

Laboratorní chov čmeláků a jeho význam

Význam čmeláků jako opylovačů mnoha rostlinných druhů je znám již po staletí, avšak možnostmi jejich chovu za účelem zlepšení a zvýšení výnosů v zemědělství se začali vědci zabývat až přibližně ve druhé třetině 20. stol. Úvahy o domestikaci čmeláků se ale objevují již v knize F. W. L. Sladena *The Humble-bee* z r. 1912. První pokusy s chovem byly po mnoho let zaměřeny prakticky jen na sezonní chov v malých úlech ve volné přírodě. Během následujících desetiletí přinesly výzkumy v oblasti života čmeláků mnoho nových poznatků, které postupně umožnily tyto blanokřídlé využívat k opylování v zemědělství podobně jako včely. Zásadní pokrok v chovu čmeláků však znamenal až přesun řízeného chovu do laboratoří v 60. letech 20. stol., který vyřešil počáteční problémy s iniciací čmeláčích matek ke kladení vajíček a s laboratorním zimováním matek. Jakmile byla zvládnuta metoda laboratorního chovu, i nezávisle na ročním období, začalo se uvažovat o možnostech jejich komerčního chovu, který byl nakonec zahájen v r. 1987. Nyní se na světě ročně vyprodukuje kolem milionu kolonií čmeláků, a to převážně čmeláka zemního (*Bombus terrestris*) a *B. impatiens*. Tyto druhy vytvářejí početné kolonie a nejlépe se přizpůsobují laboratorním podmínkám. V České republice se již od 60. let zabývá laboratorním chovem čmeláků Vladimír Ptáček z Masarykovy univerzity v Brně, který je uznávanou vědeckou osobností v této oblasti výzkumu u nás i v zahraničí.

Čmeláci jsou oproti včelám vhodnější pro opylování v uzavřených prostorách, jako jsou např. skleníky, fóliovníky a izolační klece určené pro množení osiv v rámci genových zdrojů, protože na rozdíl od včel zde nepodléhají stresu. Další výhodou při využití ke komerčnímu opylování je jejich menší agresivita ve srovnání se včelami a to, že létají i při poměrně nízkých

teplotách (6 °C), za podmračeného počasí či dokonce mírného deště. Čmeláci opylují zejména jeteloviny, raně kvetoucí košťaloviny, mnohé byliny a ovocné stromy. Nejvyšší ekonomický přínos však znamenají pro světovou produkci rajčat a paprik, kde pozitivně ovlivňují kvalitu plodů (pravidelnější tvar a vyšší hmotnost). Zde jako opylovači nemají konkurenci.



1

Využívání čmeláků v zemědělství má však i své záporné stránky, a to zejména v dovozu úlů s nepůvodními druhy nebo poddruhy čmeláků ze zahraničí. Příliv rozdílných genů ve formě různých ekologických variant spolu s převozem parazitů a chorob může narušit početnost a vitalitu místní populace. Z tohoto důvodu by bylo přínosné rozšířit umělý chov v našem zemědělství natolik, aby zcela pokryl potřebu po opylování z domácích zdrojů.

Kromě komerčního využití v zemědělství má laboratorní chov čmeláků velký význam pro vědu, kde jsou čmeláci často využíváni jako modelové organismy pro studium vztahů v ekosystémech a mechanismů vzniku a vývoje sociální hierarchie. Umožňuje sledovat způsob života kolonií různých druhů tohoto hmyzu a poskytuje mnoho cenných informací, které jsou užitečné při provádění aktivit směřujících k podpoře početnosti čmeláků v přírodě a k ochraně vzácných druhů. Všichni evropští znalci se totiž shodují na tom, že zejména vlivem intenzifikace a chemizace zemědělství čmeláků za poslední desetiletí v přírodě výrazně ubylo.

Život čmeláků

Čmeláci jsou sociální hmyz, avšak na rozdíl od včel vytvářejí pouze jednoleté kolonie, které zakládá matka bez pomoci dělnic. Oplozené matky totiž jako jediné z kolonie přežijí ve vhodném úkrytu zimu, zatímco dělnice a samci na podzim hynou. Jakmile se na jaře oteplí a rozkvetou první rostliny, matky opouštějí svá zimoviště. Poté, co si doplní energii v podobě nektaru a pylu z jarních květů, začnou hledat vhodné místo k založení hnízda, a to v zemi, ve stromech, budovách nebo pod trsy trávy. Hnízdní dutinu matka nejprve vystele vhodným materiálem z okolí a vystaví zde tzv. medový džbánek, kam uloží zásobu medu na dobu, kdy zejména za vydatného deště nebude moci opustit hnízdo. Med čmeláků je řidší než u včel, a protože jejich kolonie nepřezimují, jsou zásoby jen malé. Po několika dnech vytvoří matka voskovou buňku, do které naklade první vajíčka. Larvy se líhnou po 4–6 dnech a přibližně po 20 dnech intenzivního krmení se zakuklí v kokonu upředem z vláken vyprodukovaných slinnými žlázami. Po dalších dvou týdnech se z kokonu prokouše ven dospělý čmelák.

Zpočátku se za normálních okolností líhnou pouze dělnice a až později se objevují samci a matky další generace. Pokud však matka nebyla oplozena, začnou se ihned líhnout samci a kolonie brzy zaniká. Jedinci odchovaní z prvních vajíček dosahují často jen velikosti mouchy, protože je samotná matka nezládla dostatečně vyživit. S postupným přibýváním dělnic, tedy pomocníků, se však líhnou větší jedinci, ačkoli velikosti matky obvykle nedosáhnou. Po vylíhnutí prvních dělnic matka již nevyletuje z hnízda za potravou a věnuje se pouze kladení vajíček a péči o larvy. Ve vrcholné fázi rozvoje hnízda začne matka klást neoplozená vajíčka,

1 Samec čmeláka zahradního (*Mega-bombus hortorum*). Slunečnice jsou koncem léta vyhledávaným zdrojem potravy různých druhů čmeláků. Foto V. Ptáček



z nichž se líhnou samci. Ti se na rozdíl od včelích trubců také podílejí na péči o hnízdo. V této době se začínají z některých ještě oplozených vajíček vyvíjet budoucí mladé matky, jejichž larvy a později kokony jsou nápadně velké. Celkový počet jedinců v hnízdě závisí na druhu čmeláka, na množství dostupné potravy, průběhu počasí na jaře a v létě, přítomnosti parazitů v hnízdě atd., takže může celkově čítat jen několik desítek až stovek jedinců. Mladé samičky se zpočátku po vylíhnutí zdržují v hnízdě, ale po několika dnech vyletují a páří se s cizími samečkami. Poté, co si naplní medný váček, vyhledají vhodné zimoviště, kde přečkají do následujícího jara. Matky nikdy neprezimují v rodném hnízdě a zimují jednotlivě. Kromě energetických zásob v medném váčku je jejich dalším zdrojem energie pro přežívání tuk uložený v mohutném tukovém tělese v zadečku. Po vylíhnutí mladých matek postupně ztrácí původní matka své dominantní postavení, slábnou produkce jejich feromonů vylučovaných kusadlovými žlázami, které tlumí rozvoj vaječnic u dělnic, a v hnízdě začíná boj o nadvládu mezi dělnicemi. Ty začnou klást vlastní neoplozená vajíčka, která si však pozírají. Období chaosu ale netrvá dlouho, neboť pomalu nastupuje zima a kolonie zaniká.

Laboratorní chov

Popsaný životní cyklus čmeláků v přírodě se v laboratorních podmínkách výrazně neliší, pouze není vázán na střídání ročních období a odpadá hledání potravy, zimoviště a hnízdiště atd. Nejlépe zvládnutý je chov čmeláka zemního (*B. terrestris*, obr. 2 a 5). Metodika jeho chovu se zkouší s drobnými modifikacemi a s větším či menším úspěchem aplikovat i na některé další druhy. Na našem pracovišti se podařilo kromě kolonií čmeláka zemního odchovat také čmeláka hájového (*B. lucorum*), čmeláka rolního (*Megabombus pascuorum*, obr. 3), čmeláka skalního (*Pyrobombus lapidarius*, obr. 4) a čmeláka lučního (*P. pratorum*). V Ptáček zaznamenal úspěšný chov i dalších druhů.

Nejdůležitější a nejobtížnější fází chovu v laboratorních podmínkách je období od vytvoření voskové buňky a nakladení prvních vajíček samičkou po vychování

prvních dělnic. Jakmile se v hnízdě objeví dělnice, kritická fáze je většinou překonána a kolonie se úspěšně rozrůstá. Metod, jak podnitit matky ke kladení vajíček, lze použít několik. Využívá se např. přidání několika mladých dělnic včely medonosné nebo čmeláka k přezimovavší matce. Úspěchů bylo dosaženo také společným umístěním dvou matek, a to až do nakladení prvních vajíček jednou z nich. Zde je však nutné, zejména u velkých druhů čmeláků, oddělit matky mřížkou, která umožňuje, aby se vnímaly, ale zamezuje vzájemnému usmrčení. Nižší agresivitu vykazují matky laboratorně odchované a také matky menších druhů, jako např. čmeláka rolního a čmeláka lučního. Jiná iniciační metoda spočívá v přidání čmeláčích kokonů k ještě nekladoucí matce, což podnítlí rozvinutí jejich mateřských instinktů. Uvedené metody se mohou podle okolností a dosažitelnosti materiálu kombinovat.

Dalším úskalím chovu čmeláků je zimování matek v laboratorních podmínkách, které se zatím příliš nedaří u jiných druhů, než je čmelák zemní. V neposlední řadě se ukazuje, že pro úspěšný chov je nezbytné vyřešit ochranu hnízd proti napadení zavíječem *Aphomia sociella* a miniaturní vosičkou *Mellitobia acasta*. Jejich housenky a larvy vyžírají larvy a kukly čmeláků a dokáží tak postupně zdecimovat celou kolonii.

Při zahajování laboratorního chovu, pokud nejsou k dispozici komerčně, lze získat na jaře matky z přírody, a to předtím, než založí hnízdo. Nesbírají ještě pyl pro výživu larev, a nemají tedy pylové košíčky naplněné. V této fázi života létají buď rychle, vysoko a jen krátce se zastavují na květech, kde si doplňují energii pro zimování, nebo pomalu a klikatě, protože vyhledávají vhodné hnízdiště. Jakmile zahnízdí, začnou se na květech zdržovat déle, aby nasbíraly pyl k výživě larev.

Odchycené nebo laboratorně odchované matky se po zimování umísťují do chovných dóz vybavených savou podložkou a větracími otvory. Nektar je nahrazen cukerným nebo medným roztokem a pyl od včel (rouskovaný, tzn. zformovaný včelami do malých kuliček při sběru do pylových košíčků) se podává napěchovaný v malé nádobce, aby se co nejdéle

zachovala jeho kvalita. Na nekvalitní pyl čmeláci reagují např. vyhazováním larev z buněk. Vzdušná vlhkost by měla v chovné místnosti dosahovat 60 % a teplota kolem 28 °C. V laboratorních podmínkách je většinou potřeba přimět matky k zahájení kladení některou z výše popsaných iniciačních metod. Důležitým prvkem chovu je hygiena, která spočívá v pravidelné náhradě starého pylu za čerstvý (minimálně obden) a ve vyměňování znečištěné podložky. To vše je vhodné provádět při červeném světle, které čmeláci na rozdíl od bílého nevnímají a neutíkají při kontrole a krmení ven. Po vylíhnutí prvních dělnic se kolonie přemísťují z malých dóz do dřevěných úlů o rozměrech přibližně 25×25 cm, protože se čmeláci mohou rozrůst do počtu až několika set jedinců. V této fázi již mohou být úly přeneseny na pole nebo do skleníku (obr. 6), nebo se trvale ponechávají v laboratoři pro zajištění kontinuálního chovu. Úly přenesené z laboratoře pro opylování do volné krajiny je třeba uvnitř vybavit tepelně izolačním materiálem sloužícím jako ochrana před podchlazením larev při poklesu venkovní teploty.

Líhnoucí se matky další generace se z hnízda odeberou a spolu se samci z nepřibuzných hnízd se umísťují do větších klecí ze síťoviny nebo do akvárií, kde se páří. Kopulace samců a matek z rodného hnízda je nežádoucí, protože z poloviny diploidních vajíček, která takové matky nakladou a z nichž by se za normálních okolností líhly dělnice, se líhnou samci. Hnízdo tak od začátku produkuje jen poloviční množství dělnic a nedosahuje pak obvyklé početnosti. Tito diploidní samci bývají menší než haploidní, ale v páření jsou stejně úspěšní. Jejich potomstvo však má často sníženou životaschopnost. Na rozdíl od včel nedochází k páření v letu, ale páry jsou přichyceny na pevné podložce. Kopulace trvá zhruba od 15 minut do jedné hodiny v závislosti na druhu (obr. 5). V tomto okamžiku jsou čmeláci zcela zaujati pohlavním aktem, a tak lze pár bez vyrušení snadno odebrat ze společné klece a zkontrolovat již spářené matky.

Po kopulaci se matky ponechávají v teplé místnosti v dózách s potravou, aby se dokrmily a vytvořily si dostatečné zásoby pro zimování. Na základě našeho výzku-



mu změn v tukovém tělese během života matek se však zdá, že tyto zásoby nejsou ani tak potřebné k samotnému přezimování, jako spíše v období, kdy matka na jaře vylézá ze zimoviště a začíná pátrat po zdroji potravy, případně v době kladení vajíček. Spárené a vykrmené matky se pak umístí na několik měsíců do chladničky s teplotou 4 °C, kde přečkají klidové období stejně jako v přírodě. To se ukazuje být potřebné pro pozdější aktivaci vaječnicků a matky z našich podmínek bez přezimování v chladu zakládají hnízda jen výjimečně. Klidové období lze nahradit krátkodobou narkózou CO₂, toto ošetření však zkracuje život matky (Ptáček, ústní sdělení).

Při laboratorním chovu čmeláků je dále třeba zohlednit rozdělení druhů na dvě skupiny podle způsobu krmení larev. V první, vývojově pokročilejší skupině, kam patří běžně chovaný čmelák zeminí, jsou larvy krmeny otvorem na svrchní straně buněk – v literatuře se tato skupina označuje jako skladovači pylu (pollen storers). U mladých larev jsou otvory zpočátku nenápadné, avšak u starších někdy tak velké, že můžeme spatřit téměř celé tělo larvy. V hnízdech těchto druhů jsou běžné zásobárny pylu v podobě prázdných kokonů. Druhově, vývojově méně pokročilou skupinou jsou stavitelé kapes (pocket makers), kteří budují zvláštní voskové kapsy naplněné pylem na okrajích buněk s larvami, odkud jsou pak larvy krmeny. Jednu kapsu čmeláci budují vždy u několika larev (jedna snůška), takže vzdálenější larvy nejsou tak dobře živěny jako ty v blízkosti kapes, a tím dochází k velikostní variabilitě dělnic v rámci jednoho hnízda. Někdy se u této skupiny druhů prolínají oba způsoby výživy.

Několikaleté zkušenosti s chovem stavitelů kapes máme u čmeláka rolního, který patří v přírodě k našim nejběžnějším druhům. Na rozdíl od čmeláka zeminího se vyznačuje menší vzájemnou agresivitou matek, takže i ty odchycené v přírodě lze většinou chovat společně, čímž dosáhneme lepších výsledků při zahajovací fázi. V našich laboratorních chovech se vyskytovalo i hnízdo, které společně vybudovalo hned několik odchovaných matek. Pravděpodobně z důvodu tohoto specifického způsobu krmení larev prospívají kolonie

2 Kolonie čmeláka zeminího (*Bombus terrestris*) v laboratorním chovu

3 Matka čmeláka rolního (*Megabombus pascuorum*) pečující o první larvy. V popředí je u buňky s larvami kapsa na pyl.

4 Matka čmeláka skalního (*Pyrobombus lapidarius*) s prvními potomky (dělnicemi). Tmavší útvary jsou buňky s larvami, světlejší již zakuklené larvy (kokony), které již nejsou krmeny. Prázdné kokony po vylíhnutí dospělců (horní část obrázku) často slouží jako nádoby na med.

5 Páření čmeláků zeminích trvá asi 40 minut – samice je 2× větší než samec.

6 Úl se čmeláky v izolační kleci s jetelem při šlechtitelském pokusu v pícninářství. Snímky O. Komzákové

čmeláka rolního v laboratoři jen v počátečním stadiu vývoje. Pyl je nutno pečovat do kapes u buněk a s nárůstem počtu larev se tak krmení stává poměrně náročné. Pro zdárný vývoj hnízda je lepší malý úl s počtem kolem 20 dělnic umístit ven, kde si pyl mohou dělnice obstarávat samy. Tím se však zase stává chov závislý na roční době.

Čmeláci v současné krajině

Jak již bylo zmíněno v úvodu, došlo v posledních 50 letech k výraznému poklesu početnosti čmeláků v krajině, doprovázeného i změnami druhové diverzity. Ačkoli některé druhy zůstávají relativně hojné (např. *B. terrestris*, *P. lapidarius*, *M. pascuorum*), jiné se staly vzácností a mnohým dokonce hrozí vyhynutí (*M. distinguendus*, *M. muscorum*, *M. pomorum*). Konkrétních příčin těchto negativních změn je několik.

V první řadě je to současný management zemědělsky intenzivně obhospodávané krajiny, který vede k mizení luštěnin z cyklu pravidelného střídání plodin a k vyloučení trvalek nebo víceletých rostlin z produkce kvůli nízké ziskovosti. Vedle nevhodného managementu je to dále snižování mozaikovitosti krajiny, což má za následek další dramatické snížení diverzity potenciálních zdrojů potravy pro čmeláky i omezení možnosti hnízdění a zimování jejich matek. Další příčinou ubývání čmeláků je nadměrná chemizace v zemědělství. Zvláště v jarním období



často dochází k hromadným úhynům včel a čmeláků v souvislosti s agrotechnickými zásahy, např. na řepce. Zemědělské veřejnosti také mnohdy není známo, že insekticidy a fungicidy se ve svých účincích na čmeláky sčítají, takže dochází k úhynům i tam, kde se management snaží dodržovat doporučené dávkování. Také vypalování mezi a stařiny má negativní dopad na čmeláky. Kromě toho, že mohou shořet celá hnízda, zásah nepříznivě ovlivňuje potravní nabídku tím, že následkem požáru se změni rostlinná skladba meze ve prospěch jednoletých rostlin. Dalším důvodem snižování diverzity a počtu čmeláků je eutrofizace krajiny, kdy se v důsledku hnojení polí a luk snižuje druhová pestrost jejich rostlinných společenstev. Tím se snižuje i potravní nabídka pro čmeláky.

Kvůli zmíněným negativním změnám v krajině je o čmeláky zájem nejen z komerčního hlediska, ale také z pohledu ochránců přírody a ekologů. Ti ve výzkumu laboratorních chovů vidí možnost, jak případně čmeláky reintrodukovat do rekultivovaných oblastí nebo udržet ohrožené druhy v krajině i tím, že lépe poznáme způsob jejich života a z toho se pak mohou odvíjet ochranná opatření a další aktivity.

Výzkum čmeláků se provádí za podpory Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR (výzkumný záměr MSM 2629608001 a projekt NPVII č. 2B06007).