

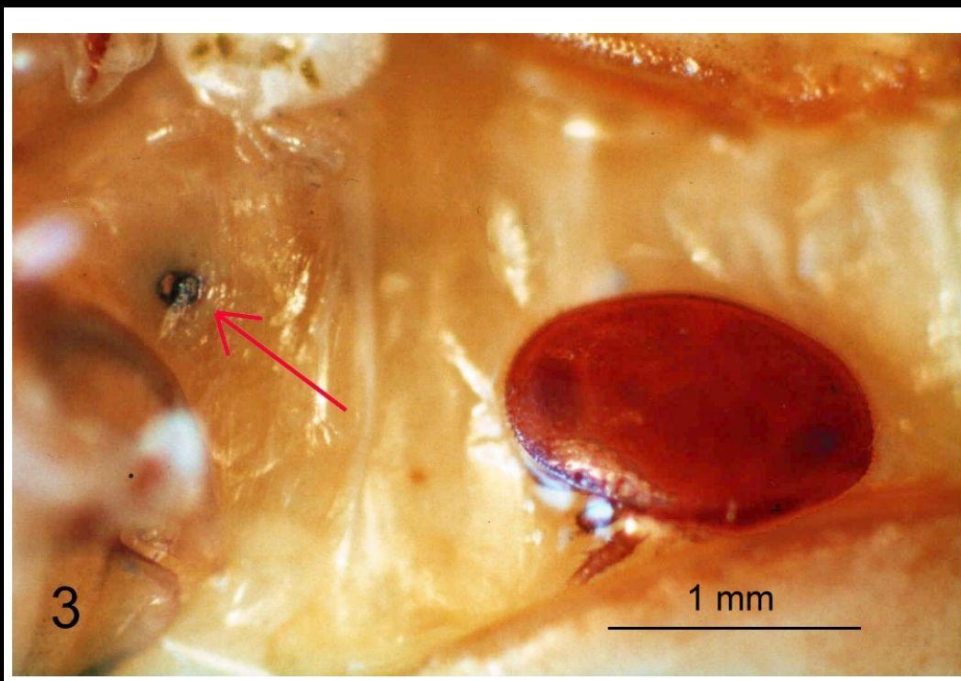
Imunita včel

V poslední době se opakují úhyny větších počtů včelstev u nás i v cizině. Včelstva hynou většinou na kleštíkovitost (varroózu), mor a oslabená včelstva i na nosematózu. Problémem jsou také virová onemocnění. Málo se asi mezi včelaři ví, že podobně jako člověk nebo jiní živočichové, má i včela vyvinutou vlastní vrozenou imunitu, která jí pomáhá vzdorovat patogenním mikroorganismům.

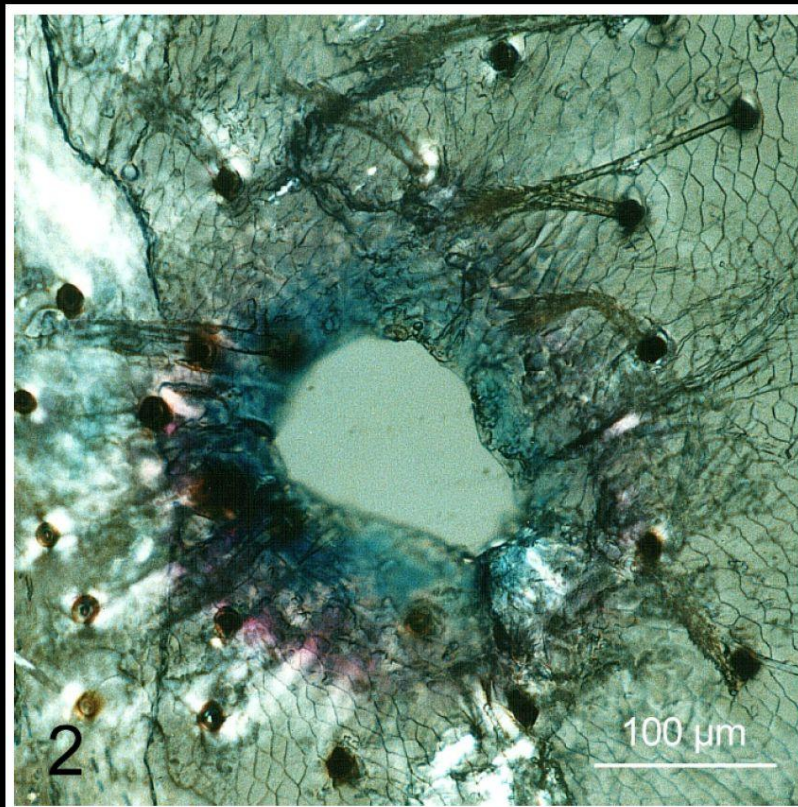
Imunita, neboli schopnost organismu bránit se proti škodlivým látkám a mikrobiálním patogenům, je tvořena několika složkami: vnější a fyzikální bariéry, buněčná imunita a humorální imunita.

Fyzikální bariéry

Mezi fyzikální bariéry můžeme zařadit kutikulu, stěnu mesenteronu a slizovité vrstvy, které tvoří bariéru proti vstupu mikroorganismu do těla živočicha. Patogen si však často najde cestu nebo způsob, jak si vytvořit vstup do těla hostitele, např. chemické naleptání překážky nebo využije otevřené poranění na těle hostitele, třeba po poranění kleštíkem včelím (obr. 1 a 2).



Obr. 1: Šipka naznačuje místo kousnutí roztočem V.d. na kukle (Kanbar a kol., 2004)



Obr. 2. Mikroskopický snímek otvoru v kutikule dospělé včely po kousnutí roztočem. (Kanbar a kol., 2004)

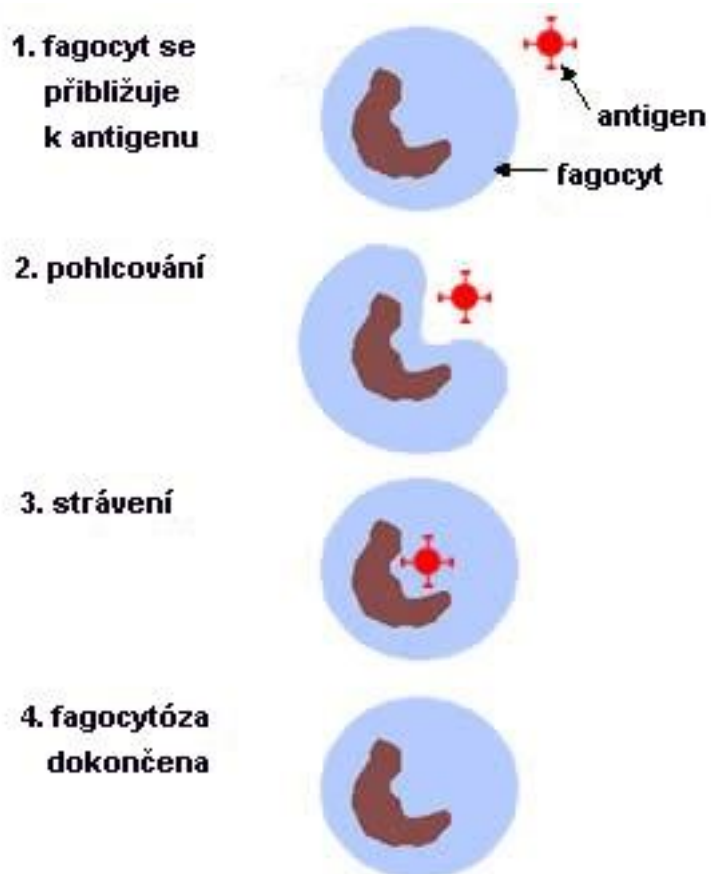
Buněčná imunita

Buněčná imunita je tvořena imunitními buňkami. Tyto buňky jsou schopny se samy bránit proti patogenům. Jako příklad uveďme fagocyty, buňky schopné fagocytózy (obr. 3) – pohltní patogenní částici (tzv. antigen) a „stráví“ ji (obr. 4). Rozdíl mezi buněčnou a humorální imunitou často splývá, protože obě složky imunity jsou na sobě funkčně závislé. Velmi důležitá funkce imunitních buněk je syntéza humorálních faktorů – látek zodpovědných za humorální imunitu.



Obr. 3: Fagocyt pohlcující bakterii, bakterie je potom v těle fagocytu strávena.

Zdroj: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/imagepages/9478.htm>



Obr. 4: Ilustrativní schéma pohlcení antigenu a jeho strávení fagocytem.

http://www.ivy-rose.co.uk/References/glossary_entry321.htm

Humorální imunita

Humorální imunita je speciální název pro imunitu, která je zprostředkována pomocí chemických látek, jež produkují různé buňky v těle (především buňky imunitní). Mezi tyto látky se řadí např. imunoptydy, lysiny a aglutininy (Turner, 1994).

Imunoptydy jsou krátké bílkoviny podílející se na imunitní reakci, v hmyzí říši je jich známo více než 200 (Nappi a Ottaviani, 2000), nejčastěji jsou namířeny proti houbovým a bakteriálním patogenům. V hemolymfě včely se nacházejí neustále, ale jen v nízkých koncentracích, avšak při jejím napadení dochází k syntéze dalších imunoptydů, aby se zvýšila jejich koncentrace a patogen byl snáze zneškodněn.

Apidaeciny je název pro skupinu imunoptydů, které nejčastěji působí proti bakteriím, narušují jejich buněčnou stěnu a tím je usmrcují. Apidaeciny jsou velmi účinné, zatím jsou známy 4 typy apidaecinů, z nichž jeden zatím nebyl spolehlivě prokázán. Mezi další imunoptydy patří např. abaecin, který má ale užší rozsah působení než apidaeciny, hymenoptaecin aj. U abaecinu byla objevena jeho účinnost proti bakterii *Paenibacillus larvae*. Imunoptydy byly nalezeny také v mateří kašičce (např. royalisin). Royalisin je aktivní proti určitému typu bakterií, mezi něž mj. patří i bakterie moru včelího plodu (Bachanová a kol., 2001). Royalisin by tedy mohl pomáhat larvám bránit se bakteriím moru.

Lysiny jsou bílkovinné molekuly schopné zabít určité buňky. Hlavní člen skupiny lysinů je enzym lysozym. Lysozym se tvoří v buňkách střeva, v imunitních buňkách a u hmyzu také v tukovém tělese (Ponnuvel a Yamakawa, 2002). Lysozym chemicky zničí ochrannou vrstvu některých bakterií (grampozitivních), ty potom uhynou a stanou se neškodnými. Při infekci se zvyšuje koncentrace lysozymů v těle živočichů, díky tomu jsou lépe chráněni a patogen je zneškodněn.

Aglutininy jsou bílkovinné látky nacházející se také v hemolymfě včel. Účinkují ovšem trochu jinak než imunoptydy a lysozym. Molekuly aglutininů jsou schopny navázat se na povrch cizí částice nebo buňky. Dochází k jejich obalení a izolaci od okolí. Aglutininy se často nacházejí na startu imunitní reakce. Pro imunitní odpověď organismu je totiž nutné patogeny poznat. Na identifikaci patogenů se podílejí právě aglutininy. Po obalení patogenu dochází buď k fagocytóze (plasmocyty jsou buňky v hemolymfě, které „sežerou“ cizí – nepřátelskou buňku, resp. částici), nebo je spuštěna série reakcí v těle hmyzu, která zajistí zneškodnění mikroorganismu - tzv. profenoloxidázová kaskáda. Aglutininy se účastní mnoha imunitních odpovědí, jsou vysoce specifické, tedy citlivé na určité chemické látky, proto se v hemolymfě nacházejí více typů aglutininů.

Nákaza patogeny

K virové a bakteriální naze dochází nejčastěji infikovanou potravou. Jedinec se však může nakazit i skrze povrchové zranění. U včel je nejčastěji způsobuje roztoč kleštík včelí (*Varroa destructor*), který nabodává kutikulu dospělých včel nebo kulek a odsává hemolymfu.

Odsátím hemolymfy dochází ke snížení koncentrace látek, jež jsou zodpovědné za ochranu před patogeny. Navíc je porušena fyzikální bariéra (kutikula). Včela je tudíž oslabena a stává se náchylnější k bakteriální nebo virové naze. Proto je velmi důležité včely včas léčit na kleštikovitost. Po překročení určité hranice počtu roztočů ve včelstvu může být na léčení pozdě, včelstvo bude oslabeno nejen kleštikovitostí, ale i různými jinými patogeny – hmyzomorkami, viry, houbami - (*Nosema spp.*) a bakteriemi. Plod se také stává náchylnější k infekci v důsledku stresu, který způsobují parazitující roztoči.

Je prokázáno, že včely nakažené roztočem jsou náchylnější k infekci virem deformovaných křídel (DWV, obr. 5 a 6), ovšem je také zjištěno, že silná invaze roztoče ve včelstvu není dostatečná k propuknutí nákazy DWV v celém včelstvu, to musí být pravděpodobně oslabeno ještě dalšími vlivy. Parazitace včel roztočem potlačuje jejich imunitu, je snížena transkripce

genů (tzn. „přepis genů v bílkoviny“) kódujících antimikrobiální peptidy nebo enzymy zodpovědné za imunitu (Xiaolong a kol., 2005).

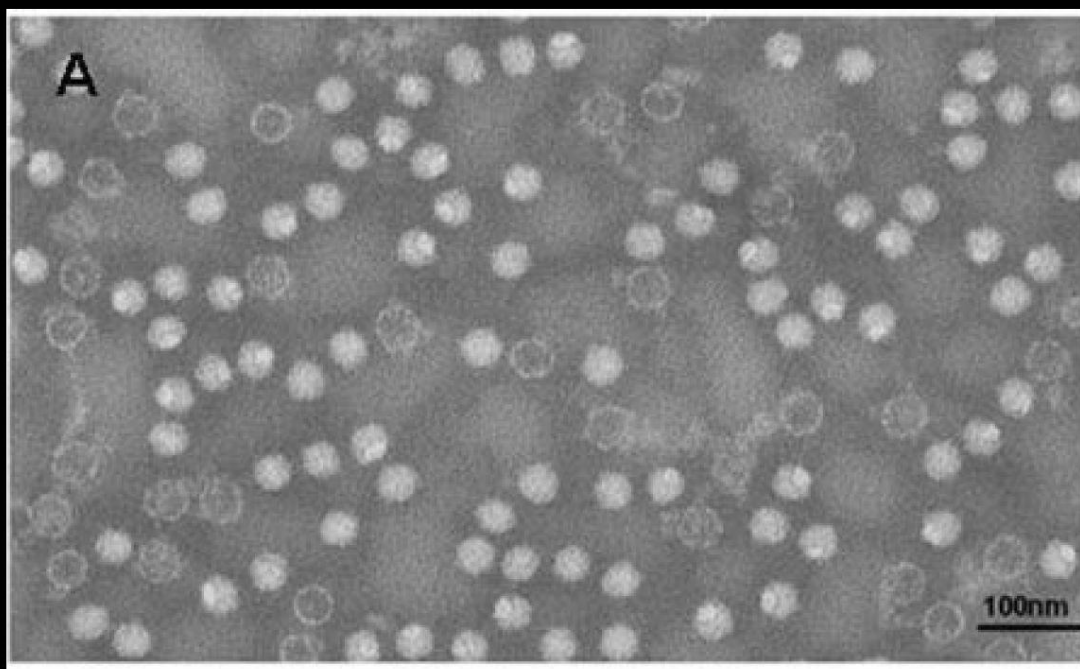
Pokud krmíme včelstva medem, je nutné znát jeho původ. I když má včela vyvinuté určité bariéry vstupu bakterie do těla, při silném infekčním tlaku neodolá a larva nebo včela se nakazí, uhynie a stane se tak infekční pro další jedince v úle.

Aktivace imunitních odpovědí organismu ovšem není zadarmo. Evans a kol. (2005) např. zjistili, že morem nakažené včelstvo produkovalo více imunopeptidu abaecinu, ale zároveň došlo ke snížení plodnosti včelstva.



Obr. 5: Včely postižené virem deformovaných křídel.

Zdroj: http://www.ars.usda.gov/images/docs/7461_7655/bees-with-deformed-wings.jpg



Obr. 6: Prázdné a plné viriony (virové částice) viru deformovaných křídel izolovaných z nakažených včel. Plné viriony ještě obsahují svoji genetickou informaci uloženou v nukleové kyselině – RNA. Prázdné viriony již svoji RNA nakazily buňku – RNA byla „vstříknuta“ do hostitelské buňky. RNA viru deformovaných křídel obsahuje cca 10140 nukleotidů – jednotlivých částic („cihel“), ze kterých je RNA poskládána (Lanzi a kol., 2006).

Obrana patogenů před imunitou hostitele

Bohužel se nebrání pouze včely před patogenem, ale brání se i patogen před včelami, resp. před jejich imunitou.

Viry se váží do určitých receptorů na hostitelské buňce na principu zámku a jediného klíče, který do něj zapadá. Tyto receptory nejsou primárně určeny pro viry, ale např. pro komunikaci mezi buňkami ve tkáních. Viry se je ovšem naučily využívat ve svůj prospěch. Antivirotika (léky proti virům) často působí na tyto receptory, určitým způsobem je upraví a tím je znemožněno navázání se virů. Viry mají ale schopnost rychle se adaptovat tak, že zmutují a „najdou“ si jiný receptor na hostitelské buňce, na který se naváží. To způsobuje při léčbě virových onemocnění značné problémy, proto je složité vyvinout lék, který by vydržel být účinný po dlouhou dobu. Z tohoto důvodu asi nebudeme mít v brzké době účinná antivirotika působící na včelí viry.

Bakterie jsou schopné vytvářet látky, které inhibují enzymy startující imunitní reakce včelí buňky. Mohou se tak stát „agresivnějšími“ a působit velké škody v těle včel. Bakterie jsou také schopny vytvořit si protilátky na léčiva, a to způsobuje neúčinnost antibiotik. Kleštěk včelí je také schopen vytvořit si rezistenci na léčiva, která proti němu používáme.

Toto jsou jen příklady adaptivnosti patogenů. Je nutné si uvědomit, že nebojujeme jen my léčivý proti patogenům, ale že i patogeny se snaží bránit léčivům a tak si zajistit přežití. Všechny části imunity spolu úzce souvisí. Kdyby fungovala jen jedna složka, včelí organismus by se nedokázal ubránit invazi mikroorganismů.

Jak bychom mohli včelám pomoci?

Včelí imunitu, jak bylo napsáno výše, ovlivňuje řada faktorů. Mohli bychom včelám napomoci bránit se patogenům? Lze zavést některá preventivní opatření v boji proti nemocem?

Nyní naše včelstva asi nejvíce ohrožuje roztoč kleštík včelí, který páchá značné škody. Často však není sám, doprovázejí jej viry a bakterie, které je schopen přenášet a které dokončí jím započaté dílo zkázy. Rozmnožování roztočů napomohly i poslední dvě velmi teplé zimy. Při delším období plodování měli roztoči šanci stihnout více generací a tudíž došlo k jejich přemnožení a úpadku včelstva v letních měsících.

Léčení je třeba provádět v návaznosti na stav vývoje populace roztočů. Ne tedy podle kalendáře, ale podle diagnostiky přirozeného letního spadu roztočů. Za velmi perspektivní se dnes obecně považují aplikace kyseliny mravenčí.

Nemálo důležitá je hygiena ve včelařském provozu, čisté nářadí, nové pláсты a vydesinfikované úly nám mohou velmi pomoci udržet naše včelstva zdravá. Snížíme totiž potenciální nebezpečí infekce patogenních mikroorganismů. Budou-li mít včely méně nepřátel ve svém obydlí, snáze se ubrání zbytku patogenů, které je ohrožují jinde. Brakujme také špatná, málo životaschopná včelstva! Často se snažíme za každou cenu udržet slabé „včelstvíčko“ při životě, ale málokdy si uvědomujeme, že tím šíříme nevhodné geny do svého okolí, nemluvě o nemocech, kterými jistě tato včelstva trpí a mohou tedy nakazit další včelstva na včelnici.

Všechny výše popsané imunitní mechanismy jsou geneticky kódovány. Jestliže se najde včelstvo se špatnou genetickou výbavou je lepší ho utratit – ušetříme si tím spoustu práce v budoucnu. Jak poznáme špatnou genetickou výbavu? Včelstvo se nemůže dostat do síly, zjara bývá postiženo nosematózou, má krátkověké včely, špatně zimuje atp. Chovejme jen zdravá včelstva s kvalitními matkami – jistě se nám cena vložená do matek vrátí, přinejmenším na zdraví včel.

Plemenné matky jsou šlechtěny mj. i na čistící pud, ten je z hlediska prevence včelích nemocí velmi důležitý. Včelstva s dobrým čistícím pudem lépe „uklízají“ prostor úlu, vyklízají mrtvé larvy a kukly, uklízají úlové dno atd. Úklidem se sníží počet potenciálně infekčních mrtvých jedinců v úle, poklesne tím riziko onemocnění celého včelstva.

Zalétlé roje jsou také častým zdrojem nemocí, naše včely je mohou vyloupit a přinést si tyto nemoci domů. Je zjištěno, že roje dokáží doletět až 16 km daleko! To je obrovské riziko šíření např. moru včelího plodu. Velmi snadno se tak přenese do sousedního okresu, který měl doposud zdravá včelstva.

Toto jsou jen základní a často zdůrazňované možnosti ochrany včel před atakem patogenů. Dbejme však alespoň na ně, snáze pak udržíme naše včelstva zdravá.

Budoucnost

O včelí imunitě je toho známo zatím poměrně málo, ale stále se objevují nové poznatky, souvislosti a nové látky, které pravděpodobně mají podíl na ochraně včel před patogeny. Výzkumu také velmi pomohlo přečtení celého genomu včely. Ví se, že existují rozdíly v imunitní odpovědi u různých genotypů včel. Toho by se mohlo využít ke šlechtění včel imunních proti různým nemocem, snad už v blízké budoucnosti.

Jiří Danihlík
Přírodovědecká fakulta UP Olomouc
j.danihlik@email.cz