potuje v druge dele rastlin in sodeluje v metabolnih procesih, tudi pri sintezi drugih sladkorjev. Višek se ohranja v obliki škroba v koreninah, semenih in cvetnem prahu. V povprečju je v cvetnem prahu 2 do 22 % škroba. Celuloza je polimer glukoze, ki jo sestavlja dolga veriga glukoze. Sestavlja celično steno rastlin.

Čebele, druge živali in glive sintetizirajo skladiščni polisaharid glikogen. Zbira se v maščobnem telesu in v mišičnem tkivu čebele.

Hemiceluloza je glavna sestavina surovih vlaknin, derivat sestavin stene pelodnega zrnca, ki jih encimi v prebavnem traktu ne presnavljajo. Med surove vlaknine štejemo še pektin, ki je glavna sestavina primarne celične stene cvetnega prahu, lignin in gume.

Sladkorji izvajajo spodbujevalni učinek na izražanje zaznavanja pri čebelah. Okus omogoča razlikovanje užitne od neužitne hrane. Vzorci obnašanja so pri čebelah zapisani v genetskem spominu. Dotok medicīne v panj spodbuja matico k zaleganju jajčec, mlade krmilke spodbuja k vzreji zalege in pašni aktivnosti nabiranja cvetnega prahu. Poleg tega spodbuja čistilno sposobnost na satih z zalego, čebele zato hitreje prepoznajo in odstranijo slabotno in odmrlo zalego. Vnos medicīne v panj spodbuja mlade delavke h gradnji satja.

Medicīna ali nektar

Medicīna cvetlic vsebuje različne koncentracije sladkorjev in je naravni vir ogljikovih hidratov za čebele. Izloča se skozi posebne organe, imenovane medovniki, ki so običajno na dnu čašnih ali venčnih listov. Medovniki so pri rastlinah različnih oblik in sestavljeni iz več plasti, kjer se kopiči medicīna. Zgornjo plast sestavljajo celice, skozi katere se izloča sladka tekočina. So zelo občutljiv organ, saj



Delavke predelujejo medicino v med.

nanje vplivajo temperatura in vlaga okolja ter kakovost tal.

Rastline najintenzivneje izločajo medicino pri dnevni temperaturi med 18 in 30 °C. Na aktivnost izločanja vpliva že nočna temperatura, ki ne sme biti nižja od 10 °C. Optimalno medenje poteka pri vlažnosti tal 50 do 60 % in kadar je v zraku 60 do 80 % vlage. Veter medenje zavira, ker znižuje vlago v zraku in s tem suši medicino v cvetju. Tudi nadmorska višina določa čas vegetacije in cvetenja. Za vsakih 100 m se čas podaljša za 3 dni. Primerna in dobro oskrbljena tla nudijo rastlinam ugodne pogoje za medenje.

Vsebnost ogljikovih hidratov v medicini se giblje med 5 do 60 %, odvisno od vrste rastline.

Čebele najraje nabirajo medicino, ki vsebuje med 30 in 50 % sladkorja (večina rastlin ima 25 do 40 % sladkorjev v medicini). Najpogosteje so v medicini fruktoza, glukoza in saharoza, le v majhnem deležu najdemo melibiozo in maltozo. Čebele najraje nabirajo medicino, ki vsebuje največ saharoze, nato glukoze, maltoze in fruktoze. Prav tako raje nabirajo toplo medicino, ki je manj viskozna, ne glede na vsebnost sladkorjev.

Nekatere družine rastlin izločajo medicino, ki je bogata s fruktozo in glukozo (npr. *Brassicae* in *Asteraceae*), druge imajo večjo koncentracijo saharoze (*Laminaceae* in *Ranunculaceae*). Po nekaterih podatkih je v medicini zastopano 55 % saharoze, 24 % glukoze in 21 % fruktoze.