

# Proč kukačka neparazituje nejnápadnější ptáky? Konkrétní příklad s obecným poučením pro ekologické studie

I když si to ekologové neradi přiznávají, většina našich prací trpí řadou problémů. Od nevhodné metodiky, přes chybné statistické analýzy po zavádějící interpretace. Na konkrétní studii o výběru hostitele kukačkou, zde chápanou jako model obecného ekologického jevu (využívání zdrojů), budu ilustrovat řadu z těchto obecných problémů. Účelem textu není vysvětlit podrobnosti, ale přimět studenty i zkušené badatelské veterány k tomu, aby věnovali více pozornosti chybám, které tak často děláme a přehlízíme.

## Modelový příklad: kukačka versus drozdi

Základní ekologickou učebnicovou pravdou je, že za stejných podmínek by měly být hojné a dostupné zdroje využívány více než zdroje vzácné nebo chráněné. Vysvětlit, proč se v potravě predátora vyskytuje málo kořisti, která je kryptická (ne-nápadná), aposematická (pravdivě signalizující svou reálnou nepoživatelnost) nebo vykazuje batesovské mimikry (lživě proklamující svou nepoživatelnost), je relativně snadné. Predátor takový zdroj jednoduše nenajde, nebo se nechá odradit. Ale co si počít v případě, kdy zdroj je nápadný, nechráněný, tedy snadno dostupný a přesto není vůbec využíván?

Těžko najít extrémnější případ nevyužívání zdrojů než absenci parazitismu kukačkou obecnou (*Cuculus canorus*) u ev-

ropských zástupců drozdů (*Turdus*). I při značném úsilí není snadné najít hnízda ptáků, které kukačka v lese parazituje – zkuste dohledat hnízdo červenky nebo pěvušky. Naopak prakticky nemožné je přehlédnout nejnápadnější lesní hnízda pěvců, tedy kosa černého (*Turdus merula*) a drozda zpěvného (*T. philomelos*). Počet kukaččích vajec nalezených v hnízdech rodu *Turdus*, včetně dalších čtyř evropských zástupců, tedy drozda kvíčaly (*T. pilaris*), drozda cvrčaly (*T. iliacus*), drozda brávníka (*T. viscivorus*) a kosa horského (*T. torquatus*), je však o několik řádů nižší, než bychom čekali podle jejich početnosti – o nápadnosti nemluvě. Zdá se, že kukačka k nim klade jen v nouzi, když nemá k dispozici hnízdo svého primárního hostitele, třeba červenky. Proč parazit nevyužívá tento do očí bijící zdroj?

## Primární versus sekundární nevhodnost hostitele

Nevyužívání hostitele lze obecně vysvětlit dvěma způsoby (viz tab. 1). Např. sýkoru modřinku (*Cyanistes caeruleus*) kukačka parazitovat nemůže – drobným vstupem se velká samice kukačky do sýkorčí hnízdní dutiny neprotáhne. Pokud by se jí i podařilo do výjimečně otevřenější dutiny naklást, kukaččí mládě se z hnízda ven nedostane. Potenciální koevoluce parazit-hostitel tak končí hned v první generaci zánikem parazita. Naopak pěnici černo-hlavou (*Sylvia atricapilla*) dnes kukačka neparazituje nejspíše proto, že si pěnice během dřívějších interakcí s parazitem vytvořila silnou obranu – téměř stoprocentní odmítání cizích vajec (Honza a kol. 2004) a vysokou agresivitu (Grim 2005), která znemožňuje kukačce uspět.

Rozdíl mezi tzv. primární a sekundární nevhodností je zcela zásadní. Mezi kukačkou a primárně nevhodnými hostiteli (sýkora) nejenže koevoluce neproběhla, ale ani v budoucnu se nemůže uskutečnit. Jakékoli zdánlivé „proti-adaptace“ vůči kukačce u těchto hostitelů musí být vedlejší produkt přizpůsobení k něčemu jinému. Naopak mezi kukačkou a sekundárně nevhodnými hostiteli (pěnice) koevoluce proběhla („reliktní“ adaptace proti kukačce jsou toho důkazem) a navíc v budoucnu znovu může začít. Každá obranná adaptace totiž může mít výhody (pokud je ovšem nebezpečí přítomno), ale vždy musí mít výdaje – např. i po zániku hnízdního parazita specializovaného na daného hostitele platí tento hostitel za své adaptace (kognitivní a energetické náklady, chyby při rozpoznávání cizích a vlastních vajec i mláďat), ačkoli z nich žádné zisky nemá. Výdaje na obranu v nepřítomnosti parazita postupně odselektují dřívější adaptace – hostitel se tak stává druhotně vhodným a další kolo koevoluce se může roztočit.

## Jak na to?

Tyto scénáře – primární versus sekundární nevhodnost – jsem se s kolegy pokusil rozřešit pomocí kombinace srovnávacích a experimentálních přístupů (Grim a kol. 2011). Ve srovnávací části jsme jednoduše sledovali, zda různé životní znaky drozdů (např. velikost těla, snůšky nebo hnízda, složení potravy apod.) kvantitativně leží v rozsahu variability, kterou vidíme u současných kukačkou parazitovaných hostitelů (obr. 4).

Srovnávání dvou skupin nebo taxonů jako test obecné hypotézy je asi nejčastější analytickou chybou v biologii – jde o tzv. pseudoreplikaci (Hurlbert 1984). Je to totéž jako korelovat dva datové body, což je samozřejmě absurdní. Přestože jsme srovnávali dvě skupiny, pseudoreplikace jsme se nedopustili. Netestovali jsme totiž obecnou hypotézu (např. jaké faktory u parazitických ptáků omezují výběr hostitele), ale hledali jsme odpověď na konkrétní otázku – proč drozdi nejsou parazitováni kukačkou (tzv. location difference v terminologii Hurlberta 1984). Smyslem srovnání navíc nebylo testovat hypotézy, ale identifikovat kandidátní znaky na případné experimentální testy (pokud se drozdi neliší od běžných hostitelů např.







1 Mládě kukačky obecné (*Cuculus canorus*) krátce po vylétnutí z hnízda jediného dutinového hostitele kukačky, rehka zahradního (*Phoenicurus phoenicurus*). Utula, Finsko

2 a 3 Unikátní záběry jednoho z mláďat kukačky obecné, které úspěšně vylétlo z hnízda drozda zpěvného (*Turdus philomelos*). Ten byl tradičně považován za nevhodného hostitele – předpokládalo se, že kukaččí mládě u drozda nemůže přežít kvůli složení potravy. Lužice, Česká republika

4 Příklad srovnání obecných, s parazitismem přímo nesouvisejících životních znaků, které mohou znemožnit kukačce daného hostitele parazitovat. Hloubka nebo strmost hnízdní kotlinky může zabránit kukaččímu mláděti vytlačit své konkurenty. Průměrná hloubka hnízda u běžných hostitelů je značně a statisticky významně menší (4,6 cm) než u drozdů rodu *Turdus* (6,3 cm). To by v typické srovnávací studii vedlo k závěru, že hloubka hnízda vysvětluje absenci parazitismu u drozdů (viz např. Soler a kol. 1999). Takový závěr je ovšem neopodstatněný ze tří důvodů:

- (1) Korelace neznamená příčinnost.
- (2) Statisticky významný rozdíl neznamená, že efekt je biologicky významný.
- (3) Reálně žádný průměrný drozd s kotlinkou hlubokou 6,3 cm neexistuje (jde o logickou chybu – reifikaci; blíže

v textu). Průměrování zavádějícím způsobem maskuje jediné biologicky relevantní rozdíly, které jsou na úrovni druhů, resp. jedinců. Např. cvrčala – *T. iliacus* (plný čtverec) má mělké hnízdo, které se hloubkou neliší od některých běžných hostitelů, kde kukačka vytlačuje ostatní mláďata vždy úspěšně, takže omezující vliv hloubky hnízda je u cvrčaly vyloučen. Naopak kvíčala – *T. pilaris* (prázdný čtverec) leží v tomto parametru zcela mimo variabilitu u běžných hostitelů a pro tento konkrétní druh je tedy hypotéza o hloubce hnízda životaschopným vysvětlením absence parazitismu. Což jsme potvrdili v experimentální části naší práce. Srovnávací analýza napříč druhy, tedy zcela standardní přístup v ekologických studiích, by vedla k chybným závěrům. Orig. T. Grim

v hnízdní hustotě, je jasné, že tento faktor nemůže být za absenci parazitismu zodpovědný a není ho tedy třeba experimentálně manipulovat).

V experimentální části jsme vyšli z toho, že hostitel může parazitovi odolat ve třech ontogenetických stádiích (tab. 2). Hostitelskou obranu hnízda jsme testovali na vycpaninách kukačky a vrány šedé (*Corvus cornix*). Ta nebyla zahrnuta jako kontrola, tedy neškodný vetřelec u hnízda, ale právě proto, že jde o nebezpečného predátora. Předběžné pokusy s kukačkou

totiž nevyvolaly u některých drozdů žádné agresivní reakce a vyvstala otázka, zda ignorují kukačku proto, že pro ně není nebezpečná, nebo proto, že nejsou vůbec schopni agresivních reakcí na jakékoli ne-zvané návštěvníky u hnízda.

Schopnost zabránit parazitismu ve stadiu kladení a inkubace jsme testovali pomocí modelů vajec (obr. 5 a také článek Globální experiment s ptačí ekologií: co se stane, když se evropský pták ocitne na Novém Zélandu? – P. Samaš a T. Grim, *Živa* 2010, 5: 227–229). Jak agresivitu, tak reakce na modely vajec jsme zjišťovali ve 12 evropských populacích, které byly buď sympatrické, nebo alopatické s kukačkou, tedy hostitelé tam byli, resp. nebyli v kontaktu s parazitem. Pokud by drozdi byli dřívějšími hostiteli, které kukačka přestala parazitovat, měly by být reakce slabší, a/nebo pomalejší v alopatrii, jak je doloženo v řadě studií na mnoha vhodných a dnes využívaných hostitelích hnízdních parazitů (např. Stokke a kol. 2008).

#### ● První obranná linie: agresivita

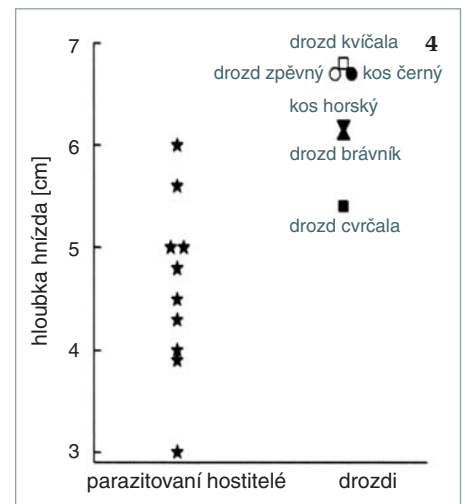
Většina drozdů (kvíčala, cvrčala, drozd zpěvný) kukačku u hnízda ignorovala. Kos černý sice reagoval častěji a agresivněji, ale v rámci běžné variability u dnešních hostitelů. K vráně se chovali potenciální hostitelé podobně jako ke kukačce, nebo mnohem silněji. Reakce se nelišily mezi alopatrii a sympatrii s kukačkou.

Tab. 1 Dva základní scénáře vysvětlující, proč se dnes někteří ptáci nestávají obětí mezidruhových hnízdních parazitů (schéma neplatí pro vnitrodruhové parazity).

Nevhodnost hostitele	Příčina	Koevoluce dříve	Koevoluce v budoucnu
primární	obecný životní styl	nebyla	nemůže být
sekundární	protiparazitická obrana	byla	může znovu začít

Tab. 2 Ontogenetický pohled na interakci mezi hnízdním parazitem a hostitelem. „Adaptace hostitele“ jsou znaky, které vznikly během koevoluce s parazitem (např. kukačkou) a mohou způsobit sekundární nevhodnost takového hostitele (viz tab. 1).

Stadium hnízdění	Vývojové stadium parazita	Adaptace hostitele	Adaptace parazita
kladení	dospělec	agresivita	nenápadnost
inkubace	vejce	odmítání vajec	mimikry vajec
mláďata	mládě	odmítání mláďat	mimikry mláďat





## ● Druhá obranná linie: odmítání cizích vajec

Drozdí odmítali cizí vejce přibližně v polovině případů bez ohledu na typ modelu vajec a přítomnost či nepřítomnost kukačky – reakce byly podobné mezi alopatickými a sympatrickými populacemi. Typicky odmítali méně často a pomaleji než běžní hostitelé. Před vyhozením strávila většina modelů vajec v hnízdě 2–3 dny (obr. 5).

Z toho vyplývají dva důležité závěry. Zaprvé, absence parazitismu u drozdů není artefakt příliš častého a rychlého odmítání cizích vajec, ale reálný biologický jev. Zadruhé, ani agresivita u hnízda, ani odmítání cizích vajec nemůže vysvětlit, proč se kukačka drozdům vyhýbá – parametry obou obranných reakcí totiž nepřekračují variabilitu stejných způsobů chování u dnes parazitovaných hostitelů.

## ● Třetí obranná linie: je něco špatně v periodě mláďat?

Tradičním vysvětlením absence kukaččích parazitismu u drozdů byla potrava: kukačka parazituje hmyzožravé ptáky, zatímco drozdí krmí své potomstvo žízalami a měkkyši. Autoři si však dříve neuvědomili, že z takovéto salonní úvahy nic nevyplývá, dokud neprovedeme potřebné pokusy. A skutečně: kukačky přesazené do hnízd drozda zpěvného na typicky drozdí potravě nejlépe přežily (obr. 2 a 3), ale dokonce rostly výrazně lépe než u nejběžnějšího evropského hostitele rákosníka obecného (*Acrocephalus scirpaceus*; Grim 2006). Jenže to měly v pokusu usnadněné – nemusely z hnízda vytlačovat vejce či mláďata hostitele (ta jsem přesadil do jiných hnízd, abych odstranil možný matoucí vliv konkurence s mláďaty hostitele).

Alternativní vysvětlení tvrdí, že drozdí mají příliš velká hnízda, nebo vejce na to, aby je kukačka mohla vytlačit (Kleven a kol. 1999). Teoreticky by mohly mít velikosti vajec a hnízd nezávislý (aditivní) vliv, nebo by mohla hrát roli jejich interakce (tj. ani velká vejce, ani velká hnízda sama o sobě vytlačovací chování kukačky neomezuje, ale jejich kombinace ano). Zjistili jsme, že vliv má pouze velikost hnízda. Na velikosti vajec v rámci přirozené variability nezáleží (obr. 6).

Proč by ale mělo na vytlačování záležet? Vždyť kukaččí mládě je učebnicová ukázka nadnormálního podnětu – mělo by si tedy získat dost potravy bez ohledu na pří-



5 I takto odlišná vejce někdy hostitelé (zde drozd zpěvný) odmítnou až po několika dnech. Podtrhuje to závěr, že absence kukaččích parazitismu u drozdů není artefaktem dobré schopnosti hostitelů cizí vejce rychle odstranit. Auckland, Nový Zéland

tomnost mláďat hostitele. Realita toto očekávání vyvrátila: kukačky sdílející hnízdo s mláďaty drozdů rostly špatně a ve všech případech během několika dnů uhynuly. Zdálo by se, že mláďata drozda zpěvného a kvíčaly vyhrála díky svému pověstnému extrémně rychlému růstu. I to by byl chybný závěr. Kukačka totiž nesnese soutěživost ani jiných, mnohem menších mláďat (Grim a kol. 2009).

## Proč kukačka drozdy nevyužívá?

Předešlé práce na tuto otázku nedokázaly – a v principu ani nemohly – odpovědět, poněvadž to byly typické ekologické studie. To znamená, že testovaly izolované hypotézy, ignorovaly alternativní vysvětlení, neuvvažovaly možnost interakcí faktorů atd. (tab. 3). Např. všechny až dosud sledovaly reakce hostitelů buď na parazitické dospělce, nebo vejce, ale neexistují žádné studie vlivů v periodě mláďat na výběr hostitele u kukačky. Bez testování vztahů parazit-hostitel ve všech ontogenetických stádiích (vejce, mládě, dospělec) nelze učinit žádný hodnověrný závěr. Proč? Např. vysoká frekvence odmítání cizích vajec nevyklučuje možnost, že jiný aspekt hostitelské obrany (agresivita, ne-

ochota krmit cizí mláďata apod.) způsobil, že parazit přestal daného hostitele využívat.

Právě proto jsme ve srovnávací části věnovali pozornost všem potenciálním vysvětlením (přes 20 faktorů) a v experimentální části testovali reakce hostitelů na všechna ontogenetická stadia parazita. Jen díky tomu jsme mohli vyvrátit většinu tradičních vysvětlení o nevhodnosti drozdů pro kukačku např. z hlediska velikosti těla (Moksnes a kol. 1991) nebo velikosti vajec (Kleven a kol. 1999). I když jistě kauza kukačka versus drozdí není úplně uzavřena, naše práce ukazuje zásadní význam sledování interakcí mezi parazity a hostiteli v mláďecí periodě, která bývá předmětem bádání velmi zřídka. Obecná poučení, platná pro jakéhokoli ekologu, se pak týkají reifikace (viz dále), reprezentativnosti dat a velikosti vzorků.

## Obecná poučení pro ekologické studie

### ● Zavádějící srovnávací studie: problém reifikace

Je absurdní tvrdit, že kukačka neparazituje drozdy proto, že mají velké tělo apod. (podobných vysvětlení je odborná literatura plná). Takovou argumentaci bychom se dopustili logické chyby zvané reifikace (zvěcnění). Jde o záměnu modelu (hypotetického konstrukt) s realitou; v našem případě záměnu statistického modelu (průměrné dané vlastnosti např. druhu rodu *Turdus*) za biologickou skutečnost (reálně existující proměnlivost mezi druhy, potažmo jedinci uvnitř druhů; obr. 4). Jinými slovy, žádný průměrný drozd neexistuje. Kukačka interaguje s konkrétními druhy. Parazituje jedince, kteří mají druhově specifické znaky (např. tělesná velikost), a ty (nikoli průměry napříč druhy) rozhodují o výsledku interakce. Problém reifikace se týká jakýchkoli srovnávacích studií, které stojí na průměrech, trendech apod. napříč mnoha druhy. Logický blud zvěcnění detailně rozebírá S. J. Gould v knize Jak neměřit člověka (Lidové noviny 1997).

Právě proto, že jsme se reifikací vyhnuli (tj. srovnávali jsme rozsah dat bez statistické analýzy), mohli jsme zjistit, že žádné paušální vysvětlení pro absenci kukaččích parazitismu u drozdů není. Např. u drozda zpěvného se kukaččímu mláděti nepodaří vytlačit vejce/mláďata hostitele z hnízda, čímž je vystaveno kompetici s drozďaty, kterým podlehne. Všimněte si, že hostitel nepotřebuje žádnou specifickou obranu proti parazitovi, přesto pro něj parazitismus není nákladný. Nabízí se sice vysvětlení, že drozd si vytvořil svou unikátní výstelku hnízda (hladká „dřevotříška“) jako zvláštní obranu vůči kukačce, ale tato hypotéza je vyloučena srovnáním s kvíčalou. Ta má stejně velké hnízdo, stejně strmou kotlinku (ovšem bez hladkého „výmazu“) a kukaččí vytlačovací chování u ní selhává stejně.

V hnízdech kosa černého zase kukačka téměř vždy uspěje ve vytlačování, ale hostitel není ochotný ji krmit a mládě časem opustí. Podobnou neochotu starat se o mláďata jiných druhů vidíme i u ptáků, kteří nejsou hostiteli hnízdních parazitů. Také srovnání s hostiteli, kteří odmítají mláďata hnízdních parazitů, naznačuje, že u kosa nejde o specifickou obranu vůči

**Tab. 3** Deset rozdílů mezi tradičním přístupem ke studiu hnízdního parazitismu a prací (Grim a kol. 2011), kterou zde jako modelový příklad probírám.

Proč jsou tradiční přístupy problematické a proč je zcela zásadní, aby těmto problémům ekologové věnovali více pozornosti, je diskutováno v textu.

Tradiční přístup	„Drozdí“ studie
Jediný modelový druh	Taxonomické replikáty
Jediná studovaná populace	Prostorové replikáty
Jediný studijní rok	Časové replikáty
Malé vzorky	Velké vzorky
Jediná hypotéza	Mnoho hypotéz
Ignorování interakcí	Testování interakcí faktorů
Jediné vývojové stadium parazita	Všechna vývojová stadia parazita
Srovnávací nebo experimentální přístup	Srovnání a pokusy
Průměrování a reifikace	Explorační srovnání bez statistiky
Obecná vysvětlení	Druhově specifická vysvětlení





**6** Úspěšnost vytlačení hostitelských vajec kukačkou v hnízdě rehka zahradního nezávisí na velikosti nebo hloubce hnízda, ale na strmosti vnitřních stěn hnízdní kotlinky. Utula, Finsko. Snímky T. Grima

parazitismu. I fylogeneticky blízké příbuzné druhy se tedy mohou lišit v důvodech, proč se jim kukačka vyhýbá.

#### ● Reprezentativnost a metareplikace

Hlavní problém ekologie tkví v tom, že se řada učebnicových pravd zakládá na jediném studiu. Přitom na ničím nepodloženém předpokladu jejich správnosti staví desítky až stovky dalších studií. Jádrem problému je v tom, že – na rozdíl od fyziky – naráží ekolog na náhodnou variabilitu a unikátní rozdíly mezi populacemi, druhy a vyššími taxony. Přesto typická ekologická studie činí obecné závěry na základě dat často z jedině studované populace (která nemusí být reprezentativní pro sledovaný druh), z jediného roku (který nemusí být reprezentativní ani pro sledovaný druh, ani pro danou populaci) a z jediného modelového druhu (který může být atypický a nemusí vypovídat nic o tom, jak např. „ptáci“ fungují).

Právě proto jsme se pokusili o co nej-reprezentativnější „pokryvnost“ napříč roky, populacemi a taxony. Poslední aspekt je zvláště důležitý: větší hodnověrnosti obecných ekologických poznatků nelze (navzdory tradovaným představám) nikdy dosáhnout replikací, tedy zvyšováním počtu vzorků pro danou populaci, potažmo modelový druh (Johnson 2002). Nikdy totiž nevíme, zda daný druh není „divný“. Replikace sice zvýší hodnověrnost poznatků, ale právě jen pro konkrétní studovanou populaci, což z hlediska vědeckého poznání – které má být z podstaty věci obecně platné – není nijak zajímavé. Naopak v aplikovaném výzkumu (např.

ochranářská biologie), kde je nutný hodnověrný poznatek platný tady a teď (např. v konkrétní rezervaci), může mít replikace větší význam. Ostatně dnes už víme, že velká část učebnicových tvrzení o ptácích (a tím pádem o ekologii obecně) je chybná – zakládá se na studiu ptáků mírného pásu, kterých je málo a mají bizarní ekologii ve srovnání s většinou ptáků, kteří žijí v tropech (Grim a Remeš 2006). Jedinou cestou k zobecnování v biologii je metareplikace, tedy opakování celých studií napříč časem, prostorem a fylogenetickým spektrem (Kelly 2006, Poláčiková a Grim 2010). Právě metareplikace může ukázat, že tradovaná učebnicová pravda je mylná (např. Maddox a Weatherhead 2009).

#### ● Větší vzorek není automaticky lepší

Většina předešlých studií kukačky a jejich hostitelů byla založena na velice malých vzorcích (např. v průměru 15 hnízd při pokusech s vejci), zatímco v naší práci jsme získali řádově větší vzorky. Což jistě neznamená, že naše studie je „lepší“, ani to neznamená, že naše výsledky mění některá předešlá zjištění. Např. ve starší práci (Grim a Honza 2001) jsme publikovali miniaturní data o častosti odmítání cizích vajec u kosa černého (vzorek  $n = 6$ ) a drozda zpěvného ( $n = 12$ ). Později (Grim a kol. 2011) jsme nashromáždili již větší vzorky ( $n = 131$  a  $74$ ), ale odhady parametrů (frekvence odmítání) zůstaly prakticky totožné. Malý vzorek tedy neznamená, že práce je špatná. Malý vzorek znamená, že závěry jsou méně jisté.

Tvrzení čím větší vzorek, tím lepší, platí asi tolik jako tvrzení, čím víc vajec sýkora naklade, tím má vyšší fitness. Je zarážející, že v hodinách behaviorální ekologie (se) učíme, že investice do jakéhokoli znaku je optimalizační záležitost, zatímco při diskuzích o velikosti vzorku sklouzáváme do argumentů maximalizačních. Do jisté míry platí, že větší vzorek je reprezenta-

tivnější; jenže zisky z rozsáhlejšího vzorku rychle mizí (od určité velikosti vzorku se odhadované parametry už nebudou lišit od těch založených na menším vzorku, viz příklad výše). Naopak výdaje na získání většího vzorku rostou neustále. Nejde jen o čas, námahu a peníze grantových agentur. U experimentů s živočichy, včetně lidí, jde o etiku. „Plytvání časem a energií na chybně postavené pokusy je hlupácké. Způsobovat více utrpení lidem a zvířatům nebo narušovat ekosystémy více, než je nezbytně nutné, je však neomluvitelné“ (Ruxton a Colegrave 2006). Pamatujme, že „výběr velikosti vzorku je optimalizační proces. Čím více vzorků, tím lépe je ne-smyslná strategie“ (Taborsky 2010).

Množství vzorků v pokusech s mláďaty je v „drozdí“ studii často velice malé, v některých experimentech ho spočítáte na prstech jedné ruky. Lze z takových dat něco hodnověrně vyvodit? Ano: pokud jsou výsledky podobné napříč druhy a populacemi, velikost efektu je výrazná (ne drobné změny růstových parametrů, ale přežití versus smrt), směr efektu je konzistentní a do hry vstupují etické ohledy (úmrtí mláďat), pak se můžeme spokojit i s menším počtem vzorků.

#### Závěr

Dokonalé studie v ekologii ani v jiném vědním oboru samozřejmě neexistují – každé práci lze něco vytknout. Na druhé straně se lze řadě rozšířených chyb při troše snahy vyhnout. Není možné na prostoru tohoto textu zacházet příliš do detailů – vždyť o každé zmiňované chybě, kterou ekologové rutinně páchají, byly již napsány desítky nebo stovky článků a knih. Důležité je, abychom takovým pojednáním o našich chybách věnovali více pozornosti.