



Jürgen Tautz

Fenomenálne včely

Fotografie Helga R. Heilmannová



Fenomenálne včely



Jürgen Tautz



Fenomenálne včely

Fotografie Helga R. Heilmannová



Fenomenálne včely

Jürgen Tautz a Helda R. Heilmann

Preložené z nemeckého originálu

Phänomen Hönigbiene by Jürgen Tautz and Helda R. Heilmann

Copyright © 2007 Springer Spektrum / Springer DE

(formerly Spektrum Akademischer Verlag)

Springer Spektrum / Springer DE is a part of Springer-Verlag GmbH

Springer-Verlag GmbH is part of Springer Science+Business Media

All Rights Reserved

Všetky práva vyhradené na reprodukovanie celku alebo časti v akejkoľvek forme.

Slovak edition © Citadella, 2017

Translation © Dana Petrigáčová, 2017

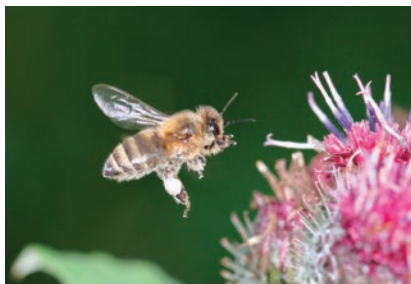
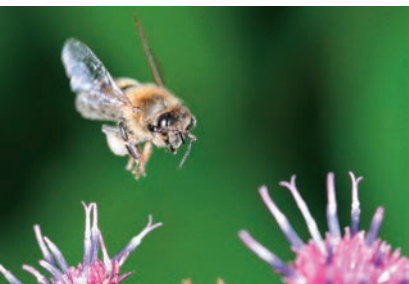
Redakčné spracovanie: Adora Lingua s.r.o.

Redigovala a jazyková redakcia: RNDr. Magdalena Borovcová

Obálka a grafická úprava: Citadella, 2017

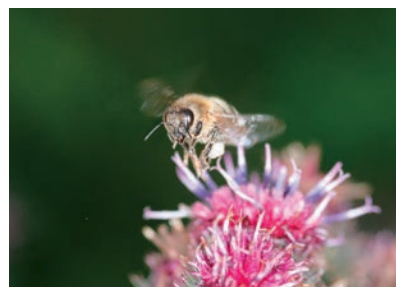
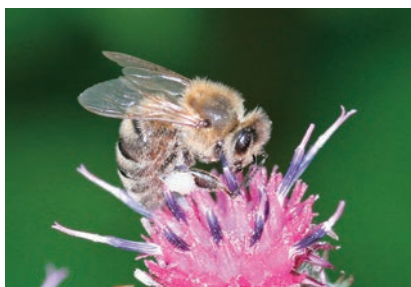
Vydalo vydavateľstvo Citadella v roku 2017.

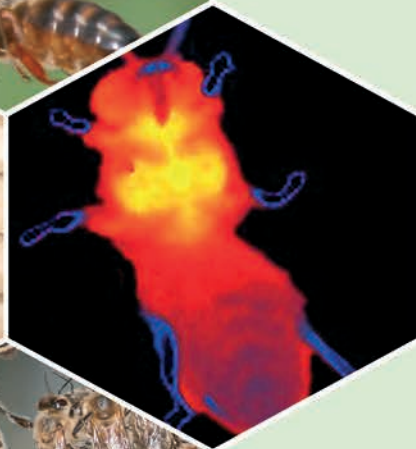
ISBN 978-80-8182-085-4



**Včelstvo je najúžasnejší výtvor
prírody, organizovaná hmota
a energia v čase a priestore.**

Venované Martinovi Lindauerovi, tútorovi würzburgskej
včelárskej skupiny, významnému vedcovi a skvelému človeku





Obsah

Prológ: Včelstvo - cicavec v mnohých podobách

3

Vlastnosti typické najmä pre cicavce možno nájsť v rovnakej štruktúre aj v dokonale usporiadanom organizme včelstva.

Najmenšie hospodárske zviera - charakteristika v obrázkoch

11

Včela medonosná je nielen fascinujúci evolučno-biologický úspešný model, ale vďaka opeľovaniu je mimoriadne dôležitá aj z ekonomického a ekologického hľadiska.

1. Mohli by sme žiť bez včely medonosnej?

29

Vývoj včely medonosnej ako formy života bol za určitých predpokladov v priebehu evolúcie nevyhnutný.

2. Množenie nesmrteľnosti

37

Celá biológia včely medonosnej je založená na čerpaní hmoty a energie z prostredia a ich využití takým spôsobom, že z nich vznikajú najkvalitnejšie dcérske kolónie. To je kľúč k pochopeniu fascinujúcich vlastností a života včely medonosnej.

3. Včela medonosná - úspešný model 53

Včely medonosné sú mimoriadne homogénnou skupinou, ale ich tvorivý a uchovávajúci vplyv na biotop je zásadný.

4. Čo vedia včely o kvetoch? 71

Zrak, čuch, orientačné schopnosti a veľká časť komunikácie včiel súvisí s ich vzťahom ku kvetom.

5. Včely a sex, mladušky 113

Sex včiel medonosných patrí do ich súkromnej sféry, o ktorej stále vieme veľmi málo.

6. Sesterské mlieko - moderný pokrm včelstva 139

Larvy včely medonosnej sa vyživujú žľazovým sekrétom dospelých včiel, ktorý plní úlohu materského mlieka cicavcov.

7. Najväčšia bunka včelstva - tvorba a funkcia plástov 155

Plásty predstavujú súčasť superorganizmu a prispievajú k sociopsychológii včelstva.

8. Vyšľachtená múdrosť 203

Teplotu hniezda môžu včely regulovať a môžu tak ovplyvniť vlastnosti svojich budúcich sestier.

9. Med je hustejší než krv <i>alebo</i> Akú úlohu má príbuzenstvo?	233
Úzke príbuzenské vzťahy v rámci včelstva sú dôsledkom, nie však príčinou jeho budovania.	
10. Kruh sa uzatvára	247
Včelstvo ako superorganizmus predstavuje viac než iba súčet všetkých včiel. Má vlastnosti, ktoré jednotlivé včely nemajú. Vlastnosti celej kolónie však v rámci jej sociopsychológie určujú a ovplyvňujú mnoho vlastností jednotlivých včiel.	
Epilóg: Vyhliadky pre včely a človeka	271
Použitá literatúra	274
Zoznam obrázkov	274
Register	275

Predslov

Včely medonosné nás fascinujú od čias písaných dejín a možno aj dlhšie. Už od nepamäti si včely ceníme, pretože nám prinášajú med, ale pomerne skoro sme objavili aj mimoriadny význam vosku ako prírodnej látky. Usporiadané spolužitie tisícok včiel v jednom včelstve je rovnako pôsobivé ako pravidelné geometrické vzory plástov, ktoré vytvárajú. V súčasnosti včely významne pomáhajú človeku nielen v poľnohospodárstve, ale aj ako indikátory stavu nášho životného prostredia a ako dôkaz neporušenej vzájomosti medzi človekom a prírodou.

Včela medonosná predstavovala v minulosti vo všetkých kultúrach, ktoré tohto živočícha poznali, symbol kladných vlastností, ako je usilovnosť, harmónia a obeť. Moderný výskum včiel odhaľuje podrobnosti, ktoré včiel zbavujú ich „tajomnosti“ a ukazujú detailný pohľad na fungovanie jednej z najúžasnejších foriem života, aké poznáme.

Táto publikácia by mala priblížiť čaro, ktoré v sebe včely medonosné ukrývajú. Rovnako by mala prepojiť nový aktuálny pohľad s doteraz známymi poznatkami. Avšak jej úlohou je tiež objasniť, že o včelách ešte ani zďaleka nevieme všetko a ani zďaleka im celkom nerozumieme. Na objavenie teda čaká ešte mnoho zaujímavých poznatkov.

Motívom knihy je aj pozoruhodná skutočnosť, že kolónie včiel preukazujú vlastnosti, ktoré v takej kombinácii možno po-

zorovať pri cicavcoch patriacich k najviac vyvinutým živočíšnym druhom a spájajú ich s „nesmrteľnosťou“ jednoduchých jednobunkových foriem života.

Možno povedať, že včelstvo spája recepty na úspech mnohobunkových a jednobunkových živočíchov a práve preto má vo svete živočíchov jedinečné postavenie.

Vo vedných disciplínach zaoberajúcich sa formami života povedia obrázky často viac než siahodlhé slovné opisy, a preto sme sa rozhodli, že tento projekt bude od začiatku založený na interakcii medzi textom a obrazom. Vedome sme do knihy, až na niekoľko výnimiek, nezahrnuli odkazy na vedecké publikácie, autorov a objaviteľov. Čitateľom, ktorí by o ne mali záujem, odporúčame webovú stránku k tejto knihe (dostupnú na <http://www.bee-group.de>), ktorá obsahuje dôležité doplnujúce a sprievodné informácie ku každej kapitole, či už referencie, webové odkazy, fotografie, videoklipy, zvukové stopy a pod. Webovú stránku priebežne aktualizujeme, takže mnoho z obsahu tejto knihy sa vďaka novým poznatkom už mohlo zmeniť.

Včela medonosná predstavuje pre človeka *fenomén* v pravom zmysle slova. Význam gréckeho koreňa slova *φαινόμενο* (fenoméno) má v sebe niečo, čo sa zdá alebo javí, a myslíme si, že daný výraz výborne charakterizuje tento superorganizmus: jeho podstata sa totiž vždy nanovo prejavuje ako „fenomén“. Malými krokmi nazeráme do superorganizmu stále hlbšie a ten

nám odhaľuje svoje tajomstvá, ktorých ako sa zdá, sa vzdáva len ťažko a ktoré sa len pomaly vynárajú z tmy nevedomosti na denné svetlo. Pri práci so včelami je možné naraziť na úžasné veci, ktoré rozhodne stoja za vynaložené úsilie.

Čím viac sa nám podarí preniknúť do tajomstiev včely medonosnej, tým pozoruhodnejší zážitok nás očakáva a tým viac nás to láka ponoriť sa do tohto zázračného sveta ešte hlbšie. Už Karl von Frisch (1886 – 1982), legenda výskumu včiel, raz výstižne poznamenal: „Včelstvo je ako čarovná studnica, čím viac z nej čerpáme,

tým bohatšie pramení.“ Keď čitateľ po prečítaní tejto knihy zbadá prvú včelu a bude ju pozorovať dlhšie ako inokedy a možno si pritom spomenie na niektorý aspekt zo sveta včiel, dosiahli sme knihou veľa.

Za podporu pri príprave a realizáciu tejto knihy by sme sa chceli srdečne poďakovať členom skupiny BEEgroup vo Würzburgu a tímu z vydavateľstva Spektrum Akademischer Verlag.

Würzburg, november 2006
Jürgen Tautz, Helga R. Heilmannová



Doplnenie 2012

V priebehu posledných rokov sme (Jürgen Tautz, Hartmut Vierle a Gerhard Vonnend) založili študijnú a výskumnú internetovú platformu HOBOS (on-line štúdia o včelách medonosných; www.hobos.de) s cieľom ešte vo väčšej miere sprostredkovať najmä mladým ľuďom „čaro včely medonosnej“. Platforma bola spustená v novembri 2011 prostredníctvom novej verzie 2.0. Systém umožňuje prostredníctvom vlastného počítača získať priamy, dl-

hodobý a analytický pohľad do úľa a jeho prostredia. Naším cieľom je pomocou moderných technológií umožniť celkom jednoduché pozorovanie, ktoré zvládne aj školopovinné dieťa, a sprístupniť aj výskumné práce a najnovšie objavy širokej verejnosti. Po prečítaní tejto knihy môže čitateľa napadnúť mnoho otázok a nápadov, s ktorými sa môže zaoberať priamo na obrazovke počítača. Stačí len kliknúť na včelstvo HOBOS.



Prológ

Včelstvo – cicavec v mnohých podobách

Vlastnosti typické najmä pre
cicavce možno nájsť v rovnakej
štruktúre aj v dokonale
usporiadanom organizme včelstva.

Podľa bežných kritérií je včela medonosná bezpochyby hmyz už od čias, kedy sa po prvý raz objavila v súčasnej podobe pred približne 30 miliónmi rokov. V 19. storočí ju na základe všeobecného porovnania zaradil do triedy stavovcov stolársky majster a včelár Johannes Mehring (1815 – 1878), ktorý vyslovil názor, že včelstvo je „organizmus“, ktorý má vlastnosti stavovca. Robotnice predstavujú celé telo, vyživovacie a tráviace orgány, zatiaľ čo kráľovná (matka) zodpovedá ženským a trúdy mužským pohlavným orgánom.

Z pohľadu, ktorý prirovnáva celú včeliu kolóniu (spoločenstvo) k jednému živočíchovi, vznikol pojem „včelstvo“, ktorý by mal vyjadrovať organické vnímanie organizmu – včelstvo sa vnímalo ako jeden nedeliteľný celok, resp. jedinečný živý organizmus. Americký biológ William Morton Wheeler (1865 – 1937), ktorý pozoroval a skúmal mravce, navrhol pre takúto formu života v roku 1911 pojem *superorganismus* (lat. *super* = hore, navrchu; grécky *organom* = nástroj).

Podľa najnovších objavov sa cicavce líšia od ostatných stavovcov týmito vlastnosťami – porovnateľnými s vlastnosťami včely medonosnej:

Ak by sme tento názor skúseného včelára, pochádzajúci z dôkladného pozorovania prírody, chceli doviesť ešte do väčšieho extrému, povedali by sme, že včelstvo je nielen „stavovec“, ale dokonca má množstvo vlastností, ktoré sú typické pre cicavca. Tento názor, ktorý sa môže zdať ako veľmi prehnaný, nebude pôsobiť až tak neuveriteľne, ak sa na včelu medonosnú nebudeme pozeráť z hľadiska jej telesnej stavby a historického vzniku, ale budeme ju vnímať z pohľadu existencie významných evolučných objavov, vďaka ktorým môžeme takto uvažovať aj o cicavcoch, najmladších živočíchoch na svete spolu so všetkými stavovcami.

Podľa najnovších objavov sa cicavce líšia od ostatných stavovcov týmito vlastnosťami – porovnateľnými s vlastnosťami včely medonosnej:

- Cicavce, rovnako ako včely, majú veľmi nízku mieru reprodukcie (obr. P. 1; druhá a piata kapitola).



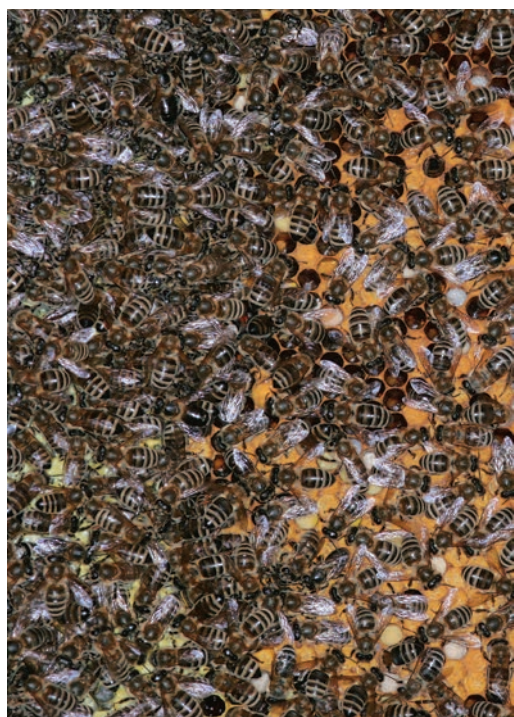
P. 1 Vo včelstve sa počas roka narodí iba málo mladých kráľovien (matiek). Nové kráľovné sa rodia v špeciálne vybudovaných bunkách, materských kolískach.

- Samice cicavcov produkujú materské mlieko na výživu potomstva v špeciálnych žľazách, rovnako samice včely medonosnej produkujú v špeciálnych žľazách sesterské mlieko na výživu potomstva (obr. P. 2; šiesta kapitola).

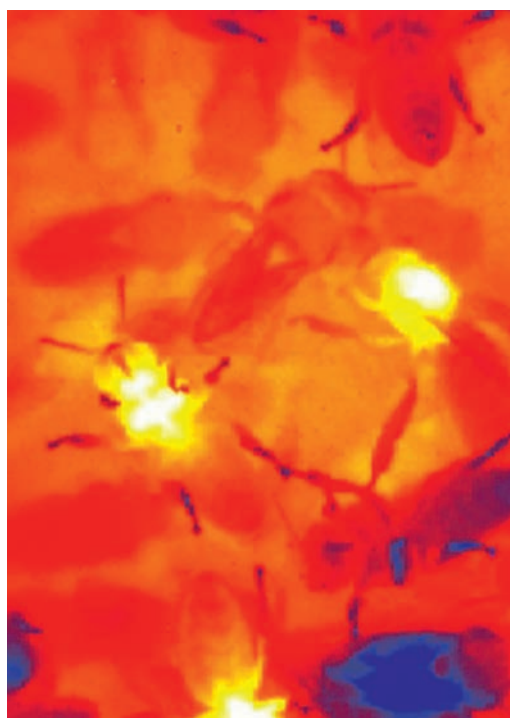


P. 2 Larvy včiel si žijú ako v bavlnke. Plávajú v kŕmnej šťave, ktorú vyprodukovali dojčičky.

- Cicavce chránia svoje mláďatá do narodenia vo vnútri svojho tela v presne nastavenom prostredí nezávislom od vonkajšieho sveta, ktoré predstavuje matkina maternica. Včely sú v skorých štádiách vývinu tiež chránené v konštantnom prostredí akejsi „sociálnej matrice“ celého včelstva (obr. P. 3; siedma a ôsma kapitola).
- Telesná teplota cicavcov je približne 36 °C, telesná teplota kukiel včiel v sociálnej matnici je okolo 35 °C (obr. P. 4; ôsma kapitola).



P. 3 Mikroklimatické vlastnosti hniezda veľmi dôsledne kontrolujú dospelé včely.



P. 4 Včely starajúce sa o udržiavanie primeranej telesnej teploty pre kukly, ktorá by sa od ideálnej telesnej teploty cicavcov nemala odlišovať o viac ako 1 °C.

- Vďaka veľkému mozgu patria cicavce k stavovcom s najlepšou schopnosťou učiť sa a najvýraznejšími kognitívnymi vlastnosťami. Pri včelách medonosných sa dajú pozorovať výnimočne rozvinuté predpoklady na učenie sa aj kognitívne vlastnosti, ktorými dokonca prevyšujú niektoré stavovce. V tomto sú včely jednoznačne na vrchole bezstavovcov (obr. P. 5; štvrtá a ôsma kapitola).



P. 5 Včely sa veľmi rýchlo naučia, kde a kedy je ktorý kvet plný nektáru a ako ho najlepšie získať.

Nie je ohromujúce, že pri porovnávaní základných a zásadných charakteristík cicavcov, ku ktorým patrí aj človek, môžeme nájsť mnoho vlastností, ktoré sú typické aj pre včelstvo?

Vďaka rozhodujúcim a funkčným objavom, ktoré včelstvo ako samostatný superorganizmus v porovnaní s cicavcami preukázalo, je možné sa domnievať, že existuje viac vzájomných vonkajších podobností. A vlastne je to naozaj pravda.

Ak chceme v tomto fenoméne vidieť viac ako iba šokujúce a možno bezvýznamné alebo len náhodne zhromaždené analógie, mali by sme si položiť otázku: „Aký význam majú tieto spoločné vlastnosti?“ Na konci výskumnej cesty je presvedčenie, že je dôležité nachádzať závažné problémy, na ktoré už zjavne našli rovnaké riešenia rozličné živočíšne druhy.

Počiatočným bodom našich pozorovaní by teda mohlo byť: Riešenie máme, kde je teda problém? Máme odpoveď a aká je teda otázka?

Skupina živočíchov, ktorá v rámci evolučného vývoja začne lietať vysoko nad zemou, je voči súperom v o to väčšej výhode, čím menej závisí jej dlhodobá bezpečnosť od náhodných udalostí v životnom prostredí. Vonkajšie faktory sa môžu nepredvídateľne meniť. Ak nepredvídateľné faktory ovplyvňujú viacero vlastností populácie, potom ich zároveň „hodnotia“, pričom pôsobia ako výberové kritéria pre prežitie a určujú aj rozmnožovanie jednotlivých živočíšnych druhov. Úspešnejší a prispôbivejší sa budú rozmnožovať, menej úspešní a menej prispôbiví jednoducho vymiznú. Na tom je založená Darwinova evolučná teória.

Pri nepredvídateľných zmenách v životnom prostredí sú organizmy pripravené priviesť na svet veľa potomkov s rozličnými vlastnosťami, aby v budúcnosti dokázali reagovať na čo najširšiu škálu podmienok. Ak sa však v priebehu evolúcie nejakej skupine živočíchov podarí získať vlastnosti, pomocou ktorých si dokáže sama nastaviť a kontrolovať veľké množstvo nepredvídateľných okolností, a tak sa vlastne od nich viac či menej oslobodiť, môže v tejto „bezpečnej zóne“ bez akéhokoľvek rizika privádzať na svet menej potomkov. Cicavce a včely medonosné jednoznačne do takej skupiny patria.

Nezávislosť od nestálej dostupnosti energie z prostredia zabezpečená vytváraním zásob, nezávislosť od meniacej sa kvality znášky vytváraním vlastnej potravy, ochrana pred nepriateľmi prostredníctvom budovania ochranných priestorov pre život a nezávislosť od vplyvu poveter-

nostných podmienok nastavením primeranej teploty v samostatne vytvorených priestoroch sú jednoznačné výhody oproti iným živočíchom, ktoré si nič z tohto nedokážu zabezpečiť.

Podobnosti s cicavcami im zabezpečujú významnú nezávislosť od existujúcich podmienok v životnom prostredí. Takúto nezávislosť je možné dosiahnuť vynaložením primeraného množstva hmoty a energie, ale aj komplexnou organizáciou „riadenia“ celku (pozri desiatu kapitolu). Nízka miera rozmnožovania môže byť dôsledkom kontroly optimálnych podmienok pre život. Organizmy s nízkou mierou rozmnožovania, ktoré sú evolučne silné, majú v rámci možností, ktoré ponúka prostredie, kde žijú, stabilnú veľkosť populácie. Avšak práve kvôli nízkemu počtu jedincov sa nedokážu prispôbiť zmenám životného prostredia. Iba ak by ich tieto zmeny neohrozovali, pretože ovládajú hlavné faktory ovplyvňujúce životné prostredie, keďže si časti svojich obydli vytvorili samy a sú schopné riadiť ich udržiavanie.

Lenže včelám akoby nestačilo, že dokážu riadiť svoje prostredie, táto schopnosť sa pri nich ešte zdokonalila: ich kolónie (spoločenstvá) môžu byť za ideálnych podmienok nesmrteľné. Superorganizmus včelstva našiel tiež cestu, ako meniť svoje genetické vybavenie, aby neskončil v slepej uličke evolúcie, a je tak akýmsi „genetickým chameleónom“.

Dôležitým znakom každého živého organizmu je kontrola prostredníctvom spätnej väzby. Každý organizmus si sa-

mostatne a veľmi presne riadi vlastné „vnútorné prostredie“, pričom si musí primerane nastaviť aj prúdenie energie, prietok látok a informačné toky. Telesná teplota je výsledkom prijímania a odovzdávania energie a telesná hmotnosť zasa vychádza z rozdielu prijímaných a vynaložených látok. W. B. Cannon v roku 1939 vo svojej knihe *The Wisdom of the Body* použil pre tieto nastaviteľné telesné parametre pojem homeostáza. Vedľajšou disciplínou biológie, ktorá skúma podobne riadené procesy v organizmoch, je psychológia. Vzhľadom na regulovateľný stav vo včelstve ako superorganizme alebo „cicavca žijúceho vo viacerých telesných schránkach“ sociopsychológia skúma, či a aké hodnoty sa v ňom homeostaticky nastavujú, ako presne to včely robia a aký je účel celého procesu (pozri šiestu, ôsmu a desiatu kapitolu).

Výskumy cicavcov a včely medonosnej prekvapivo dospeli k podobným výsledkom. Podobné riešenia, ktoré vznikli úplne nezávisle od seba, sa nazývajú analógie alebo konvergencie. Príkladom analógie sú krídla vtákov a hmyzu. Spoločný problém, ktorého riešenie predsta-

vovalo vývoj krídel, bol „pohyb dopredu vo vzduchu“.

Pozorovanie spoločných znakov vlastností cicavcov a včiel vyvoláva otázku: „Čo je vlastne tým spoločným problémom, ktorý by mal byť vyriešený spojením konvergentných fenoménov?“ Ponúka sa odpoveď, že úlohou všetkých tých vlastností je, aby cicavce a včely na rozdiel od iných živočíšnych druhov neboli závislé od eratického prostredia. Takáto kontrolovaná nezávislosť nemusí byť počas celého života organizmu daného živočicha rovnako viditeľná, ale môže sa prejavovať najmä v mimoriadne ohrozených životných cykloch organizmov (pozri druhú kapitolu).

Cielom včelstva ako superorganizmu je produkovať a do sveta vypúšťať menej potomstva s rozmnožovacou schopnosťou, ale väčšou odolnosťou voči meniacim sa vonkajším podmienkam, a tak využívať metódy, ktoré až prekvapivo pripomínajú metódy cicavcov. Na tieto účely majú včely medonosné vyvinuté špecifické schopnosti a vlastnosti, ktoré patria k najfascinujúcejším javom vo svete živočíchov. Celú zložitú spleť javov začíname v náznakoch chápať až teraz.





Najmenšie hospodárske zviera – charakteristika v obrázkoch

Včela medonosná je nielen
fascinujúci evolučno-biologický
úspešný model, ale vďaka
opeľovaniu je mimoriadne
dôležitá aj z ekonomického
a ekologického hľadiska.

Včela...

... má vedecké meno *Apis mellifera*, čo v preklade znamená včela medonosná.



... žije v kolóniách nazývaných včelstvá, pričom v jednej kolónii žije v lete približne 50 000 jedincov včiel, v zime okolo 20 000.



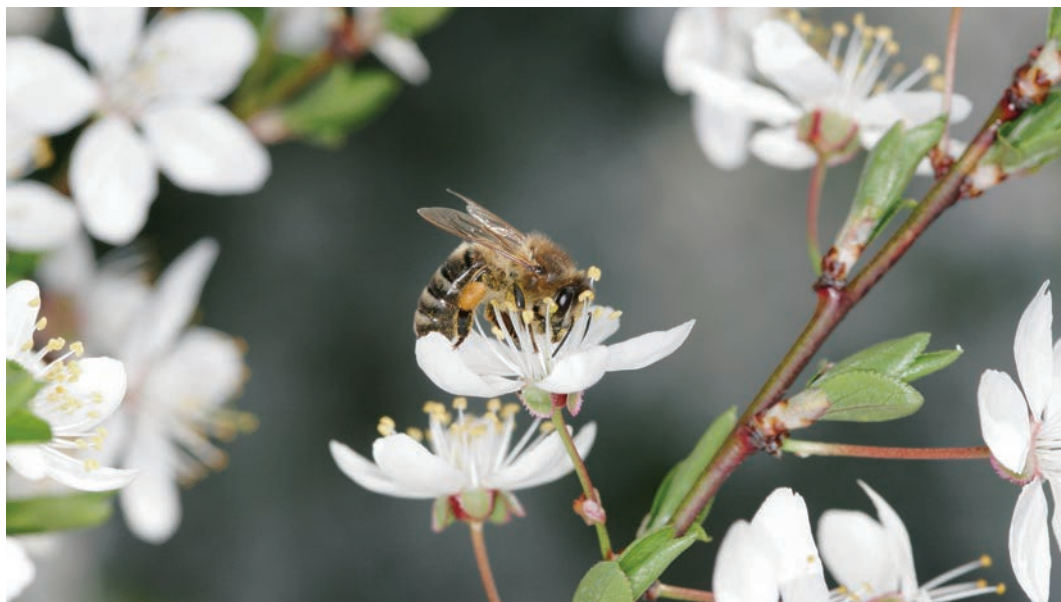
... zbiera nektár a peľ z kvetov. Z nektáru vyrába med, peľ, ktorý má bielu farbu, používa ako potravu.



... prenáša nektár v medovom vačku, určitom úseku čreva v zadnej časti tela (bruška), a guľôčky peľu na zadných nohách.



... buduje pláсты z vosku, ktorý vytvára v ústnych (voskových) žľazách. Med a peľ ukladá do šesťhranných buniek v plástoch, ktoré používa aj ako „detské izby“.



... jej najväčší význam pre človeka je v opeľovaní úžitkových rastlín.



... ľudia ju chovajú v úľoch vo včelínoch, v ktorých produkuje med, peľ a materskú kašičku.



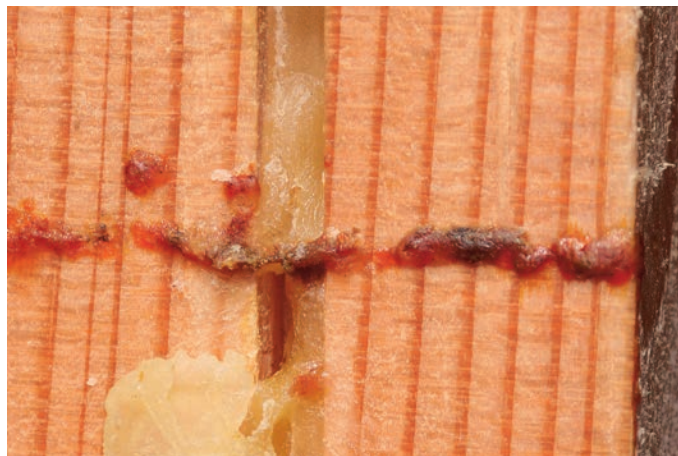
Všetky robotnice vo včelstve sú sterilné samice.



Samce (trúdy) žijú iba v čase rozmnožovania. Jediným poslaním trúdov je oplodniť samice.

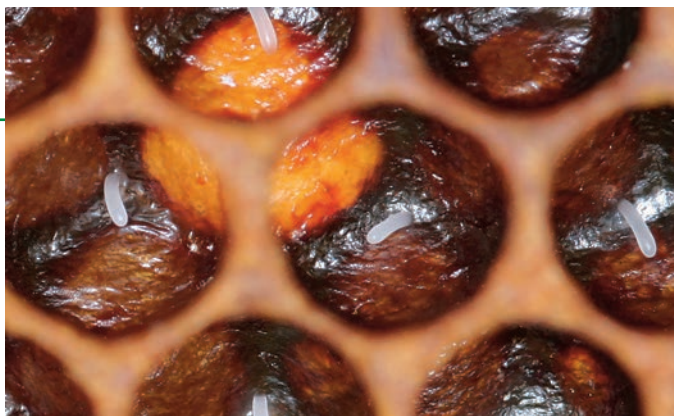


Každé včelstvo má iba jednu matku nazývanú aj kráľovná, ktorá má predĺženú zadnú časť tela, podľa čoho je ľahko odlíšiteľná.



Včely robotnice zbierajú na pu-
koch, plodoch, kvetoch a lis-
toch rastlín živicu a používajú ju
v úľoch ako tmel, nazývaný pro-
polis, ktorý človek využíva na le-
kárske účely.

Včelia kráľovná kladie do každej
bunky jedno vajíčko, počas leta
tak urobí približne 200 000-krát.



Z vajíčok sa vyľahnu larvy, ktoré
sa zakuklia hneď, ako dosiahnu
určitú veľkosť.