



Akademie věd
České republiky

Strategie AV21

Špičkový výzkum ve veřejném zájmu



Štěpán Ryba, Alena Votavová,
Olga Komzáková

Čmeláci



VÝZKUMNÝ PROGRAM

ROZMANITOST ŽIVOTA A ZDRAVÍ EKOSYSTÉMŮ

Obsah

Úvodem ————— **3**

Naše nejhojnější druhy čmeláků ————— **3**

Čmelák zemní (*Bombus terrestris*) ————— **3**

Čmelák hájový (*Bombus lucorum*) ————— **5**

Čmelák zahradní (*Bombus hortorum*) ————— **5**

Čmelák skalní (*Bombus lapidarius*) ————— **6**

Čmelák úhorový (*Bombus ruderarius*) ————— **7**

Čmelák luční (*Bombus pratorum*) ————— **8**

Čmelák rolní (*Bombus pascuorum*) ————— **8**

Čmelák rokytový (*Bombus hypnorum*) ————— **9**

Čmelák lesní (*Bombus sylvarum*) ————— **10**

Životní cyklus čmeláků ————— **10**

Škůdci čmeláků ————— **13**

Zavíječ čmeláčí (*Aphomia sociella*) ————— **13**

Pačmeláci (*Psithyrinae*) ————— **14**

Brachicoma devia (*Sarcophagidae*) ————— **14**

Pestřenka čmeláková (*Volucella bombylans*) ————— **15**

Mellitobia acasta (*Chalcidae*) ————— **15**

Antherophagus nigricornis (*Cryptophagidae*) ————— **15**

Škvoři (*Dermaptera*) ————— **15**

Mravenci (*Formicidae*) ————— **15**

Roztoči (*Acarina*) ————— **15**

Zajímavosti o čmelácích ————— **16**

Slovníček pojmů ————— **18**

Úvodem

Čmeláci patří do hmyzího řádu blanokřídlých (*Hymenoptera*) a spolu se svou blízkou příbuznou včelou medonosnou a velikou skupinou samotářských včel jsou v mírném pásmu severní polokoule nejdůležitějšími opylovači většiny hmyzosnubných rostlin. V tropických oblastech je najdeme výjimečně. Čmeláků žije ve světě něco málo přes dvě stě druhů. Ze svého vývojového centra, které leží ve střední Asii, se postupně šířili po severní polokouli, především však v mírném pásmu. Největší druhové bohatství těchto zajímavých opylovačů nalezneme v chladnějších a horských oblastech, jako jsou Alpy nebo pohoří východního Tibetu. V posledních desetiletích došlo k úbytku mnoha druhů čmeláků, což je v kulturní krajině přičítáno zejména vzniku monokultury a s tím spojenému nedostatku trvalých zdrojů potravy a vhodných hnízdišť. Také chemizace v zemědělství čmelákům příliš neprospívá. Všechny druhy čmeláků jsou tedy v současné době zákonem chráněny, a to podle Zákona ČNR 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, a vyhlášky MŽP č. 395/1992 Sb.

Ačkoliv mají čmeláci žihadlo a v případě bezprostředního ohrožení jej neváhají použít, jsou lidmi díky svým vlastnostem považováni za mírumilovné, pomalé broučouny a stejně tak vystupují i v dětských příbězích a pohádkách.

Podobně jako mravenci, vosy, sršni a včely patří čmeláci mezi společenský hmyz, u něž má plození potomstva na starost matka, avšak o potomstvo se starají všichni členové kolonie. Život čmeláků je ovlivňován průběhem ročních období.

Naše nejhojnější druhy čmeláků

V ČR se vyskytuje okolo 30 druhů čmeláků, přičemž mnohé druhy jsou vzácné, ne-li již vyhynulé. Druhové určení podle zbarvení není jednoduché, protože některé druhy mají podobnou barevnou kombinaci a liší se pouze odstíny. Zatímco druhy se ve zbarvení mnohdy překrývají, v rámci jednoho druhu naopak existují různé barevné varianty. Určení také ztěžuje vyblednutí barev na konci léta.

Vzhledem k výše zmíněné obtížné druhové identifikaci je zde popsáno jen několik nejhojnějších druhů. Navíc uvádíme popisy pouze samic (matek a dělnic). Samci bývají (až na výjimky, jako je např. čmelák zemní) zbarveni pestřeji a mohou mít žlutý chomáček chlupů na přední části hlavy. Na kusadlech navíc mají „vousy“. Ostatní druhy, které zde neuvádíme, lze nalézt např. v publikaci *Blanokřídlí České republiky I.* od J. Macka a kol.

Čmelák zemní (*Bombus terrestris*)

Čmelák zemní patří mezi nejhojnější čmeláky v České republice. Jeho černé tělo přetínají dva medově zlaté proužky a zdobí ho bílý konec zadečku. Má rád otevřená stanoviště v nížinách, středních i vyšších polohách. Podobně hojný je jemu velice podobný

čmelák hájový (*Bombus lucorum*), který má žluté proužky světlejší a preferuje chladnější a vlhčí oblasti podhůří a hor. Královny hledají možnost hnízdění už od počátku března, v době kvetení vrby jívy, a hledání trvá přibližně do druhé poloviny dubna. Tvoří poměrně početná hnízda, čítající 100–600 jedinců.

Čmelák zemní je velice přizpůsobivý druh, a to z něj spolu s jeho hojností v přírodě vytvořilo skvělého kandidáta pro zemědělské využití. Dnes se chovají i laboratorně a vyprodukovaná hnízda se využívají při opylování skleníků s rajčaty, paprikami, okurkami, pro opylování ovocných plantáží, ovocných sadů, polí s jetely a vojtěškou apod.

Snadný chov čmeláků, relativně krátký reprodukční cyklus a velký počet potomstva je také předurčuje pro vědecké studie, kde čmelák zemní slouží jako modelový organismus.

Nedávné pokusy ukázaly, že čmelák zemní je schopen se naučit používat předměty k získání potravy a je schopen se to naučit pouhým pozorováním demonstrátora. Tyto schopnosti jsou obvykle připisovány vysoce inteligentním tvorům, jako jsou krkavci, sloni nebo primáti.

Tento nesmírně zajímavý tvor si jistě zaslouží naši pozornost, podporu a ochranu.



Obr. 1 Rozvinuté hnízdo čmeláka zemního (*Bombus terrestris*) – laboratorní chov (foto V. Ptáček)

Čmelák hájový (*Bombus lucorum*)

Zbarvením je podobný čmeláku zemnímu, bývá však menší. Liší se hlavně odstínem žlutých proužků, které jsou u čmeláka hájového citrónově žluté. Královny vylétují od poloviny března. Tento druh vyhledává stinné oblasti a najdeme ho všude v lesích, včetně horských, odkud proniká i níže do kulturní krajiny a měst. Hnízdí zejména v opuštěných norách hlodavců, přičemž má rád dlouhé přístupové tunely i dosti hluboko v zemi. U nás je všude hojný. Hnízdo tvoří 100–400 jedinců.

Čmelák zahradní (*Bombus hortorum*)

Čmelák zahradní je poměrně velký druh s protáhlou „koňskou“ hlavou. Na černém těle má tři zářivě žluté pruhy. Jeden za hlavou, druhý na konci hrudi a poslední na začátku zadečku. Špička zadečku je bílá. Vyskytuje se v nížinách až středních polohách. Má rád okraje lesů s přilehlými loukami, zahradami a parky. Vyhýbá se otevřeným plochám. Vylétuje brzy zjara. Královny si hnízdo hledají od půlky dubna do poloviny května. Tvoří menší až střední hnízda (50–120 jedinců). Za příznivých podmínek zakládá i druhou generaci. Stejně jako čmelák rolní (*Bombus pascuorum*) patří podle



Obr. 2 Rozvinuté hnízdo čmeláka zahradního (*Bombus hortorum*) (foto V. Ptáček)

způsobu krmení larev do skupiny „kapsičkovačů“. Hnízda si zakládá v norách hlodavců, ale i opuštěných ptačích hnízdech či v zemědělských a obytných stavbách. Občas zahnízdí i v čmeláčích úlcích.

Ačkoliv je známo, že čmeláci mají delší jazyk než včela medonosná, a jsou tedy lepšími opylovači rostlin s dlouhou květní trubkou, u mnohých druhů, např. čmeláka zemního, není tento rozdíl tak výrazný. To však neplatí o čmeláku zahradním. Je to čmelák s nejdelším jazykem, který u velké královny může měřit až 2 cm, tedy tolik, kolik měří ona sama.

Čmelák skalní (*Bombus lapidarius*)

Čmelák skalní je velký druh s elegantním černým kožíškem a tmavě červenou špičkou zadečku. Samečci často mívají ještě žlutý proužek na začátku hrudi a mezi očima trs žlutých chloupků. Tohoto čmeláka lze snadno zaměnit s menším čmelákem úhorovým (*Bombus ruderarius*), jehož samičky však mají chloupky sběracích košíčků na zadních nohách červené, a ne černé jako čmelák skalní.

Je to pozdnější druh. Královny zakládají hnízda od začátku dubna až do konce května.



Obr. 3 Čmelák skalní (*Bombus lapidarius*) na květu hluchavky (foto H. Kříženecká)



Obr. 4 Rozvinuté hnízdo čmeláka skalního (*Bombus lapidarius*) (foto V. Ptáček)

Vyskytuje se v nížinách, středních polohách i vyšších horských oblastech. Má rád otevřená slunečná stanoviště, ale třeba i ovocné sady. Patří k našim hojnějším druhům.

Tvoří střední až velká hnízda, kde žije 100–300 jedinců. Hnízdí pod zemí i nad zemí, v puklinách skal, hromadách kamení, v budovách i opuštěných ptačích budkách. Rád se usadí i ve čmelínu.

Čmelák úhorový (*Bombus rudinaris*)

Základní barva celého těla je černá, konec zadečku červenooranžový. Od podobně zbarveného čmeláka skalního se liší kromě světlejšího odstínu konce zadečku také výrazně menší velikostí a červenými chloupky sběracích košíčků na zadních nohách. Královny hledají hnízdiště od konce dubna do konce května. Hnízdí na povrchu země v suchých trsech trávy, pod mechem a v koulích ze suchého listí. U nás se vyskytuje hlavně v teplých otevřených oblastech nižších a středních poloh. Běžný, i když nepříliš hojný druh. Hnízda čítají 50–100 jedinců.

Čmelák luční (*Bombus pratorum*)

Malý druh s krátkou hlavou i jazykem. Jeho základní černá barva je doplněna žlutým proučkem na hrudi a na začátku zadečku (někdy mohou proučky chybět, častěji na zadečku). Konec zadečku je zpravidla oranžovočervený. Královny hnízdí od počátku března do poloviny dubna. Pohlavní jedinci se líhnou už na přelomu května a června a rodina končí svůj vývoj velmi brzy. Při hnízdění dává přednost vlhčím oblastem na okraji lesů a na pasekách. Jedná se spíše o horský a podhorský druh, proniká již však i do nížin. Celkově je u nás stále hojný. Hnízda najdeme vzácně pod zemí v opuštěných norách, ale zpravidla hnízdí na zemi či nad zemí v travních drnech, starém listí, dutinách zdí nebo pod střechami budov. Poměrně rád osidluje čmeláčí úly. Hnízdo tvoří 80–150 jedinců.

Čmelák rolní (*Bombus pascuorum*)

Čmelák rolní patří k hojným druhům našich čmeláků. Jeho drobný nenápadný vzhled však mnohé zmate a považují jej za včelu. Jeho hrud má proměnlivě zbarvené chloupky, od oranžovohnědých až po šedočerné. Začátek zadečku je taky ještě šedočerný, ale ke konci opět přechází do oranžovohnědých tónů. Je přizpůsobivý a vyskytuje se od



Obr. 5 Hnízdo čmeláka rolního (*Bombus pascuorum*) na vrcholu vývoje (foto V. Ptáček)

nížin, přes střední polohy až do vyšších poloh v otevřených i remízkovitých oblastech. Královny hledají místo k založení hnízda od konce března do konce dubna. Hnízda jsou svou velikostí menší až střední (60–150 jedinců). Za příznivých podmínek může hnízdo žít až do podzimu. Hnízda si zakládá v norách hlodavců, ale někdy také na povrchu v hromádce mechu či trávy. Nezřídka zahnízdí i v čmeláčích úlcích. Čmelák rolní vyniká svou mírnou nekonfliktní povahou a patří v Evropě k nejhojnějším druhům. Najdeme ho i v krajině silně ovlivněné člověkem, kde jsou jiné druhy velmi vzácné.

Čmelák rokytový (*Bombus hypnorum*)

Jedná se o středně velký druh se středně dlouhým jazykem. Celá hruď je hnědá, hnědo-oranžová, někdy zcela černá, konec zadečku šedobílý nebo hnědobílý. Královny hnízdí



Čmelák *zemní*



Čmelák *hájový*



Čmelák *zahradní*



Čmelák *skatní*



Čmelák *úhorový*



Čmelák *tuční*



Čmelák *rolní*



Čmelák *rokytový*



Čmelák *lesní*



Obr. 6 Přehled našich nejběžněji se vyskytujících čmeláků a jejich barevných vzorů

počátkem až koncem dubna, a to nad zemí v horských smrčínách a na okrajích lesů, v parcích a zahradách, také v puklinách zdí a skal, pod střechami, v kůlnách i stodolách. Jde o nejčastější druh čmeláka hnízdícího v opuštěných ptačích budkách. Nyní se také častěji než dříve vyskytuje v nižších polohách. Stále ještě poměrně hojný druh, i když ne všude. Hnízdo vytváří 80–400 jedinců. Mladé královny během sezóny často zakládají i druhou generaci potomstva.

Čmelák lesní (*Bombus sylvarum*)

Malý druh. Jazyk a hlava dlouhé. Hrud' vespod žlutavě šedá nese vpředu a vzadu světlý šedý nebo hnědožlutý proužek, uprostřed je tmavě černohnědá. Začátek zadečku je světlešedé až žlutavě ochlupený, s černými, nejasně ohraničenými proužky, konec zadečku pak světle oranžově plstnatý, se světlými konci. Královny hledají hnízdiště od půlky dubna do počátku června. Druhové jméno tohoto čmeláka je zavádějící, protože je vázán na otevřené biotopy a uzavřeným lesům se vyhýbá. Let má mimořádně rychlý a královny vydávají značně vysoký tón. U nás dosti častý v nižších a středních polohách. Hnízdo vyprodukuje 80–150 jedinců.

Životní cyklus čmeláků

Hnízdo je zakládáno každý rok matkou, která jako jediná z rodiny (spolu s dalšími matkami) přečkala zimu zahrabaná v zemi několik centimetrů pod povrchem, v tzv. hibernákulu. Matka je v porovnání s dělnicemi a samci mnohem větší a v přírodě se s ní setkáme většinou jen na jaře, případně v pozdějším létě, kdy se líhnou matky nové generace. Vyhládlá matka na jaře po opuštění zimoviště navštěvuje kvetoucí jívky, dymnivky a další květy, aby se nakrmila, a pokud se již zotavila ze zimního spánku, začne si hledat hnízdo. To poznáme podle toho, že létá nízko nad zemí a prolézá různé skulinky. Jakmile vhodné místo najde, postaví si nejprve medový džbánček z vosku a pak voskovou misku, do které naklade oplozená vajíčka (spermie pocházejí z páření v předešlém roce). Z vajíček se za pár dní vylíhnou larvičky, které matka krmí pylem, pro nějž každý den létá ven na květy. Když už jsou larvy velké, upředou si každá svou vlastní schránku-kokon, ve kterém se bílá, beznohá larva promění v dospělého čmeláka, tak jak ho známe.

Tato přeměna neboli metamorfóza je jedním ze zázraků přírody. Vývoj od vajíčka až k dospělému čmelákovi trvá v průměru 25 dní.

Z prvních vajíček, která matka nakladla, se vylíhnou dělnice, které jsou mnohem menší než ona sama. Po vylíhnutí prvních dělnic už matka hnízdo neopouští a věnuje se pouze kladení vajíček a péči o potomstvo. Zbytek života tak stráví ve tmě. Dělnice jsou velmi pilné a věnují se sbírání potravy i péči o hnízdo. Několik týdnů se v čmeláčím hníždě líhnou z oplozených vajíček jen dělnice. Můžou být

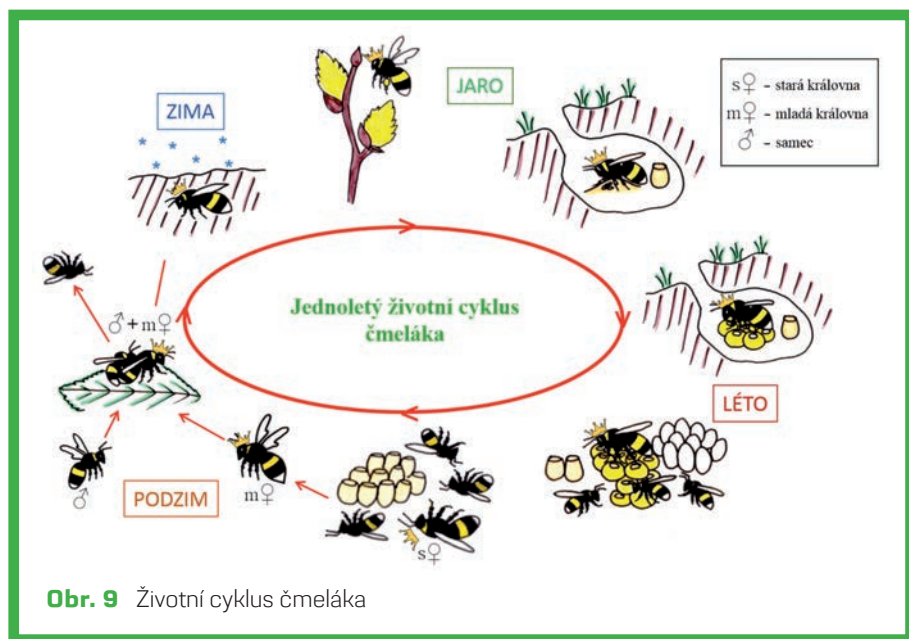


Obr. 7 Buňka s larvou po otevření (foto J. Přehnal)



Obr. 8 Vytvářející se kukla čmeláka po odstranění voskového obalu (foto J. Přehnal)

různě veliké – rozdíl mezi nejmenší a největší dělnicí je někdy až desetinásobný. Jakmile má hnízdo dostatek dělnic, začnou být všechny larvičky, které pocházejí z oplozených vajíček, krmeny tak, aby se z nich vylíhly mladé matky. Zároveň však matka začne klást vajíčka neoplozená, ze kterých se líhnou trubci. A aby těch změn nebylo málo, vládá matky nad hnízdem pomalu končí a dělnice se začínají bouřit (tzv. *switch-point*).



Zatímco do této chvíle byla matka jediná kladoucí samička v hnízdě, brzy tomu bude jinak. Některým dělnicím dozrají do té doby zakrnělé vaječníky a snaží se klást vlastní vajíčka. Začíná boj o moc a vajíčka si dělnice navzájem požírají a bojují mezi sebou i s matkou. Z dělnicích neoplozených vajíček se vždy vyvíjejí pouze trubci. Toto období chaosu a rivality v hnízdě trvá až do jeho zániku na sklonku léta nebo na podzim. Uhynie stará matka a postupně i dělnice a trubci. Jediný, kdo přežije zimu, jsou mladé matky. Jejich život tedy začíná v létě, kdy se v hnízdech líhnou a kdy je hnízdo na vrcholu svého rozvoje. Po několika dnech od vylíhnutí opouští své rodiště, aby se spářily s nepříbuznými samci (čmeláčími trubci). Královny se páří až na výjimky pouze s jedním trubcem, zatímco trubci se mohou pářit vícekrát. V tomto období si také královny vytváří velké tukové zásoby a naplní si volátka medem. Jsou zaznamenány případy, kdy mladé královny nějakou dobu ještě matce pomáhají s péčí o plod. Přesto však, až se dostatečně nakrmí nektarem a pylem, opouštějí oplozené královny hnízdo natrvalo, aby se na nadcházející zimu ukryly v zemi a přečkaly v zimním spánku (hibernaci) do jara. Toto místo se nazývá hibernákulum a nachází se zpravidla několik centimetrů pod zemí.

Čmeláci si svá hnízda staví většinou v opuštěné myší noře, ale mnoho druhů čmeláků hnízdí i pod širým nebem, zahrnout mohou i v opuštěných ptačích budkách,

v dírách ve zdech nebo ve starém vyhozeném koberci. Čmeláci také vytvářejí med, podobně jako včely, ale protože si neshromažďují zásoby na zimu, není jeho množství v čmeláčím hnízdě větší než jedna polévková lžíce.

Čmeláci se podle způsobu výživy larev dělí na 2 skupiny. „Skladovači pylu“ (*pollen storers*) přinesený pyl skladují v jedné nebo více voskových nádobách, odkud jej pak dělnice přinášejí larvám. Kapsičkovači (*pocket-makers*) vytvoří takovou nádobu – kapsu – přímo u skupiny larev, které jsou spolu uzavřené ve voskovém „vaku“, a larvy si z kapsy pyl samy odebírají. Ne všechny larvy ve „vaku“ však mají stejný přístup k pylu v kapse, a tak jsou pro tuto skupinu čmeláků typické velikostní rozdíly jedinců v rámci jednoho hnízda. U čmeláka rolního, který patří mezi typické kapsičkovače, mohou být některé dělnice až desetkrát větší než ta nejmenší.

Škůdci čmeláků

Čmeláci mají mnoho škůdců, kteří jejich existenci omezují nebo ničí, avšak nevyskytuje se u nich žádná plošná a tak závažná choroba jako např. varoóza u včel medonosných. Následující seznam obsahuje několik významných čmeláčích škůdců.

Zavíječ čmeláci (*Aphomia sociella*)

Hlavní ničitel čmeláčích chovů je tento drobný noční motýl šedočerné barvy, 2–3 cm dlouhý, jehož samička v dubnu až srpnu vnikne za tmy do čmeláčího hnízda a naklade tam shluky miniaturních vajíček. Postupně se vyvinou v až 3 cm dlouhé nažloutlé, velmi pohyblivé a světloplaché housenky. Zpočátku zůstávají larvy ve skupinách a živí se odpadem, v pokročilejších vývojových stádiích housenky zavíječe požírají v čmeláčím úlu vše kromě teplodržného materiálu, tedy voskové buňky i s vajíčky, larvy čmeláků, ale i mrtvé čmeláky.

Housenky se nejčastěji zdržují ve spodní části hnízda, kde nejprve napadají čmeláčí plod a oslabují kolonii v počátečním stadiu jejího vývoje. Na povrchu kolonie zatím nejsou zjevné žádné známky napadení. V pozdější fázi napadení hnízda zavíječem začne aktivita čmeláků pomalu slábnout a místo stále větších dělnic, jak tomu bylo dosud, vyletují dělnice menší (ty větší už natrvalo opustily úl), třebaže královna a některé dělnice po nějaký čas ještě v úlu setrvávají, a dokonce vyletují za potravou. V této době můžeme pozorovat hustá bílá vlákna produkovaná housenkami zavíječe, která jsou postupně patrná i na povrchu hnízda. V tomto okamžiku je již hnízdo zcela zničené a veškerý čmeláčí plod, vosk i zásoby zavíječem zkonsumovány. Nakonec se housenky nastěhují nahoru pod kryt úlu a ve vzájemné blízkosti se zapředou do bílých zámočků pevně přimknutých ke stěně. Tam se až na jaře zakuklí a později se z nich líhnou dospělí motýli, kteří úl opustí a po oplodnění nastoupí dráhu nových ničitelů. Jakmile tito škůdci jednou napadnou hnízdo, je odsouzeno k záhubě.

S menším výskytem zavíječe čmeláčího se setkáváme u úlů obklopených pachem silně aromatických rostlin. Občas se stává, že čmeláčí rodina, ač zasažena zavíječem, vyprodukuje přece jen nakonec nové matky a samečky, zejména u časnějších druhů nebo když samička zavíječe nakladla vajíčka opožděně před ukončením čmeláčího vývojového cyklu, zejména u čmeláčích druhů se značným počtem jedinců (čmelák zemní, čmelák rokytový a čmelák skalní) nebo pokud housenky zavíječe mají k dispozici dostatek voskových nádob (u hnízd, která mají dostatek potravy, zejména pylu, a jsou proto velká, s velkou produkcí vosku).

Ochrana proti zavíječi je obtížná. Pomoci může ochranná klapka proti zavíječům připevněná k vletovému a výletovému otvoru úlu. Principem fungování klapky je skutečnost, že čmelák je schopen svým robustním tělem při vstupu do úlu přizvednout klapku a vlézt dovnitř. Pro drobného motýla zavíječe je toto příliš obtížné a klapku vlastním tělem nezvedne.

Pačmeláci (*Psithyrinae*)

Dalším problémem, zvláště pro venkovní chov čmeláků, jsou pačmeláci. Ti jsou čmelákům velice podobní, pro laika jsou od čmeláků jen obtížně rozlišitelní.

Královny pačmeláků opouštějí zimoviště později než matky čmeláků a hledají již existující hnízda čmeláků, kde jsou již vylíhlé dělnice. V čmeláčím hnízdě dojde obvykle k souboji mezi matkou čmeláka a pačmeláka, v němž zpravidla zvítězí fyzicky lépe vybavená pačmeláčice. Někdy se pačmeláčí královna vloudí do čmeláčího úlu tak obratně, že přijme osobitý pach hnízda a je přijata čmeláčí matkou i dělnicemi do rodiny. Poté zkonzumuje vajíčka čmeláčí matky i dělnic a do buněk začne klást vajíčka vlastní. O vylíhlé pačmeláčí larvy pak pečují dělnice čmeláka. Vlastní dělnice pačmeláčice nemají. Protože požírají pouze vajíčka, a nikoliv larvy či kukly čmeláků, rodí se někdy v takovém úlu při jeho pozdějším napadení kromě samic a sameček pačmeláků v menším množství i královny a samečkové čmeláků.

***Brachicoma devia* (*Sarcophagidae*)**

Tato moucha z řádu masařkovitých (*Sarcophagidae*) se podobá mouše domácí. Čmelákům škodí tak, že vnikne do čmeláčího úlu a klade svoje larvy (nikoliv vajíčka) na larvy čmeláků v jejich voskovém obalu. Když se čmeláčí larva zapře v kokon, začne ji larva mouchy vysávat, až ji usmrtí. Larvy této mouchy jsou až 1,5 cm dlouhé, bílé, skoro hladké, dopředu pozvolna zašpičatělé a vzadu polotupě zakončené. V úlu se zakuklí v tmavočervená puparia, z nichž se po 2–3 týdnech vylíhnou dospělé mouchy a opustí úl. Po larvách tohoto škůdce zůstávají na kokonech čmeláků otvůrky o velikosti asi 1,5 mm. Tento predátor čmeláčí rodinu většinou jen oslabí, ale při velkém napadení ji může i zlikvidovat.

Pestřenka čmeláková (*Volucella bombylans*)

Tato moucha svým vzhledem dokonale napodobuje čmeláky. Její vajíčka nakladená v úlu jsou poměrně velká, tvrdá a jsou pevně přilepena k podkladu. Larvy má dvoucentimetrové a asi čtyřikrát delší než širší, s řadu ostnů na těle a bradavičnatými hrboleky na břiše. V čmeláčím úlu se živí především odpadem a mrtvými čmeláky, ale pokud ho není dostatek, může zřejmě napadat i živé larvy. Když dospějí, opustí larvy úl a zakuklí se venku pod blízkými kameny.

***Mellitobia acasta* (Chalcidae)**

Tato drobná, pouhým okem sotva viditelná (1,5 mm) vosička patří zejména v laboratorních chovech spolu se zavíječem k nejnebezpečnějším parazitům. Většinou se setkáváme s partenogenetickými samičkami (nepotřebují k rozmnožení samce), samečkové jsou vzácné. Samička po vniknutí do hnízda naklade desítky až stovky vajíček do některé z čmeláčích kulek, kterou předem inaktivuje. Vylíhlé larvy kuklu zkonzumují, uvnitř se zakuklí a po 12–14 dnech skrz kuklu vylézají z mrtvého kokonu čmeláka nové samičky a napadají další kokony. Čmeláci hnízda se přestanou rozvíjet a obrovské množství vylíhnutých chalcidek zaplaví úl.

***Antherophagus nigricornis* (Cryptophagidae)**

Drobný (4 mm) hnědý brouček. Na jaře číhá na květech na čmeláky, přichytí se na jejich nohu či tykadlo, když tam sbírají potravu, a přenesení se s nimi do čmeláčího hnízda. Naklade tam vajíčka, z nichž se vyvinou nažloutlé, 5–8 mm dlouhé larvičky. Živí se pravděpodobně zbytky pylu, takže většinou působí v hníždě spíš jako komenzál, ale při nedostatku pylu může ohlodávat vosk z buněk, případně napadat i plod. Největší nebezpečí představují pro matku v solitérní fázi vývoje, kdy broučci či jejich larvičky vnikají matce do prvních buněk s vajíčky či do buňky s prvními čmeláčími larvami. Matka pak často svůj plod natrvalo opouští.

Škvoři (*Dermaptera*)

Známý, pro zahrady obecně užitečný hmyz. Do čmeláčích úlů však někdy vniká zřejmě proto, aby tam hledal ochranu. K jeho ničivé činnosti může dojít u slabších hnízd, kdy je schopen zlikvidovat všechno čmeláčí plod.

Mravenci (*Formicidae*)

Mravenci škodí v hnízdech či úlech tím, že kradou cukerné (medové) zásoby a mohou také požírat čmeláčí larvy. Často jsou v hníždě tak obtížní, že čmeláci úl opouští.

Roztoči (*Acarina*)

V hnízdech čmeláků žije velmi rozmanitá fauna roztočů. Většinou zde působí jako komenzálové (příživníci na zbytcích). Některé můžeme na jaře spatřit v přírodě při-



Obr. 10 Matka čmeláka skalního (*Bombus lapidarius*) s přísátými roztoči (foto H. Kříženecká)

chycené i ve velkém množství na matkách (*Parasitellus fucorum*, *Tyrophagus laevis*) Nejsnazším způsobem, jak královnu roztočů zbavit, je vložit ji na rovné ploše pod skleničku, tu mírně nadzvednout a do mezírky vyfouknout cigaretový kouř.

Mezi skutečné parazity čmeláků patří roztoč *Locustacarus buchneri*, který žije v předních vzdušnicích v zadečku čmeláka a zkracuje jeho život.

Zajímavosti o čmelácích

- Věděli jste, že podle aerodynamických zákonů platných pro konstrukci letadel nebo vrtulníků, by čmelák vlastně neměl vzlétnout? Teprve počátkem dvacátých let jsme pochopili záhadu hmyzího letu. Teorie založená na laminárním proudění a statickém obtékání profilu křídla (letadla křídlem nemávají) prostě u čmeláka nefunguje. Čmelák totiž mávne křídlem zhruba 200krát za sekundu a právě vírové proudění kolem křídla a natáčení křídla v horní a dolní úvrati umožňuje čmelákovi vzlétnout. Problém relativně velké hmotnosti čmeláka v poměru k ploše křídla tak byl vyřešen.

- Včely a čmeláci nemají sosák, ale jazyk. Jazyk některých čmeláků je dlouhý až 2 cm, což mu umožňuje dosáhnout i na nehlouběji umístěný nektar v květu. Takový jazyk měří stejně jako sám čmelák.
- Čmeláčí matka a dělnice mají žihadlo a jsou schopny bodnout vícekrát. Žihadlo se po vpichu nevytrhne, jak to známe například u včely.
- Čmeláci jsou větší a generují také více tepla. Na rozdíl od včel jsou schopni létat při nižších teplotách.
- Největšího čmeláka druhu *Bombus dahlbomii* najdeme v Jižní Americe.
- Čmeláci mají extrémně rychlý metabolismus. Najedeného čmeláka dělí od hladu 40 minut.
- Po oplození čmeláčí matky v ní spermie přečkají zimu a jsou použity zjara při kladení vajíček.
- Čmeláčí trubci, stejně jako ti u včel, nemají žihadlo.

Slovníček pojmů

Buňka (uvnitř hnízda): miskovitý voskový útvar, který v hníždě slouží na výchovu plodu nebo uskladnění medu a pylu.

Hibernace: specifická reakce živočichů na zimní období, doprovázená útlumem metabolické a pohybové aktivity.

Hibernákulum: obvykle chladné a vlhké místo v zemi, pod kořeny, kůrou nebo ve zdech, kde čmelák přečkává období klidu.

Housenka: larvální stadium motýlů. Housenka se líhne z vajíčka a vydatně se krmí, následuje stadium kukly.

Hrud: střední tělní článek u hmyzu.

Inkubace: zahřívání plodu čmeláka samičkou nebo dělnicemi.

Kokon (zámotek): vláknitý obal vytvářený housenkou, který chrání vyvíjející se kuklu.

Kolonie: jedinci stejného druhu žijící na určitém místě pohromadě.

Komenzálistmus: druh biologické interakce mezi organismy, kdy jeden má ze vztahu prospěch, zatímco druhý není nijak ovlivněn.

Královna (matka): označení kasty u společenského hmyzu, která je schopna páření a kladení oplozených vajíček.

Kukla: nepohyblivé životní stadium u hmyzu s proměnou dokonalou, jemuž předchází stadium larvy. Kukla se mění v dospělce.

Kutikula: nebuněčná ochranná vrstva pokrývající povrch těla hmyzu. Plní funkci opory těla – vnější kostry.

Larva: juvenilní stadium u hmyzu.

Modelový organismus: intenzivně, systematicky zkoumaný organismus, jehož výsledky jsou používány k popisování obecnějších jevů a vztahů platících i pro jiné organismy.

Pupárium: vnější schránka kukly vytvořená z pokožky posledního instaru larvy, obvyklá u dvoukřídlých.

Trubec: samčí jedinec u sociálního hmyzu (např. včely, mravenci, vosy, čmeláci), jehož úkolem je oplodnit samičku.

Varoóza: vážné parazitární onemocnění včel způsobené roztočem *Varroa destructor*.

Vzdušnice (tracheje): přivádějí z otvorů na povrchu těla vzduch směrem ke tkáním, jsou vyztužené kutikulou a končí tracheolami, které obsahují tekutinu, přes niž difundují plyny do tkání.

Nová strategie Akademie věd České republiky

motto: „Špičkový výzkum ve veřejném zájmu“

Uplynulých dvacet let prokázalo, že Akademie věd je významnou a nenahraditelnou součástí systému výzkumu, vývoje a inovací České republiky. Nadále musí zůstat garantem kvality, avšak pro její další rozvoj je nezbytné, aby byla schopna identifikovat důležité vědecké a společenské otázky, fundovaným způsobem definovat problematiku a vypracovat návrhy řešení z hlediska současné úrovně dosaženého poznání. Akademie věd má již ve své dnešní podobě dobré základy pro to, aby v blízké budoucnosti mohla působit nejen jako součást špičkové světové vědy a centrum národní kultury, ale i jako stále důležitější hospodářský činitel.

Témata, jako jsou například energetická budoucnost České republiky, zdraví občanů nebo kvalita veřejných politik, představují složité okruhy problémů, jejichž řešení vyžaduje široce založený interdisciplinární výzkum. Akademie věd proto připravila Strategii AV21, jejímž základem je soubor koordinovaných výzkumných programů využívající mezioborových a meziinstitucionálních synergií s cílem identifikovat problémy a výzvy dnešní doby a koordinovat výzkumné úsilí pracovišť Akademie věd směrem k jejich řešení. Základní rámec strategie schválil Akademický sněm v prosinci 2014 s tím, že relevantní programy bude možné navrhovat i v dalším období. Výzkumné programy Akademie věd jsou od počátku otevřeny partnerům z vysokých škol, podnikatelské sféry a institucím státní a regionální správy, stejně jako zahraničním výzkumným skupinám a organizacím. Nezbytnou podmínkou pro uskutečňování Strategie AV21 je dlouhodobá stabilita systému výzkumu, vývoje a inovací v České republice.

Základním nástrojem pro realizaci Strategie AV21 je soubor koordinovaných výzkumných programů pracovišť Akademie věd:

- Naděje a rizika digitálního věku
- Systémy pro jadernou energetiku
- Účinná přeměna a skladování energie
- Přírodní hrozby
- Nové materiály na bázi kovů, keramik a kompozitů
- Diagnostické metody a techniky
- Kvalitní život ve zdraví i nemoci
- Potraviny pro budoucnost
- Rozmanitost života a zdraví ekosystémů
- Molekuly a materiály pro život
- Evropa a stát: mezi barbarstvím a civilizací
- Paměť v digitálním věku
- Efektivní veřejné politiky a současná společnost
- Formy a funkce komunikace

Důležitou součástí strategie je aktivita Aplikační laboratoře AV ČR, jejímž cílem je rozšířit přímé kontakty pracovišť Akademie věd s aplikační sférou. Strategie AV21 zároveň respektuje klíčovou roli základního výzkumu, který je ve všech vědeckých disciplínách podstatou jejich vývoje.

Koordinátory výzkumných programů jsou ředitelé zapojených pracovišť nebo pověřeni vědečtí pracovníci. Ti zajišťují vyhledávání nových, společensky relevantních témat výzkumu, provádějí syntézu dostupných informací a výsledků výzkumu z hlediska současné úrovně dosaženého poznání a koordinují vypracování návrhu výzkumného programu.

Výzkumné programy schvaluje Akademická rada v součinnosti s Vědeckou radou.

Biologické centrum AV ČR, v. v. i., je moderní a dynamická instituce zaměřená na výzkum v biologických a biologicko-ekologických oborech, zejména v entomologii, hydrobiologii, molekulární biologii rostlin, parazitologii a půdní biologii. Se svými šesti sty zaměstnanci je Biologické centrum největší mimopražskou institucí Akademie věd České republiky a zároveň patří mezi největší vědecká pracoviště ekologicky orientovaného výzkumu v Evropě. Tomu odpovídá i stále narůstající vědecká produkce čítající každoročně přes 300 vědeckých článků v mezinárodních časopisech a stovky dalších publikací.

Hlavním cílem Biologického centra je získávat, zpracovávat a rozšiřovat poznatky o volně žijících i parazitických organismech, jejich vzájemných vztazích i jejich vlivu na ekosystémy a další organismy včetně člověka, a to na úrovni molekul, buněk, organismů i ekosystémů. Získané poznatky přispívají k lepšímu pochopení biologických jevů v přírodě a mají dopad na zemědělství, lesnictví, rybářství, lidské zdraví, veterinární medicínu a další oblasti života. Biologické centrum též poskytuje posudky, stanoviska a doporučení ve všech oborech své činnosti, organizuje vědecká setkání a usiluje o využití výsledků vědeckého výzkumu v praxi, včetně vývoje technologií.

Nedílnou součástí činnosti Biologického centra je vzdělávání studentů všech stupňů studia, výchova vědeckých pracovníků, komunikace s širokou veřejností v ČR i zahraničí, spolupráce s národními a zahraničními partnery na řešení klíčových výzev a reflektování současných i budoucích potřeb a hodnot společnosti.

Biologické centrum koordinuje program **Rozmanitost života a zdraví ekosystémů (ROZE)** v rámci Strategie AV21. Kromě něj je do programu ROZE zapojeno dalších 7 ústavů Akademie věd ČR (Botanický ústav, Geologický ústav, Mikrobiologický ústav, Sociologický ústav, Ústav biologie obratlovců, Ústav státu a práva a Ústav živočišné fyziologie a genetiky) a řešení se účastní více než 30 dalších institucí a firem.

Program ROZE Strategie AV21 se člení na 7 témat koordinovaných odborníky ze zapojených ústavů:

Témata / Řešitelé

Biologické sbírky, genetické banky a databáze – unikátní zdroj informací
prof. RNDr. Jan Zima, DrSc., Mgr. Barbora Zemanová, Ph.D. (ÚBO)

Biodiverzita v čase a prostoru – základ pro poznání biologické rozmanitosti
RNDr. Petr Petřík, Ph.D. (BÚ)

Koevoluce organismů, invazivní organismy a biodiverzita
doc. RNDr. Jan Štefka, Ph.D. (BC)

Ochrana biodiverzity, ekosystémů a území – zajištění kvalitních ekosystémových služeb pro budoucnost
prof. RNDr. Tomáš Cajthaml, Ph.D. (MBÚ)

Společenská dimenze ochrany biologické diverzity, výchova veřejnosti, popularizace výsledků výzkumu, transfer technologií
prof. Ing. Miloslav Šimek, CSc. (BC)

RNDr. Mgr. Štěpán Ryba, Ph.D., vystudoval experimentální biologii na Přírodovědecké fakultě JČU v Českých Budějovicích a molekulární biologii, genetiku a virologii na UK v Praze. V současné době působí v oddělení biochemie a fyziologie na Entomologickém ústavu Biologického centra AV ČR, v. v. i., kde se zabývá virovými, bakteriálními a houbovými patogeny včel.

Mgr. Alena Votavová, Ph.D., absolvovala magisterské studium systematické biologie a ekologie Přírodovědecké fakulty MU v Brně a doktorské studium v oddělení fyziologie živočichů a imunologie PŘF MU v Brně. V současné době působí v Zemědělském výzkumu, s. r. o., v Troubsku, kde se věnuje laboratornímu chovu a výzkumu čmeláků.

Mgr. Olga Komzáková, Ph.D., je absolventkou katedry zoologie a ekologie Přírodovědecké fakulty MU a vědeckou pracovnící Zemědělského výzkumu, s. r. o.



Edice Strategie AV21 | Rozmanitost života a zdraví ekosystémů

Štěpán Ryba, Alena Votavová, Olga Komzáková | **Čmeláci**

Vydalo Středisko společných činností AV ČR, v. v. i., pro Kancelář Akademie věd ČR, Národní 3, 117 20 Praha 1. Grafická úprava Robin Brichta.

Fotografie na obálce Hana Křífzenecká.

Technická redaktorka Ivana Říhová. Odpovědná redaktorka Petra Královcová.

Vydání 1., 2018. Ediční číslo 12368. Sazba a tisk **SERIFA**®, s. r. o., Jinonická 80, 158 00 Praha 5.

<http://av21.avcr.cz>

ISBN 978-80-200-2863-1



9 788020 028631