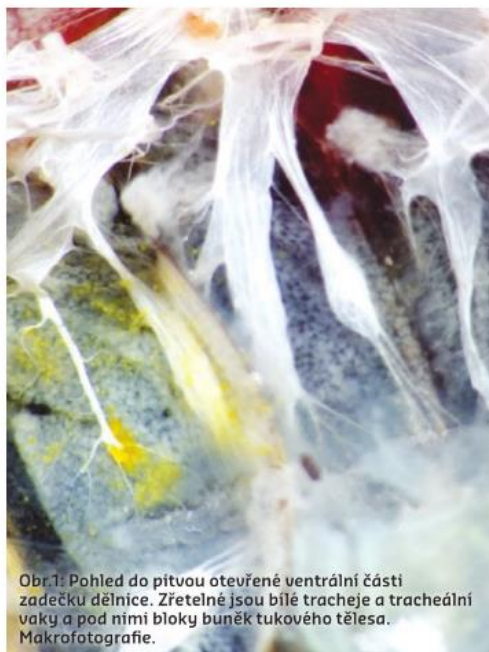
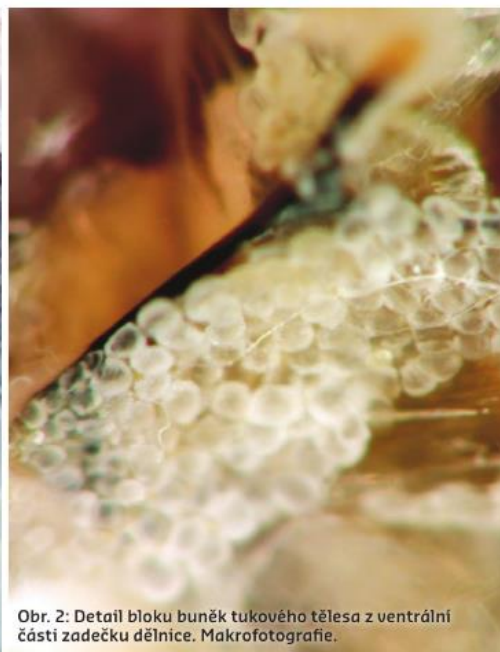


Mysleli jsme si, že kleštík *Varroa destructor*

V ČLÁNKU SE VĚNUJEME VÝZNAMNÝM ZJIŠTĚNÍM MLADÉHO AMERICKÉHO VĚDCE DR. SAMUELA RAMSEYHO. VYVRÁTIL TOTIŽ TVRZENÍ, ŽE KLEŠTÍK *VARROA DESTRUCTOR* JAKO PARAZITICKÝ ROZTOČ VČEL NAPADÁ PLOD A DOSPĚLÝM VČELÁM SAJE HEMOLYMFU. DOSUD SE UVÁĎĚLO, ŽE KLEŠTÍK NA DOSPĚLÝCH VČELÁCH PŘEŽÍVÁ VE FORETICKÉ FÁZI. JINAK ŘEČENO, ŽE JE VYUŽÍVÁ JEN JAKO DOPRAVNÍ PROSTŘEDEK, ABY SE PUTOVÁNÍM Z JEDNÉ VČELY NA DRUHOU DOSTAL K MÍSTU, KDE SE ROZMNOŽÍ, K PLODOVÝM BUŇKÁM. TATO FAKTA BYLA PO CELÁ DESETELETÍ NUTNOU SOUČÁSTÍ TĚMĚŘ VŠECH VČELÁŘSKÝCH UČEBNIC, KURZŮ A ČASOPISŮ. NOVÝ VÝZKUM UKAZUJE, ŽE VE SKUTEČNOSTI JE VŠE JINAK.



Obr. 1: Pohled do pítvou otevřené ventrální části zadečku dělnice. Zřetelné jsou bílé tracheje a tracheální vaky a pod nimi bloky buněk tukového tělesa. Makrofotografie.



Obr. 2: Detail bloku buněk tukového tělesa z ventrální části zadečku dělnice. Makrofotografie.

Proč jsme se čtyřicet let mýlili

Jak je možné, že naše zásadní poznatky o biologii roztoče *Varroa destructor* byly tak dlouho nepravdivé?

Tento roztoč pochází původně z východní Asie, kde napadal včelu východní. Poprvé se začal šířit v 60. letech do Číny a východního Sovětského svazu, a proto první studie zabývající se jeho biologií pochází právě odtud. Tehdejší apidologové ještě neměli k dispozici vybavení, pomocí něhož by dokázali určit, čím se přesně živí, ale domnívali se, že roztoč odsává včelám hemolymfu. Vědci používali metodu, která byla v té době považovaná za správnou, dnes se však již nepoužívá, protože vede k chybným závěrům. Konkrétně používali izotopy stroncia a některé další látky, které však nezůstávají v té tkáni, kde by měly být, ale putují organismem. To přivedlo ruské vědce k omylu.

Většina prvních studií o biologii a chování roztoče *Varroa destructor* vyšla buď v čínštině nebo v časopisech Veterinarizja a Pčelovodstvo psaných azbukou jen s krátkým abstraktem v angličtině. Apidologové z anglofonních zemí rusky ani čínsky většinou nehořovali, proto jednoduše se souhrn

publikací převzali domněnku o hemolymfě a přijali ji jako fakt.

Pokud je vědecký článek napsán v jazyce, který není tak často překládán do angličtiny a neprojde recenzním řízením více vědců, a přeložený je jen abstrakt nezahrnující dostatek detailů k posouzení správnosti výzkumných metod, může dojít i k fatálním chybám. Vědci i včelaři si tak osvojili nepravdivý fakt, že roztoč *Varroa destructor* se živí hemolymfou.

Další chybou, kterou připustili i včelaři, byl výběr způsobů tlumění roztoče pomocí pesticidů a jiných jedů.

Krvežiznivý roztoč aneb predátor?

Tyto závěry nikdo nezpochybňoval do chvíle, než se Samuel Ramsey s kolegy z výzkumné laboratoře Dennisa van Engelsdorpa začal ptát hlouběji. Jak je možné, že přes používání neustále se zvyšujících chemických dávek prostředků proti roztoči včelstva kolabují? Jak to, že vysání malého množství hemolymfy roztoči způsobí včelstvům na celém světě tak rozsáhlé škody? Proč je samička roztoče schopná produkovat vajíčka, která jsou ve velikosti 33 % jejího těla a jsou téměř stejně vyvinutá jako jejich matka?

Prvním problémem, který s sebou nese hypotéza roztoče sajícího „krev“, je skutečnost, že hemolymfa sama o sobě není příliš výživná. Většinu hemolymfy tvoří voda a roztoč *Varroa d.* by jí musel, jen aby dokázal přežít, zkonzumovat obrovské množství. Navíc žádný z blízkých příbuzných roztoče *Varroa* se krví neživí. Například blíže příbuzní čmeláci čeledi *Macrochelidae* se krví svých hostitelů neživí, a navíc používají mimotělní trávení. Místo toho, aby jednoduše nasávali krev svého hostitele, se tyto roztoče do své oběti zakousnou a do rány vypustí enzymy, které začnou štěpit tkáň svého hostitele zevnitř. Parazit, lépe řečeno predátor se pak živí vzniklou kašovitou hmotou. Mohlo by se něco podobného dít u roztoče *Varroa destructor*?

Odlíšný původ

Vědci se zaměřili na trávicí systém kleštika včelího a porovnali ho s trávicím systémem hmyzu, který se živí potravou s vysokým obsahem vody. Tyto systémy se sobě vůbec nepodobaly. Když pijete hodně vody, vaše tělo musí být schopné vyrovnat se s přísunem velkého množství tekutin, voda musí odejít z těla ven, jinak buňky budou růst, až nakonec prasknou.

je upír, ale on je spíš vlkodlakem



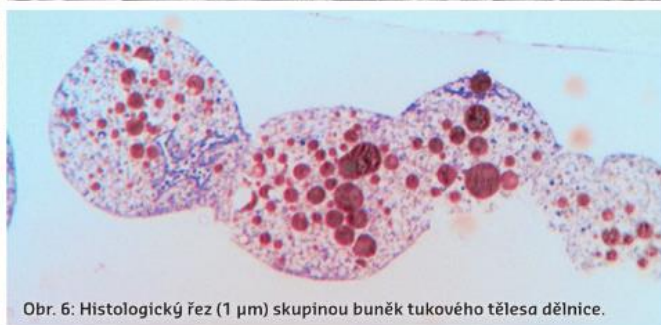
Obr. 3: Blok plochých buněk tukového tělesa dělnice. Rastrovací elektronový mikroskop.



Obr. 4: Detail buněk tukového tělesa dělnice s trachejemi a tracheolami. Rastrovací elektronový mikroskop.



Obr. 5: Detail buněk tukového tělesa dělnice. Rastrovací elektronový mikroskop.



Obr. 6: Histologický řez (1 μm) skupinou buněk tukového tělesa dělnice.

Hmyz živící se potravou převážně složenou z vody vykazuje speciální rysy trávicího systému, které zajišťují, aby jeho buňky nepraskly. Nic podobného roztoč *Varroa destructor* nevykazuje.

Roztoč *Varroa* není upír, on je spíše vlkodlak

Donedávna jsme si mysleli, že kleštěk žije pár dní na dospělé včele v tzv. foretickém stádiu (foreže = přeprava). Že svého hostitele (včelu) využívá jen na přepravu, aby se samičky *Varroa* dostaly k plodovým buňkám, kde se pod víčky, ukryté před včelami i očima včeláře, odehrává jejich rozmnožování. Ramsey se svým týmem dokázal, že tomu tak není. Roztoči se živí na dospělých včelách a jsou příbuzní spíše predátorům než foretickým druhům hmyzu. Dokonce, že žádné foretické stádium u roztoče *Varroa destructor* není.

Aby objasnili výživu roztoče, podrobil Samuel Ramsey s kolegy včely napadené parazitem studiu pod fluorescenčními, elektronovými a konfokálními mikroskopy. Ty jim umožnily nahlédnout do těla napadené včely a zjistit, jakou tkáň se roztoč skutečně živí.

Ramsey zmrazil dospělou včelu s přísátým roztočem tekutým dusí-

kem a přišel na to, že se *Varroa destructor* živí tkání tukového tělesa.

Co to pro včelu a včelařskou praxi znamená?

Tukové tělísko není jen tuková buňka. Jedná se o životně důležitý orgán pro vývoj a život včely s podobnou funkcí, jako mají játra v lidském těle. Tvoří ho skupina buněk, uložených především pod kutikulou zádové a břišní strany zadečku. (Kutikula pokrývá povrch těla hmyzu a poskytuje mu ochranu). Část buněk tukového tělesa se nachází v oblasti hlavy a v místě připojení křídel ke hrudi.

Tukové tělísko je možné vidět po obvodu zadečku rozpitvané včely jako bělavou hmotu, která se skládá z lipidů a bílkovin. Tukové tělísko je vícevrstevná tkáň se zásadním vlivem pro vývoj včely a zdravé fungování dospělých včel. Plní několik důležitých funkcí:

- Přímou ovlivňuje vývoj a metamorfózu včely,
- je zásobárnou energie a mobilizuje živiny,
- detoxifikuje pesticidy,
- pomáhá při osmoregulaci,
- má významnou funkci v imunitním systému včely,
- je regulátorem teploty,

- podílí se na metabolických aktivitách včely,
- má význam při syntéze proteinů a tuků,
- je zásobárnou vitellogeninu přímo ovlivňujícího imunitu a délku života včely.

Velikost tukového tělesa se mezi včelími kastami s ohledem na věk včely liší.

Tělo larev dělnic a trubců tukové těleso téměř vyplňuje, takže tento orgán tvoří skoro 100% podíl hmotnosti těla larvy. Největší tukové těleso mají larvy v období velké tělesné přeměny. Těsně před zavíčkovaním plodu včely přestávají larvy krmit a larvy dále čerpají výživu už jen z vytvořených zásob tukového tělesa.

Tukové těleso je dobře vyvinuté u zimní generace včel, jelikož jak larvy, tak dospělé zimní včely jsou za optimálních podmínek vydatně krmeny pylem, který je zdrojem tuků a bílkovin. Velké tukové těleso mají matky. U nich (a někdy také i u dělnic) jsou pohlavní a jiné žlázy neustále v činnosti, proto potřebují stálý přísun energeticky bohatých živin, které se právě ukládají v tukovém tělese. Tuková tkáň je vyvinutá i u hladovějících včel.

Létavky letní generace včel mají tukové těleso malé. Vyčerpané

sběrem nektaru, pylu, vody a proopolisu jim nezbyvá moc energie na tvorbu tukového tělesa. Mladušky mají po vylíhnutí tukové těleso větší než létavky. Především krmíčky musí přijímat neustále dostatek živin, pylu a medu, aby mohly produkovat mateří kašičku a krmit matku pro larvy dělnic i trubců. Rovněž v období produkce vosku musí včely přijímat kromě nektaru a pylu, proto musí mít dostatek tukových zásob, aby mohly tvořit vosk pro stavbu díla. Nestací příjem energie jen v podobě cukru, k produkci vosku musí přijímat pyl.

Ještě menší, respektive zakrslé tukové těleso mají trubci, krmění v dospělosti jenom medem. K tvorbě tukového tělesa je zapotřebí pyl.

Velikost tukového tělíska přímo souvisí jak s včelí kastou, tak s věkem včel, ale i s výživou včel, především s kvalitou a množstvím pylu.

Životní prostor roztočů

Roztoči jsou téměř vždy důkladně skryti a pro včeláře neviditelní. Pokud se zeptáme většiny včelářů, zda mají s roztoči potíže, odpoví, že roztoče v sezóně nemá a problém se ho netýká. Jenže na podzim se populace roztoče

rozmnoží na stovky, mnohdy až tisíce jedinců.

Samičky roztoče jsou buď ukryté pod voskovým víčkem plodu, kde dochází k jejich reprodukci, anebo jsou přísáté na spodní části zadečku včely, zasunutě mezi sternity a tergity.

Kutikula včely se skládá z pevných článků (skleritů), které se na zadové straně nazývají tergity a na břišní části sternity. Sklerity jsou spojeny intersegmentálními membránami, které umožňují včele roztažnost zadečku a zvětšování objemu vnitřních orgánů, například medového váčku. Zvětšování umožňuje včelám dýchání, řízení oběhu a tlak hemolymfy. Když je včela v klidu, jednotlivé sklerity se překrývají jako tenké destičky.

Zádové tergity překrývají břišní sternity. To je právě místo, kam si podle zjištění Samuela Ramseyho samička roztoče vlezte. Vícevrstevnou intersegmentální membránu propíchne a způsobí zde včele otevřenou ránu. Tady se živí tkání tukového tělesa. Jako by toho nebylo na včelu dost, tak při trávení tkáň vylučují samičky kleštika agresivní trávicí šťávy, které poškozují tkáň tukového tělesa včely ještě poté, kdy samička roztoče místo opustí. Otevřená rána je vstupní branou virům, bakteriím a houbovým onemocněním, což dokončuje zkázu zaviněnou kleštikem včelím.

Význam složení potravy při rozmnožování roztočů *Varroa destructor*

Ramsey dokázal poprvé chovat roztoče v laboratorních podmínkách mimo skutečné včelí plodové buňky. Vymodeloval dokonalé umělé buňky s larvami a vložil do nich samičky roztoče *Varroa d.* Ty následně krmil potravou složenou z hemolymfy a tkáň tukového tělesa v různých poměrech. Jednu dávku krmiva tvořila z jedné čtvrtiny tkáň tukového tělesa a ze tří čtvrtin hemolymfy. Další druh potravy měl opačné složení, ¼ hemolymfy a ¾ tkáň tukového tělesa. Třetí pokus byl v poměru půl hemolymfy a půl tkáň tukového tělesa. Poslední dvě diety tvořily 100% hemolymfy a 100% tkáň tukového tělesa. Ve výsledku vědci zjistili, že samičky roztoče při konzumaci potravy složené jenom z tkáň tukového tělesa produkují

valy nejvíce vajíček. Naopak, když požívaly jenom hemolymfu, produkce vajíček byla nejnižší.

Podmínkou k tomu, aby samičky byly schopné produkovat nové generace roztočů, je tedy nejen přítomnost plodu ve včelstvu, ale také dostatek energie získané z tkáň tukového tělesa. Tím se vysvětluje, proč roztoči doslova explodují koncem léta, pokud včelař neošetří účinně celou včelnicu v období líhnutí se zimní generace včel. Koncem léta a na podzim se zmenšujícím se plodovým tělesem dochází k vícenásobnému napadení jedné plodové buňky roztoči *Varroa destructor*. Larva je odsouzena k úhynu, ale samičky roztočů se vylíhnou plně vyvinuté a jejich reprodukce pokračuje.

Varroa destructor, včelstvo a pesticidy

V posledních letech se situace s přežíváním včelstev dramatičuje především ze dvou hlavních příčin, kvůli nižší kvalitě včelí výživy, kdy je nedostatek pylu a dochází k jeho kontaminaci stupňováním použití pesticidů zemědělci a producenty léčiv i včelaři. To vede k stále nižší schopnosti včel odolávat kleštikovi a nemocem. Nastala éra problémů, jejichž řešení vyžaduje jiný způsob myšlení a nové způsoby léčení včelstev. Pokud se bude postupovat způsobem neustálého zvyšování dávek pesticidů, tak včelstva budou nadále kolabovat, med ztratí své vlastnosti čistého přírodního, zdraví prospěšného produktu. To může vést k smutným dopadům jak pro včelaře, tak pro včely. Množství chemických přípravků používaných k tlumení kleštika je v současnosti neudržitelné.

Co znamenají nové objevy pro včelařskou praxi?

Kleštika *Varroa* je potřebné omezovat nepřetržitě a bez syntetických pesticidů. Tlumení kleštika je a bude především v aplikaci biotechnologických metod, v selekci a chovu lokálně přizpůsobených varroatolerantních matek. To si však vyžaduje značnou disciplinovanost, dobré vědomosti a včelařskou zručnost.

Jednou z účinných metod likvidace kleštiků je jamí tepelné ošetření zavíčkovaných plodo-

vých plástů. Tím zabezpečíme, že včelstvo nebude trpět roztoči během hlavní snůšky. Včelstva mají koncem března a začátkem dubna poměrně malý počet plodových zavíčkovaných rámků, kde se soustředí většina samiček kleštika, které přezimovaly a chtějí se množit. Výzkumná studie francouzského národního zemědělského institutu (INRA) ukázala, že tříprocentní napadení včelstva roztoči mělo za důsledek, že včely přinesly v průměru o 5 kilogramů méně levandulového medu a o 12 kg méně medu za celou sezónu.

Po letním slunovratu je vysoce účinné omezení plodování matky jenom na stejný nízký počet plodových rámků na celé včelnicí. Na trhu jsou k dispozici izolátory na jeden, dva nebo tři rámků, na kterých matka ploduje po dobu alespoň 24 dní. Zavíčkované plodové plásty, kde je v létě převážná většina kleštiků, se tepelně ošetří. Současně se proti roztočům přísátým na včelách aplikuje kyselina šťavelová nebo mléčná. Tepelně ošetřené plásty se vrátí zpět do včelstev, nebo se použijí na posilnění, eventuálně vytvoření nových včelstev. Letní ošetření je zapotřebí stihnout ještě před líhnutím zimní generace včel.

Vlivem klimatických změn jsou v posledních letech neobvykle teplé podzimy. To je ideální situace pro kleštiky, kteří se nadále množí a poškozují zimní generaci včel. Kvůli reinvasi roztočů a delšímu plodování včelstev je v mnoha jižních oblastech zapotřebí ještě jedno kompletní ošetření zavíčkovaného plodu současně s ošetřením dospělých včel od přísátých roztočů.

Různé studie prokázaly významné reinvasi roztočů *Varroa d.* závislé na průběhu sezony a síle včelstva. Může jít o 70 roztočů *Varroa* za den v létě, v průběhu roku o rozmezí 200 až 4 000 roztočů na včelstvo. Navíc k loupežím dochází mezi včelstvy, která jsou od sebe vzdálená i více než jeden kilometr. Jak vysokému počtu roztočů včelstvo dokáže odolávat, závisí na řadě faktorů, jako je jeho zdravotní stav, síla, délka plodování, přítomnost virů atd. Platí však, že roztoče je nutné držet v šachu po celý rok a bez syntetické chemie.

HELENA PROKOVÁ, JIŘÍ KALENDA

Fotografie František Weyda

Literatura

1. RAMSEY S., GULBRONSON C. J., MOWERY J., OCHOA R., BAUCHAN, G. (2018). *A multi-microscopy approach to discover the feeding site and host tissue consumed by Varroa destructor on host honey bees*. *Microscopy and Microanalysis*, 24: 1258-1259.
2. https://anshome.org/dr-samuel-ramsey/?fbclid=IwAR17X3_De7s7y5jP-c0EOedqmUr0XzWWyWaXjzy-eiDCTTz5-Ku1eCWUnlyss
3. RAMSEY S. *Varroa Does Not Feed on Hemolymph*. Samuel Ramsey. Webinar Danmarks Bivlerforening. Zveřejněno 11. 7. 2018: https://www.youtube.com/watch?time_continue=10616v=DK2Xi0ST4rA
4. GREATI M., MILANI N., NAZZI F. (1992). *Reinfestation of an acaricide-treated apiary by Varroa jacobsoni*. *Exp. Appl. Acarol.*, 16, 279-286
5. IMDORF A., CHARRIÈRE J. D., KILCHENMANN V., BOGDANOV S., FLURI P. (2003). *Alternative strategy in central Europe for the control of Varroa destructor in honey bee colonies*. *Apiacta*, 38, 258-285.
6. RENZ M., ROSENKRANZ P., 2001. *Infestation dynamics and reinvasion of Varroa destructor mites in honey bee colonies kept isolated and in groups*. *Apidologie* 32, 492-494.
7. ŠKROBAL D. a kol. (1970). *Včelařův rok*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
8. TOMŠÍK B., LISÝ E., SVOBODA J., HEJTMÁNEK J. (1953). *Včelařství*. Nakladatelství Československé akademie věd.
9. WIMMER W. (2015). *Praxishandbuch der thermischen Varroa-Bekämpfung*. ECODESIGN company GmbH.