

# Genetická teorie rojení včely medonosné (*Apis mellifera*) a její praktické využití formou protirojových opatření

Vážení včelaři,

ačkoli byla teoretická báze protirojového chovu trubců publikována v časopise Včelařství 10/2007, mnozí mladí zájemci bohužel nemají tento starší výtisk k dispozici. Proto se na nás obrací stále více tuzemských i zahraničních zájemců, se žádostí o opakované zveřejnění tohoto článku na internetu.

Je pozoruhodné, že po čtyřech sezónách velmi zevrubného testování širokou včelařící veřejností zájem o naši metodu neutuchá, ale trvale roste. Zejména díky mnoha včelařům, kteří s ní učinili dobrou zkušenost a pomáhají ji šířit pozitivním příkladem ve svém okolí. Mnozí z nich do časopisu Včelařství napsali své články a dnes bychom již jen těžko hledali základní organizaci ČSV, kde nepůsobí alespoň jeden spokojený uživatel. Tyto skutečnosti jsou samy o sobě maximálně objektivním důkazem vysoké funkčnosti nové technologie v praxi.

Je také potěšující, že stále více včelařů cítí potřebu nahlížet chování včelstev moderní optikou genetiky a evoluční biologie. Tedy zcela jinak, než jak je chování včelstev dosud vysvětlováno. Mnohým zvědavým včelařům již nestačí pouze aplikovat technologii chovu trubců a zbavit se problému rojivosti. Touží také pochopit mechanismy, na jejichž bázi funguje.

Je to pro nás jako spoluautory velkou satisfakcí za dlouhé roky náročné výzkumné práce, které jsme vyřešení problému rojivosti zasvětili. Zájem včelařící veřejnosti nás těší a níže publikovaným článkem z října roku 2007 rádi vyhovíme všem, kdož cítí potřebu se s teoretickou bází naší metody seznámit.

Původní článek byl obohacen jen o několik úprav, které nelze považovat za zásadní. To aby byly klíčové pasáže učiněny více srozumitelnými. V závěru je včleněn odkaz na jiné články, s metodou související.

Za autorský kolektiv dne 24.1.2012 RNDr. R. Linhart

**RNDr. Roman Linhart 1, prof. RNDr. Vítězslav Bičík, CSc.2, doc. RNDr. Jiří Vagera, CSc.3**

1) R. L., SŠZ a VOŠ Chrudim [trubec.vilik@seznam.cz](mailto:trubec.vilik@seznam.cz)

2) V. B., Katedra zoologie PřF UP, Tř. Svobody 26, Olomouc; [Vitezslav.Bicik@upol.cz](mailto:Vitezslav.Bicik@upol.cz)

3) J. V., Katedra buněčné biologie a genetiky PřF UP, Šlechtitelů 11, Olomouc;

[Jiri.Vagera@upol.cz](mailto:Jiri.Vagera@upol.cz)

## Úvodem

Tato studie navazuje na náš článek (Linhart, R., Bičík, V. (2007): Med pomáhají tvořit i trubci, (Včelařství 5, 125 – 126). V článku jsme co nejdůležitěji popsali podstatu doporučené metody, její pozitiva i případná úskalí. Zakončili jsme jej výzvou, aby alespoň někteří včelaři ještě letos námi navrhovanou metodu prověřili a sdělili nám své poznatky. Ohlasem, který náš článek vyvolal, jsme byli velmi mile překvapeni. Obdrželi jsme desítky telefonátů, e-mailových zpráv i dopisů. Bylo vidět, že mnoho včelařů hodlá naši metodu vyzkoušet ještě letos, někteří nás žádali o vysvětlení některých detailů. Od druhé poloviny

června již dostáváme řadu ohlasů, že naše metoda se plně osvědčila. **Nepřišla ani jediná negativní zpráva.**

Manželé Miroslav a Irena Hrubí z Bořislavi u Teplic nám např. napsali: „Děkujeme vám za ohromnou pomoc. Každý rok se nám vyrojilo i při důkladné péči až 20 % včelstev. Letos, při využití vaší metody se nevyrojilo žádné včelstvo. Zájem o vaši metodu pozorujeme i mezi našimi kolegy“. Také panu Karlu Vodinskému z Krnova se při využití naší metody včely letos nevyrojily. A zaznamenal i mimořádný výnos medu – 148 kg. A tak bychom mohli pokračovat. Dopis pana Josefa Křapky dokazuje, že někteří velmi zkušené včelaři již námi navrhovanou metodu v různých modifikacích úspěšně používají. Přítel Josef Křapka, který je učitelem včelařství, mimo jiné napsal: „V přírodě mají včelstva možnost vychovat trubce v množství podle svých potřeb. Proto při včelaření bychom jim tuto činnost neměli znemožňovat“. Proto pan Křapka již delší dobu dává svým včelstvům možnost trubce odchovávat. Dlouhý dopis nám napsal zkušený včelař pan Oldřich Hofrichter z Hlučína. Potěšilo nás, že náš článek patřil podle jeho názoru k těm nemnohým, které ho velmi oslovily a zaujaly. I on si na základě dlouholetých zkušeností ověřil, že včelstva se pod vlivem trubců nerojí a že matky se mění spontánně tichými výměnami. Cílený chov trubců provozuje již desítky let. Dopis pana Hofrichtera je natolik instruktivní a doprovázený natolik kvalitní fotodokumentací, že jej veřejně žádáme, aby své hlavní myšlenky a vysoce propracovanou metodiku uveřejnil v časopise Včelařství v návaznosti na tuto námi předkládanou studii. Jeho příspěvek bohužel nemohl být součástí tohoto našeho článku, neboť jeho krásné barevné fotografie se do černobílé vnitřní přílohy nehodí. Také pan Jaroslav Haindl ze Znojma má s chovem trubců bohaté pozitivní zkušenosti a uvádí: „Váš článek hodnotím velice kladně a považuji jej za průlom do včelařského myšlení“.

Jediné dílčí negativum metody ve své reakci popisuje pan Ing. Stanislav Cibulka z Liberce který konstatuje, že chov trubců vedl k silnému rozvoji varroázy. Na toto riziko popsane již v našem původním článku chce upozornit ostatní včelaře. Nejvíce roztočů zaznamenal na zavíčkováném trubčím plodu. Nicméně výslovně uvádí: „Metoda je jednoduchá, geniální a účinná. Za 50 let aktivního včelaření měl letos druhý nejlepší medný výnos v životě – průměr 50kg na včelstvo. Letová aktivita jeho včelstev se silně zvýšila a na dotaz ohledně pracovní náročnosti uvádí, že je téměř nulová. Mimo vytáčení jiné zásahy neprováděl.

Na následujících řádcích se nyní pokusíme odbornou, ale snad srozumitelnou formou geneticky a sociobiologicky zdůvodnit, proč je námi doporučovaná metoda tak vysoce účinná a na jakých mechanismech je vlastně postavena. Nejprve však stručně shrneme dnešní poznatky a vysvětlíme si, proč nelze považovat dnešní teorii rojení a z ní vycházející protirojové aplikace za vyhovující.

## **Význam protirojových opatření**

Rojení včel rodu Apis je co do podstaty daleko složitější než reprodukce jiných druhů hmyzu a dosud nebylo plně pochopeno a proto ani zvládnuto. Zvládnutí rojení je přitom jeden z nutných předpokladů komerčního včelaření vůbec.

Roční světová produkce medu činí 1 200 000 tun (Včelařství 1/2006). G. Liebig (1998) uvádí, že v německých chovech se asi 30 % včelstev rojí a neprodukuje očekávaný zisk. To je dlouhodobý průměr, který jistě platí i pro většinu našich chovů. Je jisté, že v méně rozvinutých ekonomikách, kde se včelaří extenzivněji, je procento rojivosti mnohem vyšší. Právě zde se ale z celosvětového hlediska produkuje medu nejvíce (Argentina, Mexiko, Čína atd.). Lze tedy očekávat, že pokud by se podařilo nežádoucí rojení vymýtit, stoupla by světová produkce medu nejméně o oněch 30 %. Potlačení rojové nálady by umožnilo včelařům chovat více včelstev a rojení by neutlumovalo jejich sběrací instinkt. Nepřítomnost rojů by navíc pomohla snížit procento nemocí, které se mohou roji přenášet a které tak mohou

unikat léčebným zásahům. Předpokládejme, že by světová produkce medu vzrostla pouze o oněch 30 %. V tomto případě by dnešních 1 200 000 tun činilo pouhých 70 % možné světové produkce. To by znamenalo její roční navýšení o 514 285 tun, tj. na 1 714 285 tun. Denně by se tedy dalo ušetřit 1 409 tun. To v přepočtu na menší časové jednotky znamená 58,7 tun za hodinu, 980 kg za minutu či 16,3 kg za každou vteřinu.

Pro srovnání uveďme, že v celé ČR se za rok 2005 vyprodukovalo 8 400 tun medu. Tento rok byl z produkčního hlediska považován za nejlepší za posledních pět let. V dobrém roce jsme tedy v ČR schopni vyprodukovat množství medu, jež je 61,2x menší než jsou roční celosvětové ztráty, způsobené rojivostí včel.

Připomínáme, že med je energetický koncentrát s velmi dlouhou dobou skladovatelnosti. Lze jej jako jedinou zemědělskou komoditu produkovat v přirozených i umělých ekosystémech bez jejich poškozování. Toho může být s úspěchem využito zejména v rozvojových zemích, řešících potravinovou krizi.

Rojení může způsobit i ohrožení obyvatelstva. Zalétlý roj bývá refugium varroázy.

V posledních letech, kdy se do Evropy začíná šířit z Afriky brouk *Aethina tumida*, je potřeba likvidace divoce žijících včelstev obzvláště naléhavá. Za zmínku stojí i skutečnost, že invaze hybridních včel (kříženců *Apis mellifera adansonii* s *Apis mellifera italica*), které vznikly v jižní Americe následkem úniku několika rojů *Apis mellifera adansonii* do ekosystému deštného lesa, vedla k ubodání lidí i zvířat, zdecimování včelstev jak chovaného poddruhu včely italské, tak místní populace primitivních včel rodu *Trigona* a *Melipona*, na jejichž přítomnosti závisí přežití mnoha druhů autochtonních rostlin. Na tyto obecně známé skutečnosti upozorňujeme proto, abychom demonstrovali celosvětovou důležitost výzkumu v oblasti protirojových opatření.

## Současný pohled na problematiku rojení

Teorii rojení u nás přednáší např. Ing. Antonín Přidal, Ph.D. Touto problematikou se zabývá i Ing. Květoslav Čermák, CSc., který je naším předním včelařským výzkumníkem a šlechtitelem. Zmíněná teorie byla společně uvedenými autory prezentována také na stránkách časopisu Včelařství 5/2003. Na tento článek odkazujeme všechny zájemce, kteří se chtějí s názory zde uvedenými podrobněji seznámit.

V podstatě je v tomto článku uvedeno, že rojení je ovlivněno geneticky a že je třeba včelstva na nerojivost cíleně selektovat. Jedním z dílčích faktorů spouštějících rojení může být nedostatek mateří látky ve včelstvu, ačkoli nebylo prokázáno, že by věk matek měl vliv na snižování produkce mateří látky. Dalším uvažovaným faktorem je nepoměr mezi zavíčkovaným a otevřeným plodem a přehuštění hnízda. Nadbytek mladých líhnoucích se dělnic ve včelstvu konzumuje sekret hltanových žláz, pro jehož odběr není ve včelstvu dostatek otevřeného plodu. To vyvolává anatomické a etologické změny u dělnic a ty se stávají tzv. trubčicemi. Na rozvoj rojové nálady má podle citovaných autorů vliv také výživa pylem. Čím příznivější je v daném roce pylová pastva, tím intenzivnější je rojení. Dobrá výživa vede k líhnutí zdatných rojových dělnic, které mohou hypoteticky proces rojení spouštět. Jaké jsou podle uvedených názorů možnosti zamezení vzniku velkého množství rojových včel?

- a. **odčerpání včely ve fázi zavíčkovaného plodu.** V období růstu s rozvinutým stavebním pudem se před převládnutím rozmnožovacího pudu vytvoří ze silných včelstev náchylných k rojové náladě oddělek odebráním přiměřeného počtu plástů se zavíčkovaným plodem a obsedlými úlovými včelami. Tím odčerpáme včely, které by se mohly rekrutovat do řad včel rojových. Včelstvo pak musí vydat nemálo energie na

obnovení své početnosti, která pak chybí k vyrojení. Předpokladem úspěchu je včasnost zásahu a jeho provedení v patřičné míře.

- b. **odčerpání včely ve fázi dospělých úlových včel.** Dospělé včely lze odčerpat na tvorbu smetenců. K tomu je třeba mít k dispozici oplodněnou matku. Metodu lze kombinovat s metodou první, kdy z jednoho včelstva vezmeme třeba jen plod a z jiného jen úlové včely.
- c. **vyčerpání včely ve funkci krmíček.** Ze slabých včelstev se odebere otevřený plod a vloží se do včelstev náchylných k vyrojení, ze kterých se odebere plod zavíčkovaný a vloží se do včelstev slabých. Tím se zbrzdí překotný růst včelstev náchylných k vyrojení a podpoří se včelstva, která by jinak dala jen malý užitek. Vyrovnávají se tak síly včelstev. Tato metoda je však pracná a účinek zásahu krátkodobý.
- d. **vyčerpání včely ve funkci létavek.** Jde o metodu tvorby přeletáku. V praxi se však málo používá pro její složitost.
- e. **vyčerpání včely tím, že je donutíme k činnosti.** Včasnými zásahy uspořádáme prostor úlu tak, aby v něm nedocházelo k omezování aktivity včel. Jde zejména o zamezení přehuštění včel. Někdy postačí pouhá záměna pořadí nástavků, třeba když jsou plod i zásoby soustředěné ve vyšších částech (nástavcích) úlu a nižší nástavky jsou slabě obsazené. Podobně při zimování včelstva v medníku klasického úlu při ponechaných plástech v plodišti je dobré provést včas záměnu obou pater a nebo rozdělení plodových plástů do obou částí. Ještě účinnější je přidat včelstvu další prostor. To lze nejnázne u nástavkových úlů, přidáním celého nástavku souší, nebo mezistěn. Celý nástavek mezistěn však přidáváme jen pokud máme jistotu, že ho včely hned vystaví. Tak včelstvo získá nové buňky na plodování a ukládání zásob. Zaměstnají se v něm mladé včely a nezpůsobí přehuštění prostoru. Nevystavěné mezistěny působí opačně. Proto ustala-li snůška, tak raději silnému včelstvu, u něhož se obáváme vzniku rojové nálady, přidáme nástavek hotového díla. V úlech s omezeným prostorem musíme u velmi silných včelstev použít jiný zásah - nejspíš některou z možností popsaných v bodech a nebo b.

Přidal a Čermák jsou si vědomi, že výše popsané zásahy proti rojivosti nemusí mít vždy stejný účinek. Provedení zásahů může jednou přinést očekávaný výsledek, jindy nikoliv. Sklon k rojení je dán do značné míry genetickými předpoklady. Závisí také na podmínkách stanoviště (oslunění, stín), ročním období, vývoji včelstva, vydatnosti snůšky, velikosti prostoru v úlu atp.

**Dlouholetí praktičtí velkovčelaři**, považují za hlavní příčinu rojení **přehuštění prostoru**. Část včel se vydá z těsné dutiny do jiného obydlí a tím se zlepší podmínky jak pro roj který odletí, tak pro včely v původním obydlí.

Někteří zkušení včelaři tvrdí, že včelstva na slunci se rojí častěji než ta, která jsou umístěna ve stínu. Tento jev vysvětlují **přehříváním včelstev**. Nejvíce tepla prý produkují plásty se zavíčkovaným plodem. Proto dbají na to, aby v plodovém tělese nebyly tyto plásty umístěny vedle sebe. Prostor plodiště je podle jejich názoru nutno rozčlenit soušemi či mezistěnami.

Dalším rozšířeným názorem mezi včelaři je, že pokud budou mít včely **dostatek práce** v původním obydlí, nebudou se rojit. Proto vkládají větší množství mezistěn, které vytíží včely stavitelky a po zaklazení i koičky plodu. Med je nutno vytáčet včas, aby létavky byly motivovány ke sběru a zpracování sladiny a neměly čas na přípravu k rojení.

Rojovou náladu může podporovat i **nedostatek vzduchu**. Proto se u moderních úlů používají zasítovaná dna.

## **Protirojová opatření současnosti**

Současná protirojová opatření můžeme rozdělit na dva směry. Je jimi směr technických řešení a šlechtitelství. Podívejme se nyní podrobněji na klady a zápory některých z nich:

### **Technická řešení**

Sem spadají všechny zásahy, jejichž smyslem je narušit stávající rovnováhu ve včelstvu a dostat ho do situace, kdy si z energetických, termoregulačních, množstevních či jiných důvodů nebude moci rojení dovolit. Jde v podstatě o navození takového stavu, kdy pud sebezáchovy převáží nad pudem rozmnožovacím a rojení je tím dočasně oddáleno. Jakmile se však včelstvo z tohoto zásahu vzpamatuje, přípravy na rojení obnoví. K vyrojení nedojde tehdy, jestliže se nastolení normálního stavu nezdaří do doby, kdy končí období reprodukce, tj. do poloviny července. Po tomto datu se již včely díky zkracující se délce světelného dne zpravidla nerojí a protirojová opatření se stávají zbytečnými. Většinou jde o poměrně dramatické zásahy, spočívající v oslabení včelstev. Nejčastěji se užívají následující techniky:

#### **a) vylamování matečnicků**

Jde o zásah, kdy se plodiště včelstva plást po plástu rozebere, jednotlivé plásty se prohlédnou a jsou-li přítomny matečnický, mechanicky se zruší. Jde o málo účinnou metodu, kterou používají většinou jen včelaři s malým počtem včelstev.

Pro velkochovy je tato metoda naprosto nevhodná pro svoji pracnost a malý účinek. Včely zpravidla nové matečnický vytvoří ještě téhož dne, takže je nutno tento zásah včas opakovat. Metoda sice brání vyrojení včelstva, nikoli však existenci rojové nálady, omezující snůškovou aktivitu.

#### **b) vkládání plodových plástů z jiných včelstev**

Metoda je založena na poznatku, že pokud jsou dělnice vytiženy péčí o otevřený plod, nemají potřebu se rojit. Vložením plástů s otevřeným plodem dočasně zaměstnáme kojičky a proto nedojde ke spuštění rojové nálady. Z takto ošetřovaného včelstva navíc odebíráme plásty se zavíčkovaným plodem. Tím bráníme líhnutí velkého množství mladušek, jež by se mohly stát včelami spouštějícími rojení.

Tato metoda předpokládá existenci slabších včelstev na stanovišti, do nichž budeme pro jejich posílení vkládat plásty se zavíčkovaným plodem ze včelstev silných. Do silných včelstev se zase z těch slabých převěšují plásty s otevřeným plodem. Jde o špatnou metodu z několika důvodů. Za prvé počítá s tím, že na včelnici držíme slabá včelstva. To je samo o sobě neekonomické. Metoda je velice pracná a časově náročná. Předpokládá mít včelstva rozdělená na silná a slabá a mít přehled o jejich aktuální síle. Třetí výtka je nejzávažnější. Jestliže je některá metoda riziková vzhledem k možnému rozšíření nebezpečných nemocí po včelnici, pak je to právě tato.

#### **c) vkládání velkého množství mezistěn**

Je to postup oblíbený u mnohých velkovčelařů. Někteří vkládají ročně až 22 mezistěn do každého včelstva. Mezistěny působí tak, že je včely mají tendenci vystavět a hnízdo tím stabilizovat. Stavějící včely nemají potřebu se rojit. Nevystavěné mezistěny působí ve včelstvu jako stresor a překážka v pohybu matky. Toto protirojové opatření bývá kombinováno s opatřeními jinými, například s tvorbou oddělků.

Jde o metodu, která může být dočasně účinná za předpokladu, že existuje snůška. Pomine-li snůška, včely ve snůškových mezerách nestavějí a nedojde k jejich pracovnímu vytižení. Efekt se pak ztrácí a vyrojení nic nebrání. Vložení velkého množství mezistěn (zejména v jarních měsících) může poškodit tepelnou stabilitu včelstva. Příprava velkého množství rámků s mezistěnami je značnou pracovní zátěží. Poslední výtka je fakt, že za silných snůšek bývají mezistěny zaneseny medem a matka je nemůže zaklást. Neobsahují tedy plod odebírající mateři kašičku a jejich protirojový efekt se ztrácí.

#### **d) tvorba oddělků**

Jde o nejpropagovanější protirojové opatření současnosti. Je to postup, při němž se z včelstva

odebere několik plástů se zavíčkovaným plodem a včelami. Tyto se vloží do samostatného úlu, či plemenáče. Jako krycí se k nim vloží zásobní plásty s medem a pylem a přidá se matka, nebo matečnick. Tak jednoduše vytvoříme nové včelstvo. Do původního včelstva na místo odebraných plástů vkládáme souše nebo mezistěny. Metoda je hojně používána v komerčním včelařství.

Nevýhody této metody jsou bohužel zřejmé. Včelař se celý rok snaží mít co nejsilnější včelstvo pro kvalitní využití snůšky, ale ještě před snůškou je musí tvorbou oddělků oslabit. To je samo o sobě protismyslné. U včelařů, jejichž hospodářství roste, to problém není. Jde o nejlepší metodu množení včelstev. U včelařů ostatních jenž usilují o stabilní počet včelstev to ale znamená, mít ke každému včelstvu připraven jeden rezervní úl, nástavek, či plemenáč na tvorbu oddělků. To je velmi nákladné. Takto vzniklé oddělky je nutno později se včelstvy mateřskými spojit, pokud je nebudeme zimovat jako včelstva záložní. Metoda předpokládá, že je před jejím uplatněním zahájen chov matek a včelař musí mít při jejím provádění zajištěn zdroj matek či matečnicků. Tvorba oddělků je pracná a časově náročná. Je třeba je nejen vytvořit, ale i zajistit jim odpovídající následnou péči. Je třeba zdůraznit, že tendenci k rojení mívají později i silné oddělky. Mnohý včelař tedy nakonec hlídá rojovou náladu nejen ve včelstvech, ale i v protiřojových oddělcích. K pozitivům patří skutečnost, že tvorba oddělků oslabí populaci roztoče *Varroa* a sníží jeho početnost ve včelstvu matečném i dceřinném.

#### **e) převěšování plástů se zavíčkovaným plodem z plodiště do medníku**

Tato metoda je založena na předpokladu, že když plásty se zavíčkovaným plodem přeložíme z plodiště do medníku, tak v plodišti uděláme místo pro vložení mezistěn či souší. Tím umožníme matce kladení a otevřený plod zaměstná dělnice natolik, že nebudou mít tendenci se rojit. Navíc se ze zavíčkovaných plástů v medníku vylíhnou mladušky a ty uvolní buňky pro ukládání zásob medu. Dělnice tedy budou moci využívat snůšku a budou plně pracovní vytiženy.

Metoda je pracná a málo účinná. Vyžaduje ometání včel z převěšovaných plástů či dokonce vyhledávání matky, která nesmí do medníku přijít. Ve velkochovech ji proto lze použít pouze jako metodu doplňkovou. Efekt, který přináší, nebývá trvalého charakteru. V medníku se za jejího užití hromadí plásty s plodem, do nichž nemůže být nějaký čas med ukládán. To snižuje schopnost včelstva hromadit med. Později, kdy jsou po částečném vylíhnutí plodu tyto plásty k ukládání medu použity, bývají dost dlouhou dobu částečně zanesené medem a nejsou zcela zaplodované. Takové plásty nelze při medobraní včelstvu odebírat. To může být u řepkového medu zásadní problém. Při příštím vytáčení až v nich nebude plod, bude med v těchto plástech zkrystalizovaný a nepůjde vytočit.

#### **f) tvorba smetenců**

Jde o méně významnou metodu, kdy se včelstva oslabují ometáním včel z plástů. Smetenec je spíše znám jako jeden ze způsobů extenzivního množení včelstev v plném létě či dokonce v podletí. Předpokládá ometení včel z většího množství včelstev. Smetenec je v podstatě uměle vytvořený roj a je dobré ho po přijetí mladé kladoucí matky posílit starším plodem. Tato metoda je velice pracná a proto pro velkovčelaře nepoužitelná. Může podporovat šíření chorob na včelnicích. Smetence je nutno odvézt několik kilometrů daleko od stanoviště včelstev, jinak se létavky vrátí zpět a smetenec zeslábně tak, že ztratí životaschopnost. Je to metoda principiálně dost podobná následující metodě přeletáku.

#### **g) metoda přeletáku**

Je to metoda založená na poznatku, že když ze včelstva odstraníme létavky, k rojení nedojde. Variant provedení je několik. Popíšeme zde tu, jež se používá u nástavkových úlů současnosti.

Nejprve je nutno uzavřít asi 2 dny předem očka a donutit létavky, aby zalétávaly výhradně na česno. U nástavkových úlů se poté postaví na odnímatelné dno spodní nástavek s několika plodovými plásty se zavíčkovaným plodem bez včel a doplní plásty krycími. Na tento

nástavek se umístí stropní folie a na tu se pak nasadí ostatní nástavky včelstva ( plodištní i medníkové). U těchto nástavků se pak otevřou očka. Včely vracející se z pastvy na česno, se hromadí ve spodním nástavku na plodových plástech. Včely vyletující na pastvu z otevřených oček se také vracejí česnem, jak jsou zvyklé. Horní nástavky jsou takto zbaveny většiny létavek a rojová nálada zde odezní. Již naražené matečnický jsou dělnicemi vykousány.

Osazenstvu spodního nástavku je nutno přidat matku či matečnický. Tento spodní nástavek s létavkami zůstane na místě původního úlu. Všechny další nástavky nad ním umístěné se musejí odnést stranou, opatřit dnem a ošetřovat jako samostatné včelstvo. I při této metodě tedy z jednoho včelstva vznikají dvě.

Jde o účinnou metodu, která nás nikdy nezklamala a s níž lze zlikvidovat i velice pokročilou rojovou náladu. Tím ale její výhody končí. Metodu lze použít jen za plného letu včel. Je nesmírně pracná a její použití ve velkochovech jako metody základní je proto utopií. Je používána jen jako metoda doplňková. Při její aplikaci vznikají z jednoho včelstva dvě. Včelstvo zbavené létavek je nesoběstačné v donášce vody i potravy a není schopno se bránit napadení. Do plného obnovení letového provozu (což trvá nejméně 10 dnů), je včelstvo zcela nepoužitelné pro využívání snůšky.

## **Šlechtitelský směr**

Jde o šlechtění nerojivých kmenů včelstev. K chovu matek se vybírají takzvaná nerojivá včelstva a snahou je, aby bylo docíleno přenosu žádoucích vlastností, včetně nerojivosti na potomstvo.

Šlechtění nerojivých kmenů včelstev nepovažujeme za perspektivní. To říkáme s plným vědomím toho, že šlechtění tzv. nerojivých včelstev se věnují renomované týmy expertů ve výzkumných ústavech. Není divu, že neúspěšně!

Nepochybujeme sice o tom, že se ve sklonu k rojivosti vyskytují mezi včelstvy významné rozdíly, avšak zcela nerojivá včelstva neexistují. Rozdíly v rojivosti spočívají v množství vyprodukovaných matečnicků a časnosti nástupu rojení. Není však pravděpodobné, že by se některá včelstva po více let nerojila a tuto vlastnost přenášela na potomky. Jde tedy o rozdíl kvantitativní a nikoli kvalitativní. Rojí se každé zdravé a silné včelstvo, které dospělo v reprodukční sezóně do odpovídající kondice. Potenciální schopnost neomezeného rozmnožování je jednou ze základních vlastností živých organismů. Pravděpodobnost, že přirozenými prostředky vyšlechtíme včelu, jež se nebude rojit, je mizivá. Nerojivá včela je „ mrtvá včela“.

Je třeba si uvědomit, že i tzv. nerojivá včelstva se musela po miliony let v přírodě rojit alespoň jednou ročně, jinak by asi nepřežila. Již toto jediné rojení je ale pro včelaře natolik ekonomicky nevýhodné, že má zcela zásadní dopad na životaschopnost včelařské farmy. Škody celosvětově způsobené rojením včel jsou srovnatelné se škodami působenými nemocemi a škůdci. Kdyby se někomu přece jen nějakou genetickou manipulací podařilo nerojivé včely vyšlechtit, pak by byla naší prvořadou povinností je nechovat. Jinak by došlo k narušení životaschopnosti našich soběstačných včelstev.

V odborném tisku se přesto velmi často objevují zmínky o tom, že někteří včelaři chovají matky výhradně od nerojivých včelstev. Tímto tvrzením chtějí zvýšit prestiž svého chovu v očích veřejnosti a zájem o jimi produkované matky. Pokud nejsou jejich slova pouhou reklamou a skutečně takto v dobré víře jednají, pak to znamená, že nejlepší včelstva s nejprudším jarním rozvojem a nejčasnějším nástupem silného pohlavního pudu, jsou na jejich včelnicích označena za rojivá a vyřazena z chovu. Je u nich proveden negativní výběr (brakování), namísto toho, aby byla přednostně zařazena do chovu. Jejich matky jsou usmrceny a nahrazeny dcerami matek tzv. nerojivých (méně výkonných). Chov matek se pak

děje ze včelstev průměrných a není divu, že průměrné jsou pak i výnosy včelařů, kteří si od těchto chovatelů matky kupují. Tito chovatelé si neuvědomují, že právě rozvinutý rojový pud je známkou vitality a životní energie včelstev. Není náhodou, že se nejvíce rojí včelstva s velkými zásobami pylu, medu, vysokou početností a výborným zdravotním stavem. Takto nemoudře chovatelé jednají proto, že neumějí rozmnožovací pud silných včelstev ovládat. Korunu tomuto absurdnímu počínání pak nasazují ti, kteří tvrdí, že včely na nerojivost dokonce šlechtí. Uvedeme několik pádných argumentů, vyzývajících k zamyšlení nad tímto přístupem.

Je všeobecně známou skutečností, že proces šlechtění je založen na umělém výběru jedinců, majících geneticky podmíněnou žádoucí vlastnost a jejich zařazení do chovu. Tito jedinci musejí být schopni žádoucí vlastnosti přenášet na potomky. K tomu aby se tak mohlo stát, musejí být bezpodmínečně chovní jedinci plodní. Na valachovi, který např. vyhraje Velkou Pardubickou, nikdo chov nezaloží.

Potíž je v tom, že hypotetický chov nerojivých včel by nutně musel začít jediným včelstvem, které by bylo geneticky neschopné rojení, tedy přirozeně nerojivé. Buď jako výsledek náhodné mutace či cíleného zásahu do genomu. Od tohoto nerojivého včelstva by se muselo získávat potomstvo pro další chov. Jestliže bychom chtěli, aby potomci byli geneticky nerojiví jako rodiče, pak by buď musel být gen pro nerojivost dominantní (v což doufat nelze) nebo by se musel vyskytovat v homozygotně recesivní formě, anebo by nerojivost musela být podmíněna vhodnou genovou interakcí. Hypotetický nerojivý jedinec, by tedy musel být potomkem nerojivé nebo heterozygotně rojivé matky a nerojivého trubce. Ani tady ale problém nekončí. O rojení ve včelstvu rozhodují dělnice a ty nemají všechny stejného otce. Aby bylo možno označit včelstvo jako celek za nerojivé, musela by být nerojivost vlastností většiny dělnic. Všichni trubci, kteří by se pářili s matkou nesoucí geny pro nerojivost, by tedy museli být sami nositeli téhož genu nerojivosti (v případě, byla-li by nerojivost podmíněna recesivně). Pokud by někteří neměli tento gen pro nerojivost, pak by se v dalších generacích mezi jedinci nerojivými objevovali i jedinci rojiví anebo více či méně rojiví v případě polygenního založení rojivosti a to by byl ve včelařství totální chaos.

Je tedy humorné sledovat, jak chovatelé matek hovoří o svých nerojivých včelách a přitom je rojivost jejich včel základní vlastností, která je živí. Genetické odstranění rojové nálady by znamenalo jejich jistý ekonomický krach. Rojová nálada je totiž podmínkou chovu matek a především trubců. Chovná a rojová nálada jsou (při aplikaci moderních metod chovu mladých matek za přítomnosti matky staré) totožné pojmy, neboť chovná nálada, využívaná v plemenářské práci, je pouze hospodářsky podchycená nálada rojová. Chovatel matek ji mnohdy úmyslně vyvolává stejnými zásahy, o nichž je známo, že vedou k rozvoji rojové nálady. Např. posilováním chovných včelstev plásty se zavíčkovaným plodem.

Těžko obstojí argument, že bychom mohli geneticky nerojivá včelstva množit umělými metodami. I k nim je rojové nálady za přítomnosti staré matky třeba.

I kdybychom hypoteticky připustili, že by z vajíček matky geneticky nerojivého včelstva mohlo jiné (rojivé) včelstvo matku s pomocí včelaře vychovat, problém zde nekončí. Trubců by se totiž stejně od nerojivých včelstev nikdo nikdy nedočkal. Jejich chov je neklamnou známkou nástupu reprodukčního období. I k jejich chovu je třeba rojové nálady. Chov trubců z vajíčka matky je o to složitější, že se na rozdíl od chovu mladých matek nedá uměle vyprovokovat osiřelostí včelstva. Nerojivé matky by tedy neměl, kromě trubců z geneticky rojivých včelstev, kdo oplodnit!

Odstranit geny pro rojení přirozeným (standardním) šlechtěním tedy nelze, neboť v přírodě neexistují anebo nemohou trvale existovat včely s touto vlastností. Vždyť rojení je ve světě včel jediný způsob přirozeného množení a neschopnost rojení je vlastně „eusociální impotence“. Prodávat matky od nerojivých včel tedy znamená klamat zákazníka (vědomě nebo nevědomě).



Nebo snad znáte nějaký příklad toho, kdy impotentní rodiče předali svým neexistujícím potomkům gen pro impotenci? Také je nutno zahrnout tvrzení šlechtitelů o tom, že existují včelstva silně rojivá (která produkují třeba 20 matečnicků) a ta téměř nerojivá, která jen několik rojových matečnicků. Zde je třeba si uvědomit že je jedno, kolik rojových matečnicků včelstvo založí. I jediný roj počátkem května totiž znamená, že je celý výnos toho roku ztracen.

## Nedostatky současných teorií vysvětlujících rojení

Původ rojové nálady někteří včelaři odvozují od vnějších vlivů prostředí, jako je již zmíněná velikost úlového prostoru, úroveň výživy, nedostatek vzduchu, nedostatek práce, přehřívání. Nevěnují přitom pozornost vnitřním faktorům. Bez přehánění se dá říci, že na rojení se mnozí dívají nesprávně jako na nemoc, jež se dá „léčit“ úpravou těchto podmínek. Tento pohled je však biologicky neobhájitelný, protože kdyby včelstva žila v optimálních podmínkách, bez rušivých vlivů okolí spouštějících rojení, musela by vyhynout, jelikož by se nerojila a nemohla se tak rozmnožovat.

Za pokročilejší lze označit ty teorie, které považují za hlavní příčinu rozvoje rojové nálady vnitřní faktory působící ve včelstvu. Například nepoměr mezi zavíčkovaným a otevřeným plodem, nedostatek mateří látky či hormonální změny u dělnic. I zde se však počítá s nutnými doplňkovými spouštěcími stimuly zvenčí. Např. omezení matky zásobami za nárazové snůšky. Tyto teorie velice přesně popisují to, k čemu opravdu dochází, ale není jimi postihována samotná podstata těchto jevů. Kdyby například nebyly žádné matky omezovány nedostatečným prostorem v plodování, pak by podle dnešních teorií nedošlo k nerovnováze mezi zavíčkovaným a otevřeným plodem. Včely by se na celém světě přestaly rojit a vyhynuly by. Optimalizace podmínek pro kladení všech matek by tedy měla paradoxně vést k vymření druhu.

Z biologického hlediska není pochyb o tom, že rozmnožování všech organismů je dáno především jejich vnitřním genetickým naprogramováním a teprve druhotně se mohou uplatnit i vnější vlivy. Tak je tomu jistě i v případě rojení včel. Nelze sice popřít, že vnější faktory mohou tento proces mírně ovlivňovat, nelze však také tvrdit, že nesou přímou odpovědnost za propuknutí tohoto jevu. Spouštěcí faktor musí být jeden a přicházet přímo ze včelstva samého. Jak plyne z našich výzkumů a výpočtů, tímto faktorem je asymetrie mezi reprodukčními vklady matky a jejích dělnic, při péči o další generace potomků.

Pokud by byla dnešní polyfaktoriální teorie rojení správná a rojení bylo skutečně polyfaktoriálním jevem spouštěným souborem vnějších faktorů s různou intenzitou, včela medonosná by jako živočišný druh již dávno vyhynula. Za miliony let existence tohoto druhu by se jistě našla perioda několika po sobě jdoucích let bez optimální kombinace potřebných faktorů spouštějících rojení. To by narušilo reprodukci druhu a moderní člověk by vyhynulou včelu medonosnou nikdy ani nepoznal.

Poslední závažnou výtkou dnešní uznávané teorii rojení je skutečnost, že se při interpretaci tohoto jevu opírá o druhově typické znaky, které jsou vlastní pouze včelám rodu *Apis*. Dosud neexistovala žádná universální teorie, která by popisovala rojení dalších skupin eusociálního hmyzu, např. mravenců a termitů. Mravenčí, vosí či termití matka není potravou omezována v kladení vajíček (v buňkách vosích plástů nenajdeme zásoby) a na tyto society se nedají vztáhnout ani jiné výše zmíněné jevy, považované mnohými autory za signál k rojení.

Podzemní termitiště se jistě nepřehřívají, a ani po mraveništi zřejmě neběhají latentní rojové dělnice, aby ostatní verbovaly k rojení. Přesto se i tato hmyzí společenství reprodukují rojením (uvolňováním pohlavních jedinců do okolí), ačkoli je toto rojení poněkud jiného druhu než to, které známe od včely medonosné. Zejména tím, že se ho neúčastní neplodné dělnice.

Podívejme se nyní na včelstvo z pohledu **teorie sobeckého genu**, jejímž autorem je přední britský biolog **Richard Dawkins**. Tato teorie stavící na neodarvinismu považuje jedince za biologickou entitu, určenou k šíření vlastních genů do další generace. Za základní jednotku přírodního výběru však nepovažuje na rozdíl od klasického darvinismu jedince, ale základní jednotku dědičnosti-tedy jeden gen. Jedinec je v jejím pojetí považován za nástroj přežití vlastních genů a veškeré jeho chování je hodnoceno právě z tohoto pohledu. Tato teorie je tedy kombinací moderního darwinismu a genetiky.

Zhodnoťme tedy v tomto duchu proces rojení pohledem na jedince kteří se rojení účastní a vezměme v úvahu genetickou a energetickou výhodnost různých cest přenosu genů do potomstva pro jednotlivé pohlavní kasty včel. Náš společný sedmiletý výzkum byl zacílen právě tímto směrem. Poskytl mnohé zajímavé pohledy na dění ve včelstvu a pomohl objasnit podstatu procesů, které reprodukci sociálního hmyzu provázejí. Zde uvádíme pouze fakta, týkající se včely medonosné. Výsledkem našeho výzkumu je nová metoda tlumení rojení, kterou jsme nabídli široké včelařské veřejnosti k plošnému otestování a jež mnohým včelařům pomohla výrazně zlepšit jejich výsledky.

## Rojení včely medonosné

### pohledem teorie sobeckého genu

### Fylogeneze sociálnosti a vznik reprodukčně investičního komplexu

Předkem dnešních pospolitě žijících včel rodu *Apis* byla pravděpodobně samotářská druhohorní včela. Samička dnešních samotářských včel musí umět optimálně rozdělit reprodukční energii mezi plození potomků a péči o ně. Lze ji tedy považovat za samostatnou reprodukční jednotku, schopnou šířit své geny do následující generace. Další evoluční vývoj směrem k sociálnosti směřoval ke shlukování vzájemně nepříbuzných samic při budování společného hnízda, následně dominanci jediné samičky jež požírala vajíčka samic ostatních a v průběhu dlouhých geologických období došlo k tomu, že samička pomocí omezené výživy části samicích larev a produkcí mateří látky uplatnila dominanci vůči vlastnímu samicímu potomstvu. Obdobně jako včelstvo vznikaly kolonie čmeláků, vos, sršňů i mravenců. Jde o poměrně dobře zdokumentovaný proces, trvající miliony let a mezi dnes žijícími formami blanokřídlého hmyzu lze najít řadu jeho mezistupňů. Jeho podrobný popis však není předmětem této práce.

Pro účel pochopení podstaty reprodukčního chování včelstva si stačí uvědomit, že v okamžiku kdy si samička pořídila sterilní dělnice, došlo k významným změnám v hospodaření s její reprodukční energií. Nebyla již nucena svůj reprodukční potenciál dělit mezi plození potomků a péči o ně. Pečovatelkou funkci zcela převzaly sterilní dělnice. Plodná samička se tedy stala specialistkou (matkou) na plození potomstva. Neplodné samičky (dělnice) se logicky staly specialistkami na péči o její potomstvo. Sterilní dělnice tak měly jedinou možnost k šíření vlastních genů tím, že své pracovní investice skloubily s reprodukční investicí matky a podílely se výchovou plodu na produkci fertálních i sterilních sourozenců. Tedy na produkci a šíření jedinců s geny své matky a svého otce, jejichž nebyli přímými předky, ale sdíleli s nimi ve velké míře tytéž geny. Reprodukční úspěch matky tak byl i reprodukčním úspěchem dělnic.

V rámci této teorie se tedy na matku včely medonosné a její dělnice díváme jako na funkčně propojený **reprodukčně investiční komplex (RIK)**, což je pojem námi nově zavedený a klíčový pro pochopení reprodukčního dění ve včelstvu. Matka je reprodukční a dělnice investiční (pracovní) složkou tohoto komplexu. Jde o dvě strany téže mince, protože matka

bez dělnic je stejně sterilní, jako dělnice bez matky. Ty mohou pouze v nouzi za bezmatečného stavu produkovat trubce. To ale těsně před zánikem celé society.

## **Asymetrie v RIK jako spouštěcí faktor reprodukčního chování včelstva**

Každý organismus se snaží zplodit co nejvíce životaschopného potomstva, a co největší měrou ovlivnit vlastními geny složení následující generace, tj. dosáhnout co nejvyšší míry tzv. **fitness** (rozmnožovací způsobilosti). Toto všeobecně platné pravidlo platí i pro sterilní dělnice včely medonosné, kterým mnozí dnešní autoři mylně upírají pohlavní chování. Tím že dělnice vychovávají tisíce larviček plozených matkou, šíří velmi účinně jejím prostřednictvím i své geny. Zde je na místě zdůraznit fakt, že dělnice často nejsou běžnými sestrami, jako je tomu u organismů diploidních, ale díky haploidnosti trubce jde o takzvané supersestry, které spolu vzájemně sdílejí až 75 % shodných genů. To v případě, že spolu mají společného otce. Tato neobvyklá míra příbuznosti je základem altruismu (spolupráce), který je pro society eusociálního blanokřídlého hmyzu typický.

Dalším klíčovým momentem je skutečnost, že dělnice mají potřebu plně využívat své pracovní (nepřímé reprodukční) investice tím, že každá z nich pečuje o větší množství larev. Tím je její pečovatelský potenciál plně využit. To ve svém důsledku znamená, že časem nutně dojde k asymetrii mezi přímými reprodukčními vklady matky (kladení vajíček) a nepřímými reprodukčními vklady dělnic (péče o plod).

Jestliže je například ve včelstvu po přezimování přítomno 20 000 dělnic, pak v případě, že každá vychová pouhé dvě larvy, snadno vychovají 40 000 dalších dělnic. Těchto 40 000 dělnic ale také bude mít stejnou potřebu pečovat o plod. Matka by musela být schopna svůj výkon v kladení vajíček neustále zvyšovat, aby udržela krok s reprodukčními vklady stále početnější kasty dělnic. To je samozřejmě nemožné. Proto zákonitě se vzrůstem počtosti kasty dělnic dojde k dosažení bodu rovnováhy, kdy se reprodukční vklady do potomstva ze strany matky a dělnic vyrovnají. Stane se tak v okamžiku, kdy je dělnic přesně tolik, kolik jich stačí k péči o dělničí plod plně kladoucí matky. Od tohoto okamžiku je pro dospělé dělnice již neefektivní věnovat veškerou energii péči o dělničí plod, jelikož by další dělnice nenalezly po vykuknutí v péči o plod odpovídající uplatnění. Jakmile dojde k vyrovnání reprodukčních investic ze strany matky a dělnic, počíná kasta dělnic včas přebytečnou energii věnovat chovu pohlavních jedinců. Začínají stavět trubčinu pro vývoj trubců, který je delší než vývoj matky. V období líhnutí matek musejí být již trubci pohlavně zralí. Ani pro matku není efektivní zvětšovat do nekonečna biomasu dělnic. Těch je potřeba jen tolik, aby zabezpečily péči o její plod, ne více.

## **Evolučně stabilní strategie determinace pohlaví potomstva**

Haploidní (jednu sadu genetického materiálu nesoucí) trubci se líhnou z neoplozených vajíček a diploidní (dvě sady genetického materiálu nesoucí) dělnice a matky z vajíček oplozených. To, zda bude či nebude vajíčko oplozeno, je aktivně určeno ze strany matky. Je to v živočišné říši jev vzácný a má dalekosáhlé etologické důsledky. Jestliže má nějaký organismus schopnost určovat přesně pohlaví svých potomků, musí také být schopen regulovat jejich vzájemný početní poměr a poměr investic do nich vložený. Kdyby se například v populaci rozšířil gen, který by vedl pouze k produkci jednoho pohlaví (samiček), druh by z dlouhodobého hlediska nepřežil (pokud by nedošlo k trvalé partenogenezi, kdy se jedinci vyvíjejí z neoplozených vajíček). Stejně jako v případě, kdyby včelstva produkovala jen samečky. Jedinou **evolučně stabilní strategií** produkce potomstva, jež nemůže být překonána strategií jinou, je současná produkce dostatečného počtu samečků a samiček. U včelstev (schopných aktivně ovlivnit pohlaví potomstva) to znamená nalezení optimálního

poměru mezi samičí biomasou ( rojů ) a samčí biomasou (trubců). Za normálních okolností společnost (societa) haplodiploidního hmyzu směřuje k evolučně stabilní reprodukční strategii, tj. k produkci pohlavních jedinců obojího pohlaví.

Dělnice jsou kastou, jež je nejen nejvýznamnější co do biomasy včelstva, ale řídí také rozdělování energie do plozených potomků. Proto je oprávněné předpokládat, že to budou právě dělnice, které budou upravovat poměr produkovaných pohlaví ve svůj prospěch.

## **Efektivita produkce pohlavních kast včelstva**

Je dávno známou skutečností, že matka si své dominantní postavení ve včelstvu udržuje produkcí **mateří látky**, která inhibuje vaječníky dělnic a fyziologicky je tak kastruje. Kdyby tomu tak nebylo, byly by dělnice schopny klást neoplozená vajíčka a chovat vlastní trubce. Je prokázáno, že před rojením se ve včelstvu hojně vyskytují silně dominantní včely, se značně vyvinutými vaječníky, tzv. trubčice. Matka se tou dobou dostává na okraj zájmu dělnic a někdy je jimi dokonce napadána. Předpokládá se, že jsou to dělnice, které spouštějí proces vyrojení a matka je k opuštění včelstva vlastně donucena. Vše nasvědčuje tomu, že se plodné dělnice (trubčice) chystají nahradit matku v kladení vajíček. Abychom pochopili jaké k tomu mají důvody, je nutné vzít v úvahu reprodukční zájmy matky a jejích dělnic. Tím, že samičí potomci (matky a dělnice) jsou diploidní a samčí potomci (trubci) haploidní, dochází k tomu, že produkce potomků uvedených pohlaví je různě výhodná pro matku na jedné straně a pro dělnice na straně druhé. Mezi matkou a dělnicemi tak dochází k tomu, že soutěží o dominanci ve včelstvu a o možnost prosazení co nejefektivnější metody šíření vlastních genů. To vše na úkor zájmů kasty druhé.

Tento poznatek boří dosud zažitou představu včelstva jako jednotného celku. Abychom situaci pochopili, je třeba se seznámit s příbuzenskými vztahy mezi jedinci, kteří ho tvoří. Zde uvedené hodnoty vypovídají o zastoupení genů investujícího předka v genomu potomka. Příbuznost je zde chápána jako podíl genů (nikoliv jejich konkrétní počet) investujícího předka, na tvorbě genomu potomka. V tomto pojetí je za předka plodu považována i sterilní dělnice, jelikož vkládá do péče o plod svoji pracovní investici ale není předkem tohoto plodu. Také s ním sdílí v různé míře kopie shodných genů. Podle teorie sobeckého genu je totiž důležitá míra sdílení kopií shodných genů příbuznými jedinci bez ohledu na to, jak je získali.

Matka se na vzniku genomu dcery (mladé matky) podílí svými geny z **50 %**.

Matka se na vzniku genomu dcery (dělnice) podílí svými geny z **50 %**.

Matka se na vzniku genomu syna (trubce) podílí svými geny ze **100 %**.

Dělnice se na vzniku genomu sestry (mladé matky) podílejí svými geny ze **75 %**.

Dělnice se na vzniku genomu sestry (dělnice) podílejí svými geny ze **75 %**.

Dělnice se na vzniku genomu bratra (trubce z vajíčka matky ) podílejí svými geny z **25 %**.

Dělnice se na vzniku genomu syna (trubce z vlastního vajíčka) podílejí svými geny ze **100 %**.

Je známo, že matka investuje stejné energetické vklady do produkce všech kast, jelikož všechna jí kladená vajíčka jsou hmotnostně stejná a do všech potomků vkládá stejné množství svých genů. Přesto je zastoupení (podíl) jejich genů v trubcích výrazně vyšší než v samičích potomcích, kde podíl jejich genů se nachází společně s geny trubců, s nimiž se pářila.

Dělnice při péči o trubce z vajíček matky rozšíří jejich prostřednictvím jen malé množství svých genů, a to ještě jen ty z nich, které získaly od matky. Pokud chtějí dělnice efektivně šířit své geny získané ze strany otce i matky, pak musejí preferovat chov trubců vlastních a zejména chov sester (dělnic a matek), tedy základních složek roje. Jestliže chtějí realizovat chov vlastního samčího pohlaví (trubců), nezbyvá jim nic jiného než se vzepřít matce, vymanit se z účinků inhibující mateří látky a stát se trubčicemi.

Je také poučné prozkoumat, jak se vyvíjejí příbuzenské vztahy investujícího jedince k potomstvu generace F2 (vnoučatům). Zatímco u diploidních organismů příbuznost rodiče

k potomstvu s každou generací ostře klesá na polovinu, zde je díky haploidnosti trubce situace jiná. Je zhodnocena formou tabulek s komentářem. **V těchto tabulkách jsou pro názornost všichni diploidní jedinci (matky a dělnice) považováni za nositele 100 genů a jedinci haploidní (trubci) za nositele 50 genů.**

**Tabulka 1.**

**Absolutně a procentuálně vyjádřená míra průměrného zastoupení genů investujícího předka (matky) v genomu potomků generace F1 a F2 při šíření genů různými cestami.** Z hlediska genu jsou rozhodující ta čísla která ukazují, jak klesá absolutní počet kopií tohoto genu v jednotlivých generacích. Tučně psané procentuální hodnoty jsou rozhodující z pohledu jedince a vypovídají o výhodnosti jeho investic do jedinců jiných.

Levý sloupec obsahuje jedince investující (matku- členku produkčního investičního komplexu generace F0), k níž se stanovuje míra příbuznosti. Ostatní dva sloupce pak generace potomků či sourozenců (označené RIK, F1, F2).

<b>Rodič</b>	<b>Syn, dcera F1</b>	<b>Vnuk, vnučka F2</b>
<b>Matka (RIK)</b> Celkem 100 g Od matky F0 - 100 g Zastoupení genů matky F0 v genomu matky F0 - <b>100 %</b>	<b>Dělnice F1 (členka RIK - trubčice)</b> Celkem 100 g Od matky F0 - 50 g Zastoupení genů matky F0 v genomu dělnice F1- <b>50%</b>	<b>Trubec F2 (syn trubčice)</b> Celkem 50 g Od matky F0 -25 g Zastoupení genů matky F0 v genomu trubce F2- <b>50%</b>
<b>Matka (RIK)</b> Celkem 100 g Od matky F0 - 100 g Zastoupení genů matky F0 v genomu matky F0 - <b>100 %</b>	<b>Trubec F1</b> Celkem 50 g Od matky F0 - 50 g Zastoupení genů matky F0 v genomu trubce F1- <b>100 %</b>	<b>Dělnice F2</b> Celkem 100 g Od matky F0 - 50 g Zastoupení genů matky F0 v genomu dělnice F2 - <b>50 %</b>  <b>Matka F2</b> Celkem 100 g Od matky F0 - 50 g Zastoupení genů matky F0 v genomu matky F2- <b>50 %</b>
<b>Matka (RIK)</b> Celkem 100 g Od matky F0 - 100 g Zastoupení genů matky F0 v genomu matky F0 - <b>100 %</b>	<b>Matka F1</b> Celkem 100 g Od matky F0 - 50 g Zastoupení genů matky F0 v genomu matky F1 - <b>50 %</b>	<b>Dělnice F2</b> Celkem 100 g Od matky F0 - 25 g Zastoupení genů matky F0 v genomu dělnice F2 - <b>25 %</b>  <b>Matka F2</b> Celkem 100 g Od matky F0 - 25 g Zastoupení genů matky F0 v genomu matky F2 - <b>25 %</b>  <b>Trubec F2</b> Celkem 50 g Od matky F0 - 25 g Zastoupení genů matky F0

		v genomu trubce F2 - <b>50 %</b>
--	--	----------------------------------

Z Tab.1 lze vysledovat, že pokud chce matka maximalizovat zastoupení svých genů v následujících generacích, je pro ni nejvýhodnější produkovat haploidní trubce místo matek. V trubcích F1 generace dosahují geny matky podílu 100% zastoupení, zatím co v matekách a dělnicích téže generace jde v podílu o pouhých 50 %. V generaci F2 dosahují matky 50 % podílu na tvorbě genofondu diploidních vnoučat, která byla zplozena jejím synem. Při šíření genů skrz samičí potomky se do generace F2 dostane pouze 25 % genů babičky, tj. o polovinu méně.

Matky proto dávají zakládání trubčiny přednost před zakládáním dělničiny i matečnicků. Pokud zhodnotíme jaká je příbuznost potomků generace F2 matce F0 v případě, že je zplodí dělnice (trubčice) či matka generace F1, pak vidíme, že matky jsou schopny do trubců vkládat geny stejně efektivně jako trubčice, tedy z 50 %. Na rozdíl od nich jsou ale také schopné plodit potomky samičí, i když je jejich příbuznost matce pouhých 25 %. Dá se tedy říci, že zájmem matky je produkovat hlavně trubce, méně mladé matky a dělnic jen tolik, kolik jich je potřeba k péči o předchozí dvě kasty.

#### **Tabulka 2.**

**Absolutně a procentuálně vyjádřená míra průměrného zastoupení genů investujícího předka (dělnice) v genomu potomků generace F1 a F2 při šíření (přenosu) genů různými cestami.**

<i><b>Rodič</b></i>	<i><b>Sestra, bratr, syn F1</b></i>	<i><b>Synovec, sestřenice, dcera, vnuk F2</b></i>
<b>Dělnice (RIK)</b> Celkem 100 g Od dělnice RIK - 100 g Zastoupení genů dělnice RIK v genomu dělnice RIK - <b>100 %</b>	<b>Dělnice F1 ( členka RIK sestra- trubčice)</b> Celkem 100 g Od dělnice RIK - 75 g Zastoupení genů dělnice F0 v genomu dělnice F1- <b>75 %</b>	<b>Trubec F2 (syn trubčice)</b> Celkem 50 g Od dělnice F0 - 37,5 g Zastoupení genů dělnice F0 v genomu trubce F2- <b>75 %</b>
<b>Dělnice (RIK)</b> Celkem 100 g Od dělnice F0 - 100g Zastoupení genů dělnice F0 v genomu dělnice F0 - <b>100 %</b>	<b>Trubec F1 z vajíčka matky</b> Celkem 50 g Od dělnice F0 - 25 g Zastoupení genů dělnice F0 v genomu trubce F1 - <b>50 %</b>	<b>Dělnice F2</b> Celkem 100 g Od dělnice F0 - 25g Zastoupení genů dělnice F0 v genomu dělnice F2 - <b>25 %</b>  <b>Matka F2</b> Celkem 100 g Od dělnice F0 - 25 g Podíl genů dělnice F0 na genomu matky F2 - <b>25%</b>
<b>Dělnice (RIK)</b> Celkem 100 g Od dělnice F0 -100 g Zastoupení genů dělnice F0 v genomu dělnice F0 - <b>100 %</b>	<b>Trubec F1 z vajíčka vlastního (z vajíčka trubčice)</b> Celkem 50 g Od dělnice F0 - 50 g Zastoupení genů dělnice F0 v genomu trubce F1 - <b>100 %</b>	<b>Dělnice F2</b> Celkem 100 g Od dělnice F0 - 50 g Zastoupení genů dělnice F0 v genomu dělnice F2 - <b>50 %</b>  <b>Matka F2</b> Celkem 100 g

		Od dělnice F0 - 50 g Zastoupení genů dělnice F0 v genomu matky F2 - <b>50 %</b>
<b>Dělnice (RIK)</b> Celkem 100 g Od dělnice F0 - 100 g Zastoupení genů dělnice F0 v genomu dělnice F0 - <b>100 %</b>	<b>Matka F1</b> Celkem 100 g Od dělnice F0 - 75 g Zastoupení genů dělnice F0 v genomu matky F1 - <b>75 %</b>	<b>Dělnice F2</b> Celkem 100 g Od dělnice F0 - 37,5 g Zastoupení genů dělnice F0 v genomu dělnice F2 - <b>37,5 %</b>  <b>Matka F2</b> Celkem 100g Od dělnice F0 - 37,5 g Zastoupení genů dělnice F0 v genomu matky F2 - <b>37,5 %</b>  <b>Trubec F2</b> Celkem 50 g Od dělnice F0 - 37,5 g Zastoupení genů dělnice F0 v genomu trubce F2 - <b>75 %</b>

Z Tab. 2 vyplývá, že pokud chce dělnice F0 maximalizovat vlastní genetický zisk v následujících generacích, je pro ni nejlepší možnou cestou začít s chovem mladých matek. Jim je příbuzná ze 75 %. Jestliže tyto matky zplodí trubce, budou tito trubci příbuzní dělnici F0 také ze 75 %. Jak dále plyne z tabulky, stejně dobrou strategií je chovat co nejvíce vlastních sester (dělnic), u nichž příbuznost dosahuje také 75 % a jejich potomky trubce, jež jsou dělnici F0 příbuzní také ze 75 %. Naopak chov trubců z vajíček matky je pro ně velmi nevýhodný.

Za mimořádně důležitou považujeme skutečnost, že se dělnicím daleko více geneticky vyplácí chov vlastních trubců, jimž jsou příbuzné ze 100 %, než chov trubců z vajíček matky, jimž je příbuzná z 50 %. Tato skutečnost je ještě umocněna tím, že trubci vlastní jsou schopni šířit veškeré geny, které genom dělnice obsahuje, zatímco trubci z vajíček matky tuto schopnost nemají, jelikož s dělnicí sdílejí pouze geny ze strany matky. Plnou polovinu genů (jde o geny jež dělnice získala ze strany otce) tedy šířit vůbec nemohou. Dělnice jsou proto k chovu vlastních trubců velmi silně motivovány. Musíme ale mít stále na mysli, že naše úvahy vycházejí z podílů příbuznosti, nikoli z konkrétního počtu genů.

Ve světle těchto poznatků tedy lze přínos rojení pro jednotlivé investující kasty zdůvodnit následovně:

**Rojová dělnice** odlétá se svojí matkou, která plodí dělnice, které jsou jí příbuzné ze 75 %. Je to lepší varianta, než zůstat s mladou matkou, která plodí dělnice jí příbuzné pouze ze 37,5 %. Maximum energie před rojením věnuje výchově svých sester, jimž je příbuzná ze 75 %. Omezuje péči o trubčí plod matky, jež jí přináší malý genetický zisk. energii věnuje do výchovy mladých matek a sester tvořících roj, jež šíří její geny mnohem lépe, než trubci. Stará matka po usazení roje zakládá jen dělničinu. Dělnice z roje tedy po jeho usazení dále investují do výchovy svých vysoce příbuzných sester. Navíc rojící se dělnice zplodí v původním včelstvu mladou matku, která je dělnicím v roji příbuzná ze 75 % a jejíž trubci budou příbuzní dělnicím odlétajícím s rojem ze 75 %. V případě, že by mladá matka zahynula, nakladou dělnice, jež zůstaly ve včelstvu původním, vajíčka vlastní a vychovají trubce, jejichž genom bude tvořen jejich geny ze 100 % a příbuznost případných vnuček

těchto investujících dělnic bude 50 %.

To tedy znamená, že dělnice mají z rojení vysloveně prospěch. S jeho pomocí maximalizují svůj potenciální genetický zisk.

**Matka** je k opuštění včelstva dělnicemi donucena. Dělnice ji před rojením málo krmí a jsou k ní agresivní. Tím, že opustí s rojem včelstvo, je jí znemožněno produkovat dále trubce a to je pro ni geneticky nevýhodné. Je nucena produkovat pouze dcery (dělnice) a to je pro ni další nevýhoda. Bude trvat několik měsíců než roj založí dostatečně početnou populaci dělnic a ty opět začnou později šířit její geny formou chovu trubců. V mateřském včelstvu, které stará matka s rojem opustila, se vylíhne její dcera (mladá matka) a ta bude během svého života plodit tisíce trubců, staré matce příbuzných z pouhých 50 % (jež budou dělnicím roje příbuzné z 75 %) a tisíce dělnic jí příbuzných z 25 % (jež budou dělnicím roje příbuzné z 37,5 %). Rojení tedy matku donutí přerušit produkci trubců, zahájit pro ni nevýhodnou produkci dělnic a v porovnání s dělnicemi má i malý podíl na tvorbě genomu vnučat ve včelstvu, které s rojem opustila.

Matka tedy nemá na rojení zájem, protože z něho má mnohem menší užitek než dělnice. Jejím jednoznačným zájmem je produkovat vlastní trubce, jimž je v generaci F1 příbuzná ze 100 % a jejich potomkům v generaci F2 z 50 %. Rojení jí však brání produkovat trubců více a omezují její příbuznost k vnučatům ze včelstva, které s rojem opustila. Přidal (2003) uvádí, že dělnice v roji mají zpravidla stejného otce. Experimentálně byly prokázáno, že o tom, které včely s rojem poletí a které zůstanou v mateřském včelstvu se rozhoduje již před vyrojením. Analýzou DNA bylo zjištěno, že složení dělnic v roji se liší od dělnic, které zůstávají v mateřském úlu. Dělnice se při rojení dělí do skupin podle míry příbuznosti ze strany otce. To tak, že dělnice v roji bývají dcery po stejném trubci. Tato zjištění jsou významným argumentem k tomu, že genetické aspekty hrají při rojení klíčovou úlohu a že jsme náš výzkum tohoto jevu správně zacílili.

## **Poměr produkováných pohlaví u včely medonosné**

Na každou dělnici schopnou rojení je možné se dívat jako na reprodukčně činnou samičku, byť není schopna plnohodnotně plnit biologickou úlohu matky. Energie vložená do výchovy sterilní dělnice je tedy také reprodukční energií. Vždyť matka bez dělnic je neschopná reprodukce, zatím co dělnice bez matky jsou jí formou chovu vlastních trubců schopny! Položme si otázku, jaký je u včely medonosné poměr mezi produkovánými samečkami a samičkami.

Z literatury je obecně známo, že:

hmotnost dělnice je asi 0,1g,

hmotnost nasáté rojové dělnice je 0,15-0,16g

hmotnost trubce je 0,23-0,26g.

U rojových včel jsme zjistili, že hmotnost 0,16 g se vztahuje spíše na ty včely roje, které nesly pylové rousky. Těch je ale menšina (pouhých 5 %). Typická většinová rojová dělnice tedy váží 0,15 g. U trubců jsme zaznamenali průměrnou hmotnost mezi 0,23 - 0,24 gramy. Pro potřeby výpočtů jsme tedy trubci, stejně jako v případě dělnice, přiřadili nižší hmotnost tj. 0,23 g.

Položme si otázku, kolikrát je jedna rojová dělnice lehčí než jeden trubec?

$$0,23 : 0,15 = 1,53$$

To tedy znamená, že na vyvážení biomasy jednoho trubce je třeba použít po zaokrouhlení biomasy 1,5 dělnice. Vysvětlení této skutečnosti nebylo pro nás zpočátku jednoduché. Nakonec jsme spočítali energetickou efektivitu šíření (přenosu) genů investující dělnice pomocí dělnic (sester) i trubců (bratrů) zvláště a výsledky porovnali.



Na dosažení stejné biomasy jakou má jeden trubec, by muselo být vyprodukováno 1,5 dělnice. Při tomto energetickém vkladu do diploidní biomasy samičí by tedy mohlo být do následující generace předáno  $75 + 37,5$  genu investující dělnice, tedy 112,5 genu. Jestliže bude stejné množství energie použito na výchovu jednoho haploidního trubce, pak bude touto cestou expedováno pouze 25 genů investující dělnice:  $112,5 : 25 = 4,5$ .

Biomasa samčí je tedy u medonosných včel za stejného vkladu energie **4,5x horší šířitel genů dělnic než biomasa samičí.**

Jak již bylo zdůrazněno, za evolučně stabilní reprodukční strategie je celkový energetický vklad do obou pohlaví stejný. Ačkoli je biomasa trubců vzhledem k investované energii 4,5x horším nosičem genů dělnic než biomasa dělničí, nemělo by se v žádném případě stát, že bude do produkce samečků investováno 4,5x méně energie než do produkce samiček. Tím by bylo porušeno základní pravidlo rovnoměrných energetických investic do produkovaných pohlaví. Jestliže mají být naše úvahy správné, musí existovat početní (nikoli energetický) rozdíl ve vkladu do dělnic a trubců. **Nutně tedy musí být trubců produkováno 4,5x méně než dělnic při stejné celkové biomase.**

Uvedme si konkrétní příklad. Včelstvo obsahující 6 kg dělnic, produkující po rozdělení roj o hmotnosti 3 kg, musí v sezóně vychovat 13.043 trubců na dosažení stejné hmotnosti samčí biomasy, jako má tento roj. Pak si bude celková energetická investice do produkované samčí a samičí biomasy rovna. Jaký ale bude početní poměr mezi produkovanými trubci a dělnicemi? Nebude trubců 4,5x méně než dělnic, jak bychom podle výpočtů mohli očekávat? Zde je nutno upozornit na skutečnost, že dělnice nemají představu, kolik rojů bude vyprodukováno a jak se do nich celková biomasa dělnic rozdělí. To záleží na výsledcích sestrovražedných soubojů mladých matek. Ty nejsou dělnice schopny ovlivnit. Proto dělnice chovají trubce před rojením v poměru k celé samičí biomase včelstva a ne jen k biomase roje. 1 kg biomasy úlových včel obsahuje podle literárních údajů 10 000 dělnic. 6 kg dělnic našeho včelstva tedy obsahuje 60 000 dělnic. To znamená, že:  $60\ 000 : 13\ 043 = 4,6$ . **Na každého trubce bude skutečně připadat 4,6 dělnice. To je téměř v dokonalé shodě se skutečností, že biomasa trubců je pro dělnice za stejného výdeje energie 4,5x horším nosičem genů.** Drobný rozdíl mezi očekávaným číslem 4,5 a vypočteným číslem 4,6 je zcela zanedbatelný a závisí na **průměrných** hmotnostních údajích, které jsme v úvodu k jednotlivým kastám přiřadili.

Je pozoruhodné si rovněž všimnout, že pokud vydělíme početní poměr mezi dělnicemi a trubci hmotnostním poměrem mezi průměrnou dělnicí a trubcem, získáme přesně hodnotu čísla 3 ( $4,61 : 1,53 = 3$ ). To není náhodné. Číslo 3 totiž vypovídá o tom, kolikrát je dělnice příbuznější jiné dělnici (sestře), než svému bratru (trubci). Dělnice je jiné dělnici po stejném otci příbuzná průměrně ze 75 % a trubci jen z 25 %. Jde tedy na úrovni podílu genů o poměr 3:1, neboť  $3 \times 25 = 75$ . Poměrem 4,6 : 1,53 na úrovni produkovaných pohlavních jedinců je tedy u včel realizován žádoucí poměr investic 3:1 na úrovni nesených genů. To je další důležité zjištění.

To proto, že pouze tehdy pokud je dodržen poměr 3:1 na úrovni biomasy připadající v jedincích na jeden šířený gen, je dosaženo rovnováhy mezi energií připadající na šíření kopií každého genu skrze biomasu samčí i samičí. Protože pouze v tomto případě platí, že vynásobíme - li míru příbuznosti dělnice a trubce investující dělnici (člence RIK) jejich biomasou, dostaneme téměř shodné hodnoty.

Investující dělnice je (své sestře) rojové dělnici příbuzná průměrně ze 75% a tato dělnice je 4,6x hojnější než (její bratr) trubec.

Investující dělnice je (svému bratru) trubci průměrně příbuzná z 25% a ten je 1,53x větší než (její sestra) dělnice.

Pokud známe tato fakta je snadné zjistit, že pokud vynásobíme příbuznost daného jedince investující dělnici (člence RIK) jeho biomasou na úrovni jedince vzhledem k průměrnému

jedinci pohlaví opačného (v případě dělnice) či početností vzhledem k jedinci pohlaví opačného (v případě trubce), vyjdou nám téměř stejné hodnoty. Tedy shodné investice energie, vázané v biomase na jeden šířený gen každým z těchto pohlaví-rojovou dělnicí i trubcem.

Pro dělnici platí :  $75 \times 1,53 = 114,75$

Pro trubce platí :  $25 \times 4,6 = 115$

Tato fakta krásně vysvětlují důvod výrazných velikostních rozdílů mezi těmito pohlavími, kdy hojnost a vysoká míra vzájemné příbuznosti dělnic je kompenzována jejich malými tělesnými rozměry na úrovni jedinců a vzácnost a malá míra příbuznosti trubce dělnici je kompenzována jeho velkou biomasou na úrovni jedince. Stejná porce reprodukční energie je tedy v případě dělnic rozdělena do velkého počtu malých jedinců a v případě trubců koncentrována v malém počtu mnohem větších jedinců. Velikost jedinců daných kast je pevně dána a nemění se, zatím co početnost jedinců těchto kast vzájemně koreluje tak, aby byly zohledněny uvedené genetické aspekty.

S teoreticky ideálním poměrem 3:1 mezi produkovanými pohlavími se setkáváme i u mravenců. O této skutečnosti hovoří například přední zahraniční odborníci na mravence Bert Hölldobler a Edward O. Wilson v knize Cesta k mravencům (Academia 1997). Zdá se tedy, že jak včely tak i mravenci dovedou tento ideální poměr kast a energetických investic na jeden šířený gen udržovat.

Dělnice včely medonosné tedy cíleně upravují početní a hmotnostní poměr mezi jedinci samčí a samičí biomasy. Celková biomasa produkovaných trubců je rovna biomase roje, ale protože jsou trubci přibližně 4,5 - 4,6x méně významní nositelé genů na jednotku investované energie, je jich co do počtu ve včelstvu produkováno 4,5x - 4,6x méně. Logickým vyústěním toho je pak jejich značná velikost.

**Tato naše zjištění považujeme za zcela zásadní, protože otevírají cestu k bezrojovému včelaření, kdy k nebezpečí rojení ani nedojde. Jestliže známe průměrnou velikost rojů u jednotlivých chovaných plemen včely medonosné v místních podmínkách, pak je možné jednoduše zvýšenou produkcí trubců nahradit dělnicím biomasu potenciálního roje energeticky i geneticky.** V další kapitole si to ukážeme na modelovém příkladu.

Dále pro jednoduchost počítejme s číslem 4,5 ačkoli je možná číslo 4,6 blíže realitě. Uvedený rozdíl je však z hlediska praktického tlumení rojení zcela zanedbatelný.

## **Stanovení optimální biomasy trubců z hlediska protirojových opatření**

Pro demonstraci zvolíme včelstvo o síle 60 000 dělnic, produkující roj o hmotnosti 3 kg. Při protirojových opatřeních budeme vyvažovat biomasu 3 kg těžkého roje, nikoliv té poloviny včel, jež by při případném rojení zůstala ve včelstvu. Je nutno si uvědomit, že rojové dělnice jsou nasáté a podle míry jejich nasátí může tříkilový roj tvořit 18-20 000 včel. Jestliže zůstaneme u hmotnosti 0,15 g na jednu rojovou dělnici, pak bude roj složen z 20 000 včel. To znamená, že biomasu 13 043 trubců nejprve vydělíme dvěma. Tím zajistíme, že vyvažujeme jen rojové a nikoli úlové včely. Vyjde nám 6521 trubců. Tento počet je za evolučně stabilní reprodukční strategie pro dělnice množstvím investované energie ekvivalentní téže biomase roje o hmotnosti 3 kg. Právě tolik trubců by za jednu sezónu vychovalo divoké včelstvo bez zásahu člověka. Toto množství by bylo vyprodukováno na ploše 6,52 dm<sup>2</sup> oboustranně zaplodované trubčiny. Jde o menší plochu než je plocha jednoho rámu Čechoslávku, s plochou 9,8 dm<sup>2</sup>. Toto číslo 6 521 však musíme pro naše protirojové účely ještě vynásobit 4,5. Teprve pak bude biomasa trubců ekvivalentní biomasě potenciálního roje nejen energetickým vkladem ze strany dělnic, ale i genetickým přínosem pro ně. Závěr je tedy takový, že roj vážící 3 kg lze nahradit kontinuální produkcí 29.344 trubců. Toto číslo je možné zaokrouhlit na 30 000. Tříkilový roj totiž není ani zdaleka rojem

maximálním!

Výchova 30 000 trubců všestranně vyváží 20 000 rojových včel, tvořících tříkilový roj. Trubců je pak 1,5x více než dělnic v roji, je do nich investováno 4,5 x více energie a jsou pro dělnice ve včelstvu geneticky stejně cennou biomasou.

Na plochu 1 dm<sup>2</sup> se vejde jednostranně 247-250 buněk trubčiny. Počítejme dále s číslem 250.  $30\ 000 : 250 = 120\ \text{dm}^2$ . Pláсты jsou ale zakladeny oboustranně a tak musíme dané číslo vydělit dvěma:  $120 : 2 = 60$  decimetrů trubčiny.

Rámek Českoslováku, jenž používáme, má vnitřní rozměry 35 x 28 cm. Jeho plocha tedy činí 980 cm<sup>2</sup> (9,8 dm<sup>2</sup>).  $60 : 9,8 = 6,12$  rámků. Ani toto číslo ale není konečné. Musíme si totiž uvědomit, že produkce trubců je kontinuální a nikoli jednorázový proces a trubčina bude matkou zakladena nejméně 2x. Číslo 6,12 tedy vydělíme dvěma. Výsledek činí 3,06 rámků Českoslováku, což lze zaokrouhlit na číslo 3.

Zatím jsme totiž hovořili o roji, jehož hmotnost je 3kg. Jsou však známy i roje vážící 6 kg. U včelstev plodujících ve více nástavcích proto někdy musíme úměrně plochu trubčiny zvětšit. Týká se to zejména včelstev dvoumatečných či posilovaných oddělky. Je také třeba vzít v úvahu, že stavební rámků nejsou nikdy zaplodovány v celé potenciální ploše beze zbytku. Proto je třeba jich nechat vystavět raději o jeden více.

Zde matematika končí a nastupuje naše mnoholetá zkušenost. Pokud má přirozeně vedené včelstvo v jednomatečném provozu k dispozici v centru plodového tělesa plochu trubčiny ekvivalentní ploše 4 rámků Českoslováku (tedy 3.920 cm<sup>2</sup>), nevyrojí se za žádných okolností. U včelstev mimořádně silných, či posilovaných oddělky, je lépe aplikovat stavebních rámků 5-6.

## **Nová metodika ošetřování včelstev, využívající cíleného narušení jejich evolučně stabilní reprodukční strategie**

Nebezpečí rojení propuká v nížinných oblastech u silných včelstev nejdříve v polovině nebo ke konci dubna. Nejranější roj jsme u pokusných včelstev zaznamenali za 15 let dne 22. dubna. Vrchol rojení nastává v květnu až červnu (v závislosti na nadmořské výšce) a po polovině července již jde o jev vzácný. Rojení ustává díky zkracujícímu se dni a postupně převládá pud shromažďování zásob. Z toho plyne, že je třeba s chovem trubců začít již od poloviny nebo konce dubna. V období květu třešní a jabloní včelstva vystaví a zaplodují 2 mezistěny, které vkládáme do centra plodového hnízda. Tento počet mezistěn stačí spolehlivě zabránit dubnovému rojení. Každá z takto vložených mezistěn musí být z obou stran obklopena dvěma dobře obsazenými plásty s plodem. Krycí pláсты se zásobami na okrajích plodového tělesa jsou samozřejmostí. Přidávání mezistěn je v této době uměním a nesmí být narušena tepelná stabilita včelstev. Ani tehdy, když nastane ochlazení a včely jsou nuceny se přechodně stáhnout do chumáče. Ideální je touto dobou rozšiřovat panenskými plásty. Když vidíme že je včelstvo dostatečně silné a má snahu stavět trubčinu, přišel čas mu nabídnout první stavební rámků.

**Důležitou zásadou při chovu trubců je nekládat nikdy stavební rámků na okraj sezení včelstva, jak se v odborné literatuře často prosazuje.** Důvodů je hned několik.

Jestliže je stavební rámek vložen jako poslední, bude nejhůře vyhřívaným plástem včelstva a bude přednostně využit k ukládání zásob a používán jako plást krycí. Aby se trubčí plod mohl normálně vyvíjet, je třeba mu zajistit optimální teplotu. Ta panuje uvnitř plodového tělesa, nikoli na jeho periférii. V okrajových oblastech sezení včelstva je v dubnu při ochlazení nedostatečná teplota, neboť se včely stahují do centra plodového tělesa. Trubčí plod by zde nachladl. Zvyk vkládat stavební rámků na okraj včelstva je nešvar z období, kdy se používaly silně zateplené úly s okénky a včelaři chtěli na stavební rámků vidět. Trubčinu pak vyřezávali. Pokud chce včelař přesto vkládat stavební rámků na okraj plodového tělesa, jak je zvyklý, je

nutné dbát na to, aby byly z vnější strany tyto trubčí plásty od úlové stěny izolovány zásobními plásty. Pokud budou stavební rámkové (nejvýše 2 na každé straně plodového tělesa) včleněny mezi plod a zásoby, včelstvo je po zaplodování při ochlazení neopustí.

Druhým důvodem je, že včely při uplatnění strategie výchovy shodné biomasy samců a samic nemají zájem chovat pouze trubce. Pokud bude trubčina na okraji sezení včelstva, založí jí včely jen omezené množství. Zbytek dostaví dělničinou. Toto množství trubčiny však nebude dostačující k tlumení rojení.

Třetím důvodem je to, že roztoč *Varoa* se raději drží na trubčích plástech, jež jsou na periferii plodového tělesa, jelikož mu nevyhovují vysoké teploty panující v centru plodiště.

Stavební rámkové se tedy v počtu 1-2 kusů vkládají do centra plodového tělesa, podle zásad uvedených u mezistěn. Pro dělnice tak vznikne nepřirozená situace, kdy se uprostřed plodového tělesa objeví nevyužitý prostor. Ten je třeba co nejdříve vyplnit. Průměr trubčích buněk je větší než dělničích. To je také další možný důvod, proč dělnice ve snaze rychle prostor vyplnit, chovají na takto vložených stavebních rámcích výhradně trubce. Protože se včelstvo nachází ve fázi chovu trubců, snižující se dominance matky a stavební pud je v plném proudu, jsou stavební rámkové do 5-7 dnů vystavěné krásnou trubčinou. Dělnice se její stavbou připravují na možnost, že jí samy zakladou. Mnohým již v této době duří vaječníky. K tomu ale nedojde. Čerstvě vystavěná trubčina stavebních rámců je obrovským lákadlem pro matku, která přeruší zakládání dělničiny a neprodleně trubčinu zaploduje. Tím matka maximalizuje svůj genetický zisk a posílí dominanci vůči dělnicím. Dělnice jsou nuceny o tento plod pečovat a až se z něho vykuklí trubci, budou muset pečovat i o ně. Tak nedojde k situaci, kdy by nepřímé reprodukční investice dělnic převážily nad přímými reprodukčními investicemi matky. Prvotní příčina rojení je tedy nadměrným chovem trubců odstraněna. Trubci odčerpají veškerou reprodukční energii včelstva a ušetří čas, práci a peněženku včelaře, neboť k rojení nedojde.

Tohoto stavu je však dosaženo až po vystavění a zaplodování nejméně 3, raději ale 4 stavebních rámců rozměru 37 x 30. Čtvrtý rámeček bývá zaplněn trubčinou z části a může být dostavěn dělničinou. **Včely nikdy nevystaví více trubčiny, než dokáží bez problémů odchovat.** U ostatních rámcových měř je třeba provést patřičný přepočítání jejich plochy. Vkládání všech stavebních rámců se řídí stejnými zásadami, jako u mezistěn. Vždy se vkládají do centra plodového tělesa. Vždy nejvýše dva najednou a ne vedle sebe. Při tomto zásahu je možné vkládat i mezistěny. Těch každé včelstvo vystaví 10-12 ročně. Mezistěny nikdy nevkládáme do těsného sousedství nevystavěných stavebních rámců. Včely by stavěly na rámcích a mezistěny by opomíjely. Když jsou stavební rámkové zaplodovány, jsou mezistěny v sousedství vystavěny velice rychle. Při založení takových ploch trubčiny musí totiž včelstvo vychovat dostatek dělnic, aby se měl o trubce kdo starat.

Základním požadavkem při těchto úkonech je zachovat tepelnou stabilitu včelstva a tyto zásahy dělat v období snůšky (v našich podmínkách asi do konce června), která je podmínkou stavby. **Za silné snůšky je třeba kontrolovat, zda včely do vystavěných trubčích plástů nedávají sladinu. Takovéto trubčí plásty nemají protirojový efekt a je třeba je vyřezat a nechat vystavět a zaplodovat znovu. Zejména za nárazové snůšky z řepky je tento jev třeba hlídat.**

Pokud včelaříme v nížině a víme, že budeme díky včasnému nástupu rojové sezóny muset chovat trubce již záhy z jara, pak je nejlepší si pro každé včelstvo alespoň jeden plást žemlové trubčiny uschovat z loňska. Je možné jeden plást nechat v sedisku zanést zásobami a tak na jaře odpadá nutnost jeho přidávání. Občas se ale stane, že je do trubčího plástu na nedrátkovaném stavebním rámcu po podletním zakrmení zaneseno tolik zásob, že se vlastní vahou zborší. Proto je výhodnější plásty s trubčinou vkládat až na jaře.

V našich včelstvech plodují matky na dvou nástavcích, kdy každý obsahuje 12 rámců Čechoslováku. V každém z nich umístíme do centra plodového tělesa 3 stavební rámkové na

chov trubců. Jde o množství větší než nutné. Některé stavební rámky zůstávají u slabších včelstev nezaplodovány. Čtvrtina plástové plochy plodiště tedy potenciálně slouží jen produkci trubčí biomasy.

Při protirojovém chovu trubců se trubčina zásadně asi do 15. července nevyřezává. Všichni trubci se tak vykuklí a plně zaměstnávají dělnice nejen jako larvy, ale i jako dospělci. Letos jsme zcela nově zjistili, že je možné s úspěchem vyřezat trubčinu již koncem června. Tou dobou je již ve včelstvech mnoho trubců a rojová sezóna končí. Včasným vyřezáním trubčiny omezíme výskyt varroázy. Do konce června ale musí být trubčina ve včelstvu matce k dispozici. Podotýkáme, že průběžné vyřezávání trubčiny je dnes některými odborníky považováno za protirojové opatření. Opak je však pravdou.

Na místě není ani obava, že matky ztratí zakládáním trubčiny příliš mnoho času, který by mohly věnovat plazení dělnic, jež budou později aktivně tvořit med. Jak jsme již dříve uvedli, je třeba vychovat asi 30 000 trubců. Děje se tak především v květnu a červnu, kdy matky podávají plný výkon v kladení vajíček. Je běžné, že jich matka touto dobou naklade asi 1 500 denně. Matka tedy bude klást trubčí vajíčka 20 dnů v roce ( $30.000 : 1.500 = 20$ ).

To však neznamená, že budou neoplozená (trubčí) vajíčka kladena neustále po dobu 20 dnů. Chov trubců probíhá kontinuálně po celý květen, červen a polovinu července, tedy asi 75 dnů. Z této doby tedy připadá na produkci dělnic 55 dnů a na produkci trubců 20 dnů. Na každý den, kdy matka klade trubčí vajíčka, tedy připadá 2,75 dne, kdy klade jen oplozená vajíčka pro vývoj dělnic.

30 tisíc trubců, každý o hmotnosti 0,23 g váží celkem 6 900 g. Vývoj trubce trvá 24 dnů. Doba jeho dospělého života bývá krátká a navíc se trubci rozletují do okolních včelstev. Za 75 dnů se tedy mohou vylíhnout 3 generace trubců. V daném okamžiku tedy ve včelstvu může být přibližně až 10 000 dospělých trubců ( $30\,000 : 3 = 10\,000$ ). To znamená teoretické navýšení biomasy včelstva o 2 300 g.

Ve skutečnosti je ve včelstvech trubců asi o polovinu méně (vzhledem k jejich zaletávání). Je třeba vzít v úvahu také skutečnost, že v červenci již chybí snůška a matky trubčinu přestávají zakládat. Spíše se projevuje snaha dělnic trubce vyhánět. V polovině června jsme u každého z 10 testovaných včelstev zaznamenali v ranních hodinách průměrně 1 200 g trubců. Ti jsou značným přínosem pokud jde o termoregulační funkci ve včelstvu.

## **Pozitiva námi navrhované metody**

Rozvedme závěrem ještě ona fakta, která jsme velmi stručně publikovali již ve zmíněném článku v letošním Včelařství č. 5.

Tradovaným mýtem je to, že trubci ochudí včelstvo o med. Je nutno si však uvědomit, že trubci jsou krmeni na bázi bílkovinné potravy (pylu) a nikoli na bázi sacharidové potravy (medu). Ani dospělí trubci nejsou velkými konzumenty medu. Ze včelstva konají jen kratší výlety na místa páření a na ně berou zásobu medu do volátka. Jde však o ztrátu zcela minimální. Ta je kompenzována tím, že trubci svojí velkou biomasou, která sedí na plástech, pomáhají zahřívát plod a uvolní tím tisíce létavek pro práci na květech.

Letová frekvence na česnech při chovu trubců stoupne dle našich pozorování 2,6x. K tomuto závěru jsme dospěli srovnávací studií letového provozu na česnech úlů s protirojovým chovem trubců a skupinou sousedních 10 kontrolních úlů. Včelstva s trubci mají mnohem vyšší letovou aktivitu dělnic také za zhoršeného počasí. To je velice cenná vlastnost zvyšující medné výnosy. Byla potvrzena i včelaři testujícími naši metodu.

Tím ale pozitiva chovu trubců nekončí. Za nejzásadnější považujeme ušetření obrovského množství času a práce. Tím, že včelař v sezóně pouze vkládá stavební rámky, mezistěny a vytáčí, získá velké množství času, který by jinak musel věnovat protirojovým opatřením. Abych demonstrovali, jakým přínosem naše metoda je, uvedeme data publikovaná v knize

Včelařství od Vladimíra Veselého et al. (2003). Zde jsou shrnuty poznatky získané Výzkumným ústavem včelařským o stavu našich komerčních provozů. Na straně 170 se píše: „Spotřeba času na stanovišti na včelstvo a rok se pohybovala mezi 160-180 minutami“. Při aplikaci naší metody je rojení 100% vyloučeno, neboť nepropukne ani rojová nálada. Časová náročnost na přímou péči o včelstvo klesne ze 160-180 minut na 45-60 minut ročně. Právě tolik času je třeba k vložení stavebních rámků a mezistěn a podzimnímu nakrmení. Do toho nezapočítáváme čas nutný na ometání plástů při medobraní a čas nutný k léčení včelstev či výměnám matek. I při započtení tohoto času se ale včelař pohodlně vejde do 60 minut na včelstvo a rok. Bude tedy v sezóně až 3x efektivnější než ti z jeho kolegů, včelařících tradičními metodami. To včelaři otevírá možnost zvýšit počet včelstev, věnovat se časově náročnému chovu matek nebo rodině.

## Tiché výměny

Snad každý včelař ví, že tichá výměna je jev, kdy si včely vychovávají mladou matku, kterou nahradí matku starou, aniž by docházelo k rojení a dělení původního včelstva na včelstva dceřiná. Převládá názor, že jde o velice cennou vlastnost některých včelstev. Jiná prý inklinují k rojení a tiché výměny neprovádějí.

V průběhu testování naší metody jsme zjistili, že tomu tak není. Při aplikaci protirojového chovu trubců jsme v podletí u včelstev zaznamenali, že se hromadně snažila o tiché výměny. Nepochybně proto, že se po dva roky nemohla rojit a obstarat si tak mladou matku. Asi 75 % včelstev s dvouletými matkami při této technologii včelaření provádí podlelní tichou výměnu či pokus o ni! Dalších 18 % tak učiní spontánně v následující sezóně. Tento jev pozorujeme s obdobnou intenzitou pravidelně po 5 let. Z toho odvozujeme, že tichá výměna je naprosto obvyklý jev, jímž si včelstvo pořizuje mladou matku za situace, kdy se mu nepodaří omlazení rojením.

Údajná vzácnost tohoto jevu je způsobena tím, že pečliví včelaři po druhé produkční sezóně matky mění a těm méně zkušeným se včely rojí. K výměně matky tedy dochází jinými mechanismy. Jen málokdo dává včelám možnost tichou výměnu v podletí uskutečnit. Tichá výměna je také běžná u usazených rojů se starou matkou. Nejde tedy o vlastnost, kterou mají jen některá včelstva. Tichých výměn jsou schopna takřka všechna včelstva. Jsme přesvědčeni, že chov trubců a nemožnost rojení dělnice k tichým výměnám silně motivuje. Je to za dané situace jejich jediná možnost, jak zplodit mladou matku.

Tiché výměny jsou v našem chovu naprosto běžné u matek dvouletých v období podletí (od poloviny července). U včelstev s matkami mladšími jsou tiché výměny vzácné. To je krásným dokladem toho, že včely samy mají tendenci matku na konci druhé produkční sezóny vyměnit a je to v souladu s tvrzením mnoha včelařských odborníků. Vzhledem k tomu, že je při tiché výměně stará matka zahubena až po oplození a rozkladění matky mladé, je to metoda vysoce spolehlivá. Matky z tichých výměn patří k biologicky nejcennějším. Také mnozí z včelařů tuto metodu užívajících rád potvrdí, že frekvence tichých výměn za užití této metody vzrůstá. Samozřejmě je i nadále na včelaři, aby kontroloval stáří matek a staré matky sám vyřadil.

## Úskalí metody

Zvláštní pozornost si žádá vysvětlení vztahu mezi protirojovým chovem trubců a vývojem populace roztoče *Varoa destructor* ve včelstvech. Tím, že je chováno trubců velké množství, mají tito roztoči značnou potravní nabídku a jejich počet narůstá. Je známou skutečností, že ve své domovině žije tento roztoč výhradně na trubčím plodu včely *Apis indica*.

Při podlelní fumigaci po posledním vytáčení jsme udělali srovnání míry zatížení 10 včelstev chovaných tradičně, se stejným množstvím včelstev, kde byl aplikován protirojový chov

trubců. Výsledek byl šokující.

Ve včelstvech bez trubců bylo na podložkách nalezeno průměrně 12 mrtvých samic roztoče. Ve včelstvech s trubci průměrně 46 samic. Včelstva s trubci byla 3,8 x více zamořena než včelstva kontrolní. Navzdory tomu, že míra zatížení včelstev s trubci byla značná, včelstva se chovala normálně. Nebylo patrné, že by docházelo k líhnutí dělnic se zakrnělými končetinami a křídly, což jsou příznaky tak typické pro pokročilou varroázu. Vysvětlení bylo objeveno průzkumem zavíčkovaného plodu dělnic a trubců pod binokulární lupou. Jen velmi vzácně byly larvy roztočů nalezeny na dělničím plodu. Avšak trubčí plod jich byl plný. Ve včelstvech bez trubců bylo napadení dělničího plodu výrazně vyšší než ve včelstvech s trubci.

Z toho lze usuzovat, že dokud je ve včelstvech trubčí plod, je plod dělnic v relativním bezpečí. Zlom nastává v podletí, kdy matka začne omezovat zakládání trubčiny a populace roztočů se přeorientuje z nouze na plod dělnic. Tomu lze snadno předejít.

**Výslovně upozorňujeme, že je třeba všechny plásty s trubčím plodem v první dekádě července vyjmout ze včelstev a vyřezat. Tím zlikvidujeme drtivou většinu vývojových stádií roztoče a získáme spoustu vosku ze stavebních rámků, bez zátěže rezidui léčiv. Pak je vhodné okamžitě zahájit léčbu kyselinou mravenčí (přípravek Formidol), po posledním vytáčení aplikovat Gabony a po ukončení plodování provést fumigaci přípravkem Varidol. Ošetření v zimním období fumigací je také samozřejmostí a je ze zákona povinné.**

Včelstva s trubci jsou tedy v sezóně napadena více než včelstva bez trubců, ale míra napadení dělničího plodu je vyšší ve včelstvech bez trubců. Tím že chováme trubce, nabízíme roztočům optimální zdroj přirozené potravy a chráníme dělničí plod. Tam, kde trubci nejsou, je roztoč přítomen také, ale celá jeho populace se vyvíjí na plodu dělnic. Včelstvo pak může být výrazně oslabeno.

Jelikož včelstva několikrát důsledně léčíme a nabízíme formou chovu trubců roztočům lepší potravní zdroj, než dělničí plod, nemáme s nimi problémy.

Věříme, že kdyby naši metodu plošně přijali všichni včelaři po dobu alespoň 5 let, pak by varroáza na našem území byla silně zredukována, protože by ve včelstvech nepřežila následkem precizního léčení a naše včelstva by nebyla rekolonizována z divokých rojů, které by byly snad jen zcela ojedinělé.

## **Závěr**

Studii jsme prováděli u 50 kmenových včelstev a 10 rezervních. Za posledních 7 let jsme ani jednou nepoužili (kromě pokusů u včelstev záložních) žádné z dnes doporučovaných protirojových opatření. Rojení jsme předcházeli výhradně chovem trubců. Za celou dobu jsem zaznamenali pouze dva roje. Jeden v dubnu, když jsme přezimovali extrémně silné včelstvo a včas mu nedodali stavební rámky a druhý v červenci u silného oddělků, který nedostal stavební rámky, protože jsme možnost rojení vzhledem k pokročilému datu neočekávali. V obou těchto případech tedy byla chyba na naší straně a nikoli na straně námi navrhované metody.

Kolik rojů bychom asi měli během 7 let u 50 včelstev při použití tradičních metod? Budeme-li se držet literárních údajů o 30% rojivosti (která bývala i na naší pokusné včelnici dříve běžným jevem), pak by jich mělo být  $105 (50 \times 7 = 350 : 100 = 3,5 \times 30 = 105)$ . Jestliže jsme měli roje jen dva (které bychom snad ani počítat nemuseli), pak jsme byli  $51,5 \times (103 : 2)$  efektivnější než při užití metod tradičních. Touto metodou jsme také okamžitě zlikvidovali velmi pokročilou rojovou náladu na včelnici jednoho začínajícího kolegy, který zdědil 40 včelstev a jehož jsme včelařit učili. Tolik tedy závěrem. Každý přemýšlející včelař si jistě udělá vlastní ověření navrhované metody v praxi a rozhodne se, zda u ní zůstane.

Tímto odbornějším sdělením jsme se pokusili předložit včelařské veřejnosti principiálně novou teorii rojení, vzniklou výhradně jako originální produkt české vědy a výzkumu. Ta jak doufáme, svými efektivními protirojovými aplikacemi dosáhne obecného uznání a pomůže s konečnou platností vyřešit zásadní problém našeho i světového včelařství, kterým nežádoucí rojení dosud je.

**Veřejně děkujeme všem zájmovým včelařům, kteří nám v tomto nelehkém úsilí pomohli či pomohou svými cennými poznatky. Bez jejich nadšení a přispění bychom nemohli tuto metodu celostátně testovat,** neboť naši včelařští výzkumníci nabídnutou spoluprací ohledně testování a publikování nevyužili. Narozdíl od možnosti ji od zeleného stolu napadat, jak o tom svědčí články Dr. Kašpara. To už je ale jiné téma, s kterým se můžete blíže seznámit v níže uvedených člancích:

<http://www.szes.chrudim.cz/vyzkumna-cinnost/clanek2/>

<http://www.szes.chrudim.cz/vyzkumna-cinnost/clanek3/>

**S přáním mnoha včelařských úspěchů nejen v roce 2012  
autorský kolektiv metody**