

**pět nejvýznamnějších publikovaných odborných prací
doc. RNDr. Pavel Hulva, Ph.D.**

Hulva, P; Horacek, I; Strelkov, PP; Benda, P (2004) Molecular architecture of *Pipistrellus pipistrellus*/ *Pipistrellus pygmaeus* complex (Chiroptera: Vespertilionidae): further cryptic species and Mediterranean origin of the divergence. MOLECULAR PHYLOGENETICS AND EVOLUTION 32, 1023–1035. [IF 4.286]

Problematika druhu a adaptivní radiace stojí v centru pozornosti evolučních disciplín již od dob Charlese Darwina. Jedním z úkolů naší generace v oblasti zoologie bylo rozšíření tradičního konceptu morfospecies na moderní pojetí druhu (biologický, genetický, evoluční druh aj.), která mají ve své podstatě důraz na reprodukční izolaci. V paradigmatickém rozvrhu to vyžaduje aplikaci současných přístupů evolučních disciplín, v metodické oblasti pak posun od klasické morfometriky k širšímu spektru biologických metodik s klíčovým postavením analýz DNA, což umožňuje i šetné výzkumné metody spojené s odběrem biopsií nebo neinvazivních vzorků. V tomto konkrétním případě se jedná o realizaci tradičních zaměření pracoviště, jakými jsou chiropterologie, kryptické druhy (zde v podobě druhového komplexu rodu *Pipistrellus*), mediteránní biodiverzitní hotspot a rigorózní přístup ke srovnávacím disciplínám dle Williho Henniga. Byly využity postupy molekulární fylogenetiky, jejíž empirické kořeny jsou spojeny s analýzou mitochondriální DNA. V analytické části je využito spektrum metod od parsimonie k bayesiánské statistice a koncept molekulárních hodin. V práci byla využita i bioakustická data a integrativní přístupy. Pomocí těchto metod byly popsány alopatrické a ostrovní mechanismy speciace druhového komplexu včetně jejich datování a byly získány podklady pro popis nového druhu savce pro západní palearkt a Evropu. Byly studovány dopady změn klimatu i topografie na vznik a genetickou strukturu druhů. Článek má dobrý citační ohlas, stal se klasickou prací v oblasti fylogeografie západního palearktu a Mediteránu. Další práce týmu tuto problematiku rozvedly, např. s využitím krajinné genetiky a multilokusového přístupu ke studiu fylogeografie, demografie, hybridizace a introgrese (Hulva et al. 2010), geometrické morfometriky ke studiu adaptací a reprodukční izolace (Evin et al. 2011, Herdina et al. 2014) aj.

.....

Stribna, T; Romportl, D; Demjanovic, J; Vogeler, A; Tschapka, M; Benda, P; Horacek, I; Juste, J; Goodman, SM; Hulva, P (2019) Pan African phylogeography and palaeodistribution of rousettine fruit bats: Ecogeographic correlation with Pleistocene climate vegetation cycles. JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY 46(10), 2336–2349. [IF 4.327]

V oblasti biogeografie se naše generace utká s nutností reflektovat moderní paradigmatické posuny v podobě statistické fylogeografie a demografie, koalescenční teorie, integrace dat z moderních geografických přístupů jako je dálkový průzkum Země, satelitní telemetrie aj. Ilustrací je práce o kaloni egyptském. Z biogeografického hlediska se zájem rozšiřuje z Mediteránní oblasti na Etiopskou a Orientální oblast, což přináší specifika tropické biogeografie s jejich rolí při vzniku biodiverzity a představuje rozšíření záběru našeho o na tropickou biologii. Důležitým přístupem je i ostrovní biogeografie se svými specifickými

evolučními mechanismy. V metodické oblasti využívá multilokusový přístup, který umožňuje studovat hybridizaci a introgresi, a habitatové modelování pro současnost i ledové doby. Paleoeviromentální modely přispěly k poznatkům o kolonizaci Afriky kaloni přes ostrovy v Indickém oceánu. Dále osvětlily vliv cyklického střídání pluvialů a interpluvialů a souvisejících změn krajinného pokryvu (zalesněné a otevřené krajiny) na distribuci, fragmentaci areálů a genetickou strukturu zkoumané skupiny a přinesly hypotézy o adaptivní roli mitochondriální DNA. Základním paradigmatem je zde cyklická oscilace rozlohy tropického deštného lesa a na něj vázaných specialistů. Publikace je jednou z prací týmu, která posunula kaloně egyptského na úroveň fylogeografického modelu (jako např. multilokusová studie populační a ostrovní struktury druhu v mediteránní oblasti - Hulva et al. 2012, krajinně genetická studie využívající GPS data o ekotypické variabilitě druhu na blízkém východě - Centeno-Cuadros et al. 2017 aj.). Při dostatečně podrobné úrovni popisu se molekulární ekologové mé generace zákonitě musejí analyticky vyrovnat s všudypřítomným vlivem člověka a dotýkají se otázek ochrany přírody. Do studií o kaloních se tak promítá fakt, že se jedná o jednu z modelových skupin pro human – wildlife konflikt. Jejich role jako klíčových druhů je díky adaptacím k opylování (chiropterophily) a disperzi semen (chiropterochory) mnoha druhů rostlin nesporná a je reflektována v moderní ekologii obnovy. To je v kontrastu se ztrátou habitatů vlivem odlesňování, lovem pro bushmeat a vnímáním jako zemědělských škůdců. Zmíněná práce je citována i v souvislosti s rolí kaloňů coby vektorů filovirů jako Ebola nebo Marburg. Ohniska epidemií těchto nemocí souvisejí např. s kácením pralesů, tyto práce proto přitáhly pozornost i k tematické ochraně přírody a konceptu jednoho zdraví, tedy propojení biologických procesů na úrovni ekosystémů, populací zvířat i lidí.

.....

Larsen, J; Raisen, CL; Ba, XL; Sadgrove, NJ; Padilla-Gonzalez, GF; Simmonds, MSJ; Loncaric, I; Kerschner, H; Apfalter, P; Hartl, R; Deplano, A; Vandendriessche, S; Bolfikova, BC; **Hulva, P**; Arendrup, MC; Hare, RK; Barnadas, C; Stegger, M; Sieber, RN; Skov, RL; Petersen, A; Angen, O; Rasmussen, SL; Espinosa-Gongora, C; Aarestrup, FM; Lindholm, LJ; Nykasenoja, SM; Laurent, F; Becker, K; Walther, B; Kehrenberg, C; Cuny, C; Layer, F; Werner, G; Witte, W; Stamm, I; Moroni, P; Jorgensen, HJ; de Lencastre, H; Cercenado, E; Garcia-Garrote, F; Borjesson, S; Haeggman, S; Perreten, V; Teale, CJ; Waller, AS; Pichon, B; Curran, MD; Ellington, MJ; Welch, JJ; Peacock, SJ; Seilly, DJ; Morgan, FJE; Parkhill, J; Hadjirin, NF; Lindsay, JA; Holden, MTG; Edwards, GF; Foster, G; Paterson, GK; Didelot, X; Holmes, MA; Harrison, EM; Larsen, AR (2022) **Emergence of methicillin resistance predates the clinical use of antibiotics**. NATURE 602, 135–141. [IF 49.962]

Velikost savců je pod disruptivní selekcí vlivem predace, u nepočetných středně velkých savců proto nacházíme výrazné antipredační adaptace. Jedním z nich jsou ostny ježků, které vytvářejí specifické podmínky pro mikroevoluci kožního mikrobiomu. Tato práce popisuje vznik rezistence na antibiotika u zlatého stafylokoků v tomto prostředí ještě před začátkem klinického využití antibiotik jako reakci na jejich produkci mikroskopickou houbou *Trichophyton erinacei*. Práce tak staví na paradigmatu holobionta, metodickém přístupu éry biologie velkých dat zahrnujícím mikrobiologii, genomiku aj. a rozvíjí naše předchozí analýzy mitochondriální DNA, mikrosatelitů, parazitofauny aj. V tomto projektu byly zúročeny zkušenosti

s mikroevolucí mikroorganismů i patnáctileté zkušenosti s výzkumem ježků, kteří díky své senzitivě na oscilace klimatu slouží jako fylogeografický model, na jehož základě bylo formulováno jedno ze základních paradigmat pleistocenní fylogeografie Evropy, a který naše pracovní skupina povýšila na speciální a genomický model (např. Bolfíková and Hulva 2012, Bolfíková et al. 2013, Bolfíková et al. 2020, Eliášová et al. 2022 aj.). V práci jsme s bývalou doktorandkou měli na starosti design zoologické části, účastnili jsme se fylogenetických a biogeografických částí a přispěli k začlenění interpretací v rámci konceptu jednoho zdraví. Přenos rezistentních kmenů na domácí zvířata i lidi souvisel s rozsáhlými Antropocenními přestavbami ekosystémů, což je primární příčina přenosu na člověka u většiny lidských infekčních onemocnění. V tomto případě se jedná o zničení polootevřené parkovité krajiny, tvarované megafaunami, na kterou jsou ježci adaptovaní, jejich synantropizaci a synurbanizaci, posléze náhradu megafaun domestikovanými kopytníky a kaskádu dalších jevů.

.....

Hulva, P; Bolfíková, BC; Woznicova, V; Jindrichova, M; Benesova, M; Myslajek, RW; Nowak, S; Szewczyk, M; Niedzwiecka, N; Figura, M; Hajkova, A; Sandor, AD; Zyka, V; Romportl, D; Kutal, M; Find'o, S; Antal, V (2018) **Wolves at the crossroad: Fission-fusion range biogeography in the Western Carpathians and Central Europe.** DIVERSITY AND DISTRIBUTIONS 24(2), 179–192. [IF 5.139]

Dalším zaměřením naší pracovní skupiny jsou velcí savci (zejména šelmy), kteří s letouny sdílí vysokou úroveň genového toku v populacích a kromě vlivu geografické izolace vykazují tendenci k diferenciaci v rámci adaptivních scénářů (např. vznikem ekotypů). Téma této práce vychází z unikátní situace v Evropě, kde na rozdíl od ostatních oblastí populace velkých šelem regenerují a šíří se. Výzkum velkých savců není možný bez rozsáhlých spoluprací s institucemi ochrany přírody, tato práce staví na dekádě takových aktivit a využití postupů neinvazivní a ochranné genetiky. Byla poprvé popsána populační struktura vlka obecného ve Střední Evropě. Ukázalo se, že podobně jako u jiných druhů tato oblast představuje genetickou křížovatku, kde se stýká několik populací. Byly také popsány případy dálkové disperze, enklávy středoevropské nížinné populace v Karpatech, úroveň genetické variability a role driftu a formulovány možné scénáře dalšího vývoje. Publikace také zahrnuje hypotézy týkající se ekotypické variability a vlivu fragmentace krajiny na tento druh. Práce se stala východiskem pro genetický monitoring vlka obecného a medvěda hnědého v České Republice (<https://www.navratvlku.cz/o-vlkovi-genetika/>) a na Slovensku, přípravu příslušných programů péče ve spolupráci s MŽP (AOPK a ŠOP) a osvětovou činností (např. Hulva 2017 <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2017/cislo-4/o-vlkovi-postdivocine-evoluci.html>). Tyto výsledky souvisí i s řadou dalších prací o genetice a genomice vlka vzniklých v rámci mezinárodních konsorcií (např. Montana et al. 2017, Szewczyk et al. 2019 a 2021, Ciucani et al. 2022). Důležitou součástí je i problematika hybridizace vlka se psem (Randi et al. 2014, Donfrancesco et al. 2019), složité téma s obecnými i společenskými přesahy. Pracovní skupina se zaměřuje i na historii československého vlčáka, národního plemene a důležitého modelu pro výzkum domestikace (Smetanová et al. 2015, Caniglia et al. 2018).

.....

Neveceřalova, P; Carroll, E; Steel, D; Vermeulen, E; Elwen, S; Zidek, J; Stafford, JK; Chivell, W; **Hulva, P (2022) Population changes in a whale breeding ground revealed by citizen science noninvasive genetics.** GLOBAL ECOLOGY AND CONSERVATION 37, e02141. [IF 3.380]

Kytovci představují jako letouni nebo šelmy savce ze skupiny Laurasiatheria, podobně jako šelmy jsou to velcí vysoce pohybliví savci, s netopýry sdílejí např. schopnost echolokace, pohyb v 3D systému a složitou prostorovou ekologii a migrační chování podmíněné dynamikou distribuce kořisti. Tato práce byla zaměřena na populační genetiku velryby jižní v jižní Africe a představuje rozšíření záběru skupiny na mořskou biologii. Obrovské plochy oceánů jižní polokoule představovaly pro savčí megafaunu určitou analogii mamutové stepi na polokouli severní, tato společenstva se ale dochovala déle než v případě terestrických druhů. Velcí mořští savci včetně zkoumaného druhu byli významně ovlivněni érou průmyslového velrybářství, dnes zase čelí problémům v souvislosti s antropogenními vlivy na prostředí. Byl proto nutný šetrný přístup a studie byla založena na sběru neinvazivních vzorků staré kůže, které se zvířata zbavují po migraci z Jižního oceánu do pobřežních oblastí, kde probíhají porody. K tomu byla v rámci občanské vědy využita platforma společností zaměřených na pozorování velryb, reflektující exploration - exploitation dilemma. Výsledky umožnily zpřesnit pohled na význam jihoafrické populace pro tento druh, popsat její variabilitu i vztahy s ostatními populacemi a studovat demografické změny, ke kterým v období velkého zrychlení Antropocénu dochází. Např. byly pozorovány velké roční fluktuace v početnosti a vyšší hladina inbreedingu ve srovnání s předchozími dekadami. To pravděpodobně souvisí s poklesem reprodukční úspěšnosti druhu, ke kterému dochází vlivem negativních antropogenních vlivů, jako jsou srážky s plavidly a jiné disturbance, změny klimatu i mořských trofických sítí. Zapojení do výzkumu velryby jižní se promítá i do praktického managementu, např. přes angažmá v mezinárodní velrybářské komisi (IWC). Tato práce souvisí i s dalšími studiemi, které se týkají fylogeografie studovaného druhu (Carroll et. al. 2019) nebo změn v její trofické nise a prostorovém chování, způsobených zejména ústupem krilu na jih (van den Berg et al. 2021). Práce mají dobrý ohlas v souvislosti s výzkumem globálního oteplování, které má největší impakt v chladných oblastech.