

Masarykova univerzita

V BRNĚ SE VÝZKUMEM VČEL ZABÝVÁ NĚKOLIK INSTITUCÍ – MASARYKOVA UNIVERZITA, MENDELOVA UNIVERZITA A VÝZKUMNÝ ÚSTAV VETERINÁRNÍHO LÉKAŘSTVÍ, V. V. I. O OBORU VČELAŘSTVÍ NA MENDELOVĚ UNIVERZITĚ JSME VÁS INFORMOVALI V MODERNÍM VČELAŘI 6/2019, KDY TATO UNIVERZITA SLAVILA STÉ VÝROČÍ SVÉHO ZALOŽENÍ. NYNÍ VÁS ZVEME NA OBĚ DALŠÍ BRNĚNSKÁ PRACOVNÍŠTĚ.

Na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity má velmi dlouhou historii výzkum fyziologie hmyzu. Mnoho desítek let je modelovým organismem bourec morušový (*Bombyx mori*) a zavíječ voskový (*Galleria mellonella*), postupně přibyla také octomilka *Drosophila melanogaster*. Řadu let zde působil doc. RNDr. Vladimír Ptáček, CSc., známý laboratorním chovem čmeláků. Včela medonosná se objektem zájmu zdejších univerzitních laboratoří stala před deseti lety, kdy vznikla úspěšná spolupráce s Výzkumným ústavem včelařským, s. r. o., která pokračuje díky podpoře společných grantových projektů dodnes.

Včela medonosná dlouho zaostávala ve výzkumu za jinými modelovými organismy pravděpodobně

proto, že není možný její dlouhodobý laboratorní chov. V univerzitním kampusu v Bohunicích (obr. 1) se vlastní včely nechovají. Výborné zázemí mají však vědci ve včelíně Kývalka deset kilometrů od kampusu, který je detašovaným pracovištěm Výzkumného ústavu včelařského, s. r. o. Zdejší včelmistr Ing. Oldřich Veverka již roky pečuje o experimentální včelstva a spolupracuje na jednotlivých experimentech.

Výzkum srovnávací imunologie
Na Oddělení fyziologie a imunologie živočichů Ústavu experimentální biologie se Laborať srovnávací imunologie doc. RNDr. Pavla Hryšla, Ph.D., zabývá imunitními reakcemi hmyzu, sleduje signální dráhy pro jejich aktivaci, funkci jednotlivých genů a rozdíly v odpovědi

na odlišné podněty, např. bakteriální infekci, parazitaci a podobně (obr. 2). Kromě vědeckých pracovníků Mgr. Pavla Dobeše, Ph.D., a Mgr. Martina Kunce, Ph.D., se včelami zabývají také dvě studentky doktorského studia Mgr. Jana Hurychová a Mgr. Sara Eliáš.

Výzkum dlouhověkosti včel

Projekt Dlouhověkost včel a její úloha v udržitelném chovu byl zaměřen na fyziologické a imunitní rozdíly mezi krátkověkou (letní) a dlouhověkou (zimní) populací včel, které se vyskytují v mírném geografickém pásu. O tom, zda včelstvo přežije zimní období, se rozhoduje již začátkem podzimu, a proto jsou znalosti o podílu zimní generace ve včelstvu důležité a mohou pomoci bránit zimním ztrátám včel.

Obr. 1: Fotografie univerzitního kampusu v Brně – Bohunicích.
Foto: Masarykova univerzita



Rozlišení daných populací na základě vnějších znaků je téměř nemožné, což však neplatí pro jednotlivé fyziologické a imunitní reakce. Výsledkem projektu byla identifikace celkové koncentrace proteinů, obsahu vitellogeninu a úrovně antimikrobiální aktivity jako parametrů, podle nichž lze určit, zda daná včela patří ke krátkověké nebo dlouhověké populaci. Tyto poznatky byly publikovány v odborném časopise *Insects* (Kunc a kol. 2019) a pro českou včelařskou veřejnost byla tato zjištění zveřejněna v časopise *Včelařství* (duben 2020). Za tuto studii získali autoři ocenění od Ministerstva zemědělství, vyzdvihující kvalitu a aktuálnost prováděného výzkumu. Výsledky získané během experimentů na několika vybraných včelstvech byly v následujících letech ověřeny na vzorcích včel z celé České republiky zaslaných přímo včelaři. Potvrdilo se, že sledované parametry se pohybují v předpokládaném rozmezí v závislosti na roční době a s minimálním vlivem stanoviště (obr. 3). Navíc je lze měřit u živých včel zaslaných do laboratoře poštou, aniž by došlo k ovlivnění výsledku stresem z přepravy.

Na předchozí výzkum navázala laboratoř studiemi dynamiky imunitní odpovědi. Věnovala se tomu, jak se liší s určitým časovým odstupem imunitní odpověď včely na podání bakteriálního patogenu. Vědci opět pozorovali odlišnosti mezi krátkověkou a dlouhověkou generací včel (Dostálková a kol. 2021). Jasně se ukázalo, že zimní populace včel má imunitní systém nastaven především na využití látkové imunity a letní včely spoléhají více na imunitní buňky. Podrobněji jste si o výsledcích této studie mohli přečíst v *Moderním včelaři* 3/2021.

Výzkum patogenů včel

Na studium dlouhověkosti včel navazují členové laboratoře v právě probíhajícímu projektu Národní agentury pro zemědělský výzkum, v němž se věnují změnám ve fyziologii a imunitě včel napadených parazitem kleštíkem včelím (*Vaerov destructor*) a jím přenášenými patogeny.

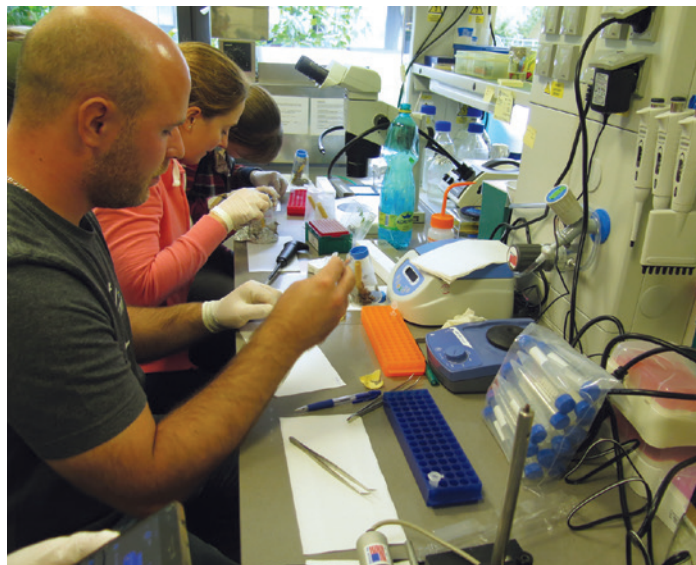
Parazitace kleštíkem a přidružené infekce jsou faktory, které mají významný podíl na ztrátách včelstev během přezimování, avšak co

vše se v napadených včelách děje, není dodnes zcela přesně známo. Ve spolupráci s kolegy z Výzkumného ústavu včelařského, s. r. o., Výzkumného ústavu veterinárního lékařství, v. v. i., Univerzity Palackého v Olomouci, České zemědělské univerzity v Praze a Biofyzikálním ústavem AV ČR, v. v. i., proto v posledních dvou letech provedli členové laboratoře dvě studie zimních a letních včel, ve kterých detailně zkoumali dělnice pocházející ze včelstev standardně ošetřovaných antiparazitikem Gabon Flum a včely z neošetřovaných včelstev, u kterých navíc při línutí rozlišovali mladušky parazitované od těch, které do kontaktu s roztoči nepřišly. Komplexní pohled na změny u zkoumaných včel umožnil tzv. OMICs přístup, tzn. hodnocení celkových změn v genové aktivitě, spektru bílkovin a dalších metabolitů pomocí vysokokapacitních metod (obr. 4). Výsledky těchto analýz poskytují přehled molekulárních změn v organismu parazitovaných včel, které jsou příčinou jejich zhoršeného zdravotního stavu a v celkovém důsledku také pozorovaných úhynů včelstev.

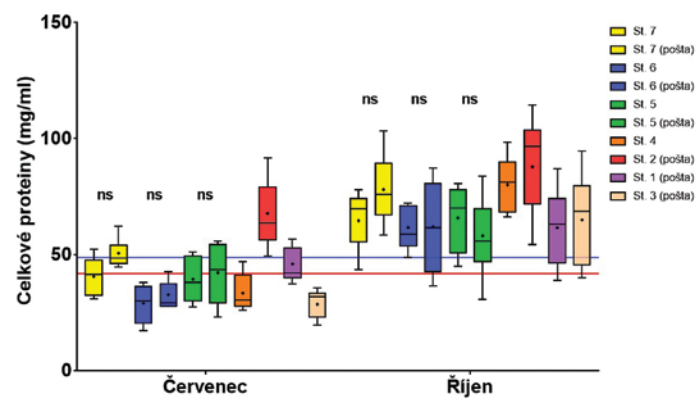
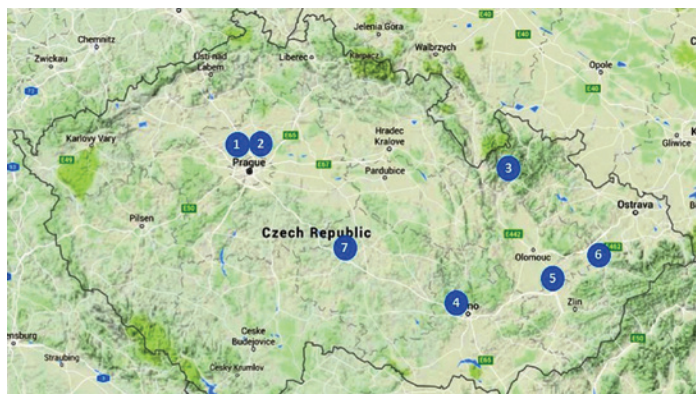
Je dobře známo, že roztoči působí také jako přenašeči dalších patogenů, proto jsou součástí studií experimenty zaměřující se na virus deformovaných křídel, jakožto jeden z nejčastějších virových patogenů v našich podmínkách, a jeho vliv na fyziologii a imunitu včel. Tato oblast je, co se týče imunologie, výrazně méně probádaná než klasické bakteriální infekce, ale současné laboratorní metody umožňují detailní poznání reakcí cílených proti virům a do budoucna tím položit základy pro jejich cílenou kontrolu.

Výzkum vlivu probiotik na zdraví včel

Bakterie mohou být pro včely patogenem i prospěšným společníkem. Právě na interakci mezi bakteriálním mikrobiomem a možnými včelími patogeny se zaměřuje další projekt vedený Českou zemědělskou univerzitou a financovaný Národní agenturou pro zemědělský výzkum. V Brně probíhá testování biologického účinku probiotických kultur izolovaných z trávicího traktu včel a jejich směsí. Členy laboratoře především zajímá, jak se mění metabolismus



Obr. 2: Odběry hemolymfy včel v laboratoři bohunického kampusu Masarykovy univerzity.



Obr. 3: Rozdíly v celkovém množství bílkovin mezi krátkověkými včelami odebranými v červenci a dlouhověkou populací odebranou v říjnu na různých stanovištích v rámci České republiky (označeny různými barvami a čísly v mapě). Zkratka ns značí, že nebyl pozorován rozdíl mezi včelami změřenými přímo na včelnici a včelami poslanými poštou do laboratoře. U letních včel se hodnoty bílkovin obvykle nacházejí pod červenou čarou a u zimních nad čarou modrou. Dále zkoumáme újímky, jako např. včely ze stanoviště 2, které měly po posláni poštou v červenci hodnoty bílkovin vysoké jako včely zimní.

včel a aktivita jejich imunitního systému pod vlivem podávaných probiotik, jejichž hlavním hledaným účinkem je zvýšení odolnosti proti přirozeným včelím patogenům. Testování vlivu probiotik na obranyschopnost probíhá v sou-

časné fázi projektu v laboratorních podmínkách (obr. 5) za použití vybraných bakterií, jako je příležitostný včelí patogen *Serratia marcescens*, a v přirozených podmínkách se poté ověřují účinky aplikace probiotik na růst a vývoj



Obr. 4: Schéma provázanosti vysokokapacitních metod. V naší studii jsme se zaměřili na aktivitu genů sledovanou pomocí transkriptomiky, změny v bílkovinách (proteomika) a dalších nízkomolekulárních látkách, jako jsou aminokyseliny, lipidy nebo sacharidy sledované v rámci metabolomiky. Pomocí funkčních analýz, které závisí na všem dříve zmíněném, jsme hodnotili celkový dopad parazitace na fyziologii a imunitu včel.

včelstva. Probiotické kmeny s laboratorně ověřeným účinkem dále procházejí dlouhodobým testováním přímo ve včelstvech, kde se ověří jejich vliv na přezimující včelstva a samotné potlačení přirozených infekcí, proto si musíme na konkrétní výsledky výzkumu ještě několik let počkat.

Ověřováním biologických účinků látek podávaných včelám se laboratoř věnuje již delší dobu a za ni se podařilo prokázat pozitivní vliv na zdraví včel například u výtažků z rostlin rodu *Echinacea* nebo rostliny okecku srdčitého, jehož extrakt je součástí doplňku výživy Masamaril (obr. 6, Hyršl a kol. 2017, Flesar a kol. 2010).

Magnetorecepce a paměť včel

Výborné spolupráce mezi pokusným včelínem Kývalka a blízkým bohunickým kampusem využívá pro svůj výzkum také Laboratoř neuroetologie hmyzu ze stejného pracoviště jako přechodzí skupina. V laboratoři se doc. RNDr. Martin Vácha, Ph.D., a Mgr. Kateřina Tomanová, Ph.D., dlouhodobě věnují magnetoreceptci, tzn. schopnosti vnímat magnetické pole Země, a včely jsou proto pro ně modelem s velkým potenciálem. Magnetický kompas doplňuje už tak širokou řadu smyslových schopností včel a pomáhá jim při orientaci v terénu. Včely jsou schopné si zapamatovat mimořádný objem zrakových, čichových a magnetických podnětů z okolního prostředí a sestavit z nich mentální navigační mapu (Válková a Vácha 2012).

K testování schopnosti včel ukládat informace do paměti a vybavovat si je výzkumníci používají reflex vysunutí sosáku (proboscis extension reflex známý pod zkratkou PER, obr. 7). Včela je schopna si spojit určitou, třeba i zcela neznámou vůni, s cukernou odměnou a vysouvá pak sosák, jak jen vůni ucítí (viz obrázky z brněnské laboratoře). Tento základní prvek propojení smyslové a motorické aktivity probíhající ve včelím mozku se zdá být citlivý k vlivům magnetických polí kolem elektrických spotřebičů (Shepherd a kol. 2018). Jedním z úkolů, které brněnský vědci aktuálně řeší, je zjistit, jestli člověkem a jeho moderními technologiemi generovaná elektromagnetická pole nenarušují právě kompasové a paměťové schopnosti včel (více k tomu článek Vácha 2019).

Závěr

Laboratoře na Masarykově univerzitě za poslední dekádu dosáhly zajímavých výsledků ve fyziologii, imunitě a chování včel, které členové laboratoří publikovali v prestižních zahraničních časopisech. Uspořádali také dva úspěšné workshopy pro včelařskou veřejnost, kde seznámili přítomné se svými výsledky a provedli je laboratořemi s praktickými ukázkami výzkumu. Dalšími výstupy jsou publikované metodiky nebo přípravek pro podporu imunity včel.

PAVEL HYRŠL A KOL.

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno

Literatura

1. DOSTALKOVA S., DOBES P., KUNC M., HURYCHOVA J., SKRABISOVA M., PETRIVALSKY M., TITERA D., HAVLIK J., HYRSL P., DANIHLIK J. 2021. Winter honeybee (*Apis mellifera*) populations show greater potential to induce immune responses than summer populations after immune stimuli. *J Exp Biol* 224.
2. FLESAR J., HAVLIK J., KLOUCEK P., RADA V., TITERA D., BEDNAR M., STROPNICKY M., KOKOSKA L. 2010. *In vitro* growth-inhibitory effect of plant-derived extracts and compounds against *Paenibacillus* larvae and their acute oral toxicity to adult honey bees. *Vet Microbiol.* 145(1-2), s. 129-33.
3. HYRŠL P., DOBEŠ P., VOJTEK L., HRONCOVÁ Z., TYL J., KILLER J. 2017. Plant alkaloid sanguinarine and novel potential probiotic strains *Lactobacillus apis*, *Lactobacillus melliventris* and *Gilliamella apicola* promote resistance of honey bees to nematobacterial infection, *Bulletin of Insectology*, 70(1), s. 31-38.
4. KUNC M. Změny fyziologických a imunitních parametrů včel v průběhu roku. *Včelařství* 73(155), 4/2020.
5. KUNC M., DOBES P., HURYCHOVA J., VOJTEK L., POIANI S. B., DANIHLIK J., HAVLIK J., TITERA D., HYRSL P. 2019. *The Year of the Honey Bee (Apis mellifera L.) with Respect to Its Physiology and Immunity: A Search for Biochemical Markers of Longevity*. *Insects* 10.
6. SHEPHERD, S., LIMA, M. A. P., OLIVIEIRA, E. E., SHARKH, S. M., JACKSON, C. W., NEWLAND, P. L. 2018. *Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields impair the Cognitive and Motor Abilities of Honey Bees*. *Scientific Reports*, 8, 7932.
7. VÁCHA, M. 2019. *O magnetických polích, mobilech, včelách, ale také o vědcích*. *Moderní včelař* 8, s. 30-33.
8. VALKOVA, T., VACHA, M. 2012. *How do honeybees use their magnetic compass? Can they see the North?* *Bulletin of Entomological Research*, 102(04), s. 461-467.




Obr. 5: Pro krátkodobé laboratorní experimenty se používají plastové kelímky. Vlevo prázdný, upravo naplněný včelami.

Obr. 6: Doplněk výživy včel Masamaril. Zdroj: www.beedol.cz/produkty/masamaril-koncentrat-dopluku-vyzivy-vcel/

Obr. 7: Reflex vysunutí sosáku. Včela v laboratorním experimentu ucítla vůni, na kterou byla předtím trénovaná. Hýbe tykadly a vysouvá sosák v očekávání potravy. Test se používá pro měření paměťových schopností včel.