

KAPITOLA 5



KOŘENY VČELÍ INTELIGENCE A KOMUNIKACE

Kterak nabyla včela medonosná svých duševních schopností? Porozumět postupnému evolučnímu vývoji duševních schopností u živočišného druhu coby přirozenému procesu je úkol tak nevšedně poutavý, že nás žádná námaha, jakkoli únavná, od něj nesmí odrazovat. (...) K dovedení této živočišné linie k dokonalosti v tomto směru došlo (...) s přechodem ke společenskému uspořádání a souběžně se vznikem dělby práce (...) u původních včel, čmeláků a včel medonosných.

—Hermann Müller, 1876

Proslulý rakouský etolog a nositel Nobelovy ceny Konrad Lorenz se domníval, že pro evoluci lidské inteligence byly zásadní výzvy, jimž čelil náš předek obývající lesy, když se pohyboval ve složitém trojrozměrném prostředí. Postuloval, že duševní zkoumání prostorových možností – například rozhodování, zda skok na nedaleký strom je uskutečnitelný, nebo potenciálně smrtící – obsahuje klíčové prvky všech myšlenkových procesů včetně nejpokročilejších schopností vlastních jen lidem, jako je jazyk.

Je to krajně pravděpodobné, avšak předkové člověka nebyli jedinými živočichy, kteří museli provádět komplikované úkony v trojrozměrném prostoru. V předchozí kapitole jsme se dozvěděli, že významným prostorovým výzvám čelí i včely, a to nejen na svých přirozených stanovištích, ale také při stavbě složitých trojrozměrných hnízd, a že by tato činnost mohla zahrnovat i určité formy plánování. V této kapitole prozkoumáme možnost, podle níž by právě prostorové učení mohlo stát u počátku evoluce včelích kognitivních dovedností a komunikačního systému pomocí symbolů, který umožňuje sdělovat prostorové informace a je mezi živočichy jedinečný: tanečního „jazyka“ včel.

TRIASOVÍ PŘEDCI VČEL – NEJKRUTĚJŠÍ MASOŽRAVCI

Pro zkoumání nejhlubších kořenů evoluce včelí mysli se musíme vrátit zpět v čase. Blanokřídlí (řád hmyzu zahrnující včely, mravence a vosy) se na Zemi objevili poprvé v období triasu před asi 220 miliony let (obr. 2.5). Po planetě se v té době začali potulovat dinosauři a s největší pravděpodobností ještě neexistovaly kvetoucí (krytosemenné) rostliny. Podobně jako u spousty jiných skupin hmyzu, například dvoukřídлых nebo motýlů, byli ancestrální zástupci blanokřídých zároveň samotáři, ale i tuláky – neměli domov, který by poskytoval úkryt jejich potomkům, a těm ani nesháněli potravu. Samičky kladly vajíčka na vegetaci a larvy se živily rostlinami. Víme to díky mnoha jejich žijícím příbuzným, kteří v tomto způsobu života pokračují dodnes.

Ve spodní juře ale došlo k významné změně způsobu života: někteří blanokřídli se od rostlinné stravy přesunuli ke speciální formě masožravého životního stylu. Místo kladení vajíček na vegetaci je začali klást na živé živočichy, často býložravé, kteří se zdržovali na vegetaci nebo se do ní zavrtávali. Z vajíček se poté líhly larvy, které svého hostitele zaživa sežraly. Organismům, jež tuto životní strategii praktikují, se říká *parazitoidi*, aby bylo zřejmé, že se liší od *parazitů*, u kterých smrt hostitele není pro jejich zdárný vývoj nezbytná. Od okamžiku, kdy na vás blanokřídly parazitoid naklade vajíčka, máte takřka nulovou naději na přežití – výsledek je téměř jistý.

Jelikož zvířecí hostitelé obvykle obsahují na jednotku objemu více bílkovin než rostliny, byla tato změna životního stylu pro čerstvě vzniklé masožravce výhodná – ovšem jen tehdy, pokud disponovali senzorickými schopnostmi a nervovou soustavou, jež jim umožňovaly vypátrat pohyblivou (a často skrytou) kořist. To je ale výrazně náročnější úkol než prostě naklást vajíčka na listy, protože živočichové se mohou jak bránit, tak i ukrývat. Řada dnešních parazitoidů je ve vyhledávání hostitelů, například larev hmyzu skrytých pod kůrou stromů nebo zavrtaných hluboko v ovoci, mimořádně zdatná, a jakmile je najdou, zasunou

kladélko přesně na správné místo a nakladou vajíčka na larvu, odsouzenou tím k záhubě.

Mnoho druhů se velmi dobře učí rozpoznávat chemosenzorické a vizuální signály, jež indikují přítomnost vhodného hostitele, a některé zapojují i prostorové učení. V obou případech je cílem zabránit opakovanému naklazení vajíček na jednoho hostitele a raději se přesunout někam jinam, kde je nalezení vhodného hostitele pravděpodobnější. Některé z nejpozoruhodnějších výkonů prostorového učení nacházíme právě u parazitoidních blanokřídlých. Příkladem může být lumek *Hyposoter horticola*, jehož samičky ve svém okolí neustále kontrolují místa s vajíčky vhodných motýlích hostitelů. Jediné období, kdy může lumek naklást svá vajíčka na vajíčka hostitele, totiž nastává bezprostředně před vylíhnutím hostitelových larev, takže po objevení svého cíle nenaklade lumek vajíčka ihned, ale zapamatuje si polohu hostitelských vajíček a v průběhu několika týdnů se k nim čas od času vrací, aby sledoval jejich vývoj. Nakonec samička přiletí a naklade vajíčka přesně v tom nejpříhodnějším okamžiku. Je to jednoduchá a do značné míry patrně pevně zakódovaná forma plánování a pátrání po budoucích příležitostech.

S využitím téže logiky, jakou jsme ve druhé kapitole uplatnili na evoluci barevného vidění, lze rekonstruovat i stavbu mozku starobylých jurských zástupců blanokřídlých (mezi něž patřil i předek včel). Jinak řečeno, na základě studia mozku současných druhů a jednoduché logiky, podle níž jsou biologické znaky obecně spíše stálé než proměnlivé, můžeme odvodit podobu určitého znaku u předka dnešních živočichů. Pomocí této analýzy dospěly Sarah Farrisová a Susanne Schulmeisterová ze Západovirginské univerzity k závěru, že průvodním jevem jurského přechodu od býložravého k parazitoidnímu způsobu života v jedné větvi blanokřídlých byla i zásadní změna ve stavbě jejich mozku. Takzvaná houbovitá tělesa (viz kapitolu 9), vyšší mozková centra hmyzu, která se podílejí na multisenzorické integraci, učení a paměti, jsou u parazitoidních blanokřídlých (a jejich včelích potomků) ve srovnání s jejich býložravými předky nápadně větší (a členitější, podobně jako

savčí mozková kůra). Nový způsob života zjevně vyžadoval dodatečně velkou „výpočetní kapacitu“.

Zanechání vajíček na pohyblivém hostiteli, například ponravě brouka, s sebou samozřejmě nese i významná rizika: vajíčka se mohou uvolnit nebo se hostitel (společně s vajíčky či larvami parazitoida) může stát obětí predátorů, kupříkladu datlovitých ptáků (či kdysi v druhohorách třeba malého dinosaura). A proto někdy na počátku křídy (asi před 140 miliony let) došlo v parazitoidní linii, z níž později vzešly včely, k další důležité změně. Předchůdci vos a včel začali hloubit hnízda, která skýtala útočiště vajíčkům i rostoucím larvám. Do těchto hnízd přinášeli živou kořist, aby larvám zabezpečili hojnost potravy, a tu paralyzovali, aby zajistili, že kořist nesetřese vajíčka a potrava tak vydrží larvám čerstvá po řadu týdnů (což objevil Jean-Henri Fabre, jak bylo popsáno v kapitole 4).

Nutným předpokladem pro zavedení evoluční novinky v podobě sběru potravy v okolí hnízda, do něž se jedinec neustále vrací, byla prostorová paměť a nové požadavky tato inovace kladla i na její přesnost. Lumek *H. horticola*, který zapomene polohu vhodných motýlích vajíček, si může najít jiná. Avšak evoluce nikdy neodpustí matce, která by zapomněla, kde se nachází domov s jejími potomky. U této životní strategie se chyby netolerují.

Jako první zkoumal prostorové učení u hmyzu Jean-Henri Fabre, který upozornil na četné problémy, jimž čelí kutilky rodu *Ammophila* (které pečují až o tři různá hnízda současně a během léta jich zbudují až deset). Že své hnízdo najdou včely medonosné, Fabreho nepřekvapovalo, neboť je velké, vydává specifický pach a kolem jeho vstupního otvoru neustále poletují jiné včely. Kutilka ale vchod do svého hnízda zakrývá kamínky a pískem, aby po něm zahladila veškeré stopy (obr. 5.1). Jeho polohu dokáže stanovit pouze na základě paměti, což není snadné, jelikož v blízkém okolí se často nacházejí i hnízda dalších příslušníků téhož druhu. Fabre zdůraznil, že učení, jaké předvádějí kutilky, je založené na jediném pokusu – často vyhloubí chodbu navečer, noc stráví jinde a ráno se neomylně vracejí na správné místo (hnízdو slouží pouze potomkům, nikoli dospělcům).



Obr. 5.1 Samotářská kutilka utěšňuje vstup do hnízda kamínky. Včely se vyvinuly z parazitoidních blanokřídlých, jejichž zástupce vidíme na obrázku. Kutilky rodu *Ammophila** se někdy starají o několik hnízd současně. Vstupní otvory do chodeb zakrývají kamínky a písek, aby tak ochránily potomky a jejich potravu, a někdy dokonce kamínky používají k tomu, aby jimi upěchovaly písek, utěšňující vchod. Najít takto ukrytá hnízda mezi řadou dalších, která si v blízkém okolí vybudovali jiní zástupci téhož druhu, klade značné nároky na prostorovou paměť kutilek.

Je pravděpodobné, že transformace mozku, která probíhala ve stejnou dobu jako raný přechod od býložravého k masožravému způsobu života, přišla vhod v okamžiku, kdy pro hledání potravy kolem ústředního hnízda byla potřebná ještě přesnější prostorová paměť (a jen na okraj – budování hnízd, ač mnohem

* Kutilky nejsou parazitoidi, ale predátoři, kteří sbírají více jedinců kořisti pro svoje larvy (pozn. recenzenta).

později, zase usnadnilo evoluci sociality). Je potom poměrně kuriózní, že jedna větev parazitoidních blanokřídlých se překvapivě vrátila k přísně veganskému způsobu života a stala se včelami, živícími se na květech (k tomu došlo asi před 120 miliony let; obr. 2.5). Je přitom důležité vědět, že květy kvůli konzumaci nektaru navštěvuje i spousta dospělců parazitoidních blanokřídlých – což se klidně mohlo dít i tehdy, kdy si mohli náhodně nazzpět do hnízd donést i určité množství pylu. Někteří jedinci mohli při zajišťování bílkovin pro larvy časem vyměnit maso za pyl květin (stejně jako maso je i pyl bohatý na bílkoviny) a u toho už zůstali. Hermann Müller (1829–1883; viz citát na začátku kapitoly) byl německý biolog, který se pokoušel aplikací darwinistických principů porozumět evoluci vzájemného vztahu rostlin a opylovačů. Tvrdil, že kromě zajišťování potravy potomkům a budování hnízd byla další důležitým prvkem evoluce včelí inteligence nutnost vypořádat se se stále složitější morfologií květů.

KARL VON FRISCH A OBJEV „TANEČNÍHO JAZYKA“ VČEL

V předchozích odstavcích jsme se dozvěděli, že zásadní změny ve vývoji mozku blanokřídlých předcházely evoluci sociality. Klíčovými behaviorálními inovacemi, jež doprovázely rozvinutí houbovitých těles mozku, byla evoluce stavby hnízd (a k tomu nezbytné prostorové paměti), stejně jako nutnost objevovat a rozlišovat mezi širokou škálou potravních zdrojů. Těmto výzvám neustále čelí i tisíce dnes existujících druhů samotářských včel i několik stovek druhů sociálních. Nástup sociality si nicméně vyžádal a zároveň usnadňoval evoluci dalších behaviorálních schopností, v první řadě komunikace. U sociálních druhů včel se vyvinula celá řada forem sdílení informací, ale my se zde zaměříme na jednu konkrétní: včelí tance u rodu *Apis*. Důvodem je to, že nám tento symbolický komunikační systém dává unikátní příležitost nahlédnout do hmyzí mysli a prozkoumat, jak včely prostorově vnímají prostředí, o němž se navzájem informují, a také to, že existuje značné množství prací o jeho evoluci a adaptaci na okolní prostředí.