

Konference Včelařský výzkum v době J. G. Mendela a dnes

Mendelova společnost pro včelařský výzkum, o.s., uspořádala v sobotu 15. října 2011 v prostorách Mendelova muzea v Brně svoji první veřejnou akci – konferenci věnovanou včelařskému výzkumu.

Konferenci zahájil ředitel muzea Ondřej Doštal a poté Antonín Přidal seznámil přítomné s cíli a směřováním Mendelovy společnosti pro včelařský výzkum, o.s. Program pokračoval svou odbornou částí. Vladimír Ptáček ve své přednášce seznámil posluchače s životní dráhou J. G. Mendela, jeho místem ve světové vědě a s jeho včelařskými výzkumy.

Dále byly na programu konference příspěvky o nejnovějších vědeckých poznatcích souvisejících se včelou medonosnou. Květoslav Čermák se zaměřil na výzkum a pokroky ve varroatoleranci včel ve světě, Zdeněk Klíma představil německý program šlechtění varroatolerantní včely, A. Přidal přednášel o zootecnickém vý-

znamu klasifikace plemen včel rodu *Apis*, Bronislav Gruna promítl fáze vývoje včelí matky od vajíčka do rozkladení. Jiří Danihlík se zabýval různými mechanismy imunity včel a Vladimír Ptáček možnou souvislostí mezi ovogenezí a imunitou včely medonosné. Soňa Dubná seznámila přítomné se svými novými objevy mikroorganismů a s novými probiotiky ve včelařství. V panelové diskusi Pavel Holub seznámil přítomné se svým pozorováním agregace neprodukcujících se samiček *Varroa destructor* v jediné buňce a Kamil Kůla jeho pozorování doplnil svými fotografiemi tohoto jevu. Na úplný závěr dne V. Ptáček uspořádal exkursi do Mendelova včelína v zahradě kláštera. Téměř stovka účastníků akci hodnotila velmi pozitivně. Je to dobrý signál ve směru k pořadatelům a závazek uspořádat podobné akce i v budoucnu.

Našim čtenářům budeme postupně přinášet příspěvky, které na konferenci zazněly.

Mendelův včelín – první výzkumné včelařské pracoviště

Vladimír Ptáček

Mezi osobnosti, které se natrvalo zapsaly do historie včelařství, patří i objevitel zákonů dědičnosti – Jo-

hann Gregor Mendel (1822–1884).

Pocházel z německy mluvící rodiny v Hynčicích na Kravařsku. Se včelami se nejspíš setkal již jako malý chlapec, protože jeho otec byl údajně zahradníkem a také včelařem. Rovněž jednotřídní škola v jeho rodné obci měla zahradu se včelínem. Není vyloučeno, že i během studií na piaristické škole v Lipníku, stejně jako na gymnáziu v Opavě bylo v nejbližším okolí vnímavého studenta

vždy několik úlů, protože včelařství se tehdy věnovali především kněží a učitelé. V roce 1843 přichází do augustiniánského kláštera na Starém Brně, kde je v té době opatem moudrý a vzdělaný P. Cyril František Napp. Ten nadanému Mendelovi umožnil rozvoj všech odborných zájmů.

Mendel sám včelařil asi od poloviny padesátých let. Nejprve možná s laskavou podporou C. F. Nappa, který si velký hospodářský význam včel správně uvědomoval. P. Napp se již začátkem padesátých let zasažoval o vytvoření včelařského odboru při tehdejší Moravsko-slezské hospodářské společnosti se sídlem v Brně, v jejímž předsednictvu zasedal. Jeho úsilí bylo korunováno úspěchem v roce 1854, kdy byl odbor založen.





*Industrie – pokrok ve včelách,
Obraz na stropě jídelny kláštera
v Mendelově době*

V období 1858–1868 se Mendel věnoval především hybridizačním pokusům s rostlinami. Při tom však rozšiřoval počet včelstev a udržoval živé kontakty se Včelařským odborem, který se v roce 1968 pod vedením MUDr. F. Živanského osamostatnil jako Moravský včelařský spolek v Brně. V tomtéž roce se Mendel stal podporujícím členem spolku a od roku 1870 členem výboru a zakrátko i náměstkem předsedy. Na schůzích spolku referuje o výsledcích svých pokusů a spolu s Živanským udržuje čilé odborné



Moravský stojan – replika z roku 1965

kontakty s významnými včelařskými osobnostmi po celé Evropě.

Druhá polovina 19. století je charakterizována rychlým pokrokem v chovu včel. Byly známé úly s rámkami, mateří mřížka, tvorba oddělků, chov a oplozování matek na oplozovacích stanicích; bylo vynalezeno vytáčení medu odstředivou silou (Franz von Hruschka, Brno, 1865), objevily se mezistěny... Mendel, jako vůdčí osobnost aktivního spolku, toto vše věděl a využíval ve vlastním včelaření.

V roce 1868 byl Mendel bratřími zvolen opatem kláštera. Přes nemalé starosti s jeho řízením (kromě běžných starostí i rostoucí daně pro Vídeň) věnuje se nadále včelařství a v roce 1871 nechal postavit v klášterní zahradě včelín pro 15 úlů. Hned v následujících letech 1872 a 1873 mu však všechna včelstva uhynula na tzv. hniloplod.

V roce 1873 umírá vynikající starosta spolku MUDr. F. Živanský a Mendlovi je rok na to nabídnuto uvolněné předsednické místo. On však tuto nabídku z „rozličných okolností“ nepřijímá. V roce 1875 se opět účastní spolkového života a svými vědomostmi přispívá k jeho vysoké úrovni. V roce 1877 je spolu se šlechticem Hruschkou, Dr. Schönfeldem a dalšími vynikajícími včelaři jmenován čestným členem spolku. V červnu roku 1878 se účastní schůze spolku naposled, zůstává však nadále platícím členem.

Nejen jako badatel v oboru hybridizace rostlin, ale i jako včelař byl Mendel na vrcholu své doby. Původně včelařil v Moravských spolkových stojanech, které vývojově pocházely z Wunderových zadováků na trámky. Měly čtyři patra rámků 25 × 14 cm, podmet a nadstropí. Byly vyráběny spolkovou včelařskou dílnou a rozšiřovány do celé střední Evropy. Tyto úly byly většinou včelařů považovány za vůbec nejlepší. Mendel je zpočátku měl také, brzy však pochopil, že pro rozvoj silných včelstev jsou malé. Zrušil proto 4 patra malých rámků a vybavil postupně úly jen dvěma patry větších rámků s využitím celého úlového prostoru včetně tzv. nadstropí. Úly se dvěma česny bylo možné rozdělit horizontální přepážkou a do-



časně v nich umístit dvě včelstva.

Vysoká úroveň vědomostí je vložena i do konstrukce včelínu. Je postaven na svahu, chráněn před větry severních směrů, přesah střechy je volen tak, aby včelstva byla v horkém letním období ve stínu. Kromě prostoru pro úly má včelín i sklad a pracovnu, odkud je možné oknem pozorovat dění před úly. Za včelínem je ve svahu sklep, kde Mendel zkoušel včelstva zimovat. Během několika let však zjistil, že ve sklepním prostoru trpěla včelstva nadměrnou vlhkostí. Jen jednou, když se úl náhodou naklonil přední stěnou kupředu a měl tak šikmé dno, vyzimovalo středně silné včelstvo podstatně lépe. Další pokusy ukázaly, že nejlépe přezimují silná včelstva nikoli ve sklepě, ale venku (ve včelíně), zimovaná bez uteplovek v celém prostoru úlu (plodišti i medníku). Osvědčilo se mu ponechat kromě redukovaného hlavního česna ještě i v medníku malé česínko. Vůdčí Mendelovou myšlenou v praktickém včelaření byl chov co nejsilnějších včelstev po celou sezonu, včetně tzv. chladného zimování. Doporučoval však ochranu včelstev před větrem.

Znal i nástavkové úly, které si nechal vyrobit pro oplozování matek. Dno odpovídalo půdorysem Moravskému stojanu. V jednom roce podkládal pod malé včelstvíčko, vyzimované pouze na 4 nízkých rámcích, postupně truhlíky s 10 rámkami ze spolkového stojanu vybavenými mezistěny. Včelstvo vystavělo čtyřbedničky, dorostlo do tehdy běžné velikosti a dalo i slušný výnos medu.

Jako pravý výzkumník vážil úly i včely odchycené na květech a ze

znalosti průměrného množství nektaru přinášeného jednou včelou vytvořil matematický model, který pozorovateli dovolil odhadnout denní přínosy včelstva pomocí počítání včel přilétajících na česno v různé denní době. Nejvyšší denní přínos silného včelstva dosáhl asi 6,5 kg. Hlavními zdroji snůšky v okolí byly tehdy ovocné stromy, akát a víčenec. Doporučoval na lípu nespolehat (sucho v ovzduší). Mendel se staral o větší rozmanitost snůškových zdrojů výsadbou medonosných rostlin na části holých svahů hradu Špilberku. Usiloval též o obecně větší rozšíření nektarodárných bylin, zejména všestranně využitelného srdečníku (*Leonurus cardiaca*). Zdůrazňoval i zásadní vliv stanoviště na velikost snůšky. Sám jako znalec meteorologických poměrů prozkoumal i vliv



Včelín v 80. letech minulého století

povětrnosti na vylučování nektaru.

Velkou pozornost věnoval různým plemenům včel: choval tmavé vřesovky, kraňky, italsky, kyperky a dokonce i včelu egyptskou. (Jednou prezimoval i hnízdo bezžihadlové včely *Trigona lineata*, které bylo přivezeno s tropickým dřevem a lidé mu ho přinesli.) Jeho cílem bylo zřejmě vytvořit křížením hospodářsky výkonné plemeno. Na dokončení této práce mu však již nebylo dáno dosti času. Je možné, že v této souvislosti narážel i na nepochopení vedení spolku, protože Živanský byl velmi zásadně proti dovozům jakýchkoli cizích plemen. (Vytvořit novou rasu – tzv. buckfastskou včelu – se podařilo v podstatě až po 100 letech německému mnichu br. Adamu Kehrlemu, v anglickém klášteře v Buckfastu.)

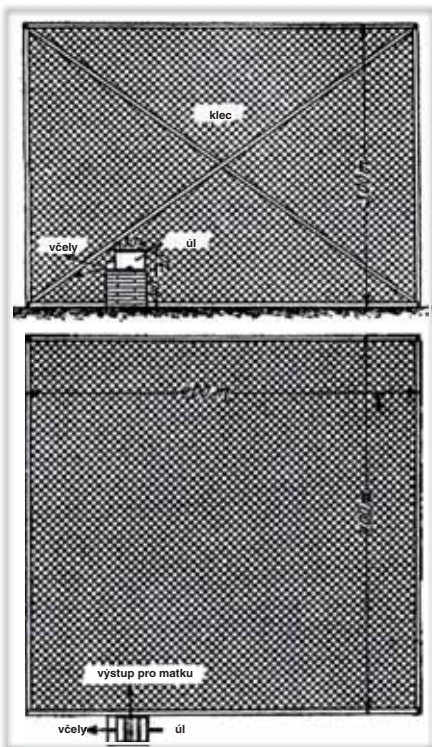
Křížením včelích plemen Mendel možná usiloval i o potvrzení svých hybridizačních koncepcí získaných pokusy na rostlinách. Zkoušel kon-

trované oplozování včelích matek, a to v různě upravených klecích o rozměrech 4 × 4 × 3 m. Jeho pokusy však nebyly úspěšné. Teprve později se zjistilo, že matky se spojují s trubci ve značné výšce. Protože se však včelí matka páří s více trubci, což se v Mendlově době ještě nevědělo, byly štěpné poměry v hybridních včelstvech oproti rostlinám odlišné. Ze zpráv o výskytu hybridních včel v okolí odhadoval vzdálenost, kterou překonávají trubci i matky při snubních letech. Tehdy to bylo 4–5 km.

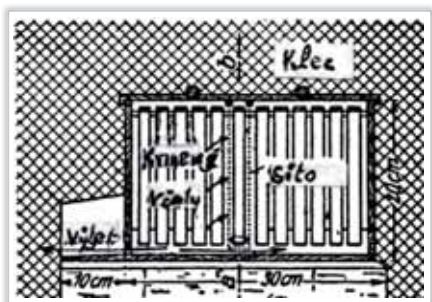
I neštěstí, které ho potkalo v letech 1872 a 1873, kdy mu uhynula včelstva na hnilobu plodu, dokázal Mendel využít k nalezení praktického východiska, které platí dodnes: včelstva nezachraňovat, neléčit, ale vysířit, spálit a úly desinfikovat.

O Mendlově včelaření dovídali se včelaři zprostředkovaně, ze zpráv spolkového časopisu *Včela brněnská* (v německé verzi *Die Honigbiene von Brünn*), kde se referovalo o schůzích představenstva spolku a odborných debatách na nich nebo kde jiní včelaři popisují své návštěvy na Mendlově včelíně. Ze všech těchto zpráv z dnešního pohledu vyplývá, že Mendel patřil po odborné stránce mezi přední včelařské vědecké pracovníky své doby. Typické pro něho bylo, že zjištěné poznatky okamžitě využíval prakticky a navíc je nezištně a rád dával k dispozici včelařské veřejnosti, kdykoli o ně někdo projevil zájem.

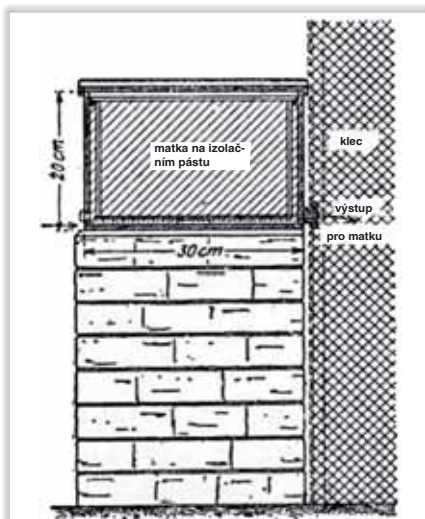
Pro Mendlova badatelského ducha je charakteristická věta: „...ještě důležité, aby každý včelař něco zkoušel, co se týká včelařství, neboť jenom na takové cestě možno do-



Nárys a půdorys Mendelovy klece na oplozování matek (podle Iltise, 1924)



Vnitřní uspořádání úlu pro oplozování matek



dělali se výsledků prospěšných...“. Tato věta platí dodnes jako duchovní dědictví pro každého, kdo to se včelami myslí vážně.

Osud včelínu po odchodu J. G. Mendela na věčnost není podrobně zmapován. V roce 1965 byl zčásti rekonstruován, v 80. letech 20. století někteří včelaři ze ZO ČSV Brno-Královo Pole měli na včelíně stanici pro chov včelích matek. Poté místo postupně opět zpustlo.

Při přípravách oslav 180. výročí narození J. G. Mendela, byla v klášteře na Starém Brně otevřena zcela nově pojatá výstava o jeho díle a současně se zde uskutečnilo i odborné setkání světově významných badatelů v oboru genetiky. Při této příležitosti byla také zahájena celková dlouhodobá rekonstrukce včelína. Péčí Augustiniánského opatství a Mendlova centra, provozovaného Společností pro podporu výzkumu genomu Vídeňské univerzity, které v tomto opatství sídlilo, byla postupně opravena budova včelína a nejbližšího okolí.

Především byly obnoveny okapy a odtok vody ze střechy, která byla následně natřena ochranným nátěrem. Rekonstruována byla ztrouchnivělá část stropu pracovní, ošetřena a znovu natřena dřevěná část sloužící k umístění úlů – tedy i vlastní přední díl včelínu. Ve svahu za včelínem byla vykácena houština akátů a rdesna baldušánského. Náročně jak pracovní, tak i finančně bylo odstranění starého drátěného plotu, prorostlého vegetací a jeho nahrazení dnes krásným novým oplocením. Byl revidován elektrický rozvod. Před třemi lety se zřítila kamenná zeď za včelínem a musela být rekonstruována. Byl proveden druhý přístup ke včelínu brankou ve zdi směrem od Mendelova musea. Jako poslední byly nahrazeny zchátralé dveře a okna. Zbývá obnovit komínové větrání do sklepa, kterým zatéká. Na některých místech potřebuje zdivo injektáž a stabilizaci. Pravidelné a nemalé úsilí vyžaduje každoroční údržba vegetace.

Od roku 2001 probíhalo z iniciativy pana opata Martince oživení místa včelami. První 4 včelstva daroval p. Daněk z Brna. Ta byla následně převedena



Mendelův včelín v současnosti – studentky se seznamují se včelami

do nástavkových úlů. Dále M. Zelený věnoval dva úly Langstrothova typu hotové k osazení. V. Břínek daroval tři úly na míru 39×34 a vzorky sortimentu. Ze VČELPA jsme získali 6 kg mezistěn. Ukázku úlů Optimal dodal V. Ptáček stejně jako úly podle vzoru MUDr. Kučery. Na kompletizaci historických úlů se podíleli J. Bartoněk, J. Hudeček, V. Faltýnek, O. Londýn, A. Ondroušek. Rámky a dveře k moravským stojanům zhotovil Z. Štukl. Naše díky patří i ÚV Českého svazu včelařů za finanční pomoc celkem 50 000,- Kč a OV ČSV v Brně za pomoc 19 tisíc Kč. Za pracovní výpomoc patří dík F. Skalskému, stejně jako několika místním dětem, které na včelín občas docházely.

Na místě Mendelova Centra se dnes nově nachází Mendelovo museum, které patří Masarykově univerzitě. K museu náleží i areál včelína, který museum spravuje v současnosti.

Včelín navštívila řada hostů ze zahraničí (Izrael, Japonsko, Kanada, Polsko, Rakousko, USA, Velká Británie). Podle zájmu se zde konají přednášky pro včelaře různé odborné úrovně jak z Brna, tak z ČR, kteří si mohou prohlédnout jak exponáty, tak obsazené úly různých typů. Pro Mendelovo museum byla v roce 2010 připravena speciální výstava o včelách. Do roku 2010 probíhala na včelíně výuka Aplikované fyziologie hmyzu pro Přírodovědnou fa-

kultu Masarykovy univerzity. Včelín dnes žije podobně jako odkaz jeho stavitele.

doc. RNDr. Vladimír Ptáček, CSc.
Zemědělský výzkum s.r.o.
Zahradní 1, 664 41 Troubsko
ptacek.home@cmail.cz

<http://www.mendelmuseum.muni.cz/>
<http://www.opatbrno.cz/>
<http://www.vigorbee.cz/mendel/>
<http://www.n-vcelari.sk/sal/VCELY28.html>
<http://www.jgmendel.wz.cz/jgmendel.htm>
<http://www.sci.muni.cz/ptacek/mendeluv-vcelin.htm>

Beránek V., 1973: Vývoj racionálního včelaření na Moravě a ve Slezsku. – Vlastivědný věstník moravský, 1973, XXVI, 257–266, 1974, s. 55–60.

Beránek V., 1989: Nové informace o Mendelově včelařském výzkumu. – Dějiny věd a techniky, r. 22, č. 2, s. 91–100.

Iltis, H., 1924 Gregor Johann Mendel: Leben, Werk und Wirkung. Springer, Berlin.

Loveček J., 1963: Řehoř Mendl včelařem. – Kroužek lidových včelařských výzkumníků v Olomouci, 24 stran.

Orel V., Rozman J., Veselý V., 1965: Mendel as a beekeeper. – Published in honour of the centenary of the publication of Mendel's discoveries in Brno in 1965. The Czechoslovak Apicultural Society, The Research Institute of Apiculture, Gregor Mendel Dept. of Genetics, Moravian Museum. Brno, August, 1965.

Rozman J., Veselý V., Kühn J., 1965: Johan Gregor Mendel a včelařství. – Vydal Československý svaz včelařů pro potřebu svých členů. Polygrafia, Praha, 46 stran
Vecerek O., 1965: Johan Gregor Mendel as a beekeeper. – Bee World, Vol. 46, No. 3, pp. 86–96.

Imunita včel

Jiří Danihlák

Cílem výzkumu včelí imunity a včelích chorob je získání nových poznatků o účincích jednotlivých patogenů na včelí imunitu. Vyšlechtění odolných kmenů včel vhodných do různých oblastí na Zemi je snem nejednoho včelaře – šlechtitele. Můžeme se zabývat výzkumem samotných patogenů, jejich populační dynamikou nebo mírou ovlivnění včelstev. Na druhou stranu je také nutné zabývat se obranyschopností – imunitou jednotlivých včel a včelstev, objevování rozdílů v míře a rychlosti imunitní reakce proti konkrétním patogenům. Získané výsledky nám mohou pomoci při selekci včelstev odolných proti nemocem, nepotřebujících časté léčebné zásahy a prosperující i bez velké péče včelaře.

Včela jako jedinec má svůj imunitní systém, který se skládá ze tří vzájemně provázaných úrovní. Úplně nejzákladnější obrana před patogeny je zabránění jejich vstupu do těla hostitele, takže jako první úroveň imunitní reakce můžeme považovat tzv. fyzikální bariéry – kutikula, stěna žaludku a střeva, stěna trachejí. Pokud už se patogenní částice dostane do těla hostitelského organismu (hemolymfy), musejí pomoci imunitní buňky. Tuto část označujeme jako buněčnou imunitu organismu. Včely mají v hemolymfě buňky nazvané hemocyty, jsou to hmyzí analoga lidských leukocytů. Tyto buňky mají schopnost pohlcovat (fagocytovat) a zapouzdřovat (enkapsulovat) cizí buňky, čímž je vlastně likvidují. Buněčná imunita je úzce spjata s humorální imunitou. Některé hemocyty jsou schopny produkovat chemické látky, které patří do třetí úrovně imunitní reakce – tzv. humorální imunita. Humorální imunitu tvoří enzymy (lysozym, fenoloxidasová kaskáda), glykoproteiny (lektiny) a antimikrobiální peptidy (apidaecin, abaecin, hymenoptaecin, defensin, royalisin).

Protože včela patří mezi sociální hmyz, kdy v jednom hnízdě (úle) se vyskytuje několik desítek tisíc jedinců, samotná obranyschopnost

jednotlivých včel by byla nedostatečná. U včel se setkáváme s dalším typem reakcí, majících za následek obranyschopnost celého včelstva, nikoli jen jedné včely. Tento typ imunity označujeme jako sociální imunita. Do této skupiny imunitních reakcí patří včelařům velmi známé hygienické chování, grooming nebo VSH (Varroa Sensitive Hygiene).

Imunitní reakce jednotlivých včel se mění s věkem, mladé včely kojičky mají např. větší tukové těleso než včely létavky. V tukovém tělese jsou produkovány antimikrobiální peptidy, které mj. kojičky produkují i do krmné kaše plodu. Mění se aktivita enzymu fenoloxidasu, která s věkem naopak roste. Včely jsou tedy v různém věku různě náchylné k infekci.

V souvislosti s CCD jsou nyní mnohem více zkoumány včelí viry, výzkum ukazuje, že za úhyny včelstev mohou pravděpodobně kom-

binace viróz či hub (*Nosema* spp.) a kleštíkovitosti. Je prokázáno, že kleštík včelí slouží jako přenašeč mnoha viróz, s nárůstem populace kleštíka ve včelstvu narůstá současně i množství virionů ve včelstvu. Při vysokém napadení kleštíkem je možné si všimnout nárůstu počtu včel s deformovanými křídly (DWV). Jak virózy ovlivňují imunitní systém včel, není dosud náležitě prozkou-

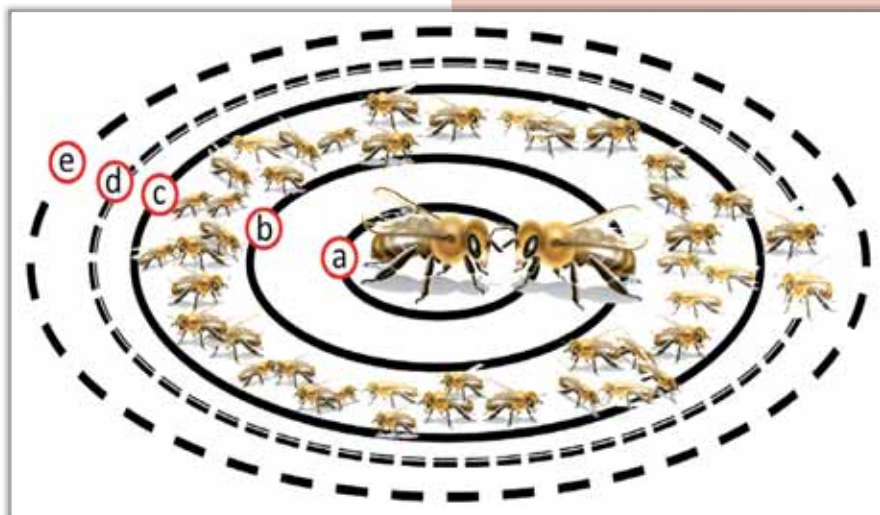


Schéma obranyschopnosti včelstva

a – individuální imunita jednotlivé včely, b – párová obranyschopnost (např. grooming); c – obrana celého včelstva před patogenem (VSH), d – minimalizace možnosti vniknutí patogenu do prostředí úlu; e – používání dalších ochranných prostředků, např. propolisu k desinfekci prostoru úlu (převzato a upraveno dle Evans a Spivak, 2010)

máno. Jednotlivá včelstva vykazují různou odolnost proti virózám.

Antimikrobiální peptidy, látky zmíněné v souvislosti s humorální imunitou, jsou namířeny především proti bakteriálním a houbovým patogenům. Peptid abaecin vykazuje silnou účinnost proti bakterii moru včelího plodu. Jeho nadexprese v případě infekce by mohla vést k vyléčení včel, potažmo i celého včelstva. Dokonce je zjištěno, že míra exprese abaecinu má koeficient dědivosti $h^2=0,3-0,4$ (Decanini et. al, 2007), sledování exprese abaecinu by mohlo vést k selekci potenciálně odolných včelstev. Na odolnosti včelstev proti moru včelího plodu se však podílí i faktory ze sociální imunity – včelstva s dobrým čistícím pudem mají větší šanci ozdravit se bez vzniku nebo přetrvání klinických příznaků choroby. Na rozvoj choroby má vliv i prostředí úlu, resp. propolis, kterým je celý úl desinfikován. Tento příklad nám dokladuje provázanost jednotlivých součástí imunity včel a včelstva.

Imunitní systém včel není ovlivňován jen patogeny, proti kterým je vlastně namířen, ale i abiotickými vlivy z prostředí. Mezi tyto vlivy patří úroveň výživy, kvalita výživy, xenobiota v životním prostředí, klimatické poměry, úroveň včelařského provozu atp. Již je prokázán škodlivý vliv

pesticidů používaných proti varroóze, taktéž se diskutuje o vliv pesticidů používaných v zemědělství k ošetřování rostlin před škůdci. Zajímavou kapitolou výzkumu se stávají probiotika, symbiotické mikroorganismy žijící v trávicím ústrojí včel a pomáhající s trávením potravy.

V souvislosti s výživou včel bych rád zmínil důležitost pylové snůšky. Pyl je bohatým zdrojem proteinů pro včelí organismus, jednostranná pylová výživa může mít za následek pokles obranyschopnosti jednotlivých včel a následně i celých včelstev.

Bohužel stále máme málo informací o imunitě včel. Na Katedře biochemie PřF UP v Olomouci se věnujeme výzkumu antimikrobiálních peptidů včel, vývojem metod jejich detekce a měřením rozdílů v koncentracích peptidů při nákaze patogeny. Výstupy měření vzorků včel by měly sloužit na počátku pro základní výzkum a posléze i pro včelařskou praxi – šlechtění.

Mgr. Jiří Danihlik
Katedra biochemie PřF UP
v Olomouci
j.danihlik@gmail.com

Literatura:

- Alaux, C., F. Ducloz, et al. (2010). „Diet effects on honeybee immunocompetence.“ *Biology Letters*.
- Andreu, D. and L. Rivas (1998). „Animal antimicrobial peptides: An overview.“ *Biopolymers*47(6): 415–433.

Decanini, L. I., A. M. Collins, et al. (2007). „Variation and heritability in immune gene expression by diseased honeybees.“ *Journal of Heredity* 98(3): 195–201.

Evans, J. D. and D. L. Lopez (2004). „Bacterial Probiotics induce an immune response in the honeybee (Hymenoptera : Apidae).“ *Journal of Economic Entomology* 97(3): 752–756.

Evans, J. D. and M. Spivak (2010). „Socialized medicine: Individual and communal disease barriers in honeybees.“ *Journal of Invertebrate Pathology* 103 (Supplement 1): S62–S72.

Genersch, E., S. Gisder, et al. (2009). „Deformed wing virus: replication and viral load in mites (Varroa destructor).“ *Journal of General Virology* 90: 463–467.

Gliński Z. and J. Jarosz (2001). „Infection and immunity in the honeybee *Apis mellifera*.“ *Apiacta*36 (1): 12–24.

Gregorc, A. and J. D. Ellis (2011). „Cell death localization in situ in laboratory reared honeybee (*Apis mellifera* L.) larvae treated with pesticides.“ *Pesticide Biochemistry and Physiology*99(2): 200–207.

Harbo, J. R. and J. W. Harris (2009). „Responses to *Varroa* by honeybees with different levels of *Varroa* Sensitive Hygiene.“ *Journal of Apicultural Research*48(3): 156–161.

Laughton, A. M., M. Boots, et al. (2011). „The ontogeny of immunity in the honeybee, *Apis mellifera* L. following an immune challenge.“ *Journal of Insect Physiology* 57(7): 1023–1032.

Wilson-Rich, N., S. T. Dres, et al. (2008). „The ontogeny of immunity: Development of innate immune strength in the honeybee (*Apis mellifera*).“ *Journal of Insect Physiology* 54(10–11): 1392–1399.

Existuje u včely medonosné vztah mezi ovogenezí a odolností?

Vladimír Ptáček

Jednou se mi stalo, že včelstvo, které odcházelo – sláblo a přestávalo plodovat, se samo uzdravilo. Jako zázrakem se objevil kvalitní plod a nové generace mladých včel jako by o chorobě nevěděly. Nevím, o jakou nemoc šlo, ale případ mě natolik zaujal, že jsem začal přemýšlet o možných činitelích, které se projeví v rezistenci (odolnosti) nově vzniklého včelstva.

První věc, která nás napadne, je, že včelstvo si vychovalo mladou matku. Ta po oplo-

zení v přírodě přinesla v otcovských genech vlohy pro odolnost vůči přítomnému patogenu.

Napadají nás však i další otázky, které by s tímto jevem mohly souviset:

Mohla matka začít používat spermie jiného otce? Jsou ve spermatéce pomíchané nebo v jakýchsi shlucích, které působí, že po určité době je ve včelstvu více těch nebo oněch polosester? Takže některé z nich mohly projevit vyšší odolnost?

Je genetická pestrost v trubčím populaci spermií v semenném váčku mat-

ky pro podobné záležitosti důležitá?

Mohly včely ve včelstvu samy nějak ovlivnit vchovanou matku?

Mohou včely ovlivňovat „kvalitu“ matkou kladených vajíček a tak přispívat k rozmanitému čtení genotypu následujících generací dělnic?

Hledání odpovědí

Genetická povaha včelí rodiny je již dlouho zkoumána. Klasický model využívá označení A a B pro genotyp matky a C pro genotyp otce. Trubci



se normálně vyvíjejí z vajíček neoplozených, mají tedy genotyp A nebo B. Je však známo, že matky se páří s několika trubci. Údaje se různí od 6–9 do 20 na jednom americkém webu. Pro další úvahu budeme tedy místo písmen používat pro jednotlivé trubce, s nimiž se matka spářila, čísla.

Matka AB bude mít v semenném váčku spermie 1, 2, 3, 4, až N, které se rovná počtu trubců, s nimiž se spářila. V rodinné populaci včelstva budou tedy sestry a polosestry typů A1 a B1; A2 a B2; A3 a B3, A4 a B4; až AN a BN.

Nyní není bez významu, zda matka může oplozovat vajíčka ze spermatéky směsí spermií volně nebo zda jsou určitým způsobem vázané. V prvním případě by ve včelstvu byla pestrá směs dělnic jak příbuzných (A1, A2, A3..., tak nepříbuzných A1, B3)

Příklad skupin různé příbuznosti:

- Příbuzné po matce: A1; A2; A3–AN též uvnitř linií A1 s A1;
- B1; B2 ; – BN též uvnitř linií B1 s B1, B4 s B4 atp.
- Příbuzné po otci: A1 a B1, A2 a B2, A3 a B3 až AN a BN.
- Příklady včel nepříbuzných: A1 B2; A1 B3, A1 B4, A2 B1, a řada dalších, A2 BN; A3 BN.

Model předpokládá, že se matka spářila s nepříbuznými trubci.

Jak již bylo uvedeno, matka AB bude produkovat trubce linie A a linie B. Trubcokladné dělnice ovšem kromě těchto dvou linií by teoreticky produkovaly i celou škálu trubců linií, jimiž byla jejich matka oplozena. (1, 2, 3 až N)

To, že se matka páří s více trubci, zajisté není bez důvodu, protože jediný by stačil počtem spermií pokrýt potřebu běžného včelstva.

Co mohou včely jako nositelky určitých vloh ovlivnit?

Například, zda se z diploidního (oplozeného) vajíčka vyvine matka nebo dělnice.

Jde zde o příklad tzv. epigenetiky, kdy vnější faktory působí na čtení a přepis určité části genetické informace, která se tak projeví ve fenotypu (vnější vzhled i funkce) jedince. Konkrétně – krmením mateří kašičkou, produktem hltanových žláz dělnic, se v chromozomech larvič-

ky budoucí matky odvíjejí a přepisují (transkripce) informace, které ovlivní růst larvy a její metamorfózu v typ matky, ačkoli genetická informace se neliší od jiných larviček, které však speciálním krmením ve svém vývoji směřují k typu dělnic. U včel je tento jev dávno znám, avšak jeho detailní pochopení má řadu mezer.

Epigenetika se dnes bouřlivě rozvíjí. Ukazuje se, že prakticky u všech úrovní eukaryot (organizmů s buňčnými jádry) prostředí, někdy více než bychom očekávali, ovlivní využívání genetické informace, která je dána do jádra oplozeného vajíčka – zygoty. U člověka např. stravování matky v době těhotenství může mít vliv na zdravotní stav dítěte, třeba i v jeho dospělosti.

Epigenetické procesy fungují na různých úrovních. Již při přepisu genetické informace v jádře může docházet k tzv. metylaci některých úseků DNA a tím jejich inaktivaci; mohou se blokovat histony, což jsou proteiny (bílkoviny), které se starají o správné smotání a rozmotání dvoušroubovice DNA (nositelka dědičnosti uložená v chromozomech v jádře). U savců je známo, že po oplození vajíčka si tato nyní živá a samostatná buňka odstraní histony spermie a nahradí je svými (jako by si se svými proteiny lépe rozuměla). Při transkripci mRNA (messenger RNA – posel, paměťová, informační) dochází k vystřihování a spojování úseků nazývaných exony, které jsou určené pro přepis v cytosolu (obsah buňky vně jádra) a jejich oddělování od úseků, které zůstanou v jádře a momentálně se nevyužijí (introny). Na těchto dějích se podílí



jednak tzv. malá jaderná RNA (snRNA – small nuclear RNA), která připravuje požadovaný řetězec mRNA na vstup do cytosolu, kde jej čeká přepis nesené informace na ribozomech. (Ribozomy jsou malá tělíska, dvoujednotkové komplexy proteinů a RNA (rRNA, ribosomal RNA). Na nich vznikají, opět za pomoci RNA (tRNA – transferová, specifická pro každou aminokyselinu) proteiny podle informace (pořadí nukleotidů) v mRNA, a to zřetěžením aminokyselin specifickým pro každý protein. Proteinů je v organismech ohromné množství, např. strukturní (roh, vlasy), funkční (svalovina). Zcela převažující množství má funkci enzymatickou – řídí biochemické reakce. Proteiny samy mohou mít jednoduchý i zcela komplikovaný prostorový tvar, tzv. konformaci. Tu ovlivňuje řada činitelů a změna konformace proteinu může způsobit jeho aktivaci a zapojení do reakce nebo naopak jeho utlumení.

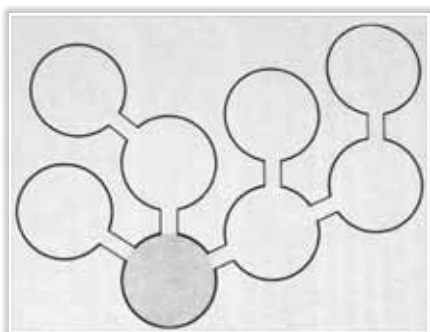
V epigenetických procesech jsou to proteiny, které blokují nebo odblo-

kovávají určité úseky DNA a ovlivňují tak další osud buňky, případně celého organismu.

V posledních asi deseti letech masivně roste množství publikací o nově nalezených strukturách v živých tělech, tzv. microRNA (zkráceně miRNA). Jde o malé kousky RNA – dvojitě řetězce o nízkém počtu párů nukleotidů (stavebních jednotek, kterých bývá kolem dvaceti). Jsou více méně rovné, mají tvar sponky. Existuje mnoho různých typů. Nacházejí se jak v buňkách, tak mezibuněčných prostorech většiny eukaryotických organismů; u člověka i včely medonosné určitě. Jejich funkce zdaleka není prozkoumána, každý výzkum přináší nové objevy. Zatím se ví, že se podílejí jak na procesech genové regulace – úprav jaderných RNA, tak na jejich funkci mimo jádro v cytosolu. Fungují rovněž jako enzymy. Jejich běžnou vlastností je, že mohou pronikat ven z buněk a zpět do buněk. Kolega Doc. Vácha zjistil, že miRNA pokusně injikované do hemocoelu (vnitřní dutá část těla s kolující krvomizou) švába, byly v krátké době nalezeny i v buňkách mozku.

Jsou to tedy proteiny, a miRNA, které se účastní na procesech souvisejících se čtením genetické informace a jejím přeskupením do viditelné struktury, a to jak během embryonálního vývoje, tak i v životě dospělce.

Při pohlavním rozmnožování pro-



Obr. 2 – Schéma znázorňující spojení mezi budoucím oocytem (tmavší buňka dole) a trofocyty u octomilky, která má podobný systém tvorby pohlavních buněk jako včela medonosná. Buňky se ještě jednou rozdělí a pak dojde ke růstu oocytu na úkor 15 trofocytů. (Podle Kinga 1964, in Chapman, 1975.)

chází každý jedinec stadiem oplozeného vajíčka – zygoty. Při oplození dochází údajně k silnému poklesu entropie, v nové nyní již samostatně žijící buňce nastane řád. Pak se zygota začne mitoticky dělit a za součinnosti proteinů a různých forem RNA vytváří postupně mnohobuněčný organismus s mnoha typy různých buněk a struktur. Do těchto procesů vstupují látky přítomné v cytoplasmě, které mají za úkol regulaci buněčného dělení (proliferaci – množení buněk a diferenciaci – vznik určitých typů buněk).

Většina organismů se v rané fázi embryonálního vývoje postará o tzv. prapohlavní buňky. Těch bývá poměrně malé množství a čekají někde bokem mimo bouřlivé dělení buněk ostatních tkání. Tak je chráněna čistota genomu druhů při přenosu z generace na generaci. Když se začnou zakládat pohlavní orgány, prapohlavní buňky do nich vcestují a čekají na pokyny hormonů, aby začaly produkovat zralé pohlavní buňky.

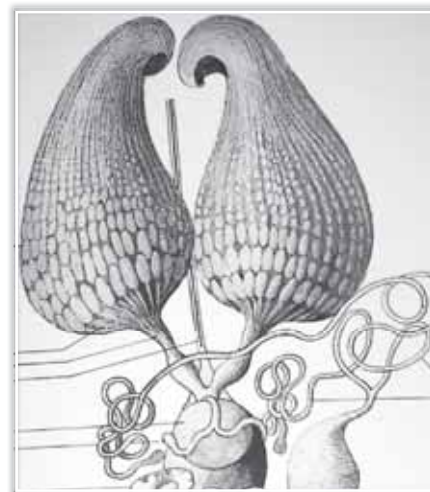
U včel najdeme pohlavní buňky buď ve varlatech trubců, nebo ve vaječnicích matky.

Existují tři fáze vývoje pohlavních buněk z buňky prapohlavní – rozmnožovací, růstová a zrací. Ve zrací fázi dochází většinou k meióze – redukčnímu dělení, které sníží počet chromozómů i chromatid na polovinu.

Spermie trubce se vyvíjejí v rourkách varlat směrem od apexu (vrcholu) k bázi ve skupinách v tzv. spermiocystách. Jejich počet je u včely medonosné hotový při ukončení metamorfózy, jde o buněčný a genetický klon. Po vylíhnutí trubci asi týden vyčkávají ve včelstvu, než se spermie aktivují. Pak létají na oplozovací lety.

U matek jsou prapohlavní buňky situovány ve vrcholech svazků trubčiček párového vaječníku (obr. 1). Každá trubčička je kryta folikulárními buňkami, které udržují strukturu trubčičky a po dozrání vajíčka vytvoří jeho pevný obal (chorion). Spermie ukládá matka po spáření do semenné schránky – spermatéky. Zde zůstávají použitelné po dobu života matky.

Fertilní matky začínají klást postupně stále větší množství vajíček. Na vrcholu vývoje včelstva naklade

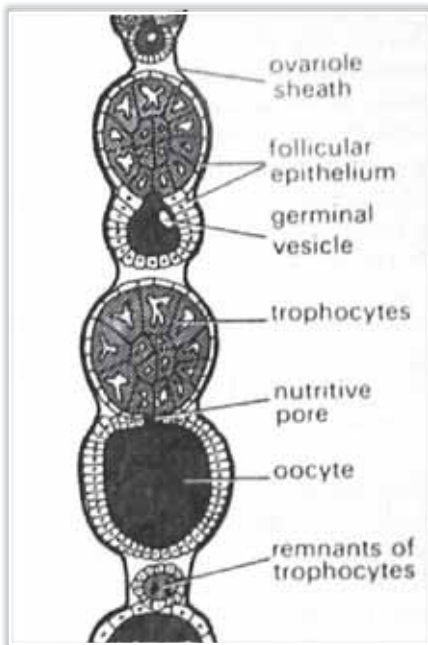


Obr. 1 – Plně rozvinuté vaječníky (ovaria) matky (dole semenná schránka). Jednotlivé vaječné rourky (ovarioly) obsahují dole zralá vajíčka (ootidy), směrem nahoru velikost vaječných buněk klesá. Pod mikroskopem bychom nad každou z nich našli skupinu nutritivních buněk. Podle Schönfelda (1955).

údajně matka denně tolik vajíček, kolik sama váží. (Z praxe víme, že jde o 1–2 tisíce vajíček.) To je umožněno nepřerušovaným proudem krmné šťávy, kterou jí poskytují kojičky prostřednictvím svých žláz.

Vývoj vajíček (ovogeneze) včely medonosné je tzv. polytrofní. V horní části vaječné trubčičky je tzv. germarium, kde prapohlavní buňky mitoticky oddělují svoje buňky dceřiné. Samy si dále ponechávají vlastnost buněk kmenových. Dceřiné buňky – oogonie pokračují v mitotickém dělení (rozmnožovací fáze pohlavních buněk). Původně se dělí synchronně (všechny najednou), později některé v dělení pokračují a jiné nikoli. V jedné gametocystě (daného úseku trubčičky vaječníku) tak vzniká větší počet buněk (u včely medonosné 45). Všechny jsou spojeny cytoplazmatickými výběžky, tvoří klon (obr. 2). Poté se jedna z buněk, situovaná blíže k vývodu trubčičky, začne zvětšovat a rychle roste. Ostatní sesterské buňky (nutritivní, trofocyty) jí předávají součásti vlastní cytoplasmy bohaté na živné látky a různé formy RNA a samy se zmenšují až zakrní (obr. 3).

Jak fáze rozmnožovací, tak i fáze růstová vyžadují trvalý přísun živin. Oocyt intenzivně roste. Sám sice



Obr. 3 – Trofocyty a oocyty v ovariole čmeláka.

Nahoře – začátek růstu oocyty, dole zbytky trofocytů před téměř zralým vajíčkem, které je viditelné částečně.

(Podle Kinga 1964, cit. in Chapman, 1974.)

také vykazuje intenzivní syntetickou aktivitu, avšak velká část cytoplazmatických látek je vajíčku předána přímo. (U jiného hmyzu byly nalezeny spojky zvané fuzómy, které tok látek umožňují.)

Po dokončení výživy, když se vajíčko nachází ve vejcovodu, dojde ve vaječné buňce k již zmíněné meióze. Kromě vlastního jádra vzniknou tři malá přídatná jádra, která jsou resorbována. U včel medonosných není při prvním zracím dělení vyloučen crossing-over, což je výměna částí nesesterkých chromatid mezi chromozómy A a B, než se rozejdou. Je tedy možné další zvětšení genetické variability produkovaných vajíček.

Po meióze vzniklo z oocyty zralé vajíčko – ootida. Je to velká buňka vybavená žloutkem, haploidním jádrem, jádrem a pevným obalem s otvůrkem pro průnik spermií (mikropyle).

Z uvedeného vyplývá, že ovogeneze matky je silně závislá na aktivitě včel, které jí předávají krmnou šťávu. Její složení je zatím prozkoumáno nedostatečně a navíc není vy-

loučeno, že se za různých okolností mění.

V této souvislosti lze položit několik teoretických otázek, které by ovšem měly i praktický dopad:

1. Může složení krmné šťávy předávané matce obsahovat biologicky aktivní látky (proteiny, miRNA a jiné), které se modifikovaným trávením dostávají do hemocelu a odtud do buněčných procesů vedoucích ke zralému vajíčku (výživa sesterských ogonií, regulace syntézy samotného oocyty)? Cytoplazma vajíčka by pak byla vybavena látkami potřebnými pro vhodné využití genetické informace uložené v jádrech somatických (tělesných) buněk budoucího jedince.
2. Pokud by platil první předpoklad, mělo by smysl ptát se, zda vyšší genetická variabilita ve včelstvu může působit příznivě jako možnost výběru geneticky vhodně vybavených krmiček pro momentálně potřebné složení krmné šťávy předávané matce, a tím i možnost správné reakce na působení patogenů?
3. Mohou krmičky pečující o larvy mladých matek přidávat do mateří kašičky specifické biologicky aktivní látky, které by ovlivnily složení cytoplazmy a možná i karyoplazmy buněk budoucích matek, což může mít vliv na vhodný projev fenotypu (odolnosti) budoucích dcer?
4. Mohou matky odchované ve včelstvu s geneticky nepříbuznými dělnicemi získat jiné žádoucí vlastnosti? Např. má smysl použít chovná včelstva vykazující určitý typ rezistence pro odchov mladých matek po matkách s jinými žádoucími vlastnostmi?
5. Je vhodné vytvářet záměrně chovná včelstva s nepříbuznými dělnicemi?
6. Stojí zato vytvořit v ČR laboratoř, která by byla schopna testovat míru příbuznosti dělnic ve včelstvech?

Jako podporu pro výše uvedené náměty lze považovat práci Švýcarů (Schmid-Hempel a kol., 2005), kteří zjistili, že matky čmeláků zemičích, které byly před tím, než založily hnízdo, uměle vystaveny působení

antigenů (injekce mrtvých bakterií do tělní dutiny), předaly vyšší schopnost antibakteriální odpovědi dělnicím, které následně vchovaly.

doc. RNDr. Vladimír Ptáček, CSc.
ZV Troubsko, s.r.o.
Zahradní 1, 664 41 Troubsko
ptacek.home@cmail.cz
<http://www.sci.muni.cz/ptacek/>

Použitá literatura a možnosti dalších informací:

Calderone N. W., Robinson G. E., Page R. E., 1989: Genetic structure and division of labor in honeybee societies. *Cellular and Molecular Life Sciences*, Volume 45, Number 8, 765–767,

Chapman R.F., 1975, *The insects, structure and function*, The Engl. Univ. Press, Ltd., London, 817 p.

Chuang J.C., Jones P. A., 2007: Epigenetics and MicroRNAs. – *Pediatric Research*, 61, 5, P 2

Page R. E., Kimsey R. B., Laidlaw H. H., 1984: Migration and dispersal of spermatozoa in spermathecae of queen honeybees (*Apis mellifera* L.). *Cellular and Molecular Life Sciences* Volume 2, 182–184

Schmidt-Hempel P, Schmidt Hempel R, Kleinlogel I, Sadd B.M., 2005: Trans-generational immune priming in the social insects. *Biology Lett.*, 1, s 336–388.

Schönfeld A., 1955: *Anatomie, morfologie a fyziologie včely medonosné*. ČAZV, SPN, Praha, 370 s.

Snodgrass R.E., 1956: *Anatomy of the honey bee*, Cornell University press.

<http://www.bioreprod.org/content/82/3/473.full>

<http://www.biomedcentral.com/1471-2164/10/472>

<http://scienceworld.cz/biologie/co-je-to-epigeneticka-dedicnost-3570>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2447852/>

<http://www.pnas.org/content/106/27/11206.full.pdf+html>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17413852>

<http://www.epigenie.com/EPIGENETICS/Plant-Insect-Epigenetics.html>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20374304>

<http://www.sciencemag.org/content/317/5836/362.short>

<http://www.nature.com/nature/journal/v443/n7114/full/nature05260.html>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1929063/>

<http://the-scientist.com/2011/09/20/plant-rnas-found-in-mammals/>

Zootecnický význam klasifikace plemen včel rodu *Apis*

Antonín Přidal

Příspěvky byly předneseny na konferenci *Včelařský výzkum v době J. G. Mendela a dnes konané v Brně dne 15. 10. 2011*

Na světě je popsáno celkem 9 druhů včel rodu *Apis* (včela)¹. U řady z nich nebyly popsány poddruhy. Naopak nejvíce poddruhů bylo popsáno u včely medonosné (*Apis mellifera*). Několik poddruhů bylo popsáno u včely východní (*A. cerana*) a včely obrovské (*A. dorsata*). Zejména při porovnání počtu poddruhů včely medonosné a v. východní je patrné, že počet popsáných poddruhů je jednoznačně výsledkem intenzity průzkumu jejich populací. Dokonce řada jmen poddruhů včely medonosné je dnes považována obecně za synonymum jmen jiných poddruhů (např. *A. m. rodopica* Petrov, 1991 = *A. m. macedonica*, Ruttner, 1988). Tedy počet jmen je vyšší než dnes uznávaný počet poddruhů. Kdyby byly populace včely východní stejně intenzivně prozkoumány jako u včely medonosné, jistě by bylo zjištěno více poddruhů, např. nedávno popsané *A. cerana heimi-feng* Engel, 1999². Na straně druhé je skutečností, že rozloha a členitost území původního rozšíření včely medonosné (Evropa, Blízký Východ a Afrika) je značná, a zakládá tak k dostatečné horizontální izolovanosti jednotlivých populací tohoto druhu, která je nezbytná ke vzniku poddruhů.

Poddruhy u včely často označujeme za plemena či rasy. Řada dnešních plemen hospodářských zvířat však vznikla činností člověka, proto plemena včel považujeme převážně za plemena geografická nesoucí vědecká jména a nikoliv za uměle vzniklá (kulturní, zootecnická plemena), jako je tomu například u psů či drůbeže. Z tohoto pohledu je postavení plemen včel dosti osamocené mezi plemeny hospodářských zvířat. Dokonce jejich vymezení není pro chov tolik určující, jako u plemen

obratlovců. Například rozdíly mezi tažnými koňmi a teplokrevníky nebo Trpasličím pinčem a Irským vlkodavem anebo Herefordem či Holštýnským plemenem u skotu. V těchto případech plemeno silně předurčuje účel chovu. U včely medonosné tyto rozdíly neexistují v takové míře, tedy neexistuje užitková specializace. Naopak si více všímáme rozdílů v tzv. doprovodných vlastnostech (např. temperament, reprodukční vlastnosti aj.) anebo dnes stále více znaků vitality (např. hygienické chování, varroatolerance apod.). Jisté rozdíly ve vitalitě nacházíme i mezi plemeny, a proto se u vhodných plemen snažíme hledat geny důležité pro zlepšení zdraví včel³.

Dalším specifickým u včel je skutečnost, že rozlišení plemen není možné na úrovni kvalitativních znaků a jednotlivce na rozdíl od např. výše jmenovaných plemen obratlovců. U včel je zapotřebí měřit znaky kvalitativní pomocí tzv. morfometrie těla včel (např. sosák, křídelní žilnatina, žihadlo, tergity apod.) a vždy u několika jedinců z daného včelstva. Nelze tedy stanovit přesně plemennou příslušnost jedince – např. matky nebo trubce. Příslušnost matky určujeme podle jejího dělnického potomstva. Je-li takové potomstvo hybridní (matka a otec jsou příslušníky odlišných plemen), nelze plemennou příslušnost rodičů určit.

Konkrétní dvě plemena však od sebe odlišit lze, když se výrazněji liší. Dobrý příklad se nám dochoval z dob J. G. Mendela, který choval v Brně v zahradě opatství na Starém Brně několik plemen⁴: *A. m. mellifera*, *A. m. cyprica*, *A. m. ligustica*, *A. m. lamarkii*. Prováděl i různé pokusy s pářením včely medonosné a díky barevné odlišnosti (výrazně žlutá hrud) *Apis mellifera cyprica*

zjistil, že trubci létají velmi daleko od včelína, kde se páří s nepříbuznými matkami. Jeden včelař z Nového Lískovce (městská část Brna vzdálená od dnešního Mendelova náměstí necelé 3 km) mu totiž hlásil, že má včelstvo s nápadně žlutými včelami. Mendel hned věděl, že jde o potomstvo po trubcích kyperského plemene, které choval v zahradě kláštera, aniž by musel provádět složitá morfometrická měření.

Vlastnosti plemen jsou odvozeny z původních popisů či z následných publikací, které se srovnáváním plemen zabývaly. Nelze však automaticky předpokládat, že každé včelstvo určitého plemene bude mít právě takové vlastnosti, které jsou plemenu obecně připisovány. Jsou k tomu dva základní důvody. Tím prvním je **přirozená variabilita populací**. Druhým důvodem je **hybridizace**, ke které v důsledku lidské činnosti docházelo ve větší míře v posledních desítkách let a stále dochází. I když budete chovat prošlechtěné velmi mírné kraňské plemeno, vždy se v populaci objeví včelstvo, které bude například útočné či jinak výrazně odlišné od průměrných vlastností plemene. Pokud se však srovnávají celé populace jednotlivých plemen, rozdíly mezi nimi jsou odrazem průměrných vlastností takových populací. Silné tmelení u kavkazského plemene je velmi známé, ale u kraňského plemene se občas také vyskytuje. Proto rozdíly mezi plemeny vznikají díky rozdílné:

- frekvenci genů pro vlastnost v dané populaci a
 - intenzitě jejího projevení.
- Proto platí, že **vymezení vlastností plemene platí pro jeho populace, a nikoliv přesně pro jeho jednotlivá včelstva**.

Vlastnosti plemen jsou poplatné

podmínkám, ve kterých docházelo k jejich vzniku. Proto v oblastech, kde je vyšší temperament včel nezbytný pro jejich přežití, bude v průměru více rozvinutý než u populací, které jsou atakům zvenčí vystavovány méně. Proto nacházíme podobné vlastnosti i u plemen, která nejsou geneticky příliš příbuzná, ale žijí v podobných přírodních podmínkách. Z těchto důvodů jsou horská plemena většinou velmi vhodná pro chov, neboť jejich vlastnosti byly utvářeny v podstatně tvrdších podmínkách, a lépe tak odolávají negativním vlivům, se kterými se při chovu nemusejí vždy setkat.

Přírodní podmínky však působí i uvnitř plemen, a proto vznikají tzv. **ekotypy**. Kraňské plemeno zahrnuje několik ekotypů: alpský, karpatský, banátský, dalmatský a makedonský. V rámci těchto skupin pak vznikají kmeny, linie a rodiny. Z uvedeného je patrné, že členění populací může být i za hranicí úrovně poddruhu, přičemž rozdíly mezi jedinci v nižších úrovních mohou být větší než mezi jedinci ve vyšších úrovních.

Přesto je důležité vlastnosti populací plemen znát. Dobře to věděl už bratr Adam, který se snažil najít ideální plemeno pro chov včel. Nenašel je. Namísto toho se rozhodl pro kombinaci víceplemenné křížení. Snažil se kombinovat vlastnosti jednotlivých plemen tak, aby jejich nevhodné vlastnosti potlačil, a naopak jejich přednosti upevnil. Sám přiznal řadu nezdarů, protože jde o velmi náročnou a zdoluhavou plemenářskou práci, která vyžaduje mnoho zkušeností a technickou inseminaci. Očekávat od jednotlivých náhodných dovozů matek ze zahraničí nějaké zlepšení vlastností je krátkozraké a vysoce nebezpečné. V lepším případě se dočkáme pouhého prokřížení, které je u potomstva v dalších generacích vystřídáno vyštepováním nejrůznějších kombinací vlastností a nejméně polovina z nich bude vlastnostmi chovatelsky nepřijatelnými. V horším případě může dojít i k zavlečení choroby, jak nás řada případů z nedávné minulosti poučila – kleštěk včelí (*Varroa destructor*) a lesknáček úlový (*Aethina tumida*).



Mapa původního rozšíření poddruhů (plemen) včely medonosné v Africe

Volné páření včely medonosné umožňuje nekontrolovatelný příliv genů, které lze z populace později odstraňovat jen velmi pomalu. Proto cestou k systematickému a efektivnímu vylepšování vlastností včel u běžných chovatelů může být chov plemen, které je přizpůsobeno přírodním podmínkám dané oblasti. Kombinací liniové a příbuzenské plemenitby lze zlepšovat vlastnosti v souladu s chovatelským cílem. K tomu nám již dávno nestačí jen chovatelské okrsky, ale především technická inseminace⁵. V rámci plemene lze využít jednorázově i zušlechťovací křížení vybranými ekotypy, kmeny či liniemi, mezi nimiž mohou být dokonce rozdíly větší než mezi některými plemeny. Totiž v dostatečně velkých populacích se vyskytují vlastnosti v celém spektru svých možných projevů. Vhodnou selekcí a metodou plemenitby lze tyto vlastnosti upevňovat či eliminovat, jak už na počátku vzniku oboru genetiky naznačil i František Živanský.

František Živanský – předseda Moravského spolku včelařů v Brně v letech 1864 až 1873 – zjistil po předcházejícím nadšení, že vlaš-

ské plemeno je naprosto nevhodné pro naše podmínky. Doslova napsal: „... že by spása našeho včelařství jen od nich závisela, naprosto popíráti musíme!“ Za svoji někdejší propagaci nevhodného plemene se také ve Včele moravské později omluvil: „Ředitelství spolku je si vědomo těžkého hříchu, který samo sobě nikdy neodpustí, že totiž po několik let po sobě pro členy spolku objednávalo cizozemská včelí plemena. Z velké většiny těch včel nic se nevydařilo a odběratelé přišli pomocí spolkového ředitelství ku škodě. Milí včelařové! Důvěřujte radě ředitelství spolkového, které zkušenosti své draze, velmi draze zaplatilo. Cizí plemena včelí našemu vlasteneckému včelařství nepomohou na nohy. Co mu však pomůže, jest neúnavná snaha vždy co nejdokonaleji a zevrubněji poznávat pravou povahu včelí... Na každém včelíně vždy se najde některá čeleď, která zvláště výbornými vlastnostmi nad jiné vyniká. Od takové čeledi nechť hledí dostati co možná četné potomstvo a osaditi jím pomalu celý včelín. Jestliže toho docílil, pak může právem říci, že si odchoval velevzácné ušlechtilé plemeno.“

Vhodnou kombinací se podařilo vytvořit také kulturní plemena včel Buckfast a Elgon. I když dnes jejich podoba není ustálená, protože nejsou systematicky udržovaná, jako je tomu u plemen jiných zvířat, a proto se diskutuje o uznání statusu plemene, tak minimálně v době jejich vzniku bylo lze vlastnosti těchto uměle vytvořených populací dobře charakterizovat a odlišit je tak od jiných. Tato plemena se vyznačují řadou chovatelsky příznivých vlastností a to v různých podmínkách. Dokonce plemeno Elgon bylo tvořeno s cílem zvýšit jeho varroatoleranci, kterou chovatelé zjistili u některých afrických plemen, z nichž některá byla použita v tvorbě tohoto plemene.

Plemeno, kmen či linie nejsou trvale fixované a stabilizované populace. Neustále se mění, a nelze proto vždy pouhým výběrem jména populace spolehlivě i vybírat vlastnosti chovaných včelstev. Vlastnosti je nutné systematicky udržovat a vylepšovat s pomocí technické inseminace. Ale ani ta není nástrojem, který by řešil celý problém. Základem je zvládnutí

metod plemenitby, což vyžaduje jistý cit a zkušenost chovatele^{6,7}.

Klasifikace plemen má význam pro zootechnickou práci. Popis jejich vlastností na základě správně provedených měření je užitečný při vyhledávání jedinců s chovatelsky využitelnými vlastnostmi. Od konkrétního včelstva však nemůžeme očekávat vlastnosti, které se připisují plemeni, jehož je příslušníkem. Včelař by se proto neměl ptát na plemennou příslušnost, ale spíše na vlastnosti populace, z níž jedinec pochází. Pro udržení vlastností populace je důležité posuzování vlastností a výběr vhodných jedinců při použití vhodných stabilizačních (příbuzenská plemenitba) i pozměňovacích (křížení) metod plemenitby. Zatvrzelé používání jen některých postupů či preference pouze jedné plemenné příslušnosti může vést ke snížení genetické variability, která vede i ke snížení zdraví včel. Protože tam, kde se nemohou zcela volně bez jakéhokoliv omezení vlivem lidské činnosti uplatňovat Darwinovy mechanismy přirozeného výběru, k udržení či vytvoření vhodných vlastností musí

nutně nastoupit uplatnění kontroly prostřednictvím principů, za jejichž objevem stál Johann Gregor Mendel.

Ing. Antonín Přidal, Ph.D.
oddělení včelařství
Mendelovy univerzity v Brně

- 1) Přidal A. 2008: Včely rodu *Apis* – jejich taxonomie, rozšíření, srovnávací bionomie a hospodářský význam. In: Čermák K., Kašpar F., Přidal A., Titěra D. a Veselý V.: Včely v novém tisíciletí, Výzkumný ústav včelařský spol. s r.o. 2008, pp. 45–119. [ISBN 978-80-87196-00-7]
- 2) Engel M. S. 1999: The Taxonomy of Recent and Fossil Honey Bees (Hymenoptera: Apidae; *Apis*). *Journal of Hymenoptera Research* 8 (2): 165–196.
- 3) Čermák K. 2007: Varroatolerance tellského a kraňského plemene. *Moderní včelař* 4 (1): 26.
- 4) Beránek V., Orel V. 1988: New documents pertaining to Mendel's experiments with bees. *Suppl. ad Acta Musei Moraviae, Scientiae naturales* 78: 5–16.
- 5) Čermák K. 2008: Kdo a proč se tam shromažďuje. *Moderní včelař* 5 (2): 25.
- 6) Čermák K. 1990: Možnosti liniové plemenitby ve šlechtění včel. *Včelařství* (5): 100–101.
- 7) Čermák K. 1993: Metody plemenitby. *Včelař* 67 (4): 55, (5): 71.

Poznatky o varroatoleranci včel ve světě

Květoslav Čermák

Zprávy o varroatolerantních (VT) včelách jsou k dispozici z různých zemí. Některé dokumentují přirozený vývoj populace VT včel a jsou také zprávy o úspěších v selekci řízené člověkem.

Jedna z prvních informací o přirozeně vyvinuté VT je ze severní Afriky (Ritter aj. 1990) u telského plemene včely medonosné (*A. m. intermissa*) v severozápadní části Tuniska, kam se kleštík včelí (*Varroa destructor*) dostal asi v r. 1976 a poté způsobil rozsáhlé úhyny včelstev. Několik neošetřovaných včelstev však parazitaci přežilo a umožnilo uchování tamní populace včel. Autoři referovali o zvýšení podílu neúspěšných reprodukcí roztoče až na 50 % (převážně šlo o neplodné samičky) a popsali u včel čistící chování (grooming) vůči samičkám parazita. Přirozený vznik VT u části populace včel autoři připisují tomu, že potom-

stvo bylo chováno od matek z přeživších včelstev, zatímco v jiných regionech země byla dovážena odolná včelstva odjinud (i z Evropy), proto tam se VT včel nemohla plně vyvinout.

Podrobně zdokumentoval vývoj VT u dvou plemen včely medonosné (*A. m. capensis*, *A. m. scutellata*) M. Allsop ve své disertaci (2006). V jižní Africe se kleštík včelí šířil od r. 1997. Většina včelařů se rozhodla nepoužívat varroacidy k ošetřování včelstev proti parazitovi. U včel sice byly pozorovány příznaky parazitózy známé z jiných částí světa, došlo i k úhynům části včelstev, ale nebyly rozsáhlé. Včelstva

postupně probudila a zaktivizovala svoje schopnosti brzdit rozvoj početnosti kleštíků v úlech, takže po počátečním nárůstu populací parazita došlo k jejich redukcii. Uvedme jako příklad vývoj zamoření včel na včelnici Paarl v průběhu čtyř let: 3 samičky (na 100 včel) koncem února 1998 (na jižní polokouli je v tu dobu léto), 10 samiček koncem ledna 1999, 19 samiček v prosinci téhož roku, 6 samiček koncem ledna 2001 a 4 samičky na 100 včel v polovině února 2002 (vždy zaokrouhleně na celá čísla, průměr od 14 až 24 včelstev v různé termíny). U kapského plemene došlo k vyvinutí VT během 3–5 let, u středoafriického plemene

během 6–7 let. Autor popsal i biologické mechanismy, které se v tomto procesu u včel uplatnily. U kapského plemene to byly dva faktory, a to kratší perioda zavíčkovaného plodu ve srovnání s jinými plemeny o 1,5 dne a druhým byla schopnost včel identifikovat v plodových plástech kukly, kde se roztoči množí a celé kukly i s nimi z plástů odstraňovat – jde o tzv. varroasenzitivní hygienu (VSH).

Přežívání neošetřovaných včelstev s roztoči na území Francie dobře zdokumentoval také LeConte (2004). Roztoč se dostal do země v r. 1982 a během několika let se rozšířil po celém území. Volně žijící včelstva úplně zmizela – vyhynula na varroózu. V r. 1994 bylo znovu zjištěno několik včelstev žijících v přírodě na různých místech Francie. Bylo zdokumentováno 40 případů volně žijících včelstev bez ošetření a hledány příčiny přežívání. Autor zjistil nižší zamoření kleštíkem ve srovnání s komerčně chovanými a neošetřenými včelstvy. Některá včelstva v přírodě žila až 8 let. Vyznačovala se lepší schopností detekovat parazita v zavíčkovaném plodu, byla méně infikovaná viry. Autor ale také uvádí, že přežívající včelstva měla asi poloviční produkci medu ve srovnání se včelstvy ošetřovanými akaricidy, tedy jejich schopnost přežít nebyla bez důsledku na produkční schopnosti.

Další výsledky o přežívání včelstev přinesli LeConte aj. (2007). S pomocí včelařů utvořili skupinu přežívajících a dále neošetřovaných včelstev, 52 včelstev v oblasti Avignon, 30 blízko Le Mans, k nim vytvořili kontrolní skupiny včelstev jednou ročně ošetřených přípravkem Apivar®. Obě skupiny včelstev podrobně vyhodnocovali a porovnávali po dobu 7 let. Úmrtnost neošetřovaných včelstev nebyla vyšší než těch chemicky ošetřovaných. Neošetřovaná (VT) včelstva přežívala až 10 let, přičemž příčinou úhynů byla neúspěšná výměna matky nebo její úhyn v zimě. V odolných včelstvech nasbírali v přirozeném spadu průkazně méně samiček (3331) než v kontrolních, chemicky pravidelně ošetřovaných (10278). Z uvedených úda-

jú je zřejmé, že se u VT včelstev vyvinul mechanismus brzdící růst populace kleštíka včelího. Podstatu VT těchto včelstev uváděli jako nejasnou. Nicméně na kongresu Apimondie v r. 2009 v Montpelier LeConte referoval mj. o tom, že VT včelstva vykazují vysoký stupeň VSH.

Napodobení přirozeného procesu vzniku a posílení varroatolerance v populacích včel činí výzkumníci nebo šlechtitelé cestou tzv. Bond testů. Výchozí skupina (populace) včelstev se ponechá zcela bez ošetřování akaricidy a z těch přeživších se množí nová včelstva. Příkladem Bond testů byla publikována řada. Snad první byl proveden na jednom jugoslávském ostrově, ovšem neúspěšně (Kulinčević et al., 1992).

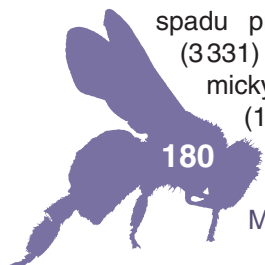
Podrobně popsali průběh Bond testu se 150 výchozími včelstvy na švédském ostrově Gotland Fries aj. (2006). Včelstva geneticky pestřejšího původu byla umístěna v roce 1999 na 8 stanovištích 0,5 až 2 km od sebe vzdálených. Byla zbavena roztočů a poté infikována známým počtem samiček. Včelám byl celoročně ponechán konstantní počet 20 rámků. Vylétlé roje byly evidovány, usazeny na samostatném stanovišti a před další sezonou jako nová včelstva vráceny na stanoviště mateřského včelstva. Vždy v říjnu byl z každého včelstva odebrán vzorek včel pro stanovení míry napadení kleštíkem. Po přezimování byla včelstva prohlédnuta a za úspěšně přezimovaná byla považována ta, která měla matku a alespoň 1000 včel. Tak na jaře 2000 zbylo 142 včelstev a napadení po sezoně bylo průměrně 42 %, v roce 2001 pak zbylo 92 včelstev a napadení bylo 47 %, v roce 2002 zůstalo na jaře 21 včelstev a napadení po sezoně činilo 45 %, v r. 2003 zbylo už jen 9 včelstev a napadení roztoči po sezoně kleslo na 39 %, v r. 2004 zůstalo 7 včelstev a napadení roztoči kleslo na 19 % a v r. 2005 bylo v testu 9 včelstev s napadením po sezoně 22 %. Z tohoto vývoje je zřejmé, že přežila včelstva, která postupně dokázala snižovat napadení roztoči pod únosnou mez, která znamenala možnost přežití. Tato včelstva, ač byla oslabena, přezimovala a byla schopna rozvoje. Je to další ukázka,

jak může probíhat poměrně rychlý proces adaptace populace včely na parazita a vývoj rovnováhy mezi hostitelem a parazitem. Fries tak dokumentoval, že včelstva byla schopna přežít s kleštíky 6 let, což ukazuje na existenci adaptace umožňující přežití hostitele i parazita.

O dalším úspěchu v Bond testu referoval na kongresu Apimondie ve Francii 2009 také Flores ze Španělska. V testu měli 65 včelstev na počátku r. 2007, do jara 2008 přežilo 9 včelstev a z nich do jara 2009 jen 3 včelstva. U nich naměřil zvýšené podíly neúspěšných reprodukci samiček *Varroa d.* a vysoký stupeň VSH chování, přičemž uvedl, že to se zvyšovalo úměrně s narůstající populací kleštíka ve včelstvu.

Zprávy o průběhu Bond testů máme i ze Švýcarska (Dettli 2009).

Velkovčelař z USA Daniel Weaver (2011) ve své přednášce uvádí několik užitečných poznatků z vlastní praxe selekce VT populace včelstev. Kvůli negativním důsledkům ošetřování včelstev akaricidy (zvl. vznik rezistence u parazita vůči akaricidům, rezidua léčiv ve včelích produktech aj.) se rozhodli od r. 1992 vyvinout vlastní populaci včel odolných proti roztoči. Z první tisícovky včelstev jim za 9 měsíců zůstalo méně než 100 včelstev. Z nich méně než polovina přinesla chovateli užitek, ze zbývajících včelstev pouze pět dávalo potomstvo s lepší tolerancí vůči roztoči, než byla u výchozí generace, přičemž potomstvo první selektované generace nebylo příliš výkonné. Chovatel informuje, že některá včelstva, z těch co přežila, odstraňovala parazitovaný plod, jiná měla vyšší schopnost ničit živé samičky (grooming), jedno včelstvo mělo vysoký podíl foretických roztočů. Tedy projevilo se hned několik schopností VT včel v různé míře u včelstev. V letech 1994–1995 došlo na farmách Weaverových k výraznému nárůstu včelstev, která přežívala s roztočem, díky schopnostem odstraňovat napadený plod (VSH) a živé samičky (grooming). Zjistili také velké rozdíly mezi včelstvy vypořádat se s virem deformovaných křídel (DWV). Od r. 1999 si tak mohli dovolit už téměř všechna včelstva ponechat bez chemického ošetřování.





Rozmístění testovacích stanic na vitalitu včelstev v Německu v roce 2009
LLH Bieneninstitut Kirchhain

John Kefuss z Francie referoval o vyšlechtěné populaci VT včel cestou Bond testů, resp. modifikového tzv. Soft Bond testu i na konferenci v Praze v listopadu 2010 (více viz *Moderní včelař* 2010, č. 6, str. 169–172), přičemž o prvních úspěších publikoval zprávu už v r. 2004 (viz *Moderní včelař* 2007, č. 1, str. 26).

Fries a Bommarco (2007) rozebírali otázku, jak se vytváří rovnováha mezi hostitelem a parazitem v případě varroózy u včely medonosné. Uvádějí, že naše včela medonosná má ve svém genofondu skutečně schopnosti koadaptace s komplexem roztoč *Varroa d.* + viry. Zásadní je také jejich vývod, že „**Tyto adaptace se však mohou vyvinout pouze tehdy, když včelaři nezasahují do vývoje vztahu hostitel – parazit aplikací akaricidů pro udržení včelstev**“.

Bylo popsáno několik mechanismů souvisejících s VT včely medonosné: grooming, kratší perioda zavíčkování plodu, menší síla a plodnost včelstev, neúspěšné reprodukce a varroasenzitivní hygiena. Jako rozhodující se jeví poslední dva,

když není plně objasněno působení včel na zvyšování neúspěšných reprodukci samiček. Nejdůležitější se nyní jeví být VSH. Chování testovali ve větší míře Boecking a Drescher (1992) a jako selekční kritérium ho použili Harbo a Harris (2005), jimž se podařilo intenzivním výběrem vytvořit VSH populaci včel, která je nyní komerčně rozšiřována v USA. Podrobnosti o VSH linii jsou diskutovány na www.vshbreeders.org, kde lze najít také mapu chovatelů těchto matek. Z poznatků na tomto diskusním fóru lze zjistit důležité skutečnosti, např. že početnost populace kleštíka ve včelstvech s VSH matkami se ustálí na několika stech, že spářením s neselektovanými populacemi se zlepšuje VT i v jejich včelstvech, nebo že schopnost včel odstraňovat parazitované kukly se v dostatečné intenzitě projevuje v rozmanitých klimatických podmínkách (zeměpisných šířkách) USA. Posledně uvedené zjištění je zásadní, protože dřívější případy určité míry VT se často projevovaly jen v regionu, kde populace včel vznikla, ale v jiných podmínkách (prodej

matek tam) se VT neprojevila.

Významnou snahou o selekci VT včel v rozsáhlejší populaci včel je příklad z Německa, kde už několik let běží šlechtitelský program řízený včelařským ústavem v Kirchhain pod vedením Dr. Büchlera a je do něho zapojeno více chovatelů aplikujících jednotnou metodiku vyhledávání a testování a fixace znaků varroatolerance.

Ing. Květoslav Čermák, CSc.
Včelařská šlechtitelská stanice
Petrušov

Literatura:

Allsop M. (2006) Analysis of Varroa destructor infestation of Southern African honeybee populations. Dissertaion, Univ. Pretoria, South Africa, 285 pp.

Boecking O., Drescher W (1992) The removal response of *Apis mellifera* L. colonies to brood in wax and plastic cells after artificial and natural infestation with *Varroa jacobsoni* Oud. and to freeze-killed brood. *Experimental & Applied Acarology* 16, 321–329

Dettli M. (2009) Včela a kleštík. český překlad – *Moderní včelař* č. 3, 2010, 105–107.

Fries aj. (2006) Survival of mite infested (*Varroa destructor*) honey bee (*Apis mellifera*) colonies in a Nordic climate. *Apidologie* 37, 564–570.

Fries I., Bommarco R. (2007) Possible host-parasite adaptations in honey bees infested by *Varroa destructor* mites. *Apidologie* 38, 525–533.

Harbo a Harris (2005) Suppressed mite reproduction explained by the behaviour of adult bees. *Journal of Apicultural Research* 44, 21–23.

Kulinčević aj. (1992) Five years of bi-directional genetic selection for honey bees resistant and susceptible to *Varroa jacobsoni*. *Apidologie* 23, 443–452.

LeConte (2004) Honey bees surviving *Varroa destructor* infestations in France. In: *Proceedings of the First European Conference of Apidologie, Udine, Italy, 2004*, 3 pp.

LeConte aj. (2007) Honey bee colonies that have survived *Varroa destructor*. *Apidologie* 38, 566–572.

Ritter aj. (1990) Development of tolerance to *Varroa jacobsoni* in bee colonies in Tunisia. In Ritter W. (ed) *Proceedings of the Internat. Symp. on Recent Research on Bee Pathology*, Sept. 5–7, 1990, Gent, Belgium; pp 54–59.

Weaver D. (2011) přednáška – <http://www.beeweaver.com/Videos.html>