

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Zoologie



Bc. Jasna Simonová

Možnosti endodisperze suchozemských plžů trávicím traktem ptáků

Possibilities of land snail endodispersion via bird gut

Diplomová práce

Školitelka: doc. RNDr. Lucie Juříčková, Ph.D.

Konzultanti: prof. RNDr. Adam Petrušek, Ph.D., doc. Mgr. Alice Exnerová, Ph.D.

Praha, 2019

Poděkování

Ráda bych poděkovala především své školitelce Luce Juříčkové za vedení práce, celkovou pomoc a podporu. Velmi také děkuji svým konzultantům – Adamu Petruskovi za náměty a připomínky především ke koncepci a výstupům práce a Alici Exnerové za konzultace zejména z hlediska ptáků, za umožnění experimentů v její laboratoři a pomoc s nimi.

Jirkovi Hadravovi patří velké poděkování za pomoc se statistickým vyhodnocením dat. Také chci velmi poděkovat své kolegyni Lucii Bohaté, za pomoc a spolupráci od doby prvních experimentů v záchranných stanicích. Za společný začátek celého projektu děkuji svým spolužákům z gymnázia – Lukáši Nehasilovi, Šimonu Kapicovi, Báře Kadlecové a Miloši Haldovi.

Důležitou součástí mé práce bylo nabízení plžů ptákům v záchranných stanicích. Velmi proto děkuji vedoucí ošetrovatelce ZS Praha-Jinonice Zuzaně Pokorné, vedoucímu ZS Vlašim Petru Švingrovi a vedoucí ParaZOO Vlašim Aleně Konvalinkové, kteří mi zde práci umožnili. Za pomoc během experimentů a za technickou podporu děkuji zaměstnancům a dobrovolníkům záchranných stanic, především Oldovi Rajchlvi, Evě Merklvé, Aničce Dittrichové a Karolíně Dobíhalové.

Za podporu během experimentů na PřF UK jsem také vděčná Magdě Bělové, Katce Chalúšové a Markétě Zíkové.

Za pomoc v terénu děkuji Tereze Kosové, Ondrovi Korábkoví, Tomáši Juříčkovi, Radovanu Coufalovi, Kátě Kubíkové, Doubravce Požárové, Timoteji Toepferovi a Kristině Horáčkové.

V neposlední řadě bych chtěla velmi poděkovat svému otci za uvedení do této problematiky, a oběma svým rodičům a svému snoubenci za podnětné diskuze, pomoc v terénu i při zpracovávání práce a celkovou podporu.

Prohlašuji, že jsem nepředložila tuto práci ani její podstatnou část k získání jiného nebo stejného akademického titulu, že práci jsem zpracovala samostatně a uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu.

V Praze, dne 29. dubna 2019

Podpis

Abstrakt

Pasivní disperse je základním způsobem šíření suchozemských plžů, jejichž schopnost aktivní disperse je velmi omezená. Za důležitý vektor šíření plžů jsou dlouhodobě považováni ptáci. Plži mohou být přenášeni přichycení na povrchu jejich těla (ektozoochorie) nebo mohou přežít konzumaci ptákem a následné vyloučení z jeho trávicího traktu (endozoochorie). Možnost endozoochorie byla zatím prokázána jen pro několik málo druhů plžů a ptáků. Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda je endozoochorie možná i pro další kombinace druhů.

Plži byli nabízeni ptákům v laboratorních podmínkách a v záchranných stanicích pro živočichy. Následně byly sebrány a prohledány trus a vývržky ptáků. U plžů se schránkami bez výrazného poškození byla zjišťována jejich životaschopnost.

Ptáci celkem zkonzumovali 62 % z 4519 nabízených plžů příslušejících 15 druhům. Bez výrazného poškození schránky bylo v trusu nalezeno 240 plžů (5,3 % zkonzumovaných). Celkem bylo živých 28 jedinců čtyř druhů (Clausiliidae: *Alinda biplicata*; Chondrinidae: *Chondrina avenacea*; Vertiginidae: *Vertigo antivertigo*, *V. pygmaea*). Někteří plži byli ptáky také vydáveni. Bez významného poškození schránky bylo celkem vydáveno 121 jedinců (2,7 % zkonzumovaných) čtyř druhů. Celkem 35 jedinců všech čtyř druhů (Chondrinidae: *Chondrina avenacea*; Clausiliidae: *Alinda biplicata* a *Bulgarica nitidosa*; Pomatiidae: *Pomatias elegans*) bylo živých. Větší pravděpodobnost úspěšného průchodu trávicím traktem měli plži s menší ulitou (<8 mm). Nejvyšší podíl živých jedinců nalezených v trusu vůči zkonzumovaným byl zjištěn u druhu *Chondrina avenacea*. Plži zkonzumovaní mladými kosi černými měli největší pravděpodobnost přežití. Výsledky experimentů ukazují, že endozoochorie zprostředkovaná ptáky by mohla být vhodným vysvětlením schopnosti zkoumaných druhů plžů osídlit izolované lokality.

English abstract

Passive dispersal is a fundamental mode of land snail dispersal as their ability of active dispersal is very limited. Birds are considered to be important vectors of snail dispersal for a long time. Snails can be dispersed both attached on a bird externally (ectozoochory) or being swallowed by bird and then expelled alive (endozoochory). The possibility of endozoochory has been proved only for few species of land snails. The aim of this thesis was to test whether endozoochory is possible for more combinations of snail and bird species.

Snails were offered to birds in laboratory conditions and to those kept in animal rescue stations. Then faeces and regurgitated food were collected and searched for snail shells. Viability of undamaged shells was examined.

Out of 4519 snails of 15 species offered, 62 % were consumed by birds and 240 individuals (5.3 % of those offered) were found in faeces undamaged. The total of 27 individuals of four species (Clausiliidae: *Alinda biplicata*; Chondrinidae: *Chondrina avenacea*; Vertiginidae: *Vertigo antivertigo*, *V. pygmaea*) were found alive. Some birds also regurgitated consumed snails. The total of 121 individuals (2.7 % of consumed) of four species were regurgitated undamaged. The number of 35 snails of all four regurgitated species (Chondrinidae: *Chondrina avenacea*; Clausiliidae: *Alinda biplicata* and *Bulgarica nitidosa*; Pomatiidae: *Pomatias elegans*) were regurgitated alive. Species of snails with smaller shell (<8 mm) passed through bird gut alive with higher probability. *Chondrina avenacea* was the most successful snail species. Snails expelled by young blackbirds had the highest probability to be alive. Results of experiments have proved that avian endozoochory could be considered as an explanation of the ability of examined species to colonize isolated sites.

Obsah

1. Úvod	6
A. Pasivní disperse plžů	6
B. Plži v potravě ptáků	8
C. Základní charakteristika modelových druhů plžů	11
2. Cíl práce	14
3. Metodika.....	15
A. Výběr modelových druhů.....	15
B. Sběr a uchovávání plžů.....	15
C. Metodika potravních experimentů.....	16
D. Zpracování výsledků	18
4. Výsledky.....	20
A. Konzumace plžů ptáky	20
B. Vyvrhování plžů ptáky	26
C. Plži nalezení v trusu ptáků.....	30
5. Diskuse	37
A. Průchod plžů trávicím traktem ptáků	37
B. Retenční doba plžů v trávicím traktu ptáků.....	42
C. Význam endozoochorie pro rozšíření plžů.....	45
D. Otázky pro další výzkum.....	46
6. Souhrn	48
7. Literatura	49
8. Přílohy	56
A. Přehled provedených experimentů	56
B. Retenční doba plžů nalezených v trusu a vydávaných plžů	63

1. Úvod

A. Pasivní disperse plžů

Plži (Gastropoda) patří mezi terestrické bezobratlé, kteří jsou známí příslovečně pomalým pohybem. Aktivní disperse těchto spíše menších živočichů nepřesahuje desítky metrů za rok (Baur & Baur 1993, Aubry et al. 2006, Kramarenko 2014). Přesto jsou areály jejich výskytu často velmi velké a mnozí plži dokázali osídlit i velmi izolovaná místa včetně oceánských ostrovů (Vagvolgyi 1975, Gittenberger et al. 2006). Izolovaná jsou také jejich stanoviště v menším měřítku – ostrovní charakter mají antropogenní i přírodní biotopy jako jsou hradní zříceniny, skalní výchozy či některé druhy stromů poskytující svým opadem dostatek vápníku v jinak pro měkkýše nepříznivém porostu. Přesto plži dokázali tyto habitaty osídlit často překvapivě rychle (Juříčková & Kučera 2005, Rundell 2008, Hoekstra & Schilthuizen 2011). Ve srovnání s aktivními dispersními schopnostmi daných druhů probíhala rychleji, než by se dalo předpokládat, také kolonizace postglaciální krajiny (Nekola 2009, Cameron et al. 2010, Horsák et al. 2012, Korábek et al. 2018). V některých případech byl areál plžů rozšiřován pomocí tzv. dálkových výsadek, kdy nové místo výskytu druhu vzniká daleko od jeho souvislého areálu (Ložek 1976, Horsák et al. 2013, Tlachač et al. 2018). Proto je za důležitý faktor v rozšíření plžů považována pasivní disperse, při které plži využívají ke svému šíření pohyblivější vektory.

Důležitými vektory pasivního šíření plžů mohou být vítr a voda (Kirchner et al. 1997, Dörge et al. 1999, Caceres & Soluk 2002, van de Meutter et al. 2006). Pomocí vody se plži mohou pohybovat také díky tzv. raftingu, tedy přichycení se na plovoucí materiál, především dřevo či větší bloky vegetace (Holland & Cowie 2007, Ožgo et al. 2016). Šíření pomocí těchto typů vektorů je však relevantní jen pro určité typy prostředí. Dalšími důležitými vektory šíření plžů jsou pak živočichové, kteří mohou být velmi pohybliví i na velkých prostorových škálách a mohou cíleně propojovat biotopy, které jsou pro plže vhodné. Za vhodné vektory jsou považováni zejména ptáci a velcí savci, u menších živočichů je předpokládán přenos především na menší vzdálenosti (Rees 1965; Mienis 1993; Fischer et al. 1996). Už odedávna je pro některé druhy nejspíše významná také role člověka, který přenos plžů mohl zprostředkovávat například spolu s transportem stavebního materiálu (Ketmaier & Glaubrecht 2015, Douris et al. 2007), a jehož vliv dále narůstá zejména kvůli dálkové dopravě (Aubry et al. 2006).

Disjunktní rozšíření plžů bývá často vysvětlováno pasivním šířením prostřednictvím ptáků, kteří jsou velmi pohybliví a u kterých je běžná dálková migrace. Relativně snadno může také docházet k jejich kontaktu s plži. Přestože tento způsob transportu bývá často zmiňován, reálných dokladů je málo a v případě suchozemských plžů tomuto způsobu šíření dosud nebyla věnována systematická pozornost.

Plži mohou být ptáky přenášeni přichycení na povrchu jejich těla, v peří či na nohách a zobáku (Darwin 1859, McAtee 1914, Rees 1965, Dundee et al. 1967, van Leeuwen & van der Velde 2012, Literák et al. 2012, Rusiecki & Rusiecka 2013, Zenzal et al. 2017). Dokladem jsou občasné nálezy živých plžů přichycených na ptácích, kteří byli prohlíženi v rámci kroužkování (Dundee et al. 1967, Rusiecki & Rusiecka 2013), hledání parazitů (Roscoe 1955, Literák et al. 2012) či na ulovených ptácích (Kew 1893, Ramsden 1914). Přestože transport plžů na povrchu těla ptáků bývá často zmiňován jako možné vysvětlení zvláštností v jejich rozšíření, tento způsob pasivní disperse nebyl pro suchozemské plže dosud systematicky zkoumán.

Dalším způsobem pasivního šíření plžů prostřednictvím ptáků je jejich přenášení spolu s materiálem na stavbu hnízda (Owen 1956, Maciorowski et al. 2012). Plži mohou být ptáky také omylem upuštěni, když jsou přinášeni ke hnízdu jako potrava pro mláďata (Shikov & Vinogradov 2013).

Transport plžů uvnitř trávicího traktu ptáků

Možnost průchodu živých plžů trávicím traktem ptáků byla dlouho zmiňována jen hypoteticky a označována spíše za nepravděpodobnou (Rees 1965, Dörge et al. 1999). Za jeden z možných způsobů přenosu plžů bylo však považováno jejich uvolnění z přední části ptačího trávicího traktu po napadení predátorem, čemuž nasvědčoval nález živých plžů ve voleti holuba hřivnáče (*Columba palumbus*) po třech dnech od uhynutí (Kew 1893). Takto může potenciálně docházet i k sekundární pasivní disperzi, kdy je primární vektor rozšiřovaného organismu zkonzumován sekundárním vektorem, který pak vyloučí životaschopné jedince či propagule (van Leeuwen et al. 2017).

Dávení nestrávené potravy může být jedním z důležitých mechanismů umožňujících transport plžů ptáky. Ptáci ne vždy stráví všechnu zkonzumovanou potravu a zejména tvrdší nestravitelné části potravy mohou být vyvrhovány, buď v kompaktních vývrvcích nebo jako jednotlivé kousky (Malone 1966, Proctor 1968, Sanchez et al. 2005, Kleyheeg & van Leeuwen 2015). Nález živých plžů ve vydávených peletách voudoše vřehoušovitého (*Tringa semipalmata*) popisuje Sousa (1993). K vyvrhování či dávení potravy může docházet v různé době po konzumaci, tvrdá semena byla někdy vydávána ptáky i po několika desítkách hodin (Proctor 1968). Vydávené částice potravy mohou být méně natrávené, což zvyšuje pravděpodobnost úspěšného přenosu endozoochorně šířených organismů či jejich propagulí (Malone 1966, Proctor 1968, Kleyheeg & van Leeuwen 2015).

Schopnost plžů přežít průchod celým trávicím traktem ptáků byla nejprve potvrzena pro vodní plže (Cadée 1988, experimentálně van Leeuwen et al. 2012b) a až relativně nedávno také pro drobného suchozemského plicnatého plže *Tornatellides boeningi* (Wada et al. 2012). Schopnost dalších druhů středně velkých suchozemských plžů přežít v trávicím traktem ptáků jsme spolu s kolegy ověřili v několika experimentech, ve kterých byli ptáci nabízeni běžným druhům středoevropských ptáků (Simonová et al. 2016).

Ptáci jako vektory pasivního šíření plžů

Přenos většími a dobře pohyblivými organismy může vést k tzv. dálkové disperzi, tedy disperzi na velké vzdálenosti (*long distance dispersal*; LDD), která umožňuje vzniknout novému místu výskytu daleko od okraje původního areálu (např. Gittenberg et al. 2006; Welter-Schultes 2012; Tlachač et al. 2018). Modelování statistických rozložení dispersních vzdáleností (*dispersal kernels*) u různých organismů ukazuje, že událostí vedoucí k dálkové disperzi jsou častější, než se předpokládalo. Reálným datům o dispersních vzdálenostech totiž nejlépe odpovídá tzv. leptokurtické rozdělení charakteristické větším zastoupením extrémních hodnot vzhledem k rozdělení normálnímu (Nathan et al. 2012). Výsledky na tomto rozdělení založených modelů dobře odpovídají také obecným patrnostem pozorovaným v rozšíření měkkýšů.

A právě sezónní migrace ptáků představuje pro dálkový pasivní transport měkkýšů velký potenciál vzhledem ke vzdálenostem, které mohou ptáci rychle překonat. Překonávání velkých vzdáleností v období migrace je u ptáků spojené s výraznými změnami v chování i fyziologii, ve složení jejich potravy i anatomii trávicího traktu. Příjem potravy je často během přípravy na migraci zvýšený (např. Morton 1967; McWilliams et al. 2004), nicméně někteří ptáci ještě před zahájením migrace krmení ukončují a dochází u nich k vyprázdnění žaludku (Figuerola & Green 2005). V průběhu dálkové migrace se může výrazně měnit délka trávicího traktu (Piersma & Lindström 1997, McWilliams & Karasov 2001, 2014), což spolu se zvýšenou aktivitou ptáků výrazně ovlivňuje trávicí procesy, včetně doby, kterou potrava v trávicím traktem zůstane (van Leeuwen et al. 2012a, Kleyheeg et al. 2015). Je tedy zřejmé, že během migračního období je větší pohybová aktivita ptáků spojená s mnoha dalšími změnami, které mohou mít na schopnost ptáků plže přenášet výrazný vliv.

Nicméně i pohyby ptáků na kratší vzdálenosti mohou být pro rozšíření plžů na menším prostorovém měřítku důležité, ať už jde o přeletování hejn ptáků, kteří u nás přezimují (také plži mohou být aktivní za příznivých podmínek i během zimního období), či jen hledání potravy a její donášení mláďatům.

Přestože bylo prokázáno, že některé druhy plžů mohou přežít uvnitř trávicího traktu ptáků a endozoochorie suchozemských plžů je tedy možná, o frekvenci tohoto způsobu šíření a jeho reálném významu toho víme jen velmi málo. Některé z vlastností plžů jsou pro takovýto způsob šíření značně výhodné – hermafroditické rozmnožování většiny suchozemských plžů, schopnost uniparentálního rozmnožování (samooplození) u některých druhů, pevná schránka s ústím, které může být do určité míry chráněné víčkem, závorkou či výraznými zuby. Rozšíření jednotlivých druhů suchozemských plžů nasvědčuje tomu, že u nich k pasivní dispersi dochází s velmi různou frekvencí. Je otázkou, zda jde o důsledek vzácnosti a náhodné povahy takovýchto dispersních událostí, nebo zda jsou schopnosti různých druhů plžů pasivně se šířit výrazně odlišné. Zřejmým omezením schopnosti pasivní disperse prostřednictvím živočichů je určitě velikost – nad určitou velikost plžů je spektrum jejich potenciálních vektorů výrazně zúžené. Širší spektrum vektorů zůstává pochopitelně relevantní pro juvenilní jedince, u nich je však nižší pravděpodobnost dožití se reprodukce, navíc nemohou být při osidlování nového prostředí už oplození. Nicméně také rozšíření velikostně srovnatelných plžů ukazuje spíše na to, že některé druhy se šíří výrazně lépe než druhy jiné (Gittenberger et al. 2006; Nekola 2009; Kokshoorn et al. 2010; Uit de Weerd & Gittenberger 2013). Je tedy otázkou, jaké morfologické či fyziologické (apřípadně behaviorální) znaky plžů je k endozoochorii uschopňují

Doklady o endozoochorii plžů jsem se zabývala ve své bakalářské práci (Simonová 2017). Vzhledem k malému počtu studií, které se tématu endodisperze plžů zatím věnovaly, toho však o faktorech, které určují úspěšnost endodisperzních událostí, víme jen málo. Velmi omezené je také naše poznání spektra druhů, pro které je endozoochorie relevantním způsobem šíření. A právě na experimentální testování schopnosti plžů přežít průchod trávicím traktem ptáků pro dosud nezkoumané kombinace druhů jsem se zaměřila ve své diplomové práci. Prohloubení našeho současného poznání v této oblasti je totiž zásadní proto, abychom mohli lépe porozumět významu endozoochorie pro populace plžů v současné době i pro formování rozšíření plžů v průběhu postglaciálu.

B. Plži v potravě ptáků

Přestože ptáků specializovaných na konzumaci suchozemských plžů je obecně málo (v našich podmínkách jen drozd zpěvný), plži jsou důležitou součástí přirozené potravy mnoha ptačích druhů (Allen 2004, Belskij et al. 1998, Cramp & Perrins 1993, Kunovjanková 2009), což je patrné i z toho, že některé druhy jsou známými přenašeči ptačích parazitů. Kromě relativně výživného těla plžů (Allen 2004) jsou pro ptáky cenné také jejich schránky. Jsou totiž významným zdrojem vápníku, který je pro ptáky důležitý zejména v hnízdním období (Graveland 1996; Mänd et al. 2000). V sušších oblastech mohou být plži také cenným zdrojem vody (Allen 2004).

V tabulce 1 uvádím základní přehled dosavadních znalostí o plžích v potravě modelových druhů ptáků zapojených do provedených experimentů (včetně těch zapojených jen do experimentů v roce 2013). Kritéria výběru druhů jsou popsána v metodice (str. 16).

čeleď	druh	plži zjištění v potravě	zdroj	poznámky
Anatidae	labuť velká (<i>Cygnus olor</i>) (Gmelin, 1789)	Mollusca	Cramp & Simmons 1977	
Anatidae	kachna divoká (<i>Anas platyrhynchos</i>) Linné, 1758	Gastropoda	Cramp & Simmons 1977	
Columbidae	holub hřivnáč (<i>Columba palumbus</i>) Linné, 1758	<i>Succinea</i> (Succineidae); <i>Cochlicopa</i> (Cochlicopidae)	Cramp 1985	u holuba doupňáka (<i>C. oenas</i>) v potravě plži rodů <i>Pupilla</i> , <i>Succinea</i> , <i>Vallonia</i> , <i>Limax</i> , <i>Monacha</i> , <i>Cochlicopa</i> , <i>Frutucicola</i> , <i>Vertigo</i> , <i>Carychium</i> , <i>Euconulus</i> , <i>Chondrula</i> , <i>Nesovitrea</i> (Cramp 1985)
Columbidae	holub domácí (<i>Columba livia</i> cf. <i>domestica</i>) Gmelin, 1789	<i>Helicella</i> , <i>Trichia</i> (Hygromiidae); <i>Helix</i> (Helicidae)	Murton & Westwood 1966, Cramp 1985	
Columbidae	hrdlička zahradní (<i>Streptopelia decaocto</i>) (Frivaldszky, 1838)	Gastropoda	Cramp 1985	
Accipitridae	moták pochop (<i>Circus aeruginosus</i>) (Linné, 1758)	-		
Accipitridae	káně lesní (<i>Buteo buteo</i>) (Linné, 1758)	-		
Picidae	strakapoud velký (<i>Dendrocopos major</i>) Linné, 1758	Gastropoda	Matsuoka 1979	u strakapouda malého (<i>D. minor</i>) v potravě malí plži (Hogstad 2010)
Falconidae	poštolka obecná (<i>Falco tinnunculus</i>) Linné, 1758	Gastropoda; <i>Helicella</i> (Hygromiidae)	Khaleghizadeh & Javidkar 2006; Anushiravani & Roshan 2017	
Corvidae	straka obecná (<i>Pica pica</i>) Linné, 1758	Chondrinidae; Valloniidae; Enidae; Clausiliidae; Helicidae	Owen 1956, Holyoak 1968, Cramp & Perrins 1994	
Corvidae	sojka obecná (<i>Garrulus glandarius</i>) Linné, 1758	Helicidae	Owen 1956, Holyoak 1968, Cramp & Perrins 1994	
Corvidae	kavka obecná (<i>Corvus monedula</i>) Linné, 1758	Succineidae; Vitrinidae; Helicidae	Cramp & Perrins 1994, Holyoak 1968	
Corvidae	havran polní (<i>Corvus frugilegus</i>) Linné, 1758	Succineidae; Chondrinidae; Valloniidae; Helicidae	Cramp & Perrins 1994, Holyoak 1968	
Corvidae	vrána čemá (<i>Corvus corone</i>) Linné, 1758	Gastropoda; Succineidae; Clausiliidae; Helicidae	Fennel 1965; Cramp & Perrins 1994	
Corvidae	krkavec (<i>Corvus corax</i>) Linné, 1758	Stylommatophora	Cramp & Perrins 1994	

Tab. 1 – část A: Plži zjištění v potravě modelových druhů ptáků zapojených do experimentů. Až do úrovně rodu je uveden taxon nejnížší úrovně, který byl v literatuře nalezen. V poznámkách jsou v některých případech doplněny také informace o plžích v potravě příbuzných druhů.

čeleď	druh	plži zjištění v potravě	zdroj	poznámky
Turdidae	kos černý (<i>Turdus merula</i>) Linné, 1758	Columella, Vertigo (Vertiginidae); Clausiliidae	Cramp 1988; Hudec & Šťastný 2011	
Sturnidae	špaček obecný (<i>Sturnus vulgaris</i>) Linné, 1758	Succineidae; <i>Cochlicopa</i> , <i>Azeca</i> (Cochlicopidae); <i>Pupilla</i> (Pupillidae); <i>Vallonia</i> (Valloniidae); Vertiginidae; <i>Ena</i> (Enidae); <i>Clausilia</i> , <i>Cochlodina</i> , <i>Lacinaria</i> (Clausiliidae); <i>Discus</i> (Discidae); <i>Oxychilus</i> , <i>Retinella</i> (Zonitidae); Vitrinidae; <i>Trichia</i> , <i>Pseudotrichia</i> , <i>Euomphalia</i> (Hygromiidae); <i>Arianta</i> , <i>Cepaea</i> (Helicidae)	Cranbrook 1970; Cramp & Perrins 1993; Kornyushin 1985	
Sittidae	brhlík lesní (<i>Sitta europaea</i>) Linné, 1758	Mollusca	Hudec & Šťastný 2011	schránky plžů jsou v některých oblastech hlavním zdrojem vápníku pro tvorbu vaječných skořápek a pro růst mláďat (Graveland 1996)
Paridae	sýkora koňadra (<i>Parus major</i>) Linné, 1758	Succineidae; Cochlicopidae; Clausiliidae; Zonitidae; Vitrinidae; Helicidae	Cramp & Perrins 1993	
Paridae	sýkora modřinka (<i>Cyanestes caeruleus</i>) (Linné, 1758)	Gastropoda	Cramp & Perrins 1993; Hudec & Šťastný 2011	

Tab. 1 – část B: Plži zjištění v potravě modelových druhů ptáků zapojených do experimentů. Až do úrovně rodu je uveden taxon nejnižší úrovně, který byl v literatuře nalezen.

C. Základní charakteristika modelových druhů plžů

Níže uvádím základní charakteristiku modelových druhů plžů podle Horsáka et al. (2013). Kritéria výběru druhů jsou popsána v metodice (str. 16). Pro přehlednost je uveden i druh *Cochlodina laminata*, který byl zahrnut do experimentů jen v roce 2013 (Simonová et al. 2016).

CAEONOGASTROPODA

ARCHITAENIOGLOSSA

Hydrobiidae

Bythinella austriaca Moquin-Tandon, 1856 – praménka rakouská

Typický obyvatel pramenů, kde někde vytváří velmi hojné populace. Molekulární-genetické analýzy ukazují na příbuznost střeoevropských populací, které přes izolovanost jednotlivých stanovišť nevytvářejí endemické druhy. Výsledky Falniowského et al. (1998) v nicméně nasvědčují tomu, že osidlování jednotlivých pramenů v Polsku je spíše důsledkem vhlčího klimatu během atlantiku, kdy výskyt pramének nebyl díky obojživelnému chování omezen jen na prameny. Pozdější ochlazení a úbytek vlhkosti způsobil jejich stáhnutí se do pramenů, která představují stabilní stanoviště bez výrazné kompetice.

Diplommatinidae

Cochlostoma spp. Jan, 1830 – lemoústka

Epilitičtí plži vyskytující se zejména na vápencových skalních stěnách. Ústí je kryté rohovinovým víčkem. Schránka jedinců zapojených do experimentů dosahovala asi 10 mm.

LITTORINIMORPHA

Pomatiidae

Pomatias elegans (O. F. Müller, 1774) – kruhoústka lesní

Vyskytuje se v rozvolněných lesích a na křovinných stanovištích na vápnitěm podkladu. Vyžaduje lehkou půdu, do které se ukrývá během estivace či hibernace. Ústí má kryté vápnitým víčkem. Schránka dosahuje 18 mm.

HETEROBRANCHIA

EUPULMONATA

ACTEOPHILA

Carychiidae – síměnkovité

Carychium minimum O. F. Müller, 1773 – síměnka nejmenší

Silně vlhkomilný druh hojný na lesních i otevřených stanovištích. Ulita dorůstá výšky 1,9 mm.

Carychium tridentatum (Risso, 1826) – síměnka trojzubá

Tento druh obývá podobná stanoviště, ale je méně vlhkomilný. Hojný především ve vyšších polohách. Schránka dosahuje velikosti 1,8 mm.

STYLOMMATOPHORA

Cochlicopidae – oblovkovití

Cochlicopa lubrica (O. F. Müller, 1774)

Velmi hojný druh obývající různé typy stanovišť, včetně synantropních. Vyhýbá se suchým místům. Schránka dosahuje výšky 6,5 mm.

Chondrinidae – ovsenkovití

Granaria frumentum (Held, 1838) – žitovka obilná

Silně vápnomilný druh obývající stepní lokality. Na vhodných místech vytváří silné populace. Výrazně ozubená schránka dosahuje 8 mm.

Chondrina avenacea (Bruguière, 1838) – ovsenka skalní

Epilitický druh obývající osluněné skály. V tomto extrémním biotopu je vystaven velkým rozdílům teplot jako i dlouhotrvajícímu suchu, při kterém omezuje ztráty vody hlubokou estivací s omezením výměny plynů (Košťál et al. 2013). Hojně se vyskytuje v Českém krasu a okolí, místy také v opuštěných vápencových lomech. Ozubená ulita dosahuje výšky 7 mm. *Ch. avenacea* se často rozmnožuje samooplozením, v populacích se někdy vyskytuje velké množství afalických jedinců (Armbruster et al. 2007). Oproti ostatním druhům rodu má spolu s *Ch. clienta* velký areál, sahající od Španělska až po Rakousko, zahrnující střední Německo i Jižní Itálii (Kokshoorn et al. 2010; Welter-Schultes 2012). V rámci něj byla u *Ch. avenacea* zjištěna nízká genetická variabilita, což by mohlo souviset s její schopností pasivní disperse (Armbruster et al. 2007). Aktivní disperse je mimo jiné omezena i úzkými potravními nároky – *Ch. avenacea* se živí drobnými skalními lišejníky a řasami, k čemuž ji slouží specializovaná radula (Ložek 1956; Breure & Gittenberger 1981).

Pupillidae – zrnkovkovití

Pupilla muscorum (Linné, 1758) – zrnovka mechová

Druh obývající většinou otevřená a suchá stanoviště. Vyskytuje se typicky na krátkostébelných trávnicích, dnes většinou druhotného charakteru. Ulita dosahuje 3,5 mm.

Valloniidae – údolníčkovití

Vallonia costata (O. F. Müller, 1774) – údolníček žebernatý

Vyskytuje se hojně na spíše sušších otevřených stanovištích, snese však i zastínění. Ulita dosahuje 2,7 mm.

Vallonia pulchella (O. F. Müller, 1774) – údolníček drobný

Tento druh obývá otevřená slunná stanoviště, včetně městských trávníků. Ulita dosahuje 2,5 mm. Vyskytuje se velmi hojně, často s *V. costata*.

Vertiginidae – vrkočovití

Vertigo antivertigo (Draparnaud, 1801) – vrkoč mnohozubý

Tento druh se vyskytuje na otevřených mokřadních stanovištích a poblíž vod. Ulita dosahuje 2,2 mm.

Vertigo pygmaea (Draparnaud, 1801) – vrkoč malinký

Obývá otevřená stanoviště s různou vlhkostí. Jedná se o pionýrský druh, který rychle kolonizuje nově vzniklá stanoviště. Často se vyskytuje i na uměle přetvořených plochách jako jsou třeba městské trávníky. Dosahuje stejné velikosti jako předchozí druh.

Clausiliidae – závornatkovití

V posledním tělním závitě zástupců této čeledi se nachází tzv. závorka (clausilium), která uzavírá ulitu v době, kdy je plž uvnitř. Závorka je tvořena destičkou (tzv. čepelí), která je pružnou stopkou připevněna k cívce. Když plž z ulity vylézá, závorka je vtlačena do výklenku u středu ulity.

Alinda biplicata (Montagu, 1803) - vřetenatka obecná

Jedná se o nejhojnější druh této čeledi u nás, s délkou schránky dosahující 18 mm. Vyskytuje se na lesních i křovinných stanovištích, často i na zahradách, v parcích a dalších místech silně ovlivněných člověkem. *A. biplicata* se rozmnožuje ovovivipárně a je schopna samooplození (Maltz & Sulikowska-Drozd 2014). Schopnost samooplození je známá také pro příbuzný druh z této čeledi – *Balea perversa* (Linné, 1758). Je dávana do souvislosti s velmi dobrými kolonizačními schopnostmi tohoto druhu, který často obývá i relativně krátkodobá stanoviště.

Cochlodina laminata (Montagu, 1803) – vřetenovka hladká

Tento druh obývá různé typy lesů, na rozdíl od předchozího se nevyskytuje na člověkem silně ovlivněných stanovištích. Schránka dosahuje 17 mm. Je dendrofilní, žije na živých i padlých stromech, někdy také na vápnitých skalách a v sutích.

Bulgarica nitidosa (Uličný, 1893) – vřetenka hladká

B. nitidosa je neoendemitem povodí Berounky, hojná je zejména v Českém krasu, kde tvoří silné populace. Obývá úpatí skal, skalní stepi a sutě. Na naše území pronikla pravděpodobně buď z jihovýchodních Alp nebo z jižních Karpat v době holocenního klimatického optima. Někdy bývá považována jen za poddruh druhu *Bulgarica vetusta*. Schránka dosahuje 17 mm.

Discidae – vrásenkovití

Discus rotundatus (O. F. Müller, 1774) – vrásenka okrouhlá

Tento plž žije na povrchu půdy, v sutích či v tlejícím dřevě. Vyskytuje se na lesních a křovinných stanovištích, včetně míst silně ovlivněných člověkem. Okrouhlá plochá schránka dosahuje 6,5 mm.

Hygromiidae – vlahovkovití

Monacha cartusiana Fitzinger, 1833 – tmavorečka bělavá

Vyskytuje se na rudérálních biotopech a otevřených stanovištích nižších poloh. Jedná se o atlanticko-mediteránní druh, který se v poslední době šíří prostřednictvím výsadků na rudérální a polopřirozená stanoviště v Čechách (Peltanová et al. 2012). Kulovitá ulita dorůstá 13 mm.

Perforatella bidentata Schlüter, 1838 – dvojzubka lužní

Vlhkomilný druh lužních a nížinných lesů. Kuželovitá schránka dosahuje 9 mm.

2. Cíl práce

Hlavní cíl práce:

- Experimentálně ověřit možnosti průchodu živých plžů trávicím traktem ptáků.

Schopnost plžů přežít konzumaci ptáky totiž naznačuje, že by endozoochorie mohla být jedním ze způsobů jejich šíření. Endozoochorie zprostředkovaná ptáky má potenciál umožnit i málo pohyblivým organismům, které samy mají jen velmi omezenou schopnost aktivní disperse, rychlé šíření na velké vzdálenosti. V případě plžů by tak endozoochorie mohla být vysvětlením překvapivé schopnosti některých druhů osídlit izolovaná a vzdálená místa nebo rychlosti, se kterou jsou některé druhy schopné krajinu kolonizovat.

Ve své práci jsem se zaměřila především na testování dosud nezkoumaných kombinací druhů plžů a ptáků. Ty byly vybrány tak, aby zahrnovaly druhy různých ekologických nároků a s rozdílnou morfologií schránky, dále pak druhy, u kterých lze vzhledem k charakteru rozšíření předpokládat dobré schopnosti pasivní disperse. Poznání spektra druhů, pro které je možnost endozoochorie relevantní, je pro pochopení významu tohoto způsobu šíření zásadní. V průběhu práce nicméně vyvstávaly i další obecnější otázky, jejichž řešení jsem se také v menší míře věnovala. Metodika však zůstala zaměřená především na hlavní cíl práce.

Další řešené otázky:

- Jak ptáci reagují na předkládané plže?
- Jaké množství plžů (včetně jejich schránek) ptáci stráví?
- Kterí ptáci plže vyvrhují a za jakých podmínek?
- Jak dlouho plži zůstanou v trávicím traktu ptáků?
- Co ovlivňuje pravděpodobnost přežití plžů?

3. Metodika

A. Výběr modelových druhů

Do experimentů byly druhy plžů vybrány tak, aby zahrnovaly zástupce různých ekologických nároků, velikosti a tvaru schránky, případně struktur chránících ústí schránky. Upřednostňovány byly druhy, které se vyskytují na izolovaných stanovištích, nebo jejichž areál výskytu nasvědčuje dobrým schopnostem pasivní disperse a které se vyskytují v dostatečně početných populacích umožňujících sběr většího množství jedinců potřebného pro experimenty. Zahrnuty byly také druhy, které přežily průchod trávicím traktem v experimentech v roce 2013 (Simonová et al. 2016). Základní informace k vybraným druhům jsou uvedeny na stranách 12–14.

Možnost endodisperze byla celkem zkoumána pro plže patřící do 11 čeledí. Jedná se o druhy velmi různých ekologických nároků – vlhkomilné, suchomilné, lesní, synantropní i epilitické. Nejdelší rozměr schránky vybraných druhů se pohybuje od 1,8 do 18 mm. Některé modelové taxony mají ústí schránky kryté víčkem (*Pomatias elegans*, *Cochlostoma* spp.), ulitu plžů čeledi Clausiliidae uzavírá v posledním tělním závitě tzv. závorka (clausilium).

Modelové druhy ptáků byly vybrány na základě dřívějších zkušeností (Simonová et al. 2016). Dále byly doplněny některé druhy menších ptáků, kteří by mohli být vhodnými predátory nejmenších plžů.

B. Sběr a uchovávání plžů

Většina plžů byla sbírána v Praze (Albertov), ve Středních Čechách (Středokluky, Praha-západ) a v Českém Krase (lom Na Chlumu, Srbsko). Operkulátní plži *Pomatias elegans* a *Cochlostoma* spp. byli sbíráni v severním Chorvatsku. V případě větších druhů byli plži získáváni ručním sběrem, někteří drobní plži (*Carychium* spp., *Vertigo antivertigo*, *Vallonia* spp.) byli sbíráni pomocí tzv. mokrého výplavu (Horsák 2003). Na vlhké nivní louce a v rákosině bylo nejprve bylo sebráno větší množství (cca 20 l) materiálu tvořeného především odumřelými stonky a listy vegetace. Materiál byl potom ručně proprán ve vodě, z které byla následně flotací odstraněna většina rostlinného materiálu (viz obr. 1). Spodní část (1/10) vody, ve které byl materiál promýván, byla slévána přes sítko s velikostí ok 0,5×0,5 mm. V sítku se potom nacházeli ve velké koncentraci živí drobní plži, kteří kvůli své hmotnosti spolu s anorganickou částí sebraného materiálu klesli ke dnu. Kroužením sítko a ručním rozdrobení větších hrudek půdy byla většina anorganického materiálu odplavena. Zbytek byl umístěn do misky, ve které plži po chvíli začali vylézat ze zbylé vody ven. Tak bylo možné odebrat efektivně velké množství velmi malých plžů, kteří se běžně nevyskytují ve velkých abundancích (např. *Vertigo antivertigo*).



Obr. 1: Mokřý výplach. Voda po proprání vegetace, z které byly flotací a promytím v sítku odstraněny organické i anorganické nečistoty. V posledním asi 1 % objemu se nacházeli živí drobní plži. Foto: O. Simon.

V době mezi sběrem a experimenty byli plži přechováni v laboratoři v podmínkách regulované teploty a vlhkosti (podle ročního období). Umístěni byli ve skleněných Petriho miskách (o průměru 14 cm) vylitých sádrou smíchanou s živočišným uhlím (v poměru asi 15:1). Do misek byl přidán také materiál z prostředí, kde byli plži sbíráni (kousky dřeva, rozkládající se listy, rostlinky travin,

kousky kamenů) a jako doplňková potrava také listy salátu, pekingského zelí nebo kousky jiné zeleniny. Dostatek vápníku byl zajišťován úlomkem sépiové kosti.

Před začátkem potravních experimentů byli plži nejprve umístěni do suchého prostředí a pokojové teploty, aby se zatáhli do ulity (Simonová et al. 2016). Tato fáze trvala přibližně třicet minut až dvě hodiny, podle velikosti a ekologických nároků jednotlivých druhů.

C. Metodika potravních experimentů

Plži byli nabízeni ptákům jako součást přirozené potravy nebo jako potenciální potrava, se kterou se mohou setkat ve svém přirozeném prostředí. Protože obohacení krmiva, kterým jsou ptáci v zajetí standardně krmeni, není považováno za experiment na zvířatech dle zákona č. 246/1992 Sb., experimentálními objekty byli v mé práci pouze plži.

Menším druhům ptáků (sýkory, brhlík) byli plži nabízeni v akreditované laboratoři doc. Exnerové na PřF UK (obr. 2). Laboratoř je zaměřena na výzkum potravní etologie drobných ptáků, kteří jsou v ní drženi vždy jen krátkodobě. Jedná se o ptáky odchycené do ornitologických sítí v Praze či okolí nebo mláďata odchovaná v zajetí. Ostatní ptáci byli umístěni v záchranných stanicích pro volně žijící živočichy v Praze (ZS Praha-Jinonice) a ve Vlašimi (ZS Vlašim) nebo v ParaZOO ve Vlašimi. Jednalo se především o zraněné či hendikepované jedince, nebo o mláďata, která byla těsně po vylétnutí z hnízda odchycena lidmi. Dále zde byli umístěni ptáci (zejména krkavcovití), kteří byli odchováni v zajetí a nebyli proto schopni samostatného života volně v přírodě.

Experimenty probíhaly od podzimu 2016 do podzimu 2018. V podzimních až jarních měsících byly pokusy prováděny s dospělými ptáky, v pozdně jarních až letních měsících byli do pokusů zapojena také mláďata těsně po opuštění hnízda. Dále v textu označuji jedince, kteří ještě přijímali potravu z pinzety, nebo měli v případě vrubozobých ptáků mláděcí šat, jako mladé ptáky.

druh plže	krkavcovití ptáci	sýkory	středně velcí ptáci	měkkozobí	labuť velká	draví ptáci
drobní plži (< 5 mm)	BytAus		x			
	CarMT		x	x		
	PupMus		x			
	ValCP		x	x		
	VerAnt		x	x		
	VerPyg		x	x		
středně velcí plži (5–10 mm)	Coch	x		x		
	CochLub	x	x			
	DisRot			x		
	GraFru	x		x	x	
	ChonAve	x	x	x	x	x
velcí plži (10–20 mm)	AliBip	x		x	x	x
	BulNit	x		x	x	x
	MonCar	x				x
	PomEle	x			x	

Tab. 2: Skupiny ptáků, kterým byli během experimentů nabízeni. Uvedené skupiny ptáků byly vytvořené na základě příbuznosti nebo ekologie a velikosti. Krkavcovití ptáci: krkavec, havran, vrána, straka, sojka, kavka; sýkory: sýkora koňadra, sýkora modřinka; středně velcí ptáci: kos černý, brhlík lesní, strakapoud velký; měkkozobí: holub domácí, hrdlička zahradní; draví ptáci: káně lesní, moták pochop, poštolka obecná. BytAus = *Bythinella austriaca*; CarMT = *Carychium minimum* = *C. tridentatum*; PupMus = *Pupilla muscorum*; ValCP = *Vallonia costata*, *V. pulchella*; VerAnt = *Vertigo antivertigo*; VerPyg = *Vertigo pygmaea*; Coch = *Cochlostoma* spp.; CochLub = *Cochlicopa lubrica*; DisRot = *Discus rotundatus*; GraFru = *Granaria frumentum*; ChonAve = *Chondrina avenacea*; AliBip = *Alinda biplicata*; BulNit = *Bulgarica nitidosa*; MonCar = *Monacha cartusiana*; PomEle = *Pomatias elegans*.

Kombinace druhů plžů a ptáků, kterým byli plži nabízeni (viz tab. 2), byly sestaveny na základě velikosti modelových druhů, případně jejich ekologických a potravních nároků. Byly navíc testovány i další kombinace, ke kterým může dojít v přirozených podmínkách jen s malou pravděpodobností.

Protože testované druhy jsou považovány pouze za druhy modelové, mohou takovéto kombinace také představovat možnou interakci jiných druhů, které mohou být jednomu či oběma testovaným druhům podobné.

Testování byli vždy ptáci, kteří už byli na prostředí klecí nebo voliér aklimatizovaní, tedy minimálně několik dní po odchycení. Ptáci byli ponecháni půl hodiny až několik hodin bez potravy, aby u nich bylo podníceno potravní chování. Poté jim byli nabídnuti plži, nejprve samotní (obr. 3), poté spolu s další potravou. Tak byla zjišťována reakce ptáků na plže jako takové i schopnost plžů přežít v jejich trávicím traktu v případě, že budou ptáky zkonsumováni náhodou ve směsi s jinou potravou. Plži byli nabízeni většinou s potravou, kterou byli daní ptáci v zajetí krmeni. Jednalo se o kousky kuřecího masa, kousky kuřecích srdcí, psí konzervu, psí paštilku, moučné červy (*Tenebrio molitor*), velké moučné červy (*Zophobas morio*), dětské piškoty, hmyzo-korýší směs, granule pro vodní ptáky či směs obilovin a semen. Malí plži byli ptákům také nabízeni s vařeným žloutkem či bílkem. Někdy byli plži volně přimícháni do jiné potravy, jindy v ní byli částečně či úplně ukryti. V případě krkavce, některých strak a sýkor koňader byli větší plži ptákům nabízeni pouze ukrytí v potravě, protože ptáci samotné plže nekonsumovali. Ještě dokrmovaným mláďatům byla potrava vkládána přímo do zobáku či nabízena pinzetou, u dospělých ptáků byla potrava umístěna do krmítek, na které byli ptáci zvyklí. Pravidelně bylo kontrolováno, jestli ptáci předkládané plže zkonsumovali, a případně byli doplňováni další plži tak, aby jich ptáci zkonsumovali co nejvíce. Čas předkládání potravy a počet nabízených plžů byl zaznamenáván. Kontrolní vzorek tvořili plži zamíchání nebo ukrytí do stejného typu potravy, kterou byli ptáci v průběhu experimentů krmeni.



Obr. 2: Klece se sýkorami na PřF UK. Ptáci byli v klecích umístěni po jednom až třech jedincích.



Obr. 3: Plži v krmné misce připravení pro nabídnutí ptákům. Kus suchého filtračního papíru zajišťuje snížení vlhkosti bezprostředně před experimenty. Větší plži patří druhů *Chondrina avenacea*, menší druhům *Carychium minimum* a *C. tridentatum*.

Po ukončení krmení byly z klece či voliéry odstraněny zbytky potravy spolu s nezkonzumovanými plži. Dno klece či voliéry bylo pokryto navlhčenou netkanou textilií (v případě voliér) či filtračním nebo novinovým papírem (v případě klecí), které usnadňovaly sběr trusu. V některých případech nemohla být ve voliérách netkaná textilie použita vzhledem k pravidlům v záchranných stanicích, trus byl potom tedy sbírán přímo ze dna voliér. Kontrolovány byly také zídky na okraji voliér, napáječky, dřevěné desky pod bidýlky (pokud byly dostupné) či kousky dřeva a kůry umístěné ve voliěře/kleci. Bezprostředně po krmení byli ptáci pozorováni kvůli možnému rychlému dávení a případně ukrývání potravy (viz výsledky, str. 27–29). Plži vydávení bezprostředně po krmení (do 3 minut) byli považováni za nezkonzumované.

Voliéra či klec byly po ukončení krmení opakovaně kontrolovány v intervalech přibližně 30 min (pro malé ptáky) či 60 min (u větších ptáků). Frekvence kontrol byla někdy upravena podle počtu ptáků

testovaných současně a podle jejich plachosti. Kontroly probíhaly pouze za denního světla, aby ptáci nebyli příliš stresováni.

Nalezený trus byl probrán pomocí pinzety (v případě malých objemů), nebo promyt v sítku (viz obr. 4). Nalezení plži byli očištěni od zbytků trusu a umístěni do vlhkého prostředí, kde byl sledován jejich potenciální pohyb. Protože u některých plžů (zejména *Chondrina avenacea* či *Pomatias elegans*, ale i ostatních) nebyl pohyb několik hodin i dní pozorován ani u živých jedinců, byla kvůli ověřování životaschopnosti plžů v pozdějších experimentech (od 28.5.2018) odkryta část schránky. Za živé byli potom považováni jedinci, kteří reagovali na dotyk nebo u kterých byla pozorována srdeční činnost. Živí jedinci byli znovu umístěni do podmínek, ve kterých byli uchováváni před experimenty, a dále pozorováni.



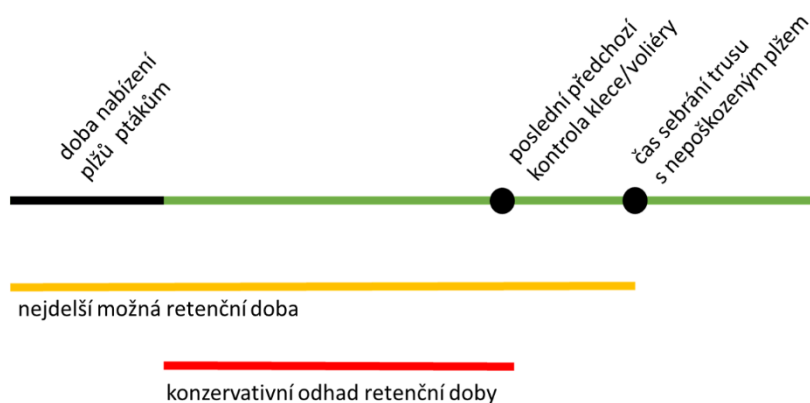
Obr. 4: Trus mladých kosů černých před promýváním. V tomto vzorku bylo nalezeno 13 celých schránek druhu *Chondrina avenacea*, z toho dva plži byli živí.

Obdobně probíhalo ověřování životaschopnosti plžů, kteří byli ptáky vydáveni. Za vydávené byli považováni ti plži, na jejichž schránce nebyly stopy trusu. Pouze jemně natrávená potrava na schránce plžů (viz obr. 18) byla také považována za znak toho, že byl plž vydáven.

D. Zpracování výsledků

Hodnocení retenční doby plžů

Pro hodnocení retenční doby (času, který daný plž strávil v trávicím traktu ptáka) byl používán její konzervativní odhad – tedy doba od konce konzumace daného druhu plže po poslední kontrolu klece či voliéry před nalezením daného jedince plže (viz obr. 5). Reálná retenční doba tak mohla být i výrazně delší – vzhledem k nízké frekvenci kontroly voliér v některých experimentech či při experimentech probíhajících přes noc (viz také obr. 22 na str. 30 a obr. 38 na str. 35). Retenční doba byla hodnocena jen u plžů bez výrazně poškozené schránky (viz příloha B).



Obr. 5: Konzervativní odhad retenční doby. Během experimentů byl zaznamenáván čas začátku a konce nabízení konkrétního plže ptákům a čas jednotlivých kontrol klecí či voliér. Při hodnocení retenční doby nepoškozených plžů byl používán její konzervativní odhad – doba mezi ukončením nabízení daného druhu plžů a kontrolou klece/voliéry předcházející nalezení nepoškozeného plže.

Statistické vyhodnocení

Efekt retenční doby na pravděpodobnost přežití nalezených plžů bez významného poškození schránky byl hodnocen pomocí zobecněného lineárního modelu s binomickým rozdělením (funkce *glm*, *family=binomial*). Změna počtu přeživších plžů s retenční dobou byla hodnocena pomocí zobecněného lineárního modelu s Poissonovským rozdělením (funkce *glm*, *family=poisson*). Vliv druhu plže a druhu ptáka na pravděpodobnost průchodu celého plže trávicím traktem ptáků byl zjišťován pomocí zobecněného lineárního modelu s binomickým rozdělením (funkce *glm*, *family=binomial*). Konfidenční intervaly této pravděpodobnosti byly určeny pomocí funkce *binconf* (balíček *Hmisc*; Harrell 2019). Rozdíly mezi pravděpodobnostmi vyloučení plže spolu s trusem nebo spolu s vydávenou potravou a pro plže větší a menší než 8 mm byly zjišťovány pomocí dvouvýběrového t-testu (funkce *t.test*). Vliv věku ptáků na úspěšnost průchodu plžů byl hodnocen pomocí lineárního modelu (funkce *lm*), druh ptáka byl do modelu zahrnut jako interakční člen. Rozdíly mezi jednotlivými dvojicemi druhů byly zjišťovány pomocí Tukey-HSD testu (funkce *TukeyHSD*). Hladina významnosti *p* hodnoty byla stanovena na 0,05. Analýzy byly prováděny v programu R (R Core Team 2018).

4. Výsledky

Plži byli ptákům nabízeni v průběhu 31 experimentálních setů v letech 2016-18. Celkem 174 ptákům bylo nabídnuto 4519 jedinců 15 druhů plžů, ptáci jich zkonsumovali 62 %.

V trusu ptáků bylo nalezeno 240 schránek bez výrazného poškození, z toho 28 plžů čtyř druhů bylo živých. Jednalo se o druhy *Chondrina avenacea* (24 živých jedinců), *Vertigo antivertigo* (jeden živý jedinec), *Vertigo pygmaea* (2 živi jedinci) a *Alinda biplicata* (jeden živý jedinec).

Celkem 121 celých plžů bylo ptáky vydáno, z toho 35 plžů bylo živých. Jednalo se o druhy *Chondrina avenacea* (17 živých jedinců), *Bulgarica nitidosa* (8 živých jedinců), *Pomatias elegans* (7 živých jedinců) a *Alinda biplicata* (3 živi jedinci).

První část této kapitoly se zabývá tím, zda a jak ochotně konzumují modelové druhy ptáků předkládané plže. Druhá část se věnuje plžům, kteří byli ptáky vydáni. Třetí část je zaměřena na plže nalezené v trusu ptáků a jsou v ní z důvodu ucelenosti zahrnuty i výsledky širšího týmu z roku 2013 (Simonová et al. 2016). Podrobné výsledky jsou uvedeny v přílohách A a B.

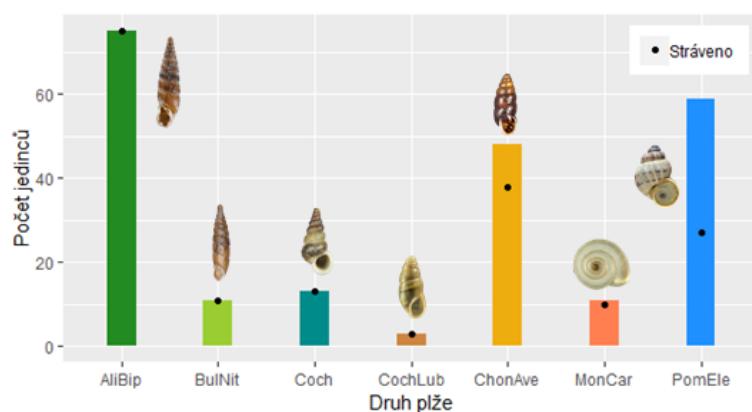
A. Konzumace plžů ptáky

Všichni ptáci konzumovali plže jak samotné, tak i ve směsi s jinou potravou nebo v potravě ukryté. Ochota ptáků konkrétní druh plže konzumovat záležela zejména na relativní velikosti plže ve srovnání s ptákem. Tato ochota se výrazně lišila mezi konkrétními jedinci, v některých případech se měnila u konkrétních jedinců v čase, někdy i mezi dvěma následujícími dny. Velký vliv dále mělo prostředí, ve kterém krmení probíhalo. Při příliš vysokých či nízkých teplotách (+ 30 °C, - 8 °C) ptáci přijímali potravu jen málo nebo vůbec. Noví ptáci, kteří byli v zajetí teprve krátce, někdy reagovali na potravu nedůvěřivě, zvláště pokud se lišila nějakým způsobem od té, kterou dostávali normálně. V ParaZOO měla velký vliv i přítomnost návštěvníků. Pokud jich bylo mnoho a hlučných (exkurze škol), někteří ptáci potravu vůbec nepřijímali. Níže jsou uvedeny informace o konzumaci plžů jednotlivými druhy ptáků. Černým bodem je znázorněn počet strávených plžů, tedy těch, které ptáci zkonsumovali a kteří nebyli nalezeni (během trvání experimentu) ve vývrzcích ani v trusu. Těm druhům, které plže konzumovali málo, se věnuji souhrnně na závěr.

Konzumace plžů jednotlivými druhy ptáků

Krkavec velký (*Corvus corax*)

Plži byli nabízeni ptákům v ZS Praha-Jinonice a ParaZOO Vlašim, celkem devíti dospělým jedincům (dvěma umístěným samostatně a jedné sedmičlenné skupině). Jednomu jedinci, trvale umístěnému v ParaZOO byli plži nabízeni opakovaně. Plži byli ptákům nabízeni samostatně nebo ukryti ve směsi s masovou konzervou či kuřecí svalovinou.



Obr. 6: Počet plžů zkonsumovaných a strávených krkavcem velkým (*Corvus corax*). AliBip = *Alinda biplicata*, BulNit = *Bulgarica nitidosa*, Coch = *Cochlostoma* sp., CochLub = *Cochlicopa lubrica*, ChonAve = *Chondrina avenacea*, MonCar = *Monacha cartusiana*, PomEle = *Pomatias elegans*. Celkový počet zkonsumovaných plžů je 237.

Na předkládané plže reagovali ptáci různě. Samostatně podávané plže často rozklovali. Pokud jim větší plži byli házeni (jak jsou tomu zvyklí u jiné potravy), někdy je přijímali ochotněji. Samec trvale umístěný v ParaZOO (Cx1) nejprve celkem ochotně přijímal plže spolu s ostatní potravou (masem), později si však začal plže z potravy pečlivě odstraňovat. Byl také značně citlivý na přítomnost lidí v okolí. Jeho ochota konzumovat plže se výrazně lišila i mezi jednotlivými pokusy. Největší nabízené plže (druh *Pomatias elegans*) nepřijímal vůbec.

Druhý samostatně umístěný jedinec (samice Cx9 v ZS Vlašim) přijímal plže velmi ochotně, a to i relativně velké *Pomatias elegans*. Zde opět bylo účinnou metodou krmení házení jednotlivých plžů, které pták chytal do zobáku.

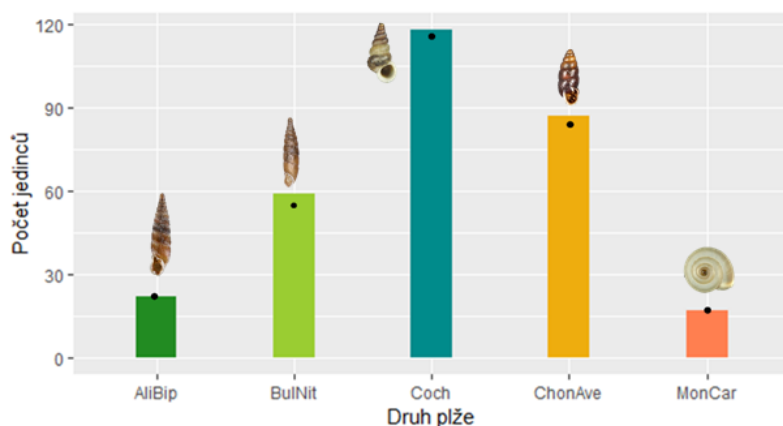
Opakovaně bylo pozorováno, že si krkavci do zobáku nabrali velké množství potravy, kterou po chvíli vydávali na jiném místě, kde ji znovu pomaleji konzumovali. Někdy si také potravu zkoušeli ukrývat do různých štěrbin či pod netkanou textilií

Krkavci konzumovali všechny ze sedmi nabízených druhů plžů (viz obr. 6), celkem se jednalo o 237 jedinců (66 % z nabízených).

Straka obecná (*Pica pica*)

Strakám byli plži nabízeni v ZS Praha-Jinonice i v ParaZOO Vlašim. Do experimentů byl zapojen jeden dospělý pták a 8 ještě dokrmovaných mláďat. Plži byli ptákům nabízeni samostatně nebo spolu s další potravou, kterou byla kuřecí svalovina či kuřecí srdce, hmyzo-korýší směs nebo mouční červi. Straky konzumovali plže poměrně ochotně, zejména dospělý jedinec v ParaZoo Vlašim velmi pozitivně reagoval na závornatky (druhy *Alinda biplicata*, *Bulgarica nitidosa*). Většinu plžů nicméně rozkloval, což by mohlo nasvědčovat tomu, že je s tímto typem potravy obeznámen.

Straky konzumovali všechny z pěti nabízených druhů plžů (viz obr. 7), celkem se jednalo o 303 jedinců (91 % z nabídnutých plžů).



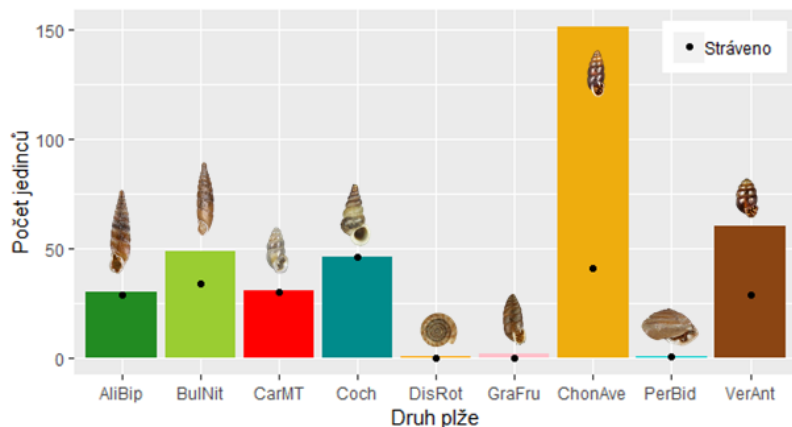
Obr. 7: Počet plžů zkonsumovaných strakou obecnou (*Pica pica*). AliBip = *Alinda biplicata*, BulNit = *Bulgarica nitidosa*, Coch = *Cochlostoma* sp., ChonAve = *Chondrina avenacea*, MonCar = *Monacha cartusiana*. Celkový počet zkonsumovaných plžů je 303.

Kos černý (*Turdus merula*)

Plži byli nabízeni dospělým i ještě dokrmovaným ptákům v ZS Praha-Jinonice. Celkem bylo do experimentů zapojeno 18 dospělých ptáků a 4 ještě dokrmovaná mláďata. Dalších 8 jedinců bylo testováno v období dokrmování i po něm. Plži byli ptákům nabízeni samostatně i spolu s další v ZS běžně užívanou potravou – granulemi, červy, kuřecími srdci a hmyzo-korýší směsí. V některých experimentech byli plži do červů či masa ukrývaní.

Dospělí ptáci umístění ve větším počtu ve venkovních voliérách nabízenou potravu často rozhazovali z misek a sbírali pak ze země. Byli poměrně plaší, a tak nebylo možné přímo pozorovat, jak na předkládanou potravu reagují. Mláďata přijímala veškerou potravu ochotně.

Kosi konzumovali všechny z devíti nabízených druhů plžů (viz obr. 8), celkem se jednalo o 371 jedinců (74 % z nabídnutých plžů).

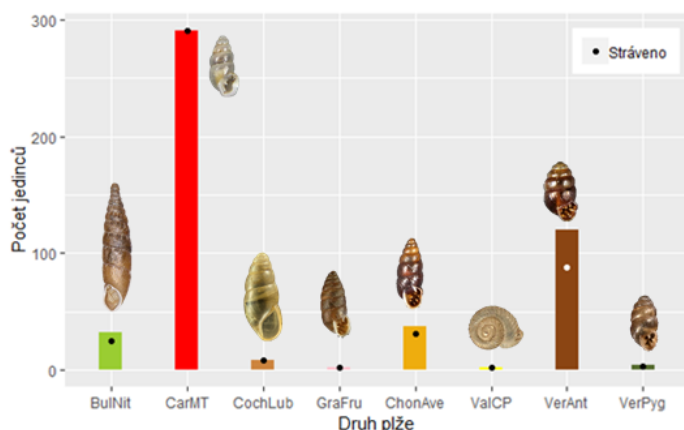


Obr. 8: Počet plžů zkonsumovaných a strávených kosem černým (*Turdus merula*). AliBip = *Alinda biplicata*, BulNit = *Bulgarica nitidosa*, CarMT = *Carychium minimum* + *C. tridentatum*, Coch = *Cochlostoma* sp., ChonAve = *Chondrina avenacea*, DisRot = *Discus rotundatus*, GraFru = *Granaria frumentum*, ChonAve = *Chondrina avenacea*, PerBid = *Perforatella bidentata*, VerAnt = *Vertigo antivertigo*. Celkový počet zkonsumovaných plžů je 371.

Brhlík lesní (*Sitta europaea*)

Plži byli nabízeni celkem 9 mladým ptákům v laboratoři na PřF UK. Ptáci reagovali se zájmem na větší či tmavě zbarvené plže, závornatky (druh *Bulgarica nitidosa*) často ukryvali do kůry a pak rozkládávali. Překvapivě i dost malé vrkoče (*Vertigo antivertigo*) si aktivně z misky brali i bez přítomnosti další potravy. Menší plži jim byli nabízeni také spolu s červy, vařeným vajíčkem či mokrým piškotem.

Brhlíci konzumovali všechny z osmi nabízených druhů plžů (viz obr. 9), celkem se jednalo o 496 jedinců (88 % z nabídnutých).



Obr. 9: Počet plžů zkonsumovaných a strávených brhlíkem lesním (*Sitta europaea*). BulNit = *Bulgarica nitidosa*; CarMT = *Carychium minimum* + *C. tridentatum*, CochLub = *Cochlicopa lubrica*, GraFru = *Granaria frumentum*, ChonAve = *Chondrina avenacea*, ValCP = *Vallonia costata*, *V. pulchella*; VerAnt = *Vertigo antivertigo*; VerPyg = *Vertigo pygmaea*. Celkový počet zkonsumovaných plžů je 496.

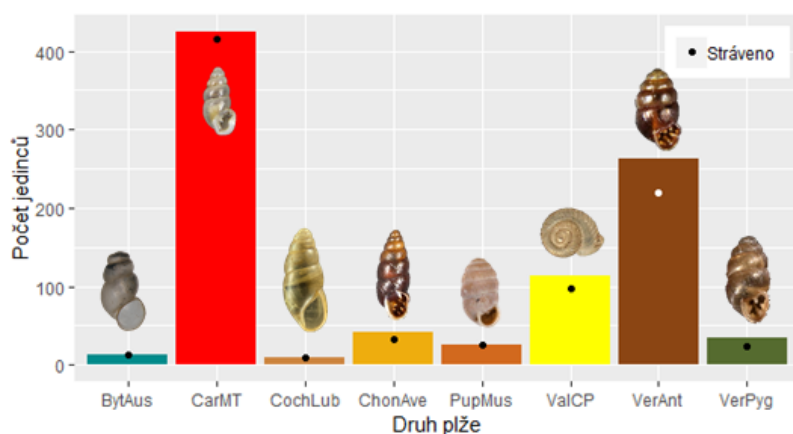
Sýkora koňadra (*Sitta europaea*)

Plži byli nabízeni nabízeni 23 dospělým a 23 mladým ptákům v laboratoři na PřF UK. Reakce jednotlivců byly velmi individuální. Někteří jedinci si aktivně brali z misky plže i bez přítomnosti jiné potravy. Větší plže (druhy *Cochlicopa lubrica* či *Chondrina avenacea*, někdy i *Vallonia* spp.) sýkory většinou rozkládávaly. Jak přesně probíhala konzumace nejmenších druhů bylo těžké pozorovat, ale také u vrkočů (*Vertigo* spp.) bylo někdy zaznamenáno rozkládávání. Velikost ovsenek (*Chondrina avenacea*) byla vzhledem k sýkorám už hraniční na to, aby je ptáci mohli spolknout celé. K tomu

docházelo jen u některých jedinců v případě plžů ukrytých v moučných červech. Kromě červů byli sýkorám plži nabízeni také s mokřým piškotem či vaječnou směsí. Poměrně často ptáci plže nebo kousky potravy vyhazovali z misek či nosili do napaječek.

V případě sýkor bylo často v jednom experimentu zapojeno více samostatně umístěných ptáků, a tak bylo možné dobře sledovat rozdíly v chování mezi jednotlivci. Ty se projevovaly v samotné reakci na předkládanou potravu (ať už plže nebo i třeba červy), tak také ochotě konzumovat větší plže, zejména ovsenky (*Chondrina avenacea*). Jeden samec byl zapojen do experimentů dva po sobě následující dny – v prvním dnu konzumoval ovsenky skryté v červech poměrně ochotně, druhý den předkládané plže nekonzumoval vůbec.

Sýkory koňadry konzumovaly všechny z osmi nabídnutých druhů plžů (viz obr. 10), celkem se jednalo o 924 jedinců (56 % z nabídnutých plžů).

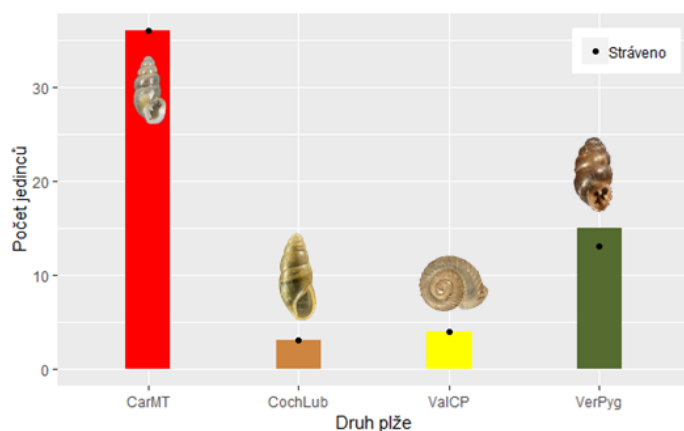


Obr. 10: Počet plžů zkonzumovaných a strávených sýkorou koňadrou (*Parus major*). BytAus = *Bythinella austriaca*; CarMT = *Carychium minimum* + *C. tridentatum*, CochLub = *Cochlicopa lubrica*, ChonAve = *Chondrina avenacea*, PupMus = *Pupilla muscorum*, ValCP = *Vallonia costata*, *V. pulchella*; VerAnt = *Vertigo antivertigo*; VerPyg = *Vertigo pygmaea*. Celkový počet zkonzumovaných plžů je 924.

Sýkora modřinka (*Cyanestes caeruleus*)

Plži byli nabízeni čtyřem dospělým ptákům v laboratoři na PřF UK. Modřinky plže konzumovaly jak samotné, tak spolu s červy. Oproti koňadrám nikdy nekonzumovaly největší z nabízených plžů, ovsenky (*Chondrina avenacea*). Ještě větší plže druhu *Cochlicopa lubrica* rozkládaly. Podobně jako koňadry často plže nosily do napaječek.

Modřinky konzumovaly plže čtyř z nabízených šesti druhů (viz obr. 11), celkem se jednalo o 58 plžů (48 % z nabídnutých).



Obr. 11: Počet plžů zkonzumovaných a strávených sýkorou modřinkou (*Cyanestes caeruleus*). CarMT = *Carychium minimum* + *C. tridentatum*, CochLub = *Cochlicopa lubrica*, ChonAve = *Chondrina avenacea*, PupMus = *Pupilla muscorum*, ValCP = *Vallonia costata*, *V. pulchella*; VerPyg = *Vertigo pygmaea*. Celkový počet zkonzumovaných plžů je 58.

Další ptáci

Plži byli nabízeni v menším množství také dalším druhům ptáků. Tito ptáci nebyli zapojeni do více experimentů z důvodu výsledků prvních pokusů či jejich malé dostupnosti v záchranných stanicích. Počty zkonsumovaných plžů jednotlivých druhů jsou znázorněny na obrázku 12.

Krkavcovití (Corvidae)

Z krkavcovitých ptáků byli plži kromě výše zmíněných druhů nabízeni také vráně obecné (*Corvus corone*), havranu polnímu (*Corvus frugilegus*), kavce obecné (*Corvus monedula*) a sojce obecné (*Garrulus glandarius*). Jednalo se o šest dospělých havranů a jednu vránu, dále o dvě ještě dokrmovaná mláďata kavky, pět mláďat sojky a jedno mládě vrány. Ptákům byli plži nabízeni samotní nebo ve směsi s další potravou, kuřecí svalovinou, konzervovaným masem či červy.

Ptáci většinou přijímali potravu celkem ochotně s výjimkou havranů, kteří během některých experimentů nepřijímali potravu vůbec. To se týkalo plachých jedinců, kteří nejspíš byli nedůvěřiví vůči jakýmkoli změnám. Dokrmovaná mláďata přijímala všechny druhy plžů ochotně.

Zkoumaní ptáci konzumovali plže všech nabízených druhů, celkem 188 plžů. V trusu bylo nalezeno celkem pět celých plžů, ve vývrzcích tři. Žádní plži nebyli živí.

Strakapoud velký (Dendrocopos major)

V rámci jednoho experimentu byli závornatky druhu *Alinda biplicata* v ZS Praha-Jinonice nabízeni také mladému jedinci strakapouda velkého. Plži mu byli podáváni spolu s kuřecí svalovinou, zkonsumoval celkem 5 jedinců, 4 jedinci byli vyvrhnuti.

Měkkozobí

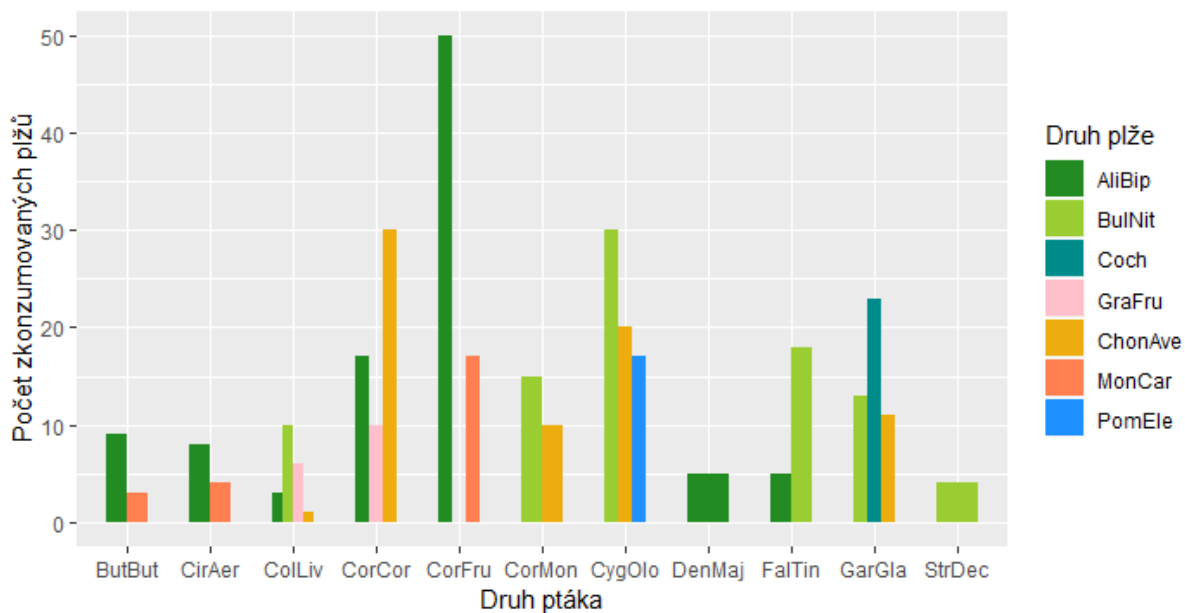
V ZS Praha-Jinonice a Vlašim byli plži nabízeni 19 dospělým holubům domácím (*Columba livia* cf. *domestica*) a dvěma hrdličkám zahradním (*Streptopelia decaocto*). Plži byli zamícháni do běžné potravy tvořené směsí obilnin a semen. Reakci ptáků na plže nebylo z důvodu plachosti ptáků a typu voliér možné podrobně pozorovat. Holubi i hrdličky konzumovali plže všech nabízených druhů, největší podíl zkonsumovaných plžů byl zjištěn u druhu *Granaria frumentum*. Celkem měkkozobí zkonsumovali 14 plžů, v trusu nebyli nalezeni žádní.

Draví ptáci (krahujcovití a sokolovití)

Plži byli nabízeni také mláďatům i dospělcům krahujcovitých dravých ptáků – jednomu dospělci káněte lesního (*Buteo buteo*) a jednomu mláděti motáka pochopa (*Circus aeruginosus*), ze sokolovitých dravých ptáků třem mláděťům poštolky obecné (*Falco tinnunculus*). Plži byli ptákům nabízeni spolu s kuřecím masem. Mláďata konzumovala plže všech nabízených druhů ochotně. Celkem zkonsumovala 47 plžů, v trusu nebyli nalezeni žádní. Dospělé káně plže z masa aktivně vybíralo a zkonsumovalo jich jen velmi málo, v trusu nebyli nalezeni žádní.

Labuť velká (Cygnus olor)

Celkem 13 odrostlým mláďatům labutě velké (*Cygnus olor*) byli plži nabízeni v ZS Praha-Jinonice a ZS Vlašim. Menší plže (*Bulgarica nitidosa*, *Chondrina avenacea*) labutě konzumovaly ochotně, větší jedince druhu *Pomatinas elegans* už konzumovaly jen velmi málo, nejspíš jsou už pro ně příliš velké. Celkem labutě zkonsumovaly 63 plžů všech nabízených druhů, v trusu nebyli nalezeni žádní.



Obr. 12: Počet zkonzumovaných plžů pro vybrané druhy ptáků. ButBut=káně lesní (*Buteo buteo*), CirAer = moták pochop (*Circus aeruginosus*), ColLiv = holub domácí (*Columba livia* cf. *domestica*), CorCor = vrána obecná (*Corvus corone*), CorFru = havran polní (*Corvus frugilegus*), CorMon = kavka obecná (*Corvus monedula*), CygOlo = labuť velká (*Cygnus olor*), DenMaj = strakapoud velký (*Dendrocopos major*), FalTin = poštolka obecná (*Falco tinnunculus*), GarGla = kavka obecná (*Garrulus glaudarius*), StrDec = hrdlička zahradní (*Streptopelia decaocto*); AliBip = *Alinda biplicata*, BulNit=*Bulgarica nitidosa*, Coch = *Cochlicopa*, GraFru = *Granaria frumentum*, ChonAve = *Chondrina avenacea*, MonCar = *Monacha cartusiana*, PomEle = *Pomatias elegans*. Celkový počet zkonzumovaných plžů je 339.

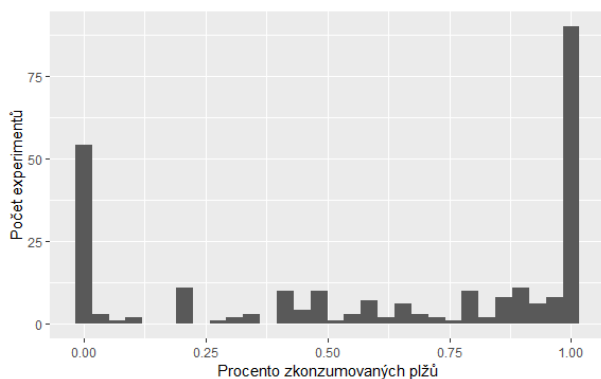
Celkové množství zkonzumovaných plžů

Celkem bylo během experimentů zkonzumováno 2714 plžů, což je 62 % z nabídnutého počtu jedinců. Procento zkonzumovaných plžů v rámci jednotlivých experimentů se pohybovalo od 0 do 100 %. Protože bylo cílem optimalizace krmné dávky pro jednotlivé ptáky především vyzkoušet průchod trávicím traktem co největšího množství dostupných druhů ptáků u co nejvíce jedinců plžů, nelze procenta zkonzumovaných plžů mezi jednotlivými experimenty příliš porovnávat. Z histogramu zobrazujícím počet experimentů, při kterých bylo zkonzumováno určité procento plžů (obr. 13) je zřejmé, že nejčastěji byli plži zkonzumováni všichni, nebo naopak daní ptáci nekonzumovali plže žádné.

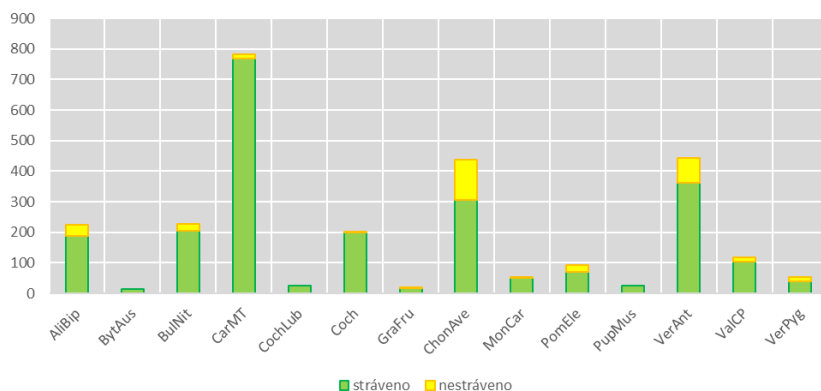
Kolik plžů ptáci strávili?

Ne všichni zkonzumovaní plži byli ptáky stráveni, jak ukazují černé body v grafech zobrazujících množství plžů zkonzumovaných jednotlivými druhy ptáků. Celkové počty strávených a nestrávených plžů zobrazuje také obrázek 14. Množství nestrávených plžů se výrazně lišilo mezi jednotlivými druhy ptáků i mezi jedinci stejného druhu. Největší procento nestrávených plžů (celkem 30 %) bylo u ovsenek (*Chondrina avenacea*), které byly často vyvrhovány kosem černým (*Turdus merula*), hojně byly nacházeny i v jeho trusu, dále byly vícekrát nalezeny i v trusu sýkory koňadry (*Parus major*) a několikrát i v trusu krkavcovitých ptáků.

Relativně velký počet nestrávených jedinců byl zjištěn také u větších druhů plžů – u *Alinda biplicata* 16 %, u druhu *Bulgarica nitidosa* 10 %, u druhu *Pomatias elegans* 24 %. Mezi malými druhy plžů vyniká velký počet nestrávených jedinců *Vertigo pygmaea* (18 %). Ten byl často nalezen v trusu sýkory koňadry a jeden ze čtyř zkrmených jedinců byl také nalezen v trusu brhlíka lesního (*Sitta europaea*).



Obr. 13: Histogram znázorňující počet experimentů, při kterých bylo zkonsumováno určité procento nabídnutých plžů.

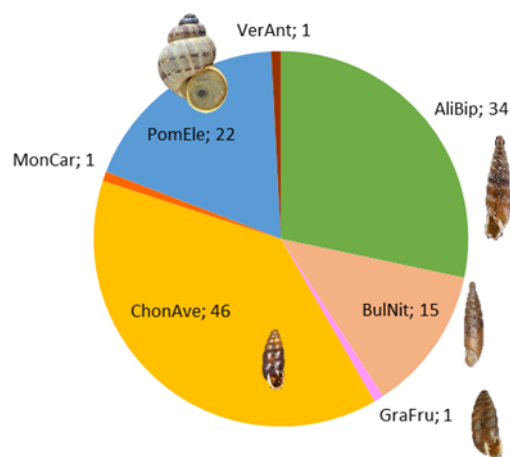


Obr. 14: Počet strávených a nestrávených jedinců pro jednotlivé druhy plžů. AliBip = *Alinda biplicata*; BytAus = *Bythinella austriaca*; BulNit = *Bulgarica nitidosa*; CarMT = *Carychium minimum*, *C. tridentatum*; CochLub = *Cochlicopa lubrica*; Coch = *Cochlostoma* sp.; GraFru = *Granaria frumentum*; ChonAve = *Chondrina avenacea*; MonCar = *Monacha cartusiana*; PomEle = *Pomatias elegans*; PupMus = *Pupilla muscorum*; VerAnt = *Vertigo antivertigo*; ValCP = *Vallonia costata*, *V. pulchella*; VerPyg = *Vertigo pygmaea*. Zobrazeny pouze druhy, u kterých bylo zkonsumováno alespoň 20 jedinců.

B. Vyvrhování plžů ptáky

Během experimentů bylo u některých druhů ptáků zaznamenáváno vyvrhování zkonsumované potravy včetně plžů. Někdy byly vyvrhovány celé kusy nebo větší množství různě natrávené potravy, jindy byli vyvrhnuti samotní plži. K tomuto chování docházelo u krkavce, kosa a strakapouda.

Celkem bylo ptáky vyvrženo 121 plžů bez závažného poškození schránky, ve vývrzcích byly dále nalezeny části schránek či silně poškození jedinci. Nalezení celí plži patřili sedmi druhům (viz obr. 19). Jednalo se zejména o větší druhy plžů a dále druh *Chondrina avenacea*. Celkem byla vyvrhnuta přibližně 4 % zkonsumovaných plžů. Vyvrhnutí plži tvořili 36 % nestrávených plžů.



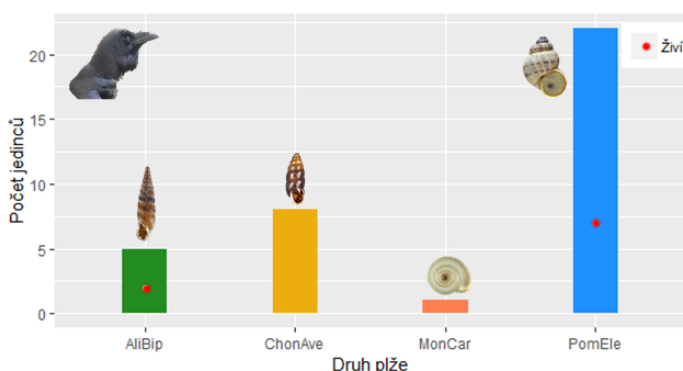
Obr. 19: Počet a druhové složení vydávených plžů bez závažného poškození schránky. AliBip = *Alinda biplicata*; BulNit = *Bulgarica nitidosa*; GraFru = *Granaria frumentum*; ChonAve = *Chondrina avenacea*; MonCar = *Monacha cartusiana*; PomEle = *Pomatias elegans*; VerAnt = *Vertigo antivertigo*.

Celkem 35 plžů čtyř druhů (*Chondrina avenacea*, *Bulgarica nitidosa*, *Pomatias elegans* a *Alinda biplicata*) bylo nalezeno živých (viz str. 30).

Krkavec velký (*Corvus corax*)

Vyvrhávání potravy bylo typické pro dospělé krkavce v ZS a ParaZOO Vlašim. Krkavci si často nabrali najednou větší množství potravy do zobáku a následně ji do pěti minut vyvrhli. Vyvrženou potravu (během experimentů většinou směs masa či masové konzervy a plžů nebo plže samotní) často přebírali a postupně opět konzumovali, případně si ji uložili někde v kleci.

Mezi celými plži vyvrženými krkavci byli *Chondrina avenacea*, *Monacha cartusiana* a *Pomatias elegans* (viz také obr. 16). Počty jednotlivých vyvržených plžů jednotlivých druhů jsou znázorněny na obrázku 15.

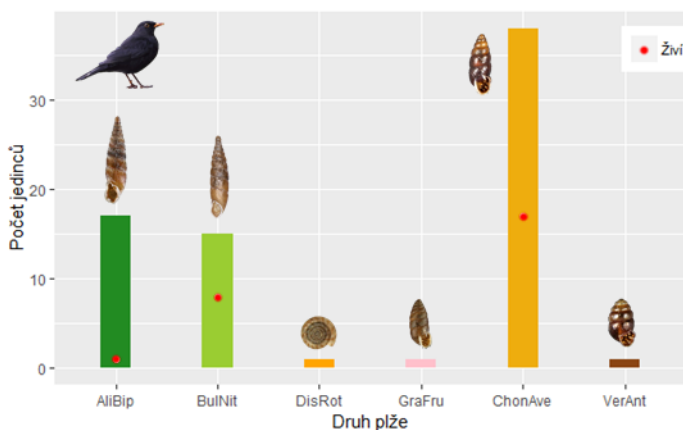


Obr. 15: Počet celých plžů vydávaných krkavcem velkým (*Corvus corax*). Bílým bodem je znázorněn počet živých plžů. AliBip = *Alinda biplicata*, ChonAve = *Chondrina avenacea*, MonCar = *Monachoides incarnatus*, PomEle = *Pomatias elegans*. Bílým bodem je znázorněno množství živých plžů.

Obr. 16: Směs plžů a částí schránek druhů *Pomatias elegans*, *Bulgarica nitidosa*, *Chondrina avenacea* a natrávené potravy vyvrhnuté krkavcem velkým (*Corvus corax*).

Kos černý (*Turdus merula*)

Plže také vyvrhávala ještě dokrmovaná mláďata kosa černého. V tomto případě byli vyvrhováni většinou samotní plži, případně se zbytky natrávené potravy, která ulpěla na ulitách. Dávení se týkalo především větších plžů (závornatkovitých, druhy *Alinda biplicata* a *Bulgarica nitidosa*), dále také menších *Chondrina avenacea*. Počty jednotlivých vyvržených plžů jednotlivých druhů jsou znázorněny na obrázku 17.

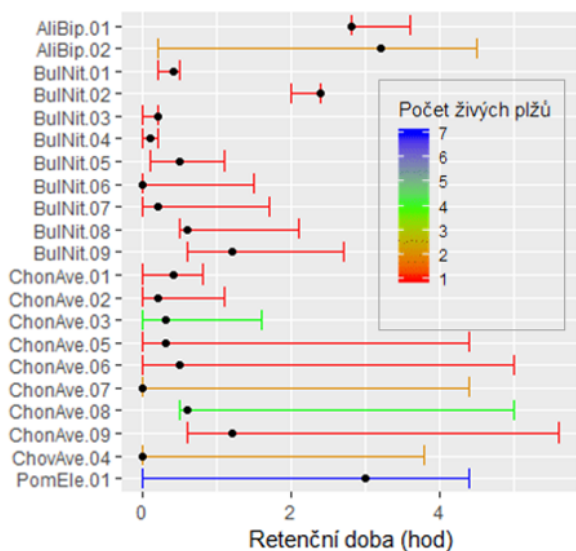


Obr. 17: Počet plžů vydávaných kosem černým (*Turdus merula*). Bílým bodem je znázorněn počet živých plžů. AliBip = *Alinda biplicata*, BulNit = *Bulgarica nitidosa*, DisRot = *Discus rotundatus*, GraFru = *Granaria frumentum*, ChonAve = *Chondrina avenacea*, VerAnt = *Vertigo antivertigo*.

Podíl živých plžů u *Ch. avenacea* a *P. elegans* byl podobný (37 % a 32 %), zatímco vydávaných *Bulgarica nitidosa* přežilo celkem 53 %, tedy výrazně více než *Alinda biplicata* (9 %).

Retenční doba živých vydávaných plžů se pohybovala mezi 0 a necelými 5 hodinami (viz obr. 22). Vzhledem k velké nepřesnosti jejího určení nelze příliš retenční doby mezi jednotlivými pozorováními porovnávat.

Níže jsou uvedeny podrobnější informace k jednotlivým druhům.



Obr. 22: Retenční doba vydávaných živých plžů. Každý bod s chybovými úsečkami představuje jedno pozorování – plže nalezené ve vývrzcích ptáků v jedné kleci v konkrétním čase. Bod vyjadřuje dobu mezi nalezením plžů a koncem jejich konzumace. Pozitivní odchylka (směrem doprava) vyjadřuje čas konzumace plžů, negativní odchylka (směrem doleva) vyjadřuje čas od poslední kontroly dané klece (viz také Metodika). Barva chybových úseček vyjadřuje počet plžů, ke kterému se dané pozorování vztahuje. Druh plžů je zřejmý z osy y. AliBip = *Alinda biplicata*; BulNit = *Bulgarica nitidosa*; ChonAve = *Chondrina avenacea*; PomEle = *Pomatias elegans*.

Alinda biplicata

Celkem byli živi 3 ze 34 vydávaných plžů. Z toho jeden jedinec byl vydávan mládětem kosa, kde tvořil 6 % z vydávaných plžů a 5 % z plžů zkonsumovaných. Živi byli také dva ze tří plžů vydávaných dospělým krkavcem (tj. 4 % zkonsumovaných plžů).

Živí jedinci se aktivně pohybovali nebo reagovali pohybem na podráždění. Tkáň některých z ostatních vydávaných jedinců nejevila žádné známky natrávení.

Bulgarica nitidosa

Všichni živi plži byli vydávaní ve dvou experimentech mláděty kosa. Tvořili 50 a 55 % vydávaných plžů (což je 50 a 43 % zkonsumovaných).

Živí jedinci většinou pohybem reagovali na podráždění. Také u některých nereagujících jedinců byla tkáň neporušená.

Chondrina avenacea

Celkem 36 živých plžů bylo vydáno ve dvou experimentech také mláděty kosa. Tvořili 25 a 54 % vydávaných plžů (což je 28 a 10 % zkonsumovaných).

Živí jedinci se nepohybovali sami aktivně, ale reagovali pohybem na podráždění. U některých jedinců byla pouze pozorována srdeční aktivita. Na tkáni mrtvých jedinců byla pozorována různá míra natrávení.

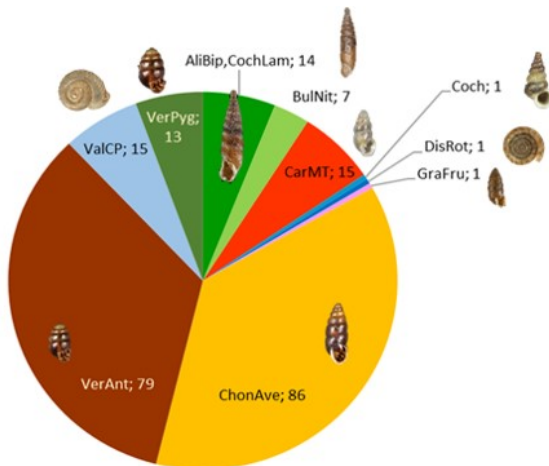
Pomatias elegans

Celkem 7 živých plžů bylo v jednom experimentu vydáno dospělým krkavcem. Tvořili 32 % vydávaných plžů a 12 % plžů zkonsumovaných.

Živí jedinci se aktivně pohybovali nebo reagovali pohybem na podráždění. Tkáň části ostatních vydávaných jedinců nejevila žádné známky natrávení.

C. Plži nalezení v trusu ptáků

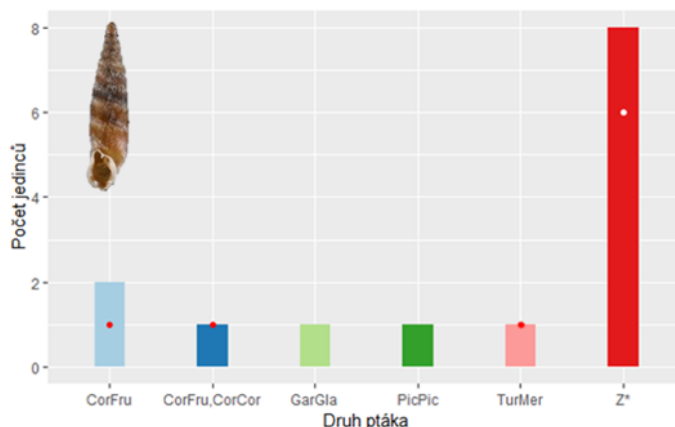
V trusu ptáků bylo nalezeno celkem 240 plžů bez vážného poškození schránky. Nalezení plži patřili devíti druhům (viz obr. 23). Celkem 37 plžů šesti druhů bylo v trusu nalezeno živých (viz str. 35). Níže jsou uvedeny informace k jednotlivým druhům. Pro ucelenost jsou v těchto výsledcích zahrnuta také starší publikovaná data (Simonová et al. 2016).



Obr. 23: Plži nalezení v trusu ptáků bez vážného poškození schránky. AliBip = *Alinda biplicata*; BulNit = *Bulgarica nitidosa*; CarMT = *Carychium minimum*, *C. tridentatum*; Coch = *Cochlostoma* sp.; CochLam = *Cochlodina laminata*; DisRot = *Discus rotundatus*; GraFru = *Granaria frumentum*; ChonAve = *Chondrina avenacea*; ValCP = *Vallonia costata*, *V. pulchella*; VerAnt = *Vertigo antvertigo*; VerPyg = *Vertigo pygmaea*. Zahrnuta také starší publikovaná data (Simonová et al. 2016).

Alinda biplicata, *Cochlodina laminata*

V trusu ptáků bylo během osmi experimentů nalezeno celkem 14 plžů (viz obr. 24). Nejvíce plžů bylo nalezeno ve smíšené voliře, kde se nacházeli kos černý, špaček obecný, holub hřivnáč a holub domácí (Simonová et al. 2016). Nalezení plži zde tvořili 4 % nabídnutých. Dále byl jeden jedinec (5 % zkonzumovaných plžů) druhu *Alinda biplicata* nalezen v trusu mladého kosa černého a pět jedinců v trusu krkavcovitých ptáků (2 až 20 % nabídnutých plžů). Plži byli ptákům nabízeni samotní nebo spolu s kuřecím masem či kuřecími srdci. Míra natrávení plžů, kteří nebyli živí, nebyla zjišťována.



Obr. 24: Plži druhů *Alinda biplicata* a *Cochlodina laminata* bez výrazného poškození schránky nalezení v trusu ptáků. Celkový počet nalezených plžů je 14. CorFru = havran polní (*Corvus frugilegus*); CorCor = vrána obecná (*Corvus corone*), GarGla = sojka obecná (*Garrulus glandarius*); PicPic = straka obecná (*Pica pica*), TurMer = kos černý (*Turdus merula*), StuVul = špaček obecný (*Sturnus vulgaris*); ColPal = holub hřivnáč (*Columba palumbus*); ColLiv = holub domácí (*Columba livia* cf. *domestica*). Červeným nebo bílým bodem je znázorněn počet živých plžů.

Bulgarica nitidosa

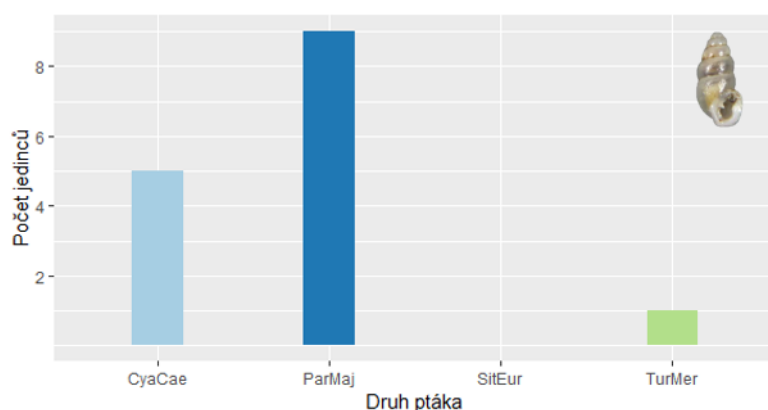
V trusu celkem sedmi mláďat straky obecné (*Pica pica*) bylo během dvou experimentů nalezeno 15 jedinců druhu *Bulgarica nitidosa*. Nalezení nestrávených plžů zde tvořili 25 % zkonzumovaných. Vřetenky byly v těchto experimentech ptákům nabízeny spolu s kuřecími srdci, červy a hmyzo-korýši směsí.

Těla *B. nitidosa* byla v různém stupni natrávení, u dvou jedinců byla tkáň poměrně kompaktní. V trusu strak bylo nalezeno dalších 19 jedinců s více poškozenými schránkami. Silně poškození jedinci

byli nalezeni také v trusu mládřat kosa černého (*Turdus merula*) a mladé kavky (*Corvus monedula*), větší úlomky schránek byly rozeznatelné v trusu brhlíků (*Sitta europaea*).

Carychium minimum, *Carychium tridentatum*

Schránky rodu *Carychium* (síměnka) bez výrazného poškození byly nalezeny v trusu sýkor koňadry (*Parus major*), modřinky (*Cyanestes caeruleus*) a dále kosa černého (*Turdus merula*), viz obr. 26. V případě kosa se jednalo o mládě, všechny sýkory byly dospělé. U sýkory koňadry bylo v trusu nalezeno od 6 do 40 % zkonsumovaných plžů, u kosa černého 3 %. U sýkory koňadry bylo ve dvou experimentech nalezeno 12 % a 100 % zkonsumovaných plžů. Těla símének v mnoha případech nejevila známky natrávení, v kompaktní tkáni byly často dobře zřetelné oči (viz obr. 25). Podobně také schránka byla v některých případech zcela nepoškozená, nicméně u plžů nikdy nebyly pozorovány známky života.



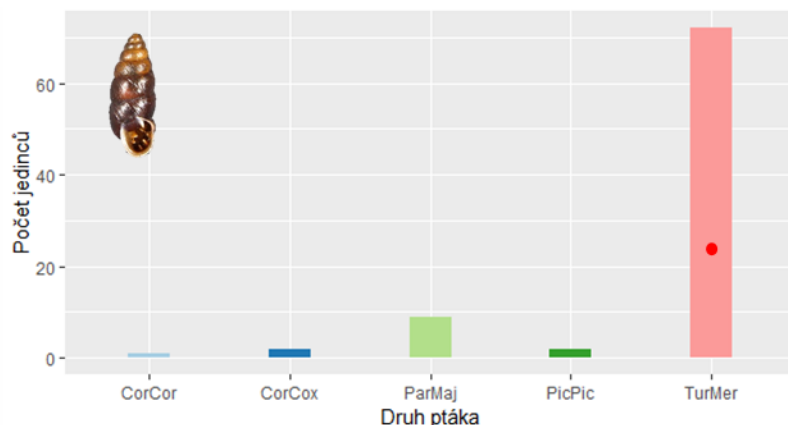
Obr. 26: Plži druhů *Carychium minimum*, *C. tridentatum* bez výrazného poškození schránky nalezení v trusu ptáků. Celkový počet nalezených plžů je 15. CyaCae = sýkora modřinka (*Cyanestes caeruleus*), ParMaj = sýkora koňadra (*Parus major*), TurMer = kos černý (*Turdus merula*).



Obr. 25: Plž rodu *Carychium* po průchodu trávicím traktem sýkory koňadry. Šipka ukazuje na dosud zřetelné oči. Ústí schránky bylo vyplněné tráveninou, nicméně tkáň hlouběji v ulitě byla kompaktní.

Chondrina avenacea

Schránky *Ch. avenacea* bez výrazného poškození byly nalezeny v trusu tří druhů krkavcovitých ptáků, sýkory koňadry (*Parus major*) a ve velkém počtu v trusu kosa černého (*Turdus merula*), viz obr. 27. V případě krkavcovitých se jednalo o mládřata straky obecné (*Pica pica*), vrány obecné (*Corvus corone*) a dospělé krkavce velké (*Corvus corax*), dále o mladé i dospělé sýkory koňadry, a především mládřata kosa černého. Zatímco u krkavcovitých ptáků bylo v trusu nalezeno do 10 % zkonsumovaných plžů, u kosa to bylo okolo 50 % a u sýkory koňadry 50–86 %. Ptákům byli plži nabízeni samotní nebo spolu s červy, kuřecími srdci, či kuřecí svalovinou.



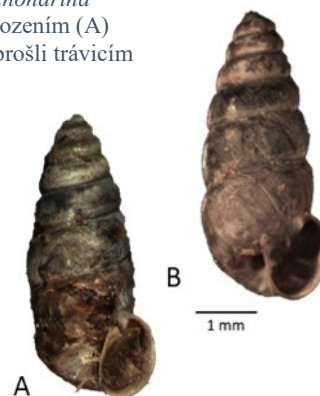
Obr. 27: Plži bez výrazného poškození schránky nalezení v trusu ptáků. Celkový počet nalezených plžů je 86. CorCor = vrána obecná (*Corvus corone*), CorCox = krkavec velký (*Corvus corax*), ParMaj = sýkora koňadra (*Parus major*), PicPic = straka obecná (*Pica pica*), TurMer = kos černý (*Turdus merula*). Červeným bodem je znázorněn počet živých plžů.

Schránky ovsenek i jejich těla byla natrávena s různou intenzitou (obr. 28-29). V některých případech byla tkáň strávena téměř úplně, jindy bylo tělo k nerozeznání od živého, jen nejevilo žádné známky pohybu. V experimentech od května 2018 bylo proto přežití plžů hodnoceno také odkrytím části schránky a pozorováním srdeční aktivity a je možné, že dřívější údaje o přežití ovsenek jsou podhodnocené.



Obr. 28: Jedinec druhu *Chondrina avenacea* po rozlomení schránky. Tkáň je velmi kompaktní a není rozeznatelná od tkáně čerstvě uhynulého jedince. Tento plž prošel trávicím traktem sýkory koňadry.

Obr. 29: Schránky druhu *Chondrina avenacea* s výrazným poškozením (A) a bez něj (B). Oba jedinci prošli trávicím traktem sýkory koňadry.



Vallonia costata, *Vallonia pulchella*

Schránky plžů *V. costata* a *V. pulchella* bez výrazného poškození byly nalezeny jen v trusu sýkory koňadry (*Parus major*). Do experimentů bylo zapojeni především dospělí ptáci. Celkem se jednalo o 15 plžů, což tvoří 19 % zkonsumovaných jedinců. Plži byli ptákům nabízeni samotní nebo spolu s červi.

Schránky i těla plžů byly trávicími procesy narušeny v různé míře (obr. 30), v některých případech nebyly jasně rozeznatelné jakékoliv známky poškození.

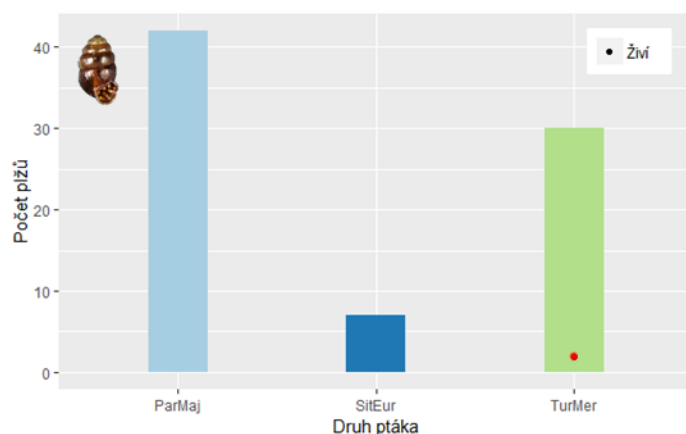


Obr. 30: Schránky plžů rodu *Vallonia* po průchodu trávicím traktem sýkory koňadry.

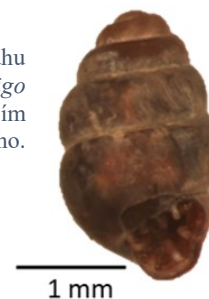
Vertigo antivertigo

Schránky *V. antivertigo* byly nalezeny v trusu sýkory koňadry, brhlíka lesního a kosa černého (viz obr. 31-32). Ve všech případech se jednalo o mladé ptáky. V trusu bylo celkem nalezeno 49 plžů (13 % zkonsumovaných). Podíl zkonsumovaných plžů nalezených v trusu bylo u kosa celkem 50 %, což je výrazně více než u sýkory (17 %) či brhlíka (9 %). Ptákům byli plži nabízeni samotní nebo spolu s červy, mokrým piškotem či kuřecími srdíčky.

V případě druhu *V. antivertigo* byla těla plžů většinou silně natrávena.



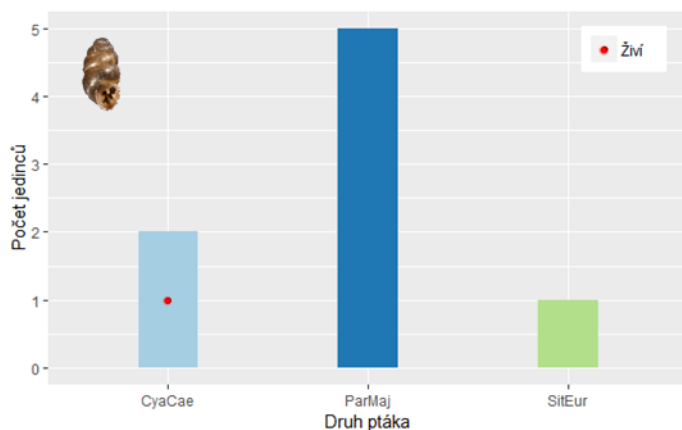
Obr. 32: Schránka druhu *Vertigo antivertigo* po průchodu trávicím traktem brhlíka lesního.



Obr. 31: Vrkoči mnohozubí (*Vertigo antivertigo*) bez výrazného poškození schránky nalezení v trusu ptáků. Celkový počet nalezených plžů je 49. ParMaj = sýkora koňadra (*Parus major*), SitEur = brhlík lesní (*Sitta europaea*), TurMer = kos černý (*Turdus merula*). Červeným bodem je znázorněn počet živých plžů.

Vertigo pygmaea

Schránky *V. pygmaea* byly nalezeny v trusu sýkory koňadry, sýkory modřínky a brhlíka lesního (viz obr. 33). Jednalo se o dospělé ptáky a jednoho mladého brhlíka. V trusu bylo nalezeno celkem 13 plžů (38 % zkonsumovaných). U koňadry a modřínky se podíl plžů v trusu pohyboval okolo 35 %, u brhlíka byl v trusu nalezen jeden ze dvou celkem zkonsumovaných jedinců. Plži byli ptákům nabízeni samotní nebo s červy či vaječným žloutkem. Těla nalezených plžů byla většinou silně natrávená. Na obrázku 34 je vidět různá míra narušení schránky.



Obr. 33: Plži druhu *Vertigo pygmaea* bez výrazného poškození schránky nalezení v trusu ptáků. Celkový počet nalezených plžů je 13. CyaCae = sýkora modřínka (*Cyanestes caeruleus*), ParMaj = sýkora koňadra (*Parus major*), SitEur = brhlík lesní (*Sitta europaea*). Červeným bodem je znázorněn počet živých plžů.



Obr. 34: Schránky druhu *Vertigo pygmaea* po průchodu trávicím traktem sýkory koňadry.

Další druhy plžů

V trusu ptáků byli dále nalezeni jedinci tří dalších druhů plžů – *Cochlostoma* sp. v trusu mláděť straky obecné, *Granaria frumentum* v trusu mláděťe kosa a *Discus rotundatus* v trusu havrana polního.

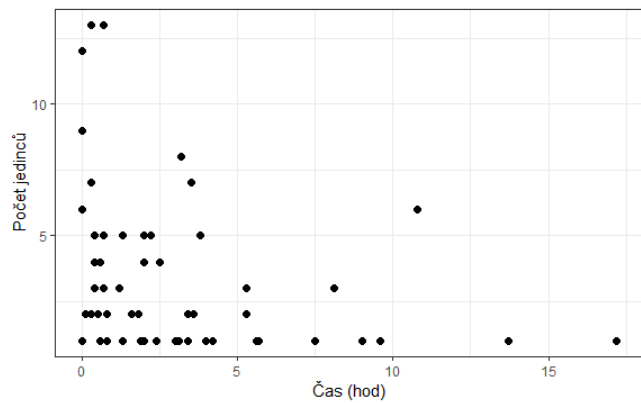
***Cochlostoma* sp.** byla nabízena mláděťům straky spolu s kuřecími srdci a hmyzo-korýši směsí. V trusu byl během dvou experimentů nalezen jeden nepoškozený jedinec a 12 jedinců se silně poškozenou schránkou. Celkem bylo ptáky zkonsumováno 118 plžů. Část trusu však byla z experimentální klece odstraněna pracovníky záchrané stanice, je tedy možné, že trávicím traktem ptáků prošlo více plžů, než bylo nalezeno.

Granaria frumentum byla nabízena mláděťům kosa černého bez další potravy. Kos v tomto experimentu zkonsumoval jedinou žitovku, které byla posléze nalezena nepoškozená v trusu.

Discus rotundatus byl nabízen havranu polnímu spolu s kuřecím masem. Havranovi bylo nabídnuto celkem 10 vrásenek, jedna nepoškozená a živá byla nalezena v trusu.

Retenční doba plžů nalezených v trusu

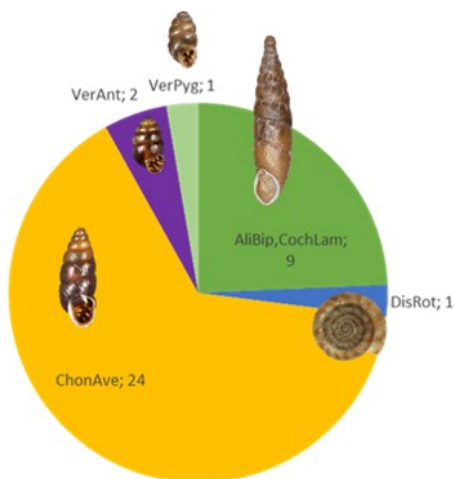
Konzervativní odhad retenční doby plžů bez výrazného poškození nalezených v trusu se pohyboval mezi 0 a 17,2 hodinami (viz obr. 36). Většina plžů nezůstala v trávicím traktu ptáků déle než pět hodin od konzumace. Reálná retenční doba však může být delší (viz metodika, str. 19). Podrobnější údaje k retenční době jsou uvedeny v Příloze B.



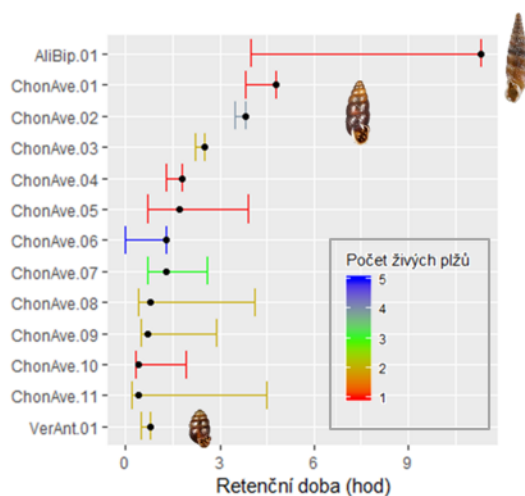
Obr. 36: Konzervativní odhad retenční doby plžů nalezených v trusu ptáků. N=62.

Přežití plžů nalezených v trusu

Celkem bylo v trusu nalezeno 37 živých plžů šesti druhů (viz obr. 37). Konzervativní odhad retenční doby živých plžů se pohyboval od 0 do pěti hodin (viz obr. 38). Níže jsou uvedeny informace k jednotlivým druhům či jejich skupinám.



Obr. 37: Živí plži nalezení v trusu. AliBip = *Alinda biplicata*; CochLam = *Cochlodina laminata*; DisRot = *Discus rotundatus*; ChonAve = *Chondrina avenacea*; VerAnt = *Vertigo antivertigo*; VerPyg = *Vertigo pygmaea*. Zahrnuta také starší publikovaná data (Simonová et al. 2016).



Obr. 38: Retenční doba živých plžů nalezených v trusu. Každý bod s chybovými úsečkami představuje jedno pozorování – plže nalezené v trusu ptáků v jedné kleci v konkrétní čas. Bod vyjadřuje dobu mezi koncem konzumace plžů a jejich nalezením. Pozitivní odchylka (směrem doprava) vyjadřuje čas konzumace plžů, negativní odchylka (směrem doleva) vyjadřuje čas od poslední kontroly dané klece (viz také Metodika). Barva chybových úseček vyjadřuje počet plžů, ke kterému se dané pozorování vztahuje. Druh plžů je zřejmý z osy y. Retenční doba u živého jedince *Vertigo pygmaea* nalezeného v trusu nebyla zaznamenávána, proto není v grafu znázorněna. AliBip = *Alinda biplicata*; ChonAve = *Chondrina avenacea*; VerAnt = *Vertigo antivertigo*.

Vřetenatka obecná (*Alinda biplicata*) a vřetenovka hladká (*Cochlodina laminata*)

V trusu ptáků bylo během šesti experimentů nalezeno celkem devět živých plžů. Šest jedinců bylo v roce 2013 nalezeno ve smíšené voliéře, kde se nacházeli kos černý, špaček obecný, holub hřivnáč a holub domácí. Živí plži zde tvořili 3 % nabídnutých a 64 % plžů nalezených v trusu bez závažného poškození (Simonová et al. 2016; obr. 39). Dále byl jeden jedinec (5 % zkonzumovaných plžů) druhu *Alinda biplicata* nalezen v trusu mladého kosa černého a dva jedinci (2 % zkonzumovaných) v trusu dospělých krkavcovitých ptáků (havrana a vrány). Míra natrávení plžů, kteří nebyli živí, nebyla zjišťována.



Obr. 39: Živý jedinec druhu *Alinda biplicata* po průchodu trávicím traktem ptáků ve smíšené voliéře. Foto: O. Simon.

Vrásenka okrouhlá (*Discus rotundatus*)

Živý jedinec druhu *Discus rotundatus* byl nalezen v trusu havrana polního, kterému bylo nabídnuto 10 vrásenek. V průběhu několika hodin po sebrání trusu byl u tohoto jedince pozorován aktivní pohyb.

Ovsenka skalní (*Chondrina avenacea*)

Živí plži druhu *Chondrina avenacea* byli během tří experimentů nalezeni v trusu tří mlád'at kosa černého. Zde tvořili 13–25 % zkonzumovaných plžů a 26–44 % nepoškozených plžů nalezených v trusu. U živých plžů během následujících 12 hodin po sebrání trusu nebyl pozorován aktivní pohyb, někteří jedinci nicméně reagovali pohybem na podráždění pinzetou či preparační jehlou. U části jedinců byla životaschopnost ověřena pozorováním činnosti srdce po odkrytí části schránky.

Vrkoč mnohozubý (*Vertigo antivertigo*)

Dva živí plži druhu *Vertigo antivertigo* byli nalezeni v trusu dvou mlád'at kosa černého. Zde tvořili 13 % zkonzumovaných plžů a 25 % plžů nalezených v trusu bez vážného poškození schránky. Jeden z plžů reagoval na podráždění pohybem, u druhého byla pozorovaná výrazná srdeční činnost po odkrytí části schránky.

Vrkoč malinký (*Vertigo pygmaea*)

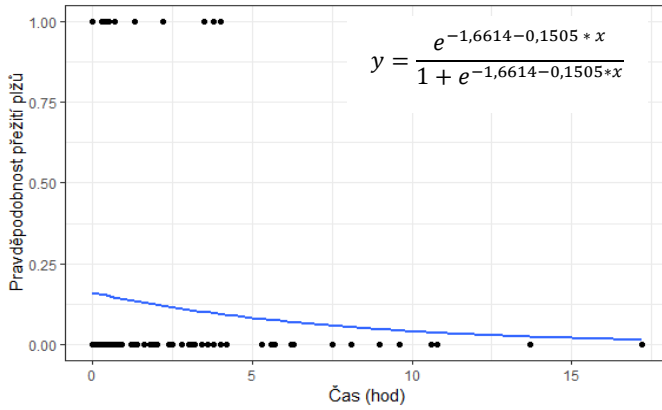
Jeden jedinec druhu *Vertigo pygmaea* byl nalezen v trusu dospělé sýkory modřinky. Na ústí byla patrná epifragma (obr. 40). Během dalšího pozorování po dobu několika týdnů se tento jedinec aktivně pohyboval.



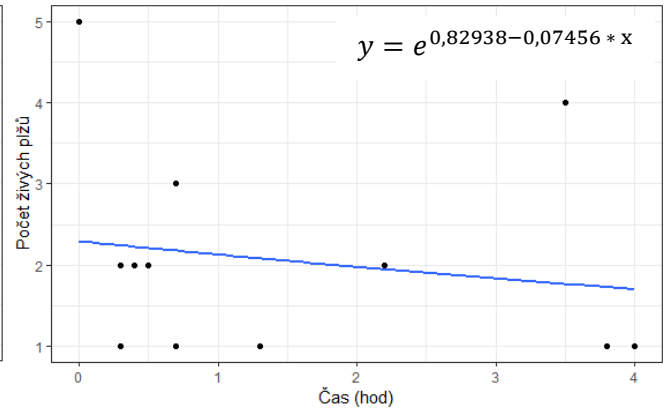
Obr. 40: Vrkoč malinký (*Vertigo pygmaea*) nalezený v trusu sýkory modřinky. V ústí schránky je patrná epifragma.

Ovlivňuje retenční doba pravděpodobnost přežití?

Pravděpodobnost přežití plžů nalezených v trusu klesala s časem (resp. jeho konzervativním odhadem, viz metodika), efekt času však není průkazný (GLM s binomickým rozdělením, $\chi^2_{101}=1,48$ $p=0,22$; viz obr. 41). Neprůkazný je i pokles počtu přeživších plžů s časem (GLM s Poissonovým rozdělením, $\chi^2_{11}=0,28$, $p=0,6$; viz obr. 42).



Obr. 41. Vliv konzervativního odhadu retenční doby na pravděpodobnost přežití plžů po průchodu trávicím traktem ptáků (GLM s binomickým rozdělením, $\chi^2_{101}=1,48$ $p=0,22$).



Obr. 42: Vliv konzervativního odhadu retenční doby na počet přeživších plžů po průchodu trávicím traktem ptáků (GLM s Poissonovým rozdělením $\chi^2_{11}=0,28$ $p=0,6$).

5. Diskuse

Výsledky pokusů ukázaly, že šest z patnácti zkoumaných druhů plžů může přežít v trávicím traktu ptáků, ze kterého jsou vyloučeni buď dávením z jeho přední části nebo spolu s trusem. To tedy nasvědčuje tomu, že konzumace ptačími predátory u těchto druhů plžů může vést k jejich pasivnímu transportu. Jaký by mohl být význam tohoto typu šíření? Co může ovlivňovat úspěšnost potenciální dispersní události?

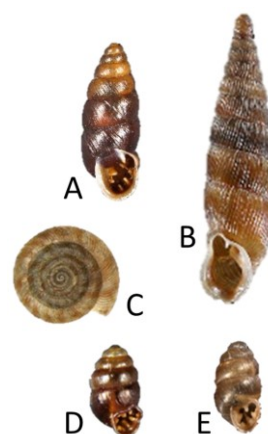
A. Průchod plžů trávicím traktem ptáků

Publikované údaje (Wada et al. 2012; Simonová et al. 2016) i výsledky této diplomové práce ukazují, že suchozemští plži mohou přežít v trávicím traktu ptáků a konzumace ptáky tedy může v některých případech zprostředkovat jejich šíření. Nevíme však, jak často k endozoochorii plžů reálně dochází. Dosud byla možnost endodisperze zkoumána pouze pro několik málo kombinací druhů a není tedy zřejmé, pro jak velké spektrum druhů je tento způsob šíření relevantní.

V rámci mé diplomové práce i již publikovaných výsledků pro střeoevropské suchozemské plže (Simonová et al. 2016) byla schopnost přežít v trávicím traktu ptáků prokázána pro šest druhů čtyř nepříbuzných čeledí (Wade et al. 2006). Tyto druhy jsou velmi rozdílné také morfologicky a ekologicky (viz obr. 43), což by mohlo nasvědčovat tomu, že schopnost přežít podmínky trávicího traktu ptáků je relativně široce rozšířená a netýká se jen některých taxonomických či ekologických skupin. Přestože schopnost přežití v trávicím traktu ptáků byla zatím zkoumána jen u malého počtu druhů, vlastnosti těchto druhů plžů i jejich ptačích vektorů mohou ukazovat na obecně platné patrnosti tohoto typu šíření.

Nejvíce plžů nalezených živých v trusu ptáků patřilo druhu *Chondrina avenacea* (obr. 43A). Všichni živí plži byli nalezeni v trusu mladých kosů, kde tvořili 26–44 % nepoškozených plžů. Velké množství plžů tohoto druhu bylo mladými kosa také vyvrhuto (4–52 %). Celkově bylo stráveno jen 27 % zkonsumovaných plžů. *Ch. avenacea* byla nalezena také v trusu dalších čtyř druhů ptáků. Podíl nepoškozených plžů v trusu ke zkonsumovaným tvořil u krkavcovitých 2–4 %, u menší sýkory koňadry až 21 %. Nepoškození jedinci *Ch. avenacea* byli dále nalezeni v trusu krkavce (17 % zkonsumovaných plžů). Zdá se tedy, že tento druh je vůči trávení ptáků poměrně odolný, a především menšími druhy ptáků bylo velké množství plžů vyvrhuto. Zajímavé je, že na rozdíl od koňadry či kosa brhlíci, kteří se pohybují na vertikálních površích a je tedy možné, že mohou plže i aktivně sbírat, strávili všechny zkonsumované plže.

Zástupci čeledi mají tvar větších semen, na což odkazuje i české jméno ovsenka. Ekologické nároky i charakter rozšíření (výskyty na izolovaných skalách – viz str. 13) ovsenky *Ch. avenacea* ukazují na možný význam pasivní disperse pro tento druh. Je otázkou, nakolik je v přírodě součástí potravy ptáků, výslovně jsou zástupci této čeledi uváděni v potravě straky a havrana (Cramp & Perrins 1994). *Ch. avenacea* obývá vápencové skalky a skalní stěny, kde se někdy vyskytuje ve velkých abundancích. Stejný typ stanoviště je v našich podmínkách typický pro zedníčka skalního (*Tichodroma muraria*; Saniga 2005), v jehož potravě byli plži také zaznamenáni (Cramp & Perrins 1993). Podle pozorování Baur & Baur (1991) se sesterský druh *Ch. arcadica* často vyskytuje na skalkách, na kterých sedávají ptáci a kde je díky jejich trusu dostupné větší množství živin podporující růst lišejníků, kterými se plži tohoto rodu živí. To by mohlo zvyšovat pravděpodobnost konzumace těchto plžů ptáky.



Obr. 43: Druhy plžů, kteří byli živí nalezeni v trusu ptáků. A=*Chondrina avenacea*; B=*Alinda biplicata*; C=*Discus rotundatus*; D=*Vertigo antivertigo*; E=*Vertigo pygmaea*.

Hesbacher et al. (1995) nicméně na baltském ostrově Öland pozorovali, že ptáci konzumují pouze prázdné schránky lichenivorních plžů a živým jedincům se vyhýbají. To si vysvětlovali možným odpuzujícím efektem látek obsažených v lišejnících. Je otázkou, zda tento faktor mohl hrát roli i při častém vyvrhování plžů *Ch. avenacea* v potravních experimentech. Odpuzující efekt daných látek by asi musel být dosti silný vzhledem k tomu, že ptáci byli z tohoto hlediska nejspíše naivní (konkrétní jedinci zapojení do pokusů spíše nepocházeli z prostředí skalních stěn a skalek).

Většina středoevropských populací druhu *Ch. avenacea* se vyskytuje na izolovaných stanovištích tvořených přirozenými i umělými skalními stěnami. Na umělých stanovištích, jakými jsou třeba lomy, se často objevují velmi rychle, jak se ukázalo např. v Solvayových lomech v Českém krasu (Kocurková 2012). Pasivní disperse prostřednictvím ptáků by tedy mohla dobře vysvětlit, jak populace na těchto místech mohly vzniknout. Také výše zmiňovaný výskyt druhu *Ch. arcadica* na baltském ostrově Öland musí být důsledkem vzdušné pasivní disperse, protože ostrov byl před začátkem holocénu zaledněný a později do značné míry zaplavený (Ložek 1973).

Tři živí plži nalezení v trusu ptáků patří mezi zástupce čeledi vrkočovité (Vertiginidae). V trusu mláďat kosa byli nalezeni dva jedinci druhu *Vertigo antivertigo* (viz obr. 43C; 13 % zkonzumovaných) a v trusu sýkory koňadry jeden jedinec *V. pygmaea* (viz obr. 43D; 17 % zkonzumovaných). Živí plži tvořili 50 % a 25 % nepoškozených plžů nalezených v trusu. Dále byl jeden plž s nepoškozenou schránkou (2 % zkonzumovaných) vyvrhnutý mládětem kosa. Vrkoči bez výrazného poškození schránky byli také nalezeni v trusu sýkory koňadry (celkem 52 jedinců, 18 % zkonzumovaných) a brhlíka (celkem 8 jedinců, 6 % zkonzumovaných). Je zajímavé, že u koňadry a brhlíka nebyli v trusu nalezeni žádní živí jedinci, přestože jich bylo u druhu *V. antivertigo* zkonzumováno vzhledem k modřince a kosovi výrazně více. Vzhledem k počtu celkem zkonzumovaných jedinců byla pravděpodobnost projití trávicím traktem i pravděpodobnost přežití pro druh *V. pygmaea* výrazně vyšší (pravděpodobnost projití *V. pygmaea* 30 %, u *V. antivertigo* 18 %; pravděpodobnost přežití u *V. pygmaea* 2,3 %, u *V. antivertigo* 0,5 %). Přestože jedinci *V. antivertigo* nebyli nabízeni koňadře a *V. pygmaea* kosovi, velké počty zkonzumovaných jedinců *V. antivertigo* nasvědčují tomu, že úspěšnost průchodu trávicím traktem se pro tyto druhy opravdu liší.

Všichni zástupci čeledi vrkočovité velmi připomínají drobná hladká a lesklá semínka (obr. 43D,E). *V. pygmaea* je pionýrským druhem (Horsák et al. 2013) a jeho dispersní schopnost by tedy měla být relativně vysoká. *V. antivertigo* se vyskytuje na mokřadních stanovištích, která mají obecně izolovanou povahu (Horsák et al. 2013). Jeho šíření by nicméně mohlo být kromě ptáků dobře zprostředkováno také přenosem v srsti savců, zejména kopytníků (Fischer et al. 1996; Cameron et al. 2003; Elisabeth et al. 2003); u obou druhů může být na menší vzdálenosti relevantní také transport drobnými savci či většími a rychlejšími nahými plži (Cameron et al. 2003). Pro zástupce čeledi bývá také zmiňován možný vzdušný transport plžů přichycených na listech, lišejnících či okřídlených semenech stromů (Dörge et al. 1999; Cameron et al. 2003). Zástupci čeledi Vertiginidae jsou známi z potravy kosa (Hudec & Šťastný 2011), blíže nespecifikovaní malí plži nebo konkrétní skupiny plžů velikostně podobní vrkočům jsou však uváděny i pro další druhy ptáků. Areály některých druhů vrkočovitých jsou vzhledem k jejich velmi omezeným schopnostem aktivní disperse překvapivě velké (Nekola 2009; Kuczyńska & Moorkens 2010) a šíření prostřednictvím ptáků je navrhováno jako možné vysvětlení charakteru jejich rozšíření (Cameron et al. 2003; Nekola & Rosenberg 2013).

Dále byl v trusu kosů nalezen jeden živý zástupce druhu *Alinda biplicata* (viz obr. 43B). Dalších osm zástupců závořnatkovitých plžů druhů *A. biplicata* a *Cochlodina laminata* bylo v dřívějších experimentech nalezeno v trusu více druhů ptáků (Simonová et al. 2016). Zajímavý je vysoký podíl živých plžů vůči plžům nepoškozeným (100 % u kosa černého, 75 % pro skupinu kos černý, špaček obecný, holub hřivnác a holub domácí, 50 % u havrana, 100 % pro dvojici havran a vrána šedá). Dva živí jedinci *A. biplicata* byli také nalezeni ve vývrvcích krkavce a plži bez vážného poškození byli dále vyvrhnuti havranem, poštolkou a strakapoudem. Je otázkou, jestli důvodem vysokého podílu živých

plžů mezi nepoškozenými nemůže být přítomnost závorky, která může ústí do jisté míry chránit proti průniku trávicích šťáv.

Pro závornatkovité plže jsou obecně typické izolované výskyty mimo hlavní areál rozšíření (Welter-Schultes 2012). Navíc je v jejich schránce vápnitá závorka, ochraňující jejich tělo při zatažení do ulity. *A. biplicata* patří mezi velmi běžné druhy, vyskytující se i na člověkem silně přetvořených stanovištích včetně intravilánu obcí. Izolované populace se nacházejí na hradních zříceninách, kde často vytváří jedny z nejpočetnějších populací vůbec (Juříčková & Kučera 2005). Zástupci čeledi závornatkovití jsou výslovně zmiňováni jako součást potravy straky (Cramp & Perrins 1994), kosa (Hudec & Šťastný 2011), sýkory koňadry (Cramp & Perrins 1993), vrány (Cramp & Perrins 1994), a špačka (Kornysushin et al. 1984). *A. biplicata* je schopna úspěšného rozmnožení samooplozením (Maltz & Sulikowska-Drozd 2014), což může zvyšovat úspěšnost potenciální disperzní události.

V trusu mláďat straky bylo nalezeno 15 nepoškozených schránek dalšího druhu z čeledi závornatkovitých *Bulgarica nitidosa* (25 % zkonsumovaných), dalších 23 schránek (34 %) bylo výrazně poškozených. Je zajímavé, že v trusu ostatních druhů ptáků (především krkavcovitých, kosa a brhlíka) žádné celé schránky nalezené nebyly. Celí plži byli nalezeni pouze ve vývrzcích mláďat kosa (15 schránek, tj. 31 % zkonsumovaných), z toho 8 jedinců bylo živých. Přestože počty plžů nabízených ptákům nebyly u dalších zástupců čeledi Clausiliidae stejné (u druhu *B. nitidosa* jich bylo o 62 % méně), srovnání jejich procentuální úspěšnosti nasvědčuje horší schopnosti druhu *B. nitidosa* přežít v prostředí trávicího traktu ptáků. Tento pro naše území endemický druh se k nám v období holocenního klimatického optima dostal dálkovým výsadem patrně z jihovýchodních Alp (Horsák et al. 2013) a zoochorie zprostředkovaná ptáky by mohla být vhodným vysvětlením takového rozšíření. Je tedy otázkou, zda se na naše území dostala díky jinému vektoru (což asi není příliš pravděpodobné), byla přenesena na povrchu těla ptáků (jak to v případě jiného zástupce čeledi předpokládá bez konkrétního důkazu Gittenberger et al. 2006), nebo zda by při zvolení jiných druhů ptáků či testování většího množství jedinců schopnost *B. nitidosa* přežít v trávicím traktu ptáků byla potvrzena. Vzhledem k dosud známým informacím lze považovat oba typy přenosu pro daný druh za možné, i když je pravděpodobnost událostí obou typů nejspíše velmi nízká.

Dále byl v trusu havrana nalezen živý jedinec druhu *Discus rotundatus* (Simonová et al. 2016). Zástupci této čeledi se podobají plochým semenům slézovitých rostlin. Další jedinec (bez známek života, nicméně s tkání bez zřetelného poškození) byl vyvrhnut mládětem kosa. Je zajímavé, že v obou případech byla pravděpodobnost nálezu nepoškozeného plže v trusu či vývrzcích poměrně vysoká, havran zkonsumoval pouze 10 plžů tohoto druhu, kos pouze jednoho.

V trusu ptáků byly bez výrazného poškození nalezeny schránky dalších čtyř skupin plžů. Jednalo se o malé nebo velmi malé druhy. Nejvíce nalezených jedinců patřilo dvěma dvojicím malých druhů: *Vallonia costata* + *V. pulchella* a *Carychium minimum* + *C. tridentatum* (viz tab. 3)

druh plže	N celých v trusu	% ze zkonsumovaných
<i>V. costata</i> , <i>V. pulchella</i>	15	13%
<i>Granaria frumentum</i>	1	5%
<i>Carychium minimum</i> , <i>C. tridentatum</i>	15	2%
<i>Cochlostoma</i> spp.	1	1%

Tab. 3: Počet plžů jednotlivých druhů nalezených v trusu ptáků. Uvedená procenta se vztahují k počtu plžů zkonsumovaných daným druhem ptáka.

Největší podíl ze zkonsumovaných plžů tvořily celé schránky druhů *Vallonia costata* a *V. pulchella* nalezené především v trusu dospělých koňader. Na schránkách bylo často patrné vnější poškození (viz obr. 30).

Přestože u druhu *Granaria frumentum* byla v trusu mláděte kosa nalezena pouze jediná neporušená schránka, jedná se o 5 % celkem zkonsumovaných jedinců. Bylo by tedy určitě vhodné

zapojit tento druh do dalších experimentů, přestože vzhledem k charakteru areálu rodu jsou pro něj předpokládány spíše nízké dispersní schopnosti (Gittenberger 1984).

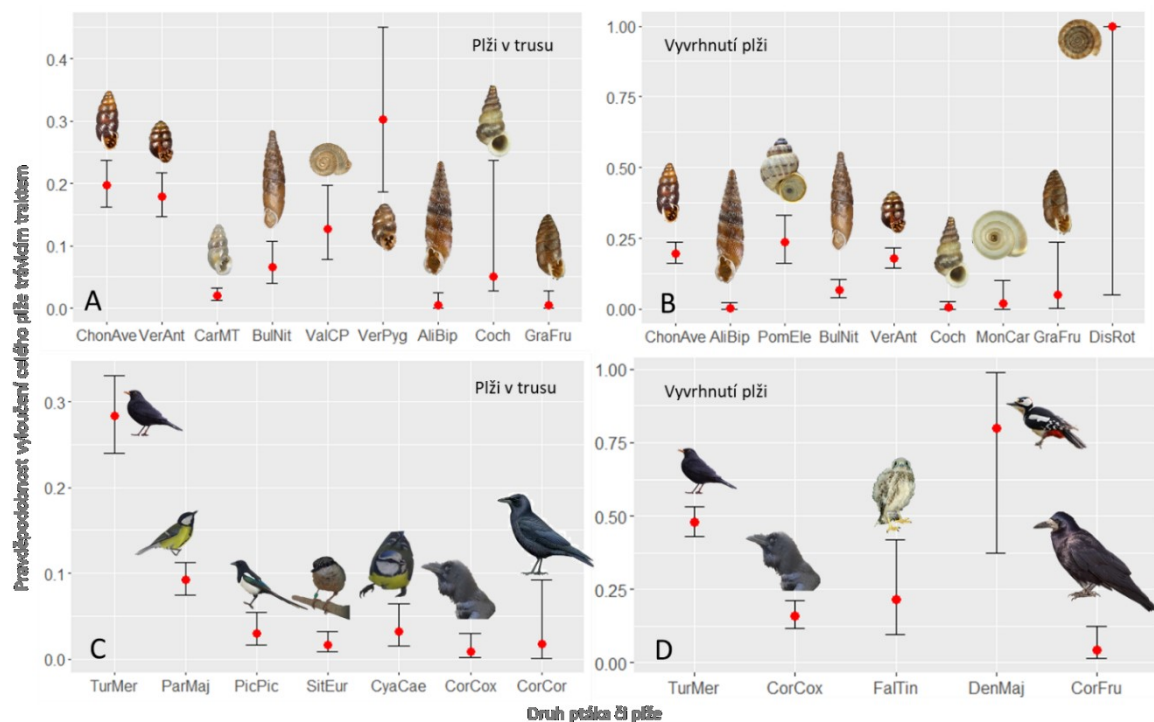
U plžů rodu *Cochlostoma* byla jedna neporušená schránka nalezena v trusu mládřat straky. Tento rod obývá stejný typ stanovišť jako *Chondrina avenacea*, navíc je jeho ústí chráněno rohovinovým víčkem. V jižní Evropě často vytváří izolované populace na skalních výchozech. Vzhledem k relativně malému množství zkonsumovaných jedinců (a ztrátě části trusu v průběhu experimentů) by bylo vhodné plže tohoto rodu zapojit do dalších experimentů.

V trusu nebyly nalezeny žádné schránky největších druhů plžů (*Pomatias elegans*, *Monacha cartusiana*), kterých bylo zkonsumováno jen do 100 jedinců. Proto by bylo vhodné najít více ptáků (druhů i jedinců), kteří budou ochotni konzumovat i velké plže. Neúspěšnost menších druhů plžů při průchodu trávicím traktem může být také způsobena malým množstvím zkonsumovaných jedinců (max. 30) a proto je vhodné je zapojit do dalších experimentů.

Které faktory mají na pravděpodobnost průchodu plžů vliv?

Druh plže a druh ptáka

Úspěšnost průchodu celých schránek se mezi druhy výrazně lišila (GLM s binomických rozdělení; $F=18,68$; $p<0,001$), stejně jako úspěšnost průchodu celých plžů mezi jednotlivými druhy ptáků (GLM s binomických rozdělení; $F=10,9$; $p<0,001$; viz také obr. 44). Rozlišení vlivu druhu plže a ptáka však v některých případech ztěžuje nevyvážený počet jedinců v jednotlivých kombinacích.



Obr. 44: Pravděpodobnost průchodu celých plžů trávicím traktem ptáků pro jednotlivé druhy plžů (A–B) a ptáků (C–D). Chybové úsečky znázorňují 95% konfidenční intervaly. Druhy plžů i ptáků jsou uvedeny sestupně podle absolutního počtu vyloučených celých plžů, dále potom podle množství zkonsumovaných plžů. AliBip = *Alinda biplicata*; BulNit = *Bulgaria nitidosa*; CarMT = *Carychium minimum*, *C. tridentatum*; Coch = *Cochlostoma* sp.; DisRot = *Discus rotundatus*; GraFru = *Granaria frumentum*; MonCar = *Monacha cartusiana*; PomEle = *Pomatias elegans*; VerAnt = *Vertigo antivertigo*; ValCP = *Vallonia costata*, *V. pulchella*; VerPyg = *Vertigo pygmaea*. CyaCae = sýkora modřinka (*Cyanestes caeruleus*); CorFru = havran polní (*Corvus frugilegus*); CorCor = vrána obecná (*Corvus corone*); CorCox = krkavec velký (*Corvus corax*); CorFru = havran polní (*Corvus frugilegus*); DenMaj = strakapoud velký (*Dendrocopos major*); FalTin = poštolka obecná (*Falco tinnunculus*); ParMaj = sýkora koňadra (*Parus major*); PicPic = straka obecná (*Pica pica*); SitEur = brhlík lesní (*Sitta europaea*); TurMer = kos černý (*Turdus merula*). Celkový počet vyloučených plžů je 347.

Velikost plžů

Největší pravděpodobnost průchodu celým trávicím traktem měly některé z menších druhů plžů (<8 mm maximální délky schránky; viz také obr. 44A). Z nich byla pravděpodobnost průchodu velmi nízká pouze u druhů *Carychium minimum* a *C. tridentatum* (celkem 2 %). Z druhů plžů, kterých bylo v trusu nalezeno více než 10 % zkonsumovaných jedinců, jen u *Vallonia costata* a *V. pulchella* nebyli žádní živí. Zdá se tedy, že u plžů menších 8 mm je pravděpodobnost průchodu trávicím traktem ptáků oproti větším plžům vyšší, nicméně rozdíl není příliš statisticky signifikantní ($t=2,311$; $p=0,046$). Mezi jednotlivými druhy potom už přežití s velikostí schránky nekoreluje. Na pravděpodobnost průchodu u plžů vyloučených dávením neměla velikost vliv (obr. 44B).

Některé předchozí studie naznačují, že na pravděpodobnost přežití plžů má velikost schránky negativní vliv v rámci vnitrodruhové variability (Sousa 1993; van Leeuwen et al. 2012b). Mezidruhové srovnání je však z dosavadních známých informací (z publikovaných studií i výsledků této diplomové práce) možné jen těžko. U studií zahrnujících větší množství druhů ptáků bylo totiž vhodnější pracovat spíše s jeho relativní velikostí (popřípadě hmotností) vzhledem k danému druhu ptáka než s absolutními rozměry plže. Například délka schránky plžů druhu *Chondrina avenacea*, kterých bylo v trusu ptáků nalezeno nejvíce, tvoří 5 % tělesné délky sýkory, 2 % délky kosa a 1 % délky krkavce (Svensson et al. 2004); a rozdíly v hmotnosti budou ještě mnohem větší.

Efekt velikosti na pravděpodobnost přežití není dosud zřejmý ani u dalších organismů šířených prokázaně prostřednictvím endozoochorie (DeVlaming & Proctor 1968; Mueller & van der Valk 2002; Soons et al. 2008; Kleyheeg et al. 2015).

Další faktory

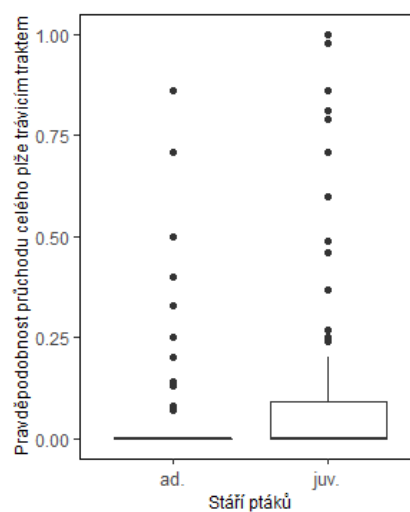
V trusu ptáků byly nalezeny schránky všech druhů plžů, kterých bylo ptáky zkonsumováno více než 100 jedinců. Na význam množství zkonsumovaných jedinců/propagulí ukazují také výsledky Brochet et al. (2010).

Některé druhy plžů byly vyloučeny z trávicího traktu ptáků pouze spolu s trusem, jiné jen dávením. Pravděpodobnosti vyloučení jedním či druhým způsobem se však pro všechny druhy dohromady nelišily ($t=-0,76$; $p=0,45$).

Největší podíl plžů nalezených v trusu či vydávaných plžů byl zjištěn pro menší druhy ptáků – kosa a sýkoru koňadru. Velké procento plžů bylo také vyvrhnueno strakapoudem a mláďaty poštolky, nicméně počet testovaných jedinců byl velmi malý. Živí plži byli nicméně nalezeni i v trusu a mezi vyvrženou potravou dalších ptáků, včetně těch největších (zvláště pokud zahrneme i výsledky z roku 2013; Simonová et al. 2016).

Plži procházeli s větší pravděpodobností trávicím traktem mladých ptáků (LM se zahrnutím efektu druhu ptáka, $F_1=4,88$; $p=0,03$; viz obr. 45). Vliv věku byl sledován pouze pro tři vybrané druhy ptáků, u kterých byli testováni mladí i dospělí jedinci. Vztah mezi věkem a pravděpodobností průchodu plžů se u těchto druhů výrazně lišil (viz obr. 46). U kosa může být extrémní rozdíl mezi výsledky pro mladé a dospělé ptáky (TukeyHSD; $p<0,001$; obr. 46B) dán také výrazně větší plachostí dospělých ptáků umístěných hromadně ve velké voliére a velkou ochotou mláďat plže konzumovat.

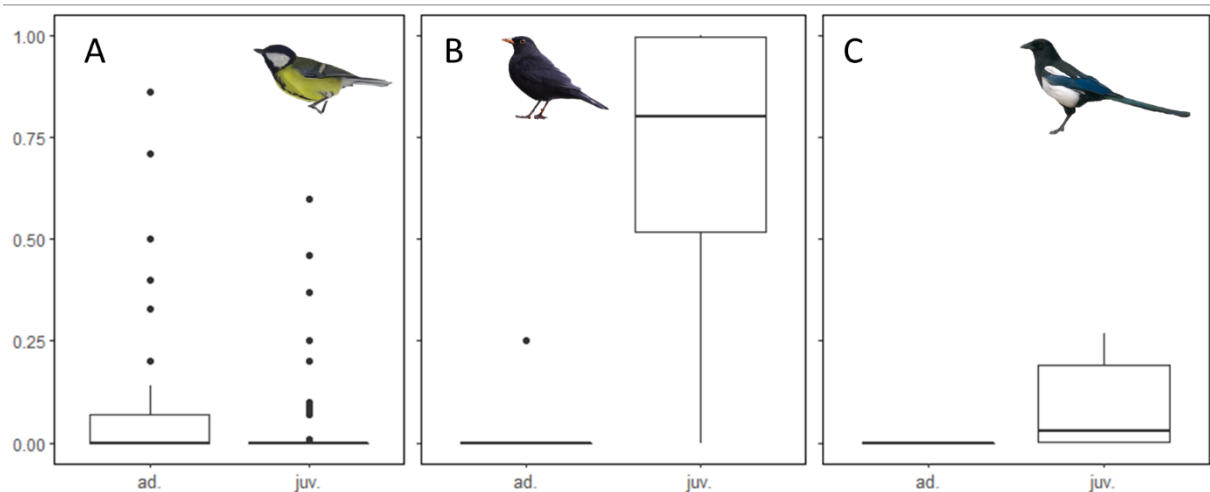
Na základě získaných výsledků nelze přímo odvodit nějaké znaky plžů, které by zvyšovaly pravděpodobnost, že projdou trávicím traktem ptáků bez výrazného poškození. Mezi plži nalezenými v trusu byly více zastoupeny druhy s relativně hustě vinutou oválnou schránkou (*Chondrina avenacea*,



Obr. 45: Pravděpodobnost průchodu celých plžů trávicím traktem ptáků pro mladé a dospělé ptáky (LM se zahrnutím efektu druhu ptáka; $F_1=4,88$; $p=0,03$). $N=155$.

Vertigo pygmaea, *Vertigo antivertigo*), nicméně v roce 2013 byly v trusu nacházeni ve velké míře především protáhli plži z čeledi závornatkovití (*Alinda biplicata*, *Cochlodina laminata*; Simonová et al. 2016). Mezi plži, kteří byli ptáky vyvrhnuti, se kromě toho nacházelo relativně velké množství velkého plže *Pomatias elegans*, jehož pravděpodobnost průchodu byla tedy výrazně vyšší než u velikostně podobného druhu *Monacha cartusiana*. Tento rozdíl by kromě tvaru plže a pevnosti jeho schránky mohl být dán i přítomností rohovinového víčka u *P. elegans*.

Z výsledků prezentovaných v této diplomové práci však s jistotou nelze konkrétní znaky plžů zvýhodňující je při průchodu trávicím traktem ptáků odvodit.



Obr. 46: Pravděpodobnost průchodu celých plžů trávicím traktem ptáků pro jedince různého věku u tří druhů ptáků.

ad. = dospělí ptáci; juv. = mladí ptáci;

A. sýkora koňadra; TukeyHSD, $p=0,71$; N ad.=57; N juv.=63;

B. kos černý; TukeyHSD, $p<000,1$; N ad.=10; N juv.=14;

C. straka obecná; TukeyHSD, $p=0,95$; N ad.=5; N juv.=6;

Vliv věku na pravděpodobnost průchodu plžů je druhově specifický (LM se zahrnutím interakce; $F_2=35,73$; $p<000,1$).

B. Retenční doba plžů v trávicím traktu ptáků

Přestože experimenty nebyly zaměřené na zjišťování retenční doby plžů a údaje o času, který plži strávili uvnitř trávicího traktu ptáků mají jen omezenou přesnost (viz metodika), zjištěné údaje nám umožňují do jisté míry odhadnout dispersní potenciál zkoumaných kombinací plžů a ptáků. Faktorům, které ovlivňují retenční dobu potravy (a především hůře stravitelných propagulí organismů) jsem se podrobněji věnovala také ve své bakalářské práci (Simonová 2017).

Odhady retenční doby živých plžů nalezených v trusu i ve vývrzcích se většinou pohybovaly do 4 hodin (viz tab. 4). Podobnou retenční dobu živých plžů uvádějí také van Leeuwen et al. (2012b). Pro mrtvé plže bez významného poškození schránky byla však retenční doba až více než 17 hodin, v případě plžů nalezených ve vývrzcích téměř 11 hodin. V tabulce 4 jsou uvedené maximální délky konzervativního odhadu retenční doby spolu se vzdáleností, kterou by za tu dobu ptáci mohli uletět. Uvedeny jsou vzdálenosti počítané z minimální a maximální rychlosti podle Bruderer and Boldt (2001).

druha ptáka	druh plže	plži v trusu			plži ve vývrzcích		
		ret. doba (hod) - max	vzdálenost (km) - min	vzdálenost (km) - max	ret. doba (hod) - max	vzdálenost (km) - min	vzdálenost (km) - max
TurMer	ChonAve	0.6	17.28	30.24	3.8	109.44	191.52
TurMer	AliBip	2.8	80.64	141.12	4	115.2	201.6
TurMer	VerAnt				0.4	11.52	20.16
TurMer	BulNit				0.6	17.28	30.24
CorCox	AliBip	0.2	8.28	13.68			
CorCox	PomEle	0	0.00	0.00			

Tab. 4: Konzervativní odhad retenční doby plžů, kteří byli v trusu ptáků nalezeni živí, a vzdálenost, kterou by za tu dobu ptáci mohli uletět. Uvedený je nejdelší konzervativní odhad retenční doby pro danou kombinaci druhu ptáka a plže v experimentu, při kterém plž průchod trávicím traktem přežil. Zahrnuty jsou retenční doby z experimentů v letech 2017-18, během dřívějších experimentů nebyla retenční doba zaznamenávána. Rychlost ptáků: *Turdus merula* 29–50 km/hod, *Corvus corax* 41–68 km/hod (podle radarového měření, Bruderer & Boldt 2001). Rychlost byla měřena pro migrující kosa, pravděpodobně ale ne v průběhu migračního letu, u krkavce byla měřena pro stálé ptáky. TurMer=*Turdus merula* (kos černý); CorCox=*Corvus corax* (krkavec velký); ChonAve=*Chondrina avenacea*, AliBip=*Alinda biplicata*, VerAnt=*Vertigo antivertigo*, BulNit=*Bulgarica nitidosa*, PomEle=*Pomatias elegans*.

Dálkový transport ptáky je nejpravděpodobnější v průběhu migrace, při které ptáci překonávají velké vzdálenosti. Kos u nás patří k částečným migrantům (migruje jen část populace, v případě kosa především ta neurbanizovaná; Hudec & Šťastný 2011). Krkavec na našem území patří ke stálým ptákům, nicméně jeho domovské okrsky jsou dost velké a potrava může být přinášena k hnízdu ze značné vzdálenosti (Shank 1986; Scarpignato 2011). Také přelety dalších ptáků na menší vzdálenosti v rámci jejich domovských okrsků nebo během potulování v podzimních a zimních měsících mohou být důležité pro postupné šíření některých druhů plžů.

Je zřejmé, že v případě druhů *Chondrina avenacea* a *Alinda biplicata*, případně i *Vertigo antivertigo* by uvedené vzdálenosti stačily na překonání vzdálenosti mezi jednotlivými izolovanými populacemi. V případě druhu *Bulgarica nitidosa* by na překonání vzdálenosti mezi populací v Českém krasu a nejbližší alpskou populací sesterského druhu *Bulgarica vetusta* bylo nutných 11 až 20 takových přeletů (pro minimální a maximální rychlost podle Bruderer & Boldt 2001), za předpokladu retenční doby pro vyloučení plžů dávením. K dosažení nejbližší karpatské populace by bylo nutných 20 až 35 takových přeletů.

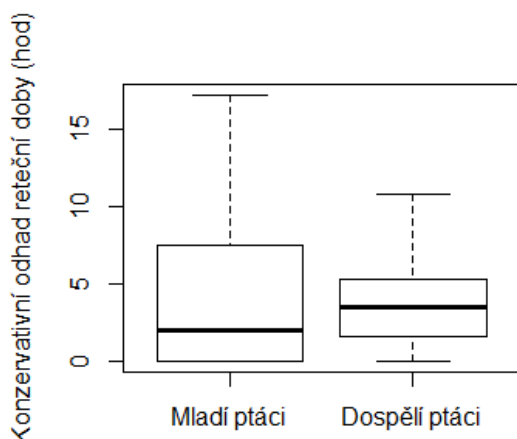
Retenční dobu zjištěnou pro *Ch. avenacea* bychom nejspíše mohli převést na sesterský druh *Ch. arcadica* (Kokshoorn et al. 2010). Tento morfologicky velmi podobný a taktéž široce rozšířený plž vytváří izolované populace na baltských ostrovech Öland a Gotland a na jedné lokalitě ve švédském vnitrozemí (Kerney et al. 1983). Na překonání vzdálenosti mezi Ölandem a nejbližší polskou populací by v bylo v případě vyloučení s trusem a retenční době zjištěné v průběhu experimentů potřeba 24 až 42 přeletů a pro vyloučení dávením 4 až 7 přeletů kosa černého (hodnoty jsou uvedeny pro minimální a maximální rychlost podle Bruderer & Boldt 2001). Zjištěné retenční doby tedy evidentně neodpovídají jednorázovému překonání vzdáleností mezi izolovanými místy výskytu. Je otázkou, jestli je pravděpodobnější, že k přenosu plžů došlo prostřednictvím opakovaných přeletů (přičemž každý přelet musel skončit a začínat na vhodném stanovišti), což se nezdá vzhledem k charakteru krajiny příliš pravděpodobné, či díky jednomu neobvykle dlouhému přeletu, kdy byla retenční doba několikanásobně delší než během experimentů.

Retenční doba potravy uvnitř ptačího trávicího traktu může být ovlivněna mnoha faktory a převádění časů zjištěných v rámci experimentů na reálnou situaci během letu či dokonce fyziologicky i morfologicky specifického období ptačí migrace je samozřejmě problematické. Retenční doba je do určité míry daná délkou a celkovou morfologií trávicího traktu, která se zvláště u migrujících ptáků během roku mění (Figuerola et al. 2004; McWilliams et al. 2004). Dále je důležitá také fyzická aktivita ptáků a potrava, kterou jedinec přijímá v průběhu experimentů i několik dní před nimi (Malone 1965;

Kehoe et al. 1988; Figuerola & Green 2002; Kleyheeg et al. 2015). Trávení je také ovlivněno případným stresujícím prostředím (Figuerola & Green 2002). Všechny tyto faktory nebylo možné v prováděných experimentech kontrolovat.

Pro semena vydávaná z trávicího traktu různých druhů ptáků jsou uváděny mnohem delší retenční časy, než byly zjištěny pro suchozemské plže, v případě některých bahňáků tato retenční doba dokonce přesahovala 300 hodin (Proctor 1968). Trávicí procesy evidentně zacházejí s většími nestavitelnými kousky potravy, kterými některé druhy plžů pro ptáky také mohou být, jinak než s potravou, z které ptáci běžně získávají živiny. Protože někteří plži by mohli svou morfologií a stravitelností (alespoň co se týče schránky) být podobní semenům rostlin, bylo by i v případě plžů vhodné sledovat potenciální vývržky ptáků dlouhodobě. Ke zdržení částic potravy může dojít v různých částech trávicího traktu, což určuje i intenzitu trávicích procesů, kterým jsou plži (či propagule jiných organismů) vystaveny (Proctor et al. 1967; Charalambidou & Santamaría 2005; Green & Figuerola 2005).

Dále je otázkou, nakolik lze retenční dobu potravy v ještě dokrmovaných mláďatech převádět na dospělé ptáky. Přestože retenční doba potravy u mláďat není ve srovnání s dospělými ptáky příliš zkoumána, Carey (2012) naznačuje, že trávení je u mláďat obecně méně efektivní i méně intenzivní. To může být opět dané samotnou délkou trávicího traktu. Efektivita trávení by tedy mohla být spřažena i s retenční dobou hůře stravitelné potravy. Vzhledem k tomu, že v provedených experimentech nebyly většinou proporčně zastoupeni mladí a dospělí jedinci jednotlivých druhů, retenční doby lze pro různé staré ptáky srovnat jen u sýkory koňader. V případě tohoto druhu byly ty nejvyšší z hodnot retenční doby naměřeny u mladých ptáků (viz obr. 47). Přestože celkově nelze říci, že by se retenční doby mezi mladými a dospělými ptáky průměrně lišily (LM; $F_1=0,18$; $p=0,68$), delší retenční doby u mladých ptáků mohou znamenat výrazně delší doletovou vzdálenost.



Obr. 47. Konzervativní odhady retenční doby pro plže bez výrazného poškození nalezené v trusu mladých a dospělých sýkor koňader. LM; $F_1=0,18$; $p=0,68$; N juv.=20; N ad.=13.

Pravděpodobnost přežití plžů po průchodu trávicím traktem v experimentech s retenční dobou klesala, pokles však nebyl signifikantní stejně jako pokles počtu živých vyloučených plžů (viz obr. 41 a 42). To je patrně dané malým množstvím dat a také tím, že někdy byl ptáky vyloučen relativně velký počet plžů i delší dobu po ukončení krmení (viz obr. 42). Na pokles životaschopnosti propagulí s časem stráveným uvnitř trávicího traktu ptáků ukazují také Kleyheeg et al. (2015) a van Leeuwen et al. (2012a,b).

C. Význam endozoochorie pro rozšíření plžů

Výsledky experimentů ověřujících schopnost suchozemských plžů přežít v trávicím traktu ptáků dokazují, že pro některé ze zkoumaných druhů je endozoochorie zprostředkovaná ptáky možným mechanismem disperse. Šíření uvnitř trávicího traktu ptáků by tak spolu s šířením na povrchu jejich těla mohlo vysvětlovat zvláštnosti v rozšíření plžů (např viz. Kerney et al. 1983; Juříčková & Kučera 2005; Welter-Schultes 2012; Uit de Weerd & Gittenberger 2019), které vzhledem k omezeným možnostem jejich aktivní disperse lze těžko vysvětlit jiným způsobem. Na druhou stranu, rozšíření mnohých druhů omezeným dispersním schopnostem plžů evidentně odpovídá (např. viz Baur & Baur 1995; Welter-Schultes 2012). Přestože experimentální studie dokazují, že endozoochorie plžů prostřednictvím ptáků je možná, o významu tohoto mechanismu šíření v reálných ekosystémech a v časové škále klimatických oscilací kvartérního klimatického cyklu se zatím spíše dohadujeme.

Většina studií vysvětlujících rozšíření suchozemských plžů šířením spolu s ptáky konkrétní způsob šíření nezmiňuje. Vzhledem k teprve nedávnému objevu možnosti endozoochorie pro suchozemské plže (Wada et al. 2012) a patrně i (alespoň zdánlivé) nepravděpodobnosti tohoto procesu, byla dosud za mechanismus šíření spolu s ptáky považována především ektozoochorie (např. zmínka o pevném slizu plžů rodu *Balea* v Gittenberger et al. 2006). Při endozoochorii musí plži přežít v relativně extrémních podmínkách trávicího traktu ptáků, nicméně ke kontaktu plžů a ptáků může docházet i záměrně (pokud ptáci dané plže aktivně vyhledávají jako svou potravu), na rozdíl od ektozoochorie, při které podle našich dosavadních znalostí k přichycení plžů na ptáky dochází náhodou. Otázkou je, který způsob šíření umožňuje přenášení plžů na větší vzdálenosti, nicméně nálezy plžů z poměrně vzdálených míst v peří ptáků i experimenty s plži přichycenými na letících ptácích (B. Kadlecová et al., nepublikováno) naznačují, že retenční doby plžů na povrchu těla ptáků mohou být značné, nejspíše větší než retenční doby potvrzené dosavadními omezenými experimenty zkoumajícími endozoochorii. Je nicméně důležité podotknout, že extrapolace výsledků experimentů s ptáky pohybujícími se vůbec nebo jen málo na situaci ptáků během reálného letu je zejména v případě retenční doby problematická (Kleyheeg et al. 2015). Zajímavé srovnání nabízí práce Brochet et al. (2010) porovnávající význam ekto- a endozoochoorie pro šíření semen vodních rostlin čírkou obecnou (*Anas crecca*). Výsledky studie ukazují, že endozoochorně je přenášeno přibližně desetkrát více životaschopných propagulí než ektozoochorně. Přestože semena rostlin patrně patří mezi nejodolnější a nejlépe přizpůsobené propagule přenášené endozoochorně, je možné, že význam ektozoochorie je podobně nadhodnocen i u jiných typů propagulí jen proto, že přenos organismů „na nohách ptáků“ je pro nás představitelnější snadněji než přežití různých organismů v jejich trávicím traktu.

Pro několik kombinací druhů plžů a ptáků už máme určité informace o pravděpodobnosti přežití plžů po konzumaci ptákem a můžeme tak do jisté míry v rozmezí několika řádů odhadnout i celkovou pravděpodobnost úspěšné endozoochorie. Základní otázkou však zůstává četnost kontaktů zúčastněných druhů – neboli to, jak často a v jaké míře ptáci dané druhy plžů konzumují. Známé údaje se týkají obvykle jen přítomnosti či nepřítomnosti plžů v potravě ptáků či jsou taxonomicky velmi nepřesné (rozlišování jsou jen „měkkýši“ či „drobní měkkýši“). Nejpřesnější údaje jsem našla pro kombinaci drobného plže *Tornatellides boeningi* a ptáků *Hypsipetes amaurotis*, *Zosterops japonicus* oceánických Boninských ostrovů, kde experimentálnímu ověřování schopnosti tohoto druhu přežít průchod trávicím traktem ptáků předcházela analýza obsahu plžích schránek v trusu několika druhů ptáků (Kawakami et al. 2008). Ptáci byli odchyceni do sítí a umístěni do papírových sáčků, ze kterých byl potom sebrán jejich trus. Nicméně i nepřesné údaje o plžích v potravě střeoevropských ptáků naznačují, že se nejedná o nijak výrazně vzácnou složku jejich potravy. Význam endozoochorie v dlouhodobém (např. holocenním) časovém měřítku může být navíc značný i v případě, že jsou některé druhy plžů potravou ptáků jen ve velmi malém měřítku.

Počet propagulí nesených jedním vektorem (počet propagulí *per capita*) je základní složkou metrik navržených Coughlanem et al. (2019) pro hodnocení dispersní kapacity jednotlivých druhů

vektorů. Tyto metriky jsou založené na kombinaci informací o počtu propagulí nesených jedním vektorem a celkovém počtu jedinců vektoru v dané populaci. Počet propagulí *per capita* může být stanovován v různých fázích celého dispersního procesu, nicméně počet životaschopných propagulí (v případě endozoochorie tedy počet zkonsumovaných propagulí vynásobený pravděpodobností jejich přežití) přenesených na vhodné stanoviště vypovídá o dispersní kapacitě daného vektoru nejlépe. Dobrým doplněním experimentálního ověřování schopnosti plžů přežít v trávicím traktu ptáků by tak mohla být analýza obsahu měkkýšů v trusu těchto ptáků odebraném v přirozeném prostředí (podobně jako u Kawakami et al. 2008). Doplnující informace může poskytnout i analýza už deponovaného trusu v daných ekosystémech, která ale (většinou) neumožňuje přiřazení trusu ke konkrétnímu druhu ptáka (bez použití molekulárních metod) a také neposkytuje přesné informace o počtu přeživších plžů (viz Kawakami et al. 2008). Je nicméně důležité poznamenat, že tímto způsobem mohou být zaznamenáni jen plži, kteří se v potravě ptáků vyskytují poměrně často, zatímco ekologicky a evolučně významné mohou být i mnohem vzácnější dispersní události.

Význam pasivní disperse plžů lze také hodnotit z druhé strany – z hlediska pozorovaných charakteristik rozšíření některých druhů, které jsou nejjednodušeji vysvětlitelné právě šířením spolu s ptáky. Takových případů je značné množství a pravděpodobně jich spolu s evidencí popisující konkrétněji možnosti šíření plžů s ptáky bude přibývat. Jedná se jak o disjunktní rozšíření, kdy izolované části areálu vznikají *de novo*, a nikoliv fragmentací původních širšího areálu, tak také o genetickou strukturu populací, která ukazuje na jejich velkou homogenitu či chybějící efekt rozdílnosti stoupající se vzdáleností (*isolation by distance*; Holland & Cowie 2007). Hodnocení významu pasivní disperse plžů zprostředkované ptáky zpětně z pozorovaného rozšíření ukazuje také na další aspekt tohoto procesu – plži musí být nejen transportováni životaschopní na vhodné stanoviště, ale musí tam také být schopni založit populaci (v případě zakládání nových populací) či se účinně zapojit do populace stávající – disperzí chápeme totiž takový přesun organismů v prostoru, který má potenciál vést ke genovému toku (Ronce 2007). To souvisí jak s počtem přenesených jedinců a jejich schopností vytvářet životaschopné potomstvo, tak také s jejich schopností najít volnou ekologickou niku a udržet se na novém místě i přes potenciální konkurenci druhů, které zde už žijí.

Pokud je tedy přenos spolu s ptáky vyhodnocen jako nejpravděpodobnější mechanismus vedoucí k danému typu rozšíření a zároveň je experimentálně potvrzena potenciální funkčnost tohoto mechanismu pro danou kombinaci druhů, je možné toto rozšíření k pasivní dispersi zprostředkované ptáky přiřadit (jako k tomu došlo ve studii Wada et al. 2012). Tímto způsobem také můžeme získat určitou představu o četnosti tohoto typu přenosu v konkrétních ekosystémech.

D. Otázky pro další výzkum

Jak už bylo výše uvedeno, možnost endozoochorie byla zatím zkoumána pro malý počet možných kombinací druhů plžů a ptáků. Pozornost by měla být zaměřena především na druhy, u kterých je endozoochorii možné předpokládat – tedy na druhy plžů, jejichž rozšíření pasivní dispersi zprostředkované ptáky nasvědčuje a druhům ptáků, kteří s nimi mohou nejspíše přicházet do kontaktu.

Pro získání obecnějších informací o endozoochorii plžů prostřednictvím ptáků by bylo vhodné zaměřit se na testování efektu těch charakteristik plžů, které by mohly představovat preadaptace pro tento typ šíření (velikost a tvar schránky, aperturální struktury, fyziologické adaptace pro přežití v nepříznivém prostředí).

Další nepřímou podporu o četnosti ptáky zprostředkovaných přenosů plžů by mohlo poskytnout shromáždění různých anekdotických (a často nepublikovaných) nálezů plžů na nepravděpodobných stanovištích (viz např. Kew 1893) či mimo jejich souvislý areál rozšíření.

Podrobnější informace o ektozoochorii plžů na ptácích (zejména o situacích, kdy se plži na ptáka mohou přichytit a o jejich retenční době) by umožnily srovnání tohoto způsobu šíření s endozoochorií a

mohly by pomoci rozlišení, pro které kombinace plžů a ptáků jsou jednotlivé způsoby pasivní disperse nejpravděpodobnější.

6. Souhrn

Cílem mé práce bylo ověřit schopnost průchodu živých plžů trávicím traktem ptáků pro dosud nezkoumané kombinace druhů a plžů. Ptákům bylo celkem nabídnuto 4519 plžů 15 druhů, z toho bylo zkonsumováno 62 % plžů. Plže ptáci konzumovali samotné i ve směsi s jinou potravou. V trusu ptáků bylo nalezeno celkem 240 schránek plžů bez výrazného poškození, z toho bylo 28 jedinců plžů čtyř druhů živých. Retenční doby živých plžů se pohybovaly od 0 do více než pěti hodin.

Někteří ptáci také plže po různě dlouhé době vydávali. Vydáno bylo celkem 121 jedinců bez závažného poškození schránky. Tito plži patřili sedmi druhům. Celkem 35 vydávaných plžů bylo živých. Retenční doby živých plžů se pohybovaly od 0 do více než pěti hodin.

Pravděpodobnost přežití se mezi jednotlivými druhy plžů výrazně lišila. Trávicím traktem ptáků procházeli častěji menší plži (<8 mm), mezi úspěšností jednotlivých menších druhů však už velikost nehrála roli. Nejúspěšnějšími druhy plžů byli *Chondrina avenacea*, *Vertigo pygmaea* a *V. antivertigo*, jejichž rozšíření dobrému potenciálu pasivní disperse dobře odpovídá. Nejlépe plži přežívali v trávicím traktu menších ptáků – kosa černého a sýkor koňadry i modřinky.

Počty testovaných jedinců ptáků a plžů zatím neumožnily identifikovat nějaké další znaky plžů, které by pravděpodobnost jejich úspěšného průchodu trávicím traktem ptáků zvyšovaly. Nalezením takových znaků, jakož i rozšířením spektra druhů, pro které byla zatím možnost endozoochorie zkoumána, bych se ráda věnovala ve svém plánovaném postgraduálním studiu.

Schopnost živých plžů projít trávicím traktem ptáků je důkazem toho, že endozoochorie zprostředkovaná ptáky by mohla být jedním z mechanismů pasivního šíření plžů. Tento způsob disperse dokáže dobře vysvětlit izolovanost konkrétních stanovišť a částí areálů některých druhů plžů. Mohl by být dobrým vysvětlením i pro některé charakteristiky rozšíření dalších bezobratlých živočichů, kteří nemají diapauzující stadia. Z výsledků mé diplomové práce i dalších publikovaných studií (viz také Simonová 2017) jasně vyplývá, že endozoochorie je relevantní i pro dospělé bezobratlé.

7. Literatura

- ALLEN, J.A. (2004) Avian and mammalian predators of terrestrial gastropods. In: Barker, G.M. (ed.): Natural enemies of terrestrial mollusks. – pp. 1-36. (CABI Publishing), UK.
- ANUSHIRAVANI, S. & ROSHAN, Z. (2017): Identification of the breeding season diet of the common kestrel, *Falco tinnunculus* in the north of Iran. – *Zoology and Ecology*, 27(2):114–116. <https://doi.org/10.1080/21658005.2017.1333771>.
- ARMBRUSTER, G.F.J., HOFER, M. & BAUR, B. (2007): Effect of cliff connectivity on the genetic population structure of a rock-dwelling land snail species with frequent self-fertilization. – *Biochemical Systematics and Ecology*, 35(6):325–333. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2006.12.005>.
- AUBRY, S. ET AL. (2006) Active and passive dispersal of an invading land snail in Mediterranean France. – *Journal of Animal Ecology* 75:802-13.
- BAUR, A. & BAUR, B. (1991): The effect of hibernation position on winter survival of the rock-dwelling land snails *Chondrina clienta* and *Balea perversa* on Ölan, Sweden. – *Journal of Molluscan Studies*, 57:331-336.
- BAUR, A. & BAUR, B. (1993) Daily movement patterns and dispersal in the land snail *Arianta arbustorum*. – *Malacologia*, 35:89-98.
- BELSKIJ, E.A., CHOCHUTKIN, I.M & GREBENNIKOV, M.E. (1998) Molljuskij v pitanii nekotoryh lesnyh ptic v juzhnoj tajge Urala [Моллюски в питании некоторых лесных птиц в южной тайге Урала]. – *Russian ornithological journal*, 44:13-18.
- BREURE, A.S.H. & GITTENBERGER, E. (1981): The rock-scraping radula, a striking case of convergence (Mollusca). – *Netherlands Journal of Zoology*, 32(3):307–312. <https://doi.org/10.1163/002829681X00347>
- BROCHET, A.L., GUILLEMAIN, M., FRITZ, H., GAUTHIER-CLERC, M. & GREEN, A.J. (2010): Plant dispersal by teal (*Anas crecca*) in the Camargue: Duck guts are more important than their feet. – *Freshwater Biology*, 55:1262–1273. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02350.x>.
- BRUDERER, B. & BOLDT, A. (2001): Flight characteristics of birds: I. radar measurements of speeds. – *Ibis*, 143:178–204.
- CACERES, C.E. & SOLUK, D.A. (2002) Blowing in the wind: A field test of overland dispersal and colonization by aquatic invertebrates. – *Oecologia*, 131:402-8.
- CADÉE, G. (1988) Levende wadslakjes in bergeend faeces. – *Correspondentieblad van de Nederlandse Malacologische Vereniging*, 243(4):443-444.
- CAMERON, R.A.D., COLVILLE, B., FALKNER, G., HOLYOAK, G., ELISABETH, H., KILLEEN, I.J., MOORKENS, E., POKRYZKO, B.M., PROSCHWITZ, T. VON; TATTERSFIELD, P. & VALOVIRTA, I. (2003): Species accounts for snails of the genus *Vertigo* listed in Annex II of the Habitats Directive: *V. angustior*, *V. genesii*, *V. geyeri* and *V. moulinsiana* (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). – *Heldia*, 5:151–170
- CAMERON, R.A.D., POKRYZKO, B. M., HORSÁK, M. (2010) Land snail faunas in Polish forests: Patterns of richness and composition in a post-glacial landscape. – *Malacologia*, 53:77-134.
- CAREY, C. (2012): Avian energetics and nutritional ecology. – pp. 1–464 (Springer Science & Business Media).
- COUGHLAN, N.E., DICKEY, J.W.E., CUTHBERT, R.N., KELLY, T.C., JANSEN, M.A.K. & DICK, J.T.A. (2019): Driver's seat: Understanding divergent zochorous dispersal of propagules. – *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7:70. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00070>.
- CRAMP, S. & SIMMONS, K.E.L. (eds) (1977): Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa, vol. I: Ostrich to Ducks. – pp. 1–722 (Oxford University Press).

- CRAMP, S. (ed.) (1985): Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa, vol. IV: Terns to Woodpeckers. – pp. 1–960 (Oxford University Press).
- CRAMP, S. (ed.) (1988): Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa, vol. V: Tyrant Flycatchers to Thrushes. – pp. 1–1136 (Oxford University Press).
- CRAMP, S. & PERRINS, C.M. (eds) (1993): Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa, vol. VII: Flycatchers to Shrikes. – pp. 1–610 (Oxford University Press).
- CRAMP, S. & PERRINS, C.M. (eds) (1994): Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa, vol. VIII: Tyrant Crows to Finches. – pp. 1–956 (Oxford University Press).
- CRANBROOK, E. (1970): Snail shells under starling roosts. – *Journal of Conchology*, 27:139–143.
- DARWIN, C. (1859) On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life. (John Murray).
- DEV LAMING, V. & PROCTOR, V.W. (1968): Dispersal of aquatic organisms: Viability of seeds recovered from the droppings of captive killdeer and mallard ducks. – *American Journal of Botany*, 55(1):20–26.
- DÖRGE, N., WALTHER, C., BEINLICH, B. & PLACHTER, H. (1999): The significance of passive transport for dispersal in terrestrial snails (Gastropoda, Pulmonata). – *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*, 8(1–2):1–10.
- DOURIS, V., GIOKAS, S., THOMAZ, D., LECANIDOU, R. & RODAKIS, G.C. (2007): Inference of evolutionary patterns of the land snail *Albinaria* in the Aegean archipelago: Is vicariance enough? – *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 44:1224–1236. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2007.01.004>.
- DUNDEE, S. D., PHILIPS, P. H. & NEWSOM, J. D. (1967) Snails on migratory birds. – *Nautilus*, 80:81-91.
- ELISABETH, H., MAJOROS, G., FEHÉR, Z. & VARGA, A. (2003): An overview of the *Vertigo* species in Hungary: their distribution and habitat preferences (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). – *Heldia*, 5:51–57.
- FALNIOWSKI, A., FIALKOWSKI, W. & MAZAN-MAMCZARZ, K. (1998): Unusual geographic pattern of interpopulation variation in a spring snail *Bythinella* (Gastropoda: Prosobranchia). – *Journal of Natural History*, 32:605–616. <https://doi.org/10.1080/00222939800770311>.
- FENNEL, C. (1965): Stomach analyses of Korean birds. – *Journal of the Yamashina Institute for Ornithology*, 4(3–4):172–183.
- FIGUEROLA, J., GREEN, A.J., BLACK, K. & OKAMURA, B. (2004): Influence of gut morphology on passive transport of freshwater bryozoans by waterfowl in Doñana (southwestern Spain). – *Canadian Journal of Zoology*, 82:835–840. <https://doi.org/10.1139/z04-055>.
- FIGUEROLA, J. & GREEN, A.J. (2002): Dispersal of aquatic organisms by waterbirds: a review of past research and priorities for future studies. – *Freshwater Biology*, 47:483–494.
- FIGUEROLA, J. & GREEN, A.J. (2005): Effects of premigratory fasting on the potential for long distance dispersal of seeds by waterfowl: An experiment with marbled teal. – *Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie)*, 60:283–287.
- FISCHER, S.F., POSCHLOD, P. & BEINLICH, B. (1996): Experimental studies on the dispersal of plants and animals on sheep in calcareous grasslands. – *The Journal of Applied Ecology*, 33(5):1206–1222. <https://doi.org/10.2307/2404699>.
- GITTENBERGER, E. (1984): Vicariantists and dispersalists among the Chondrinidae (Gastropoda, Pulmonata). – In: SOLEM, A. & VAN BRUGGEN, A.C.: World-Wide Snails: Biogeographical studies on non-marine Mollusca. – pp. 56–69 (E. J. Brill), Leiden.
- GITTENBERGER, E., GROENENBERG, D.S.J., KOKSHOORN, B. & PREECE, R.C. (2006): Biogeography: Molecular trails from hitch-hiking snails. – *Nature*, 439(26):409. <https://doi.org/10.1038/439409a>.
- GRAVELAND, J. (1996): Avian eggshell formation in calcium-rich and calcium-poor habitats: importance of snail shells and anthropogenic calcium sources. – *Canadian Journal of Zoology*, 74:1035–1044.

<https://doi.org/10.1139/z96-115>.

- GREEN, A.J. & FIGUEROLA, J. (2005): Recent advances in the study of long-distance dispersal of aquatic invertebrates via birds. – *Diversity and Distributions*, 11:149–156. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2005.00147.x>.
- HARRELL, F.E. JR, with contributions from Charles Dupont and many others. (2019). Hmisc: Harrell Miscellaneous. R package version 4.2-0. <https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc>
- HESBACHER, S., BAUR, B., BAUR, A. & PROKSCH, P. (1995): Sequestration of lichen compounds by three species of terrestrial snails. – *Journal of Chemical Ecology*, 21(2):233–246.
- HOEKSTRA, P. & SCHILTHUIZEN, M. (2011) Phylogenetic relationships between isolated populations of the limestone-dwelling microsnail *Gyliotrachela hungerfordiana* (Gastropoda: Vertiginidae). – *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 49:266–72.
- HOGSTAD, O. (2010): Sexual differences in foraging behaviour in the Lesser Spotted Woodpecker. – *Ornis Norvegica*, 33:135–146.
- HOLLAND, B.S. & COWIE, R.H. (2007): A geographic mosaic of passive dispersal: Population structure in the endemic Hawaiian amber snail *Succinea caduca* (Mighels, 1845). – *Molecular Ecology*, 16:2422–2435. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2007.03246.x>.
- HOLYOAK, D. (1968): A comparative study of the food of some British Corvidae. – *Bird Study*, 15(3):147–153. <https://doi.org/10.1080/00063656809476194>.
- HORSÁK, M. (2003): How to sample mollusc communities in mires easily. – *Malacologica Bohemoslovaca*, 2:11–14.
- HORSÁK, M., HÁJEK, M., SPITALE, D., HÁJKOVÁ, P., DÍTĚ, D. & NEKOLA, J.C. (2012): The age of island-like habitats impacts habitat specialist species richness. – *Ecology*, 93(5):1106–1114. <https://doi.org/10.1890/0012-9658-93.5.1106>.
- HORSÁK, M., JUŘIČKOVÁ, L. & PICKA, J. (2013): Měkkýši České a Slovenské republiky. – pp. 1-264 (Kabourek), Zlín.
- HUDEC, K. & ŠŤASTNÝ, K. (eds) (2011): Fauna ČR. Ptáci 3/I,II. – pp. 1–1196 (Academia), Praha.
- CHARALAMBIDOU, I. & SANTAMARÍA, L. (2005): Field evidence for the potential of waterbirds as dispersers of aquatic organisms. – *Wetlands*, 25(2):252–258. <https://doi.org/10.1672/2>.
- JUŘIČKOVÁ, L. & KUČERA, T. (2005): Ruins of medieval castles as refuges for endangered species of molluscs. – *Journal of Molluscan Studies*, 71:233–246. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyi031>.
- KAWAKAMI, K., WADA, S. & CHIBA, S. (2008): Possible dispersal of land snails by birds. – *Ornithological Science*, 7(2):167–171. <https://doi.org/10.2326/1347-0558-7.2.167>.
- KEHOE, F.P., ANKNEY, C.D. & ALISAUSKAS, R.T. (1988): Effects of dietary fiber and diet diversity on digestive organs of captive mallards (*Anas platyrhynchos*). – *Canadian Journal of Zoology*, 66(7):1597–1602.
- KERNEY, M.P., CAMERON, R.A.D. & JUNGBLUTH, J.H. (1983): Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. – pp. 1–384 (Verlag P. Parey), Hamburg and Berlin.
- KETMAIER, V. & GLAUBRECHT, M. (2015): The legacy of the Crusaders: Complex history of colonization and anthropochory in the land snails *Levantina* (Gastropoda, Pulmonata) in the Eastern Mediterranean. – *Zoosystematics and Evolution*, 91(1):81–89.
- KEW, H.W. (1893) The dispersal of shells: an inquiry into the means of dispersal possessed by fresh-water and land Mollusca. International Scientific Series, Vol. 75. – pp. 1–291 (K. Paul, Trench, Trübner & Company, Limited), London.
- KHALEGHIZADEH, A. & JAVIDKAR, M. (2006): On the breeding season diet of the common kestrel, *Falco tinnunculus*, in Tehran, Iran. – *Zoology in the Middle East*, 37(1):113–114. <https://doi.org/10.1080/09397140.2006.10638156>.

- KIRCHNER, C., KRATZNER, R. & WELTER-SCHULTES, F.W. (1997): Flying snails—How far can *Truncatellina* (Pulmonata: Vertiginidae) be blown over the sea? – *Journal of Molluscan Studies*, 63:479–487. <https://doi.org/10.1093/mollus/63.4.479>.
- KLEYHEEG, E. & VAN LEEUWEN, C.H.A. (2015): Regurgitation by waterfowl: An overlooked mechanism for long-distance dispersal of wetland plant seeds. – *Aquatic Botany*, 127:1–5. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2015.06.009>.
- KLEYHEEG, E., VAN LEEUWEN, C.H.A., MORISON, M.A., NOLET, B.A. & SOONS, M.B. (2015): Bird-mediated seed dispersal: Reduced digestive efficiency in active birds modulates the dispersal capacity of plant seeds. – *Oikos* <https://doi.org/10.1111/oik.01894>.
- KOCURKOVÁ, A. (2012): Sukcese měkkýších společenstev v lomech Českého krasu. Diplomová práce. – pp. 1–42 (Karlova Univerzita).
- KOKSHOORN, B., VAN SCHOOR, M., ERKELENS, I. & GITTENBERGER, E. (2010): Waves of dispersal in island-hopping *Chondrina* species (Gastropoda, Pulmonata, Chondrinidae). – *Zoologischer Anzeiger*, 249:71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2010.02.001>.
- KORÁBEK, O., PETRUSEK, A. & JUŘIČKOVÁ, L. (2018): Glacial refugia and postglacial spread of an iconic large European land snail, *Helix pomatia* (Pulmonata: Helicidae). – *Biological Journal of the Linnean Society*, 123(1):218–234. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blx135>.
- KORNYUSHIN, A.V., PETRUSENKO, A.A. & SMOGORZHEVSKIJ, L.A. (1984): Nazemnye molljuski v pishhe ptencov skvorca [Наземные моллюски в пище птенцов скворца]. – *Vestnik zoologii*(5):86–88.
- KOŠTÁL, V., ROZSYPAL, J., PECH, P., ZAHRADNÍČKOVÁ, H. & ŠIMEK, P. (2013): Physiological and biochemical responses to cold and drought in the rock-dwelling pulmonate snail, *Chondrina avenacea*. – *Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*, 183:749–761. <https://doi.org/10.1007/s00360-013-0749-0>.
- KRAMARENKO, S.S. (2014): Active and passive dispersal of terrestrial mollusks: a review [Активная и пассивная миграция наземных моллюсков: обзор]. – *Ruthenica*, 24(1):1–14.
- KUCZYŃSKA, A. & MOORKENS, E. (2010): Micro-hydrological and micro-meteorological controls on survival and population growth of the whorl snail *Vertigo geyeri* Lindholm, 1925 in groundwater fed wetlands. – *Biological Conservation*, 143(8):1868–1875. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.04.033>.
- KUNOVJÁNKOVÁ, P. (2009): Měkkýši jako potrava ptáků v ČR. Bakalářská práce. – pp. 1–59 pp. Masarykova univerzita, Brno.
- VAN LEEUWEN, C.H.A., TOLLENAAR, M.L. & KLAASSEN, M. (2012a): Vector activity and propagule size affect dispersal potential by vertebrates. – *Oecologia*, 107:101–109. <https://doi.org/10.1007/s00442-012-2293-0>.
- VAN LEEUWEN, C.H.A. & VAN DER VELDE, G. (2012): Prerequisites for flying snails: external transport potential of aquatic snails by waterbirds. – *Freshwater Science*, 31(3):963–972. <https://doi.org/10.1899/12-023.1>.
- VAN LEEUWEN, C.H.A., VAN DER VELDE, G., VAN LITH, B. & KLAASSEN, M. (2012b): Experimental quantification of long distance dispersal potential of aquatic snails in the gut of migratory birds. – *PLoS ONE*, 7(3):e32292. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032292>.
- VAN LEEUWEN, C.H.A., LOVAS-KISS, Á., OVEGÅRD, M. & GREEN, A.J. (2017): Great cormorants reveal overlooked secondary dispersal of plants and invertebrates by piscivorous waterbirds. – *Biology Letters*, 13(10):10–14. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2017.0406>.
- LITERÁK, I., LITERÁKOVÁ, Z., HORSÁK, M. & HROMÁDKO, M. (2012): S ptáky se mohou stěhovat i plži – pěníce hnědokřídla a skleněnka průsvitná. – *Živa*, (5):245–246.
- LOŽEK, V. (1956): Klíč československých měkkýšů. – pp. 1–435 pp (Vydavatelstvo SAV), Bratislava.
- LOŽEK, V. (1973): Příroda ve čtvrtohorách. – pp. 1–372 (Academia). Praha.
- LOŽEK, V. (1976): Klimaabhängige Zyklen der Sedimentation und Bodenbildung während des Quartärs

- im Lichte malakozoologischer Untersuchungen. – *Rozpravy Československé akademie věd*, 86(8).
- MACIOROWSKI, G., URBAŇSKA, M. & GIERSZAL, H. (2012): An example of passive dispersal of land snails by birds – short note. – *Folia Malacologica*, 20(2):139–141. <https://doi.org/10.2478/v10125-012-0010-6>.
- MALONE, C.R. (1965): Dispersal of plankton: Rate of food passage in mallard ducks. – *The Journal of Wildlife Management*, 29(3):529–533. <https://doi.org/10.2307/3798052>.
- MALONE, C.R. (1966): Regurgitation of food by mallard ducks. – *The Wilson Bulletin*, 78(2):227–228.
- MALTZ, T.K. & SULIKOWSKA-DROZD, A. (2014): Selfing and brooding in *Alinda biplicata* (Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae) – life history traits of a good coloniser. – *Animal Biology*, 64(1):97–113. <https://doi.org/10.1163/15707563-00002434>.
- MÄND, R., TILGAR, V. & LEIVITS, A. (2000): Calcium, snails, and birds: a case study. – *Web Ecology*, 1:63–69.
- MCATEE, W.L. (1914): Birds transporting food supplies. – *The Auk*, 31(3):404–405.
- MCWILLIAMS, S.R. & KARASOV, W.H. (2001): Phenotypic flexibility in digestive system structure and function in migratory birds and its ecological significance. – *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 128:579–593. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(00\)00336-6](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(00)00336-6).
- MCWILLIAMS, S.R., GUGLIELMO, C., PIERCE, B. & KLAASSEN, M. (2004): Flying, fasting, and feeding in birds during migration: a nutritional and physiological ecology perspective. – *Journal of Avian Biology*, 35:377–393.
- MCWILLIAMS, S.R. & KARASOV, W.H. (2014): Spare capacity and phenotypic flexibility in the digestive system of a migratory bird: defining the limits of animal design. – *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281:20140308. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.0308>.
- VAN DE MEUTTER, F., STOKS, R. & DE MEESTER, L. (2006): Lotic dispersal of lentic macroinvertebrates. – *Ecography*, 29:223–230. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04483.x>.
- MATSUOKA, S. (1979): Ecological significance of the early breeding in white-backed woodpeckers *Dendrocopos leucotos*. – *TORI*, 28:63–75.
- MIENIS, H.K. (1993): A living snail in a faecal pellet of the green toad. – *Basteria*, 57:2.
- MORTON, M.L. (1967): Diurnal feeding patterns in white-crowned sparrows, *Zonotrichia leucophrys gambelii*. – *The Condor*, 69(5):491–512.
- MUELLER, M.H. & VAN DER VALK, A.G. (2002): The potential role of ducks in wetland seed dispersal. – *Wetlands*, 22(1):170–178.
- MURTON, R.K. & WESTWOOD, N.J. (1966): The foods of the rock dove and feral pigeon. – *Bird Study*, 13(2):130–146. <https://doi.org/10.1080/00063656609476116>.
- NATHAN, R., KLEIN, E., ROBLEDO-ARNUNCIO, J.J. & REVILLA, E. (2012): Dispersal kernels: review. – In: CLOBERT, J., BAGUETTE, M., BENTON, T.G. & BULLOCK, J.M.: *Dispersal Ecology and Evolution*. – pp. 187–210 (Oxford University Press).
- NEKOLA, J.C. (2009): Big ranges from small packages: North American vertiginids more widespread than thought. – *Tentacle*, (17):26–27.
- NEKOLA, J.C. & ROSENBERG, G. (2013): *Vertigo marciae* (Gastropoda: Vertiginidae), a new land snail from Jamaica. – *The Nautilus*, 127(3):107–114.
- OWEN, D. (1956) The food of nestling jays and magpies. – *Bird Study*, 3:257–65.
- OŽGO, M., ÖRSTAN, A., KIRSCHENSTEIN, M. & CAMERON, R. (2016): Dispersal of land snails by sea storms. – *Journal of Molluscan Studies*, 82(2):341–343. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/mollus/eyv060>.

- PELTANOVÁ, A., DVOŘÁK, L. & JUŘIČKOVÁ, L. (2012): The spread of non-native *Cepaea nemoralis* and *Monacha cartusiana* (Gastropoda: Pulmonata) in the Czech Republic with comments on other land snail immigrants. – *Biologia*, 67(2):384–389. <https://doi.org/10.2478/s11756-012-0020-2>.
- PIERSMA, T. & LINDSTRÖM, Å. (1997) Rapid reversible changes in organ size as a component of adaptive behaviour. – *Trends in Ecology & Evolution*. 12(4):134-138.
- PROCTOR, V.W., MALONE, C.R. & DEVLAMING, V.L. (1967): Dispersal of aquatic organisms: viability of disseminules recovered from the intestinal tract of captive killdeer. – *Ecology*, 48(4):672–676. <https://doi.org/10.2307/1936517>.
- PROCTOR, V.W. (1968): Long-distance dispersal of seeds by retention in digestive tract of birds. – *Science*, 160(3825):321–322. <https://doi.org/10.1126/science.160.3825.321>.
- RAMSDEN, C.T. (1914): The bobolink (*Dolichonyx oryzivorus*) as a conveyer of mollusca. – *The Auk*, 31(2).
- R CORE TEAM (2018). R: A language and environment for statistical computing. (R Foundation for Statistical Computing), Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- REES, W.J. (1965): The aerial dispersal of mollusca. – *Journal of Molluscan Studies*, 36(5):269–282. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.mollus.a064955>.
- RUNDELL, R.J. (2008): Cryptic diversity, molecular phylogeny and biogeography of the rock- and leaf litter-dwelling land snails of Belau (Republic of Palau, Oceania). – *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363:3401–3412. <https://doi.org/doi:10.1098/rstb.2008.0110>.
- RUSIECKI, S. & RUSIECKA, A. (2013): Hairy snail *Trochulus hispidus* (Linnaeus, 1758) in flight – a note on avian dispersal of snails. – *Folia Malacologica*, 21(2):111–112. <https://doi.org/10.12657/folmal.021.013>.
- RONCE, O. (2007): How does it feel to be like a rolling stone? Ten questions about dispersal evolution. – *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 38:231–53. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095611>.
- ROSCOE, E.J. (1955): Aquatic snails found attached to feathers of white-faced glossy ibis. – *The Wilson Bulletin*, 67(1):66–67.
- SANCHEZ, M.I., GREEN, A.J. & CASTELLANOS, E.M. (2005) Seasonal variation in the diet of Redshank *Tringa totanus* in the Odiel Marshes, southwest Spain: a comparison of faecal and pellet analysis. – *Bird Study*, 52(2), 210-216.
- SANIGA, M. (2005): Features of the Wallcreeper *Tichodroma muraria* breeding habitat in the West Carpathians. – *Monticola*, 95(9):222–227.
- SCARPIGNATO, A.L. (2011): Home range and habitat use of breeding common ravens in Redwood National and State Parks. MSc. Thesis. – pp. 1–51 pp. (Humboldt State University).
- SHANK, C.C. (1986): Territory size, energetics, and breeding strategy in the Corvidae. – *The American Naturalist*, 128(5):642–652.
- SHIKOV, E.V. & VINOGRADOV, A.A. (2013) Dispersal of terrestrial gastropods by birds during the nesting period. – *Folia Malacologica*. 21(2):105-110.
- SIMONOVÁ, J. (2017): Pasivní disperze suchozemských plžů (Gastropoda: Pulmonata) se zaměřením na endodisperzi prostřednictvím ptáků. Bakalářská práce. – pp. 1–40 pp. Karlova Univerzita, Praha.
- SIMONOVÁ, J., SIMON, O.P., KAPIC, Š., NEHASIL, L. & HORSÁK, M. (2016): Medium-sized forest snails survive passage through birds' digestive tract and adhere strongly to birds' legs: More evidence for passive dispersal mechanisms. – *Journal of Molluscan Studies*, 82(3):422–426. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyw005>.
- SOONS, M.B., VAN DER VLUGT, C., VAN LITH, B., HEIL, G.W. & KLAASSEN, M. (2008): Small seed size increases the potential for dispersal of wetland plants by ducks. – *Journal of Ecology*, 96:619–627. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2008.01372.x>.

- SOUSA, W.P. (1993): Size-dependent predation on the salt-marsh snail *Cerithidea californica* Haldeman. – *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 166:19–37. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(93\)90076-Z](https://doi.org/10.1016/0022-0981(93)90076-Z).
- SVENSSON, L., GRANT, P.J., MULLARNEY, K. & ZETTERSTRÖM, D. (2004): Ptáci Evropy, Severní Afriky a Blízkého Východu. – pp. 1–400 (Svojtka & Co.), Praha.
- TLACHAČ, P., PETRUSEK, A. & JUŘIČKOVÁ, L. (2018): Taxonomické postavení, biologie a ekologie poddruhu suchozemského plže *Cochlodina dubiosa corcontica* (Mollusca: Gastropoda: Clausiliidae) endemického pro Krkonoše. – *Opera Corcontica*, 55:65–85.
- VAGVOLGYI, J. (1975): Body size, aerial dispersal, and origin of pacific land snail fauna. – *Systematic Zoology*, 24(4):465–488.
- WADA, S., KAWAKAMI, K. & CHIBA, S. (2012): Snails can survive passage through a bird's digestive system. – *Journal of Biogeography*, 39:69–73. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2011.02559.x>.
- WADE, C.M., MORDAN, P.B. & NAGGS, F. (2006): Evolutionary relationships among the Pulmonate land snails and slugs (Pulmonata, Stylommatophora). – *Biological Journal of the Linnean Society*, 87(4):593–610. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2006.00596.x>.
- UIT DE WEERD, D.R. & GITTENBERGER, E. (2013): Phylogeny of the land snail family Clausiliidae (Gastropoda: Pulmonata). – *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 67(1):201–216. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2013.01.011>.
- UIT DE WEERD, D.R. & GITTENBERGER, E. (2019): Range expansion in the land snail species *Carinigera buresi* (Clausiliidae): long-distance dispersal by ancient marble transport? – *Journal of Molluscan Studies*, 2019:eyz002. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyz002>.
- WELTER-SCHULTES, F.W. (2012): European non-marine molluscs, a guide for species identification. – pp. 1–679 pp. (Planet Poster Editions), Göttingen.
- ZENZAL, T.J., LAIN, E.J. & SELLERS, J.M. (2017): An indigo bunting (*Passerina cyanea*) transporting snails during spring migration. – *The Wilson Journal of Ornithology*, 129(4):898–902. <https://doi.org/10.1676/16-182.1>.

8. Přílohy

V tabulkách jsou používány následující zkratky pro druhy ptáků a plžů:

Ptáci

AnaPla=kachna divoká (*Anas platyrhynchos*); ButBut=káně lesní (*Buteo buteo*);
CirAer = moták pochop (*Circus aeruginosus*); ColLiv = holub domácí (*Columba livia* cf. *domestica*);
CorCor = vrána obecná (*Corvus corone*); CorCox = krkavec velký (*Corvus corax*);
CorFru = havran polní (*Corvus frugilegus*); CorMon = kavka obecná; (*Corvus monedula*);
CyaCae = sýkora modřinka (*Cyanestes caeruleus*); CygOlo = labuť velká (*Cygnus olor*);
DenMaj = strakapoud velký (*Dendrocopos major*); FalTin = poštolka obecná (*Falco tinnunculus*);
GarGla = kavka obecná (*Garrulus glandarius*); ParMaj = sýkora koňadra (*Parus major*);
PicPic = straka obecná (*Pica pica*); SitEur = brhlík lesní (*Sitta europaea*);
StrDec = hrdlička zahradní (*Streptopelia decaocto*); TurMer = kos černý (*Turdus merula*)

Plži

AliBip = *Alinda biplicata*; BulNit = *Bulgarica nitidosa*; BytAus = *Bythinella austriaca*;
CarMT = *Carychium minimum* + *C. tridentatum*; Coch = *Cochlostoma* sp.;
CochLub = *Cochlicopa lubrica*; DisRot = *Discus rotundatus*; GraFru = *Granaria frumentum*;
ChonAve = *Chondrina avenacea*; MonCar = *Monacha cartusiana*; PerBid = *Perforatella bidentata*;
PomEle = *Pomatias elegans*; PupMus = *Pupilla muscorum*; ValCP = *Vallonia costata* V. *pulchella*;
VerAnt = *Vertigo antivertigo*; VerPyg = *Vertigo pygmaea*.

A. Přehled provedených experimentů

Tabulka se souhrnnými informacemi k provedeným experimentům. Jeden řádek znázorňuje výsledky vždy pro jednu klec/voliéru a jeden druh plže v daném experimentálním dni. Někdy bylo ptákům v jedné kleci či voliéře najednou nabízeno více druhů plžů.

kód – kód experimentu zahrnující datum a zkratku vědeckého jména ptáka a plže; označení ptáka je někdy doplněno ještě individuálním identifikátorem v rámci experimentu;

věk – adult = dospělý pták; juv = mladý pták těsně po vylétnutí z hnízda (viz metodika)

č.	kód	ptáci			plži						
		druh	jedinců	věk	vstupující do experimentů			nalezení v trusu		vydání	
					druh plže	nabídnuti	zkonsumování	celí	živí	celí	živí
1	161019_Pm_Cl	ParMaj	1	adult	CochLub	10	10	0	0	0	0
2	161019_Pm_Vcp	ParMaj	1	adult	ValCP	15	15	3	0	0	0
3	161019_Pm_Pm	ParMaj	1	adult	PupMus	12	12	0	0	0	0
4	161019_Cy_Cl	CyaCae	1	adult	CochLub	5	3	0	0	0	0
5	161019_Cy_Vcp	CyaCae	1	adult	ValCP	5	0	0	0	0	0
6	161019_Cy_Pm	CyaCae	1	adult	PupMus	5	0	0	0	0	0
7	161025_Pm-A_Ba	ParMaj	1	adult	CochLub	300	10	0	0	0	0
8	161025_Pm-A_Vcp	ParMaj	1	adult	ValCP	15	15	3	0	0	0
9	161025_Pm-A_Pm	ParMaj	1	adult	PupMus	12	12	0	0	0	0
10	161025_Pm-B_Ba	ParMaj	1	adult	BytAus	100	3	0	0	0	0
11	161025_Pm-B_Vcp	ParMaj	1	adult	ValCP	5	0	0	0	0	0
12	161025_Pm-B_Pm	ParMaj	1	adult	PupMus	5	0	0	0	0	0
13	161025_Pm-C_Ba	ParMaj	1	adult	BytAus	50	0	0	0	0	0
14	161025_Pm-C_Vcp	ParMaj	1	adult	ValCP	5	0	0	0	0	0
15	161025_Pm-C_Pm	ParMaj	1	adult	PupMus	5	0	0	0	0	0
16	161122_Pm-A_Vp	ParMaj	1	adult	BytAus	10	0	2	0	0	0
17	161122_Pm-A_Vcp	ParMaj	1	adult	ValCP	9	9	3	0	0	0
18	161122_Pm-B_Vp	ParMaj	1	adult	PupMus	10	9	3	0	0	0
19	161122_Pm-B_Vcp	ParMaj	1	adult	VerPyg	9	4	2	0	0	0
20	161122_Pm-B_Pm	ParMaj	1	adult	ValCP	1	1	0	0	0	0
21	161122_Cy_Vp	CyaCae	1	adult	VerPyg	10	6	2	1	0	0
22	161122_Cy_Vcp	CyaCae	1	adult	ValCP	9	4	0	0	0	0
23	170228_Pm-A_Vcp	ParMaj	1	adult	PupMus	5	2	0	0	0	0
24	170228_Pm-A_Vp	ParMaj	1	adult	VerPyg	2	2	0	0	0	0
25	170228_Pm-B_Vcp	ParMaj	1	adult	ValCP	14	14	2	0	0	0
26	170228_Pm-B_Vp	ParMaj	1	adult	ValCP	9	7	5	0	0	0
27	170228_Pm-B_Pm	ParMaj	1	adult	VerPyg	1	1	0	0	0	0
28	170725_Cx_Ab	CorCox	1	adult	ValCP	10	8	0	0	1	0
29	170725_Cx_Mc	CorCox	1	adult	VerPyg	10	9	0	0	1	0
30	170725_Cf_Mc	CorFru	4	adult	PupMus	20	17	0	0	0	0
31	170725_Cf_Ab	CorFru	4	adult	AliBip	40	29	0	0	2	0
32	170725_Pp_Ab	PicPic	1	adult	MonCar	10	9	0	0	0	0
33	170725_Pp_Mc	PicPic	1	adult	MonCar	10	8	0	0	0	0
34	170730_Ft_Ab	FalTin	1	juv	AliBip	10	5	0	0	5	0
35	170730_Ca_Ab	CirAer	1	juv	AliBip	10	8	0	0	0	0
36	170730_Ca_Mc	CirAer	4	juv	MonCar	5	4	0	0	0	0
37	170730_Bb_Ab	ButBut	5	adult	AliBip	10	9	0	0	0	0
38	170730_Bb_Mc	ButBut	6.5	adult	AliBip	5	3	0	0	0	0
39	170731_Cf_Ab	CorFru	8	adult	MonCar	40	21	0	0	1	0
40	170731_Cx_Mc	CorCox	1	adult	AliBip	10	2	0	0	0	0
41	170731_Cx_Ab	CorCox	1	adult	MonCar	10	4	0	0	1	0
42	170731_Pp_Ab	PicPic	1	adult	AliBip	30	13	0	0	0	0
43	170731_Pp_Mc	PicPic	1	adult	MonCar	11	9	0	0	0	0
44	171130_Pm-A_Ch	ParMaj	1	adult	AliBip	10	0	0	0	0	0
45	171130_Pm-A_Ca	ParMaj	1	adult	AliBip	10	2	0	0	0	0
46	171130_Pm-B_Ch	ParMaj	1	adult	MonCar	10	3	0	0	0	0
47	171130_Pm-B_Ca	ParMaj	1	adult	ChonAve	17	16	2	0	0	0
48	171208_Pm-A_Ch	ParMaj	1	adult	CarMT	10	0	0	0	0	0
49	171208_Pm-A_Ca	ParMaj	1	adult	ChonAve	10	10	0	0	0	0
50	171208_Cy_Ch	CyaCae	1	adult	CarMT	10	0	0	0	0	0
51	171208_Cy_Ca	CyaCae	1	adult	ChonAve	10	1	1	0	0	0
52	171208_Pm-C_Ch	ParMaj	1	adult	CarMT	10	10	0	0	0	0
53	171208_Pm-C_Ca	ParMaj	1	adult	ChonAve	10	10	2	0	0	0
54	171208_Pm-D_Ch	ParMaj	1	adult	CarMT	10	0	0	0	0	0
55	171208_Pm-D_Ch	ParMaj	1	adult	ChonAve	10	2	0	0	0	0
56	171211_Pm_Ch	ParMaj	1	adult	CarMT	5	5	0	0	0	0
57	171211_Pm_Ca	ParMaj	1	adult	ChonAve	12	12	1	0	0	0
58	171214_Pm-C_Ca	ParMaj	1	adult	ChonAve	2	0	0	0	0	0
59	171214_Pm-C_Ch	ParMaj	1	adult	ChonAve	2	0	0	0	0	0
60	171214_Pm-E_Ca	ParMaj	1	adult	CarMT	12	10	0	0	0	0

č.	kód	ptáci			plži						
					vstupující do experimentů			nalezení v trusu		vydání	
		druh	jedinců	věk	druh plže	nabídnuti	zkonsumování	celí	živí	celí	živí
61	171214_Pm-E_Ch	ParMaj	1	adult	CarMT	7	0	0	0	0	0
62	171214_Pm-A_Ca	ParMaj	1	adult	ChonAve	17	17	0	0	0	0
63	171214_Pm-A_Ch	ParMaj	1	adult	CarMT	7	6	3	0	0	0
64	171214_Pm-B_Ca	ParMaj	1	adult	ChonAve	2	0	0	0	0	0
65	171214_Pm-B_Ch	ParMaj	1	adult	CarMT	2	0	0	0	0	0
66	171214_Pm-F_Ca	ParMaj	1	adult	ChonAve	2	0	0	0	0	0
67	171214_Pm-F_Ch	ParMaj	1	adult	CarMT	2	0	0	0	0	0
68	171214_Pm-D_Ca	ParMaj	1	adult	ChonAve	10	10	0	0	0	0
69	171214_Pm-D_Ch	ParMaj	1	adult	CarMT	3	0	0	0	0	0
70	180211_Cx_Ch	CorCox	1	adult	ChonAve	20	0	0	0	0	0
71	180211_Cx_Ab	CorCox	1	adult	CarMT	10	0	0	0	0	0
72	180211_Cf_Ch	CorFru	4	adult	ChonAve	40	0	0	0	0	0
73	180222_Pm-A_Ch	ParMaj	1	adult	ChonAve	10	0	0	0	0	0
74	180222_Pm-B_Ch	ParMaj	1	adult	AliBip	10	0	0	0	0	0
75	180222_Pm-C_Ch	ParMaj	1	adult	ChonAve	10	0	0	0	0	0
76	180223_Pm-C_Ca	ParMaj	1	adult	ChonAve	30	15	1	0	0	0
77	180226_Cy-A_Ch	CyaCae	1	adult	ChonAve	10	0	0	0	0	0
78	180226_Cy-A_Vp	CyaCae	1	adult	ChonAve	10	9	0	0	0	0
79	180226_Cy-A_Ca	CyaCae	1	adult	CarMT	4	4	0	0	0	0
80	180226_Pm-B_Ch	ParMaj	1	adult	ChonAve	10	0	0	0	0	0
81	180226_Pm-B_Ca	ParMaj	1	adult	VerPyg	11	5	2	0	0	0
82	180226_Pm-C_Ch	ParMaj	1	adult	CarMT	10	0	0	0	0	0
83	180226_Pm-D_Ch	ParMaj	1	adult	ChonAve	10	7	6	0	0	0
84	180226_Cy-E_Ch	CyaCae	1	adult	CarMT	10	0	0	0	0	0
85	180226_Cy-E_Ca	CyaCae	0	adult	ChonAve	33	31	4	0	0	0
86	180226_Pm-F_Ch	ParMaj	1	adult	ChonAve	10	2	0	0	0	0
87	180226_Pm-G_Ch	ParMaj	1	adult	ChonAve	10	0	0	0	0	0
88	180227_Pm_Ch	ParMaj	1	adult	CarMT	4	0	0	0	0	0
89	180227_Cf_Ch	CorFru	4	adult	ChonAve	100	0	0	0	0	0
90	180227_Cf_Ab	CorFru	4	adult	ChonAve	60	0	0	0	0	0
91	180306_Cf_Ch	CorFru	3	adult	ChonAve	40	0	0	0	0	0
92	180512_Cx_Ch	CorCox	1	adult	ChonAve	25	22	2	0	6	0
93	180512_Cx_Ab	CorCox	1	adult	AliBip	15	14	0	0	0	0
94	180512_Pp_Ch	PicPic	1	adult	ChonAve	35	32	0	0	0	0
95	180522_Tm_Bn	TurMer	18	adult	ChonAve	18	11	0	0	0	0
96	180522_Tm_Ch	TurMer	18	adult	AliBip	18	10	0	0	0	0
97	180522_Tm_Co	TurMer	18	adult	ChonAve	18	17	0	0	0	0
98	180522_Tm_Pb	TurMer	18	adult	BulNit	2	1	0	0	0	0
99	180528_Tm_Bn	TurMer	2	adult	ChonAve	10	2	0	0	0	0
100	180528_Tm_Ch	TurMer	2	adult	Coch	10	4	1	0	0	0
101	180528_Tm_Co	TurMer	2	adult	PerBid	10	7	0	0	0	0
102	180528_Pp_Co	PicPic	4	juv	BulNit	100	98	1	0	0	0
103	180528_Pp_Bn	PicPic	4	juv	ChonAve	32	30	0	0	0	0
104	180528_Tm_Bn	TurMer	5	juv	Coch	10	8	0	0	0	0
105	180528_Tm_Co	TurMer	5	juv	Coch	25	22	0	0	0	0
106	180531_Pp_Bn	PicPic	3	juv	BulNit	30	29	7	0	0	0
107	180531_Pp_Ch	PicPic	3	juv	BulNit	15	15	0	0	0	0
108	180531_Pp_Co	PicPic	3	juv	Coch	20	20	0	0	0	0
109	180531_Gg_Bn	GarGla	4	juv	BulNit	8	8	0	0	0	0
110	180531_Gg_Ch	GarGla	4	juv	ChonAve	13	11	0	0	0	0
111	180531_Gg_Co	GarGla	4	juv	Coch	23	23	0	0	0	0
112	180531_Cx_Co	CorCox	7	adult	BulNit	15	13	0	0	0	0
113	180531_Cx_Bn	CorCox	7	adult	ChonAve	16	11	0	0	0	0
114	180531_Cx_Ch	CorCox	7	adult	Coch	16	12	0	0	0	0
118	180531_Tm_Ch	TurMer	10	adult	Coch	29	10	0	0	0	0
119	180531_Tm_Bn	TurMer	10	adult	BulNit	36	10	0	0	0	0
120	180607_Ft_Bn	FalTin	2	juv	ChonAve	18	18	0	0	0	0

č.	kód	ptáci			plži						
					vstupující do experimentů			nalezení v trusu		vydání	
		druh	jedinců	věk	druh plže	nabídnuti	zkonsumování	celí	živí	celí	živí
121	180607_Cl_Bn	ColLiv	1	adult	ChonAve	5	0	0	0	0	0
122	180607_Cl-A_Gf	ColLiv	1	adult	BulNit	7	6	0	0	0	0
123	180607_Cl-A_Ch	ColLiv	1	adult	BulNit	5	1	0	0	0	0
124	180607_Cm_Bn	CorMon	1	adult	BulNit	5	3	0	0	0	0
125	180607_Cm_Ch	CorMon	1	adult	GraFru	10	10	0	0	0	0
126	180607_Cl-B_Bn	ColLiv	1	adult	ChonAve	5	0	0	0	0	0
127	180607_Cl-B_Ch	ColLiv	1	adult	BulNit	10	0	0	0	0	0
128	180607_Cc_Ab	CorCor	1	juv	ChonAve	17	17	0	0	0	0
129	180607_Cc_Gf	CorCor	1	juv	BulNit	10	10	0	0	0	0
130	180607_Cc_Ch	CorCor	1	juv	ChonAve	30	30	1	0	0	0
131	180607_Pp_Ch	PicPic	1	juv	AliBip	40	40	2	0	0	0
132	180607_Gg_Bn	GarGla	1	juv	GraFru	5	5	0	0	0	0
133	180607_Cm_Bn	CorMon	1	juv	ChonAve	14	12	0	0	0	0
134	180607_Dm_Ab	DenMaj	1	adult	ChonAve	5	5	0	0	4	0
135	180607_Sd_Bn	StrDec	2	adult	BulNit	6	4	0	0	0	0
136	180625_Pm-A_Ch	ParMaj	1	juv	ChonAve	5	0	0	0	0	0
137	180625_Pm-A_Va	ParMaj	1	juv	AliBip	15	12	0	0	0	0
138	180625_Pm-A_Vcp	ParMaj	1	juv	aliBip	15	10	0	0	0	0
139	180625_Pm-A_Ca	ParMaj	1	juv	ChonAve	5	2	0	0	0	0
140	180625_Pm-B_Ch	ParMaj	2	juv	VerAnt	5	1	0	0	0	0
141	180625_Pm-B_Va	ParMaj	2	juv	ValCP	15	11	1	0	0	0
142	180625_Pm-B_Vcp	ParMaj	2	juv	CarMT	5	5	0	0	0	0
143	180625_Pm-B_Ca	ParMaj	2	juv	ChonAve	5	5	0	0	0	0
144	180625_Pm-C_Ch	ParMaj	2	juv	VerAnt	5	1	0	0	0	0
145	180625_Pm-C_Va	ParMaj	2	juv	ValCP	20	20	5	0	0	0
146	180625_Pm-C_Vcp	ParMaj	2	juv	CarMT	5	5	0	0	0	0
147	180625_Pm-C_Ca	ParMaj	2	juv	ChonAve	5	5	0	0	0	0
148	180625_Pm-D_Ch	ParMaj	3	juv	VerAnt	5	1	0	0	0	0
149	180625_Pm-D_Va	ParMaj	3	juv	ValCP	30	30	11	0	0	0
150	180625_Pm-D_Vcp	ParMaj	3	juv	CarMT	11	11	1	0	0	0
151	180625_Pm-D_Ca	ParMaj	3	juv	ChonAve	10	10	1	0	0	0
152	180625_Pm-E_Ch	ParMaj	1	juv	VerAnt	5	1	0	0	0	0
153	180625_Pm-E_Va	ParMaj	1	juv	ValCP	20	20	12	0	0	0
154	180625_Pm-E_Vcp	ParMaj	1	juv	CarMT	5	3	0	0	0	0
155	180625_Pm-E_Ca	ParMaj	1	juv	ChonAve	5	0	0	0	0	0
156	180625_Se-F_Ch	SitEur	1	juv	VerAnt	5	1	0	0	0	0
157	180625_Se-F_Gf	SitEur	1	juv	ValCP	2	1	0	0	0	0
158	180625_Se-F_Bn	SitEur	1	juv	CarMT	5	5	0	0	0	0
159	180625_Se-F_Va	SitEur	1	juv	ChonAve	9	6	0	0	0	0
160	180625_Se-F_Co	SitEur	1	juv	GraFru	1	0	0	0	0	0
161	180625_Pm-G_Ch	ParMaj	1	juv	BulNit	5	0	0	0	0	0
162	180625_Pm-G_Va	ParMaj	1	juv	VerAnt	15	13	6	0	0	0
163	180625_Pm-G_Vcp	ParMaj	1	juv	ChonAve	5	5	0	0	0	0
164	180625_Pm-G_Ca	ParMaj	1	juv	VerAnt	5	3	0	0	0	0
165	180625_Pm-H_Ch	ParMaj	2	juv	ValCP	5	2	0	0	0	0
166	180625_Pm-H_Va	ParMaj	2	juv	CarMT	20	20	2	0	0	0
167	180625_Pm-H_Vcp	ParMaj	2	juv	ChonAve	5	5	1	0	0	0
168	180625_Pm-H_Ca	ParMaj	2	juv	VerAnt	5	5	0	0	0	0
169	180625_Se-CH_Ch	SitEur	1	juv	ValCP	8	5	0	0	0	0
170	180625_Se-CH_Gf	SitEur	1	juv	CarMT	1	1	0	0	0	0
171	180625_Se-CH_Bn	SitEur	1	juv	ChonAve	5	2	0	0	0	0
172	180625_Se-CH_Va	SitEur	1	juv	GraFru	20	19	4	0	0	0
173	180717_Se-A_Bn	SitEur	1	juv	BulNit	14	7	0	0	0	0
174	180717_Se-A_Ch	SitEur	1	juv	VerAnt	13	6	0	0	0	0
175	180717_Se-A_Va	SitEur	1	juv	BulNit	3	3	0	0	0	0
176	180717_Se-A_Vp	SitEur	1	juv	ChonAve	2	2	1	0	0	0
177	180717_Se-B_Bn	SitEur	1	juv	VerAnt	12	5	0	0	0	0
178	180717_Se-B_Ch	SitEur	1	juv	VerPyg	10	6	0	0	0	0
179	180717_Se-B_Vp	SitEur	1	juv	BulNit	3	1	0	0	0	0
180	180717_Se-B_Ca	SitEur	1	juv	ChonAve	5	5	0	0	0	0

č.	kód	ptáci			plži						
					vstupující do experimentů			nalezení v trusu		vydání	
		druh	jedinců	věk	druh plže	nabídnuti	zkonsumováni	celí	živí	celí	živí
181	180717_Se-C_Bn	SitEur	1	juv	VerPyg	9	5	0	0	0	0
182	180717_Se-C_Ch	SitEur	1	juv	CarMT	4	2	0	0	0	0
183	180717_Se-C_Va	SitEur	1	juv	BulNit	4	2	0	0	0	0
184	180717_Se-C_Ca	SitEur	1	juv	ChonAve	3	3	0	0	0	0
185	180717_Se-D_Bn	SitEur	1	juv	VerAnt	12	8	0	0	0	0
186	180717_Se-D_Ch	SitEur	1	juv	CarMT	13	7	0	0	0	0
187	180717_Se-D_Va	SitEur	1	juv	BulNit	5	4	0	0	0	0
188	180717_Se-D_Vp	SitEur	1	juv	ChonAve	1	1	0	0	0	0
189	180717_Se-D_Ca	SitEur	1	juv	VerAnt	8	7	0	0	0	0
190	180717_Pm-E_Ch	ParMaj	1	juv	VerPyg	2	1	0	0	0	0
191	180717_Pm-E_Va	ParMaj	1	juv	CarMT	2	1	0	0	0	0
192	180717_Pm-E_Ca	ParMaj	1	juv	ChonAve	11	11	0	0	0	0
193	180717_Pm-E_Vcp	ParMaj	1	juv	VerAnt	1	1	0	0	0	0
194	180717_Pm-F_Ch	ParMaj	1	juv	CarMT	2	0	0	0	0	0
195	180717_Pm-F_Va	ParMaj	1	juv	ValCP	2	2	0	0	0	0
196	180717_Pm-F_Ca	ParMaj	1	juv	ChonAve	9	9	0	0	0	0
197	180717_Pm-F_Vcp	ParMaj	1	juv	VerAnt	1	1	0	0	0	0
198	180717_Pm-F_Vp	ParMaj	1	juv	CarMT	2	2	0	0	0	0
199	180717_Pm-G_Ca	ParMaj	1	juv	ValCP	8	7	0	0	0	0
200	180717_Pm-G_Ch	ParMaj	1	juv	VerPyg	2	0	0	0	0	0
201	180717_Pm-G_Vp	ParMaj	1	juv	CarMT	2	0	0	0	0	0
202	180717_Pm-G_Va	ParMaj	1	juv	ChonAve	2	0	0	0	0	0
203	180717_Pm-G_Vcp	ParMaj	1	juv	VerPyg	1	1	0	0	0	0
204	180717_Pm-H_Va	ParMaj	1	juv	VerAnt	2	1	0	0	0	0
205	180717_Pm-H_Ch	ParMaj	1	juv	ValCP	2	0	0	0	0	0
206	180717_Pm-H_Ca	ParMaj	1	juv	VerAnt	4	4	0	0	0	0
207	180717_Pm-H_Vp	ParMaj	1	juv	ChonAve	1	1	0	0	0	0
208	180717_Pm-CH_Va	ParMaj	1	juv	CarMT	2	1	0	0	0	0
209	180717_Pm-CH_Ch	ParMaj	1	juv	VerPyg	2	0	0	0	0	0
210	180717_Pm-CH_Ca	ParMaj	1	juv	VerAnt	2	0	0	0	0	0
211	180719_Se-A_Va	SitEur	1	juv	ChonAve	31	30	1	0	0	0
212	180719_Se-A_Ca	SitEur	1	juv	CarMT	37	37	0	0	0	0
213	180719_Se-A_Vcp	SitEur	1	juv	VerAnt	2	2	0	0	0	0
214	180719_Se-C_Ch	SitEur	1	juv	CarMT	3	3	0	0	0	0
215	180719_Se-C_Va	SitEur	1	juv	ValCP	11	11	0	0	0	0
216	180719_Se-D_Ch	SitEur	1	juv	ChonAve	3	2	0	0	0	0
217	180719_Pm-E_Va	ParMaj	1	juv	VerAnt	14	13	1	0	0	0
218	180719_Pm-E_Ca	ParMaj	1	juv	ChonAve	24	24	0	0	0	0
219	180719_Pm-CH_Va	ParMaj	3	juv	VerAnt	42	41	3	0	0	0
220	180719_Pm-CH_Ca	ParMaj	3	juv	CarMT	122	120	0	0	0	0
221	180719_Pm-CH_Vcp	ParMaj	3	juv	VerAnt	7	7	0	0	0	0
222	180723_Se-A_Va	SitEur	1	juv	CarMT	30	30	2	0	0	0
223	180723_Se-A_Ca	SitEur	1	juv	ValCP	28	28	0	0	0	0
224	180723_Se-A_Cl	SitEur	1	juv	VerAnt	10	8	0	0	0	0
225	180723_Se-A_Ch	SitEur	1	juv	CarMT	5	5	0	0	0	0
226	180723_Se-B_Va	SitEur	1	juv	CochLub	15	15	0	0	0	0
227	180723_Se-B_Ca	SitEur	1	juv	ChonAve	211	211	0	0	0	0
228	180723_Pm-E_Va	ParMaj	1	juv	VerAnt	3	2	0	0	0	0
229	180723_Pm-E_Ca	ParMaj	1	juv	CarMT	37	35	0	0	0	0
230	180723_Pm-F_Va	ParMaj	1	juv	VerAnt	5	4	0	0	0	0
231	180723_Pm-F_Ca	ParMaj	1	juv	CarMT	5	2	0	0	0	0
232	180723_Pm-CH_Va	ParMaj	3	juv	VerAnt	71	71	1	0	0	0
233	180723_Pm-CH_Ca	ParMaj	3	juv	CarMT	75	75	0	0	0	0
234	180723_Pm-CH_Cl	ParMaj	3	juv	VerAnt	2	0	0	0	0	0
235	180723_Pm-CH_Ch	ParMaj	3	juv	CarMT	2	0	0	0	0	0
236	180723_Pm-CH_Vp	ParMaj	3	juv	CochLub	3	3	0	0	0	0
237	180821_Tm_Ch	TurMer	2	juv	ChonAve	52	52	35	13	2	0
238	180821_Tm_Gf	TurMer	2	juv	VerPyg	1	1	1	0	0	0
239	180821_Tm_Ab	TurMer	2	juv	ChonAve	21	21	1	1	17	1
240	180821_Tm_Va	TurMer	2	juv	GraFru	15	15	8	2	1	0

č.	kód	ptáci			plži						
					vstupující do experimentů			nalezení v trusu		vydání	
		druh	jedinců	věk	druh plže	nabídnuti	zkonsumování	celí	živí	celí	živí
241	180821_Tm_Ab	TurMer	10	ad	AliBip	22	9	0	0	0	0
242	180821_Cl_Ab	ColLiv	17	ad	VerAnt	25	3	0	0	0	0
243	180821_Ap_Pe	AnaPla	10	juv	AliBip	40	13	0	0	0	0
244	180824_Tm-A_Va	TurMer	1	juv	AliBip	45	45	22	0	0	0
245	180824_Tm-A_Ca	TurMer	1	juv	PomEle	31	31	1	0	0	0
246	180824_Tm-A_Bn	TurMer	1	juv	VerAnt	4	4	0	0	4	2
247	180824_Tm-A_Ch	TurMer	1	juv	CarMT	21	21	9	4	8	2
248	180824_Tm-A_Dr	TurMer	1	juv	BulNit	1	1	0	0	1	0
249	180824_Tm-B_Ch	TurMer	1	juv	ChonAve	56	56	27	7	28	15
250	180824_Tm-B_Bn	TurMer	1	juv	DisRot	14	14	0	0	11	6
251	180824_Tm-B_Gf	TurMer	1	juv	ChonAve	1	1	0	0	1	0
252	180824_Co_Pe	CygOlo	8	juv	BulNit	74	1	0	0	0	0
253	180824_Co_Ch	CygOlo	8	juv	GraFru	20	20	0	0	0	0
254	180824_Co_Bn	CygOlo	8	juv	PomEle	30	26	0	0	0	0
255	181101_Cx-A_Pe	CorCox	1	adult	ChonAve	60	59	0	0	22	7
256	181101_Cx-A_Ab	CorCox	1	adult	BulNit	56	49	0	0	3	2
257	181101_Cx-A_Ch	CorCox	1	adult	PomEle	14	14	0	0	2	0
258	181101_Cx-A_Cl	CorCox	1	adult	AliBip	3	3	0	0	0	0
259	181101_Cx-B_Pe	CorCox	1	adult	ChonAve	20	0	0	0	0	0
260	181101_Co_Pe	CygOlo	5	juv	CochLub	50	16	0	0	0	0
261	181101_Cin_Pe	CicNig	1	adult	PomEle	50	3	0	0	0	0
262	181101_Ar_Pe	ArdCin	1	adult	PomEle	40	1	0	0	0	0

č.	kód	ptáci			plži						
					vstupující do experimentů			nalezení v trusu		nalezení ve vývržcích	
		druh	jedinců	věk	druh plže	nabídnuti	zkonsumování	celí	živí	celí	živí
241	180821_Tm_Ab	TurMer	10	ad	AliBip	22	9	0	0	0	0
242	180821_Cl_Ab	ColLiv	17	ad	VerAnt	25	3	0	0	0	0
243	180821_Ap_Pe	AnaPla	10	juv	AliBip	40	13	0	0	0	0
244	180824_Tm-A_Va	TurMer	1	juv	AliBip	45	45	22	0	0	0
245	180824_Tm-A_Ca	TurMer	1	juv	PomEle	31	31	1	0	0	0
246	180824_Tm-A_Bn	TurMer	1	juv	VerAnt	4	4	0	0	4	2
247	180824_Tm-A_Ch	TurMer	1	juv	CarMT	21	21	9	4	8	2
248	180824_Tm-A_Dr	TurMer	1	juv	BulNit	1	1	0	0	1	0
249	180824_Tm-B_Ch	TurMer	1	juv	ChonAve	54	54	27	7	28	15
250	180824_Tm-B_Bn	TurMer	1	juv	DisRot	14	14	0	0	11	6
251	180824_Tm-B_Gf	TurMer	1	juv	ChonAve	1	1	0	0	1	0
252	180824_Co_Pe	CygOlo	8	juv	BulNit	74	1	0	0	0	0
253	180824_Co_Ch	CygOlo	8	juv	GraFru	20	20	0	0	0	0
254	180824_Co_Bn	CygOlo	8	juv	PomEle	30	26	0	0	0	0
255	181101_Cx-A_Pe	CorCox	1	adult	ChonAve	60	59	0	0	22	7
256	181101_Cx-A_Ab	CorCox	1	adult	BulNit	56	49	0	0	3	2
257	181101_Cx-A_Ch	CorCox	1	adult	PomEle	14	14	0	0	2	0
258	181101_Cx-A_Cl	CorCox	1	adult	AliBip	3	3	0	0	0	0
259	181101_Cx-B_Pe	CorCox	1	adult	ChonAve	20	0	0	0	0	0
260	181101_Co_Pe	CygOlo	5	juv	CochLub	50	16	0	0	0	0
261	181101_Cin_Pe	CicNig	1	adult	PomEle	50	3	0	0	0	0
262	181101_Ar_Pe	ArdCin	1	adult	PomEle	40	1	0	0	0	0

B. Retenční doba plžů nalezených v trusu a vydávených plžů

Tabulka s informacemi o retenční době celých plžů nalezených v trusu nebo vydávených ptáky. Jeden řádek znázorňuje výsledky vždy pro jednu klec/voliéru, jeden druh plže a jeden časový bod sběru trusu/vydávené potraviny v daném experimentálním dni.

kód – kód experimentu zahrnující datum a zkratku vědeckého jména ptáka a plže; označení ptáka je někdy doplněno ještě individuálním identifikátorem v rámci experimentu a písmenem označujícím dobu sběru vzorku

retenční doba (hod) – *min. odhad* = konzervativní odhad retenční doby tvořený základní retenční dobou (od ukončení krmení daným druhem plže do sběru daného vzorku), od které je odečtený čas od předchozí kontroly klece; *max. odhad* = nejdelší odhad retenční doby tvořený součtem základní retenční doby a dobou konzumace daného druhu plže (viz metodika a obr. 5 na str. 19)

		ptáci		plži						
				druh	nalezení v trusu		vydavení		retenční doba (hod)	
č.	kód	druh	jedinců		celí	živí	celí	živí	min. odhad	max. odhad
1	161019_Pm-A_Vcp	ParMaj	1	ValCP	3	0	0	0	NA	3.3
2	161025_Pm-A_Vcp	ParMaj	1	ValCP	3	0	0	0	NA	NA
3	161122_Pm-A_Vp	ParMaj	1	VerPyg	2	0	0	0	NA	NA
4	161122_Pm-A_Vcp	ParMaj	1	ValCP	3	0	0	0	NA	NA
5	161122_Pm-B_Vp	ParMaj	1	VerPyg	3	0	0	0	NA	NA
6	161122_Pm-B_Vcp	ParMaj	1	ValCP	2	0	0	0	NA	NA
7	161122_Cy-C_Vp	CyaCae	1	VerPyg	2	1	0	0	NA	3.8
8	170228_Pm-B7_Vcp	ParMaj	1	ValCP	1	0	0	0	4.2	7.7
9	170228_Pm-B8_Vcp	ParMaj	1	ValCP	1	0	0	0	5.7	23
10	170228_Pm-B5_Vp	ParMaj	1	VerPyg	1	0	0	0	1.9	4.9
11	170228_Pm-B6_Vp	ParMaj	1	VerPyg	2	0	0	0	3.6	6.5
12	170228_Pm-B7_Vp	ParMaj	1	VerPyg	1	0	0	0	4.2	7.7
13	170228_Pm-B8_Vp	ParMaj	1	VerPyg	1	0	0	0	5.7	23
14	170725_Cf_Ab	CorFru	4	AliBip	0	0	2	0	6.3	22.6
15	170730_Ft_Ab	FalTin	1	AliBip	0	0	5	0	NA	23.9
16	170731_Cf_Ab	CorFru	4	AliBip	0	0	1	0	NA	1.9
17	170731_Cx_Ab	CorCox	1	AliBip	0	0	1	0	NA	12
18	171130_Pm-B_Ca	ParMaj	1	CarMT	2	0	0	0	0.8	4.1
19	171208_Cy-B_Ca	CyaCae	1	CarMT	1	0	0	0	3	4.7
20	171208_Pm-C2_Ca	ParMaj	1	CarMT	2	0	0	0	1.6	3.8
21	171211_Pm-C_Ca	ParMaj	1	CarMT	1	0	0	0	0.8	4.7
22	171214_Pm-A_Ch	ParMaj	1	ChonAve	3	0	0	0	5.3	33
23	180222_Pm-C_Ca	ParMaj	1	CarMT	1	0	0	0	0	4.5
24	180226_Pm-B3_Ca	ParMaj	1	CarMT	1	0	0	0	2.4	4.7
25	180226_Pm-B3_Ca	ParMaj	1	CarMT	1	0	0	0	3.4	6.1
26	180226_Pm-D_Ch	ParMaj	1	ChonAve	6	0	0	0	10.8	22.9
27	180226_Cy-E1_Ca	CyaCae	1	CarMT	1	0	0	0	0	3.3
28	180226_Cy-E2_Ca	CyaCae	1	CarMT	3	0	0	0	1.2	4.5
29	180528_Tm-A_Ch	TurMer	2	ChonAve	1	0	0	0	0	0.7
30	180528_Pp_Co	PicPic	4	Coch	1	0	0	0	5.6	11.1
31	180528_Pp_Bn	PicPic	4	BulNit	8	0	0	0	3.2	6.6
32	180531_Pp_Bn	PicPic	3	BulNit	7	0	0	0	0.3	5.5
33	180607_Cc_Ch	CorCor	1	ChonAve	1	0	0	0	3.1	8.1
34	180607_Pp_Ch	PicPic	1	ChonAve	2	0	0	0	3.4	10.1
35	180607_Dm_Ab	DenMaj	1	AliBip	0	0	4	0	0	8.5
36	180625_Pm-B_Va	ParMaj	2	VerAnt	1	0	0	0	13.7	19.2
37	180625_Pm-C_Va	ParMaj	2	VerAnt	5	0	0	0	2	14.9
38	180625_Pm-C_Ch	ParMaj	3	ChonAve	1	0	0	0	2	13.7
39	180625_Pm-D_Va	ParMaj	3	VerAnt	12	0	0	0	0	16.6
40	180625_Pm-D_Vcp	ParMaj	3	ValCP	1	0	0	0	0	16.6
41	180625_Pm-D_Ca	ParMaj	3	CarMT	1	0	0	0	0	16.6
42	180625_Pm-E_Va	ParMaj	1	VerAnt	12	0	0	0	0	17.1
43	180625_Pm-G_Va	ParMaj	1	VerAnt	6	0	0	0	0	17.6
44	180625_Pm-H_Va	ParMaj	2	VerAnt	2	0	0	0	0.1	18.3
45	180625_Pm-H_Ch	ParMaj	2	ChonAve	1	0	0	0	17.2	21.1
46	180625_Se-CH_Va	SitEur	1	VerAnt	4	0	0	0	2	15.6
47	180717_Se-A4_Vp	SitEur	1	VerPyg	1	0	0	0	9.6	20.8
48	180719_Se-A4_Va	SitEur	1	VerAnt	1	0	0	0	9	20.2
49	180719_Pm-E4_Va	ParMaj	1	VerAnt	1	0	0	0	7.5	19.7
50	180719_Pm-CH4_Va	ParMaj	3	VerAnt	3	0	0	0	8.1	19.9
51	180723_Pm-CH2_Va	ParMaj	3	VerAnt	1	0	0	0	5.6	16.3
52	180723_Se-A2_Va	SitEur	1	VerAnt	2	0	0	0	5.3	15

		ptáci		plži						
č.	kód	druh	jedinců	druh	nalezení v trusu		vydání		retenční doba (hod)	
					celí	živí	celí	živí	min. odhad	max. odhad
49	180719_Pm-E4_Va	ParMaj	1	VerAnt	1	0	0	0	7.5	19.7
50	180719_Pm-CH4_Va	ParMaj	3	VerAnt	3	0	0	0	8.1	19.9
51	180723_Pm-CH2_Va	ParMaj	3	VerAnt	1	0	0	0	5.6	16.3
52	180723_Se-A2_Va	SitEur	1	VerAnt	2	0	0	0	5.3	15
53	180821_Tm-A1_Ch	TurMer	2	ChonAve	9	5	0	0	0	1.3
54	180821_Tm-A2_Ch	TurMer	2	ChonAve	5	1	0	0	1.3	1.8
55	180821_Tm-A2_Ab	TurMer	2	AliBip	0	0	1	0	0.5	1.8
56	180821_Tm-A2_Gf	TurMer	2	GraFru	1	0	0	0	1.3	1.8
57	180821_Tm-A3_Ch	TurMer	2	ChonAve	0	0	2	0	1.8	2.2
58	180821_Tm-A4_Ch	TurMer	2	ChonAve	5	2	0	0	2.2	2.5
59	180821_Tm-A4_Va	TurMer	2	VerAnt	4	2	0	0	0.4	0.8
60	180821_Tm-A4_Ab	TurMer	2	AliBip	0	0	1	1	2.8	3.6
61	180821_Tm-A5_Ch	TurMer	2	ChonAve	4	0	0	0	2.5	3.2
62	180821_Tm-A5_Ab	TurMer	2	AliBip	0	0	1	0	1.8	3.2
63	180821_Tm-A5_Va	TurMer	2	VerAnt	2	0	0	0	0.8	1.4
64	180821_Tm-A6_Ab	TurMer	2	AliBip	0	0	2	0	2.4	3.6
65	180821_Tm-A6_Va	TurMer	2	VerAnt	0	0	1	0	1.4	1.8
66	180821_Tm-A7_Ch	TurMer	2	ChonAve	7	4	0	0	3.5	3.8
67	180821_Tm-A7_Va	TurMer	2	VerAnt	2	0	0	0	1.8	2
68	180821_Tm-A8_Ab	TurMer	2	AliBip	0	0	8	0	3	4.8
69	180821_Tm-A8_Ch	TurMer	2	ChonAve	0	0	2	0	3.8	4.8
70	180821_Tm-A8_Ch	TurMer	2	ChonAve	5	1	0	0	3.8	4.8
71	180821_Tm-A9_Ab	TurMer	2	AliBip	0	0	4	0	4	11.3
72	180821_Tm-A9_Ab	TurMer	2	AliBip	1	1	0	0	4	11.3
73	180824_Tm-A1_Va	TurMer	1	VerAnt	9	0	0	0	0	1.6
74	180824_Tm-A2_Bn	TurMer	1	BulNit	0	0	2	1	0.2	0.5
75	180824_Tm-A3_Va	TurMer	1	VerAnt	13	0	0	0	0.7	2.1
76	180824_tm-A3_Ca	TurMer	1	CarMT	1	0	0	0	0.6	0.9
77	180824_Tm-A4v_Ch	TurMer	1	ChonAve	0	0	7	1	0	0.8
78	180824_Tm-A5v_Ch	TurMer	1	ChonAve	0	0	1	1	0	1.1
79	180824_Tm-A6v_Bn1	TurMer	1	BulNit	0	0	1	1	2	2.4
80	180824_Tm-A6v_Bn2	TurMer	1	BulNit	0	0	1	1	0	0.2
81	180824_Tm-A6v_Dr	TurMer	1	DisRot	0	0	1	0	0.3	0.8
82	180824_Tm-A7t_Ch	TurMer	1	ChonAve	2	1	0	0	0.3	1.9
83	180824_Tm-A8t_Ch	TurMer	1	ChonAve	3	0	0	0	0.4	2
84	180824_Tm-A9_Ch	TurMer	1	ChonAve	2	2	0	0	0.5	2.9
85	180824_Tm-A10_Ch	TurMer	1	ChonAve	3	1	0	0	0.7	3.9
86	180824_Tm-B1v_Ch	TurMer	1	ChonAve	0	0	5	4	0	1.6
87	180824_Tm-B1v_Bn	TurMer	1	BulNit	0	0	1	0	0	0.4
88	180824_Tm-B2t_Ch	TurMer	1	ChonAve	5	3	0	0	0.7	2.6
89	180824_Tm-B3v_Ch	TurMer	1	ChonAve	0	0	3	2	0	3.8
90	180824_Tm-B4v_Ch	TurMer	1	ChonAve	0	0	1	1	0	4.4
91	180824_tm-B4v_Bn	TurMer	1	BulNit	0	0	1	1	0	0.2
92	180824_Tm-B5t_Ch	TurMer	1	ChonAve	13	2	0	0	0.3	6
93	180824_Tm-B6v_Ch	TurMer	1	ChonAve	0	0	1	1	0	5
94	180824_Tm-B6v_Bn	TurMer	1	BulNit	0	0	1	0	0	0.7
95	180824_Tm-B7v_Bn	TurMer	1	BulNit	0	0	1	1	0.1	1.1
96	180824_Tm-B8v_Ch	TurMer	1	ChonAve	0	0	1	0	0.8	5.9
97	180824_Tm-B9v_Ch	TurMer	1	ChonAve	0	0	1	0	0.9	4.3
98	180824_Tm-B10t_Ch	TurMer	1	ChonAve	5	2	0	0	0.4	6
99	180824_Tm-B11v_Bn	TurMer	1	ChonAve	0	0	1	0	0.6	4.4
100	180824_Tm-B12v_Bn	TurMer	1	BulNit	0	0	3	1	0	1.5

č.	kód	ptáci		plži						
				druh	nalezení v trusu		vydání		retenční doba (hod)	
		druh	jedinců		celí	živí	celí	živí	min. odhad	max. odhad
101	180824_Tm-B12v_Ch	TurMer	1	ChonAve	0	0	6	2	0	4.4
102	180824_Tm-B13v_Bn	TurMer	1	BulNit	0	0	1	1	0	1.7
103	180824_Tm-B14v_Bn	TurMer	1	BulNit	0	0	1	1	0.5	2.1
104	180824_Tm-B14v_Ch	TurMer	1	ChonAve	0	0	8	4	0.5	5
105	180824_Tm-B15v_Bn	TurMer	1	BulNit	0	0	1	1	0.6	2.7
106	180824_Tm-B15v_Ch	TurMer	1	ChonAve	0	0	1	1	0.6	5.6
107	180824_Tm-B16v_Ch	TurMer	1	ChonAve	4	0	0	0	0.6	8.6
108	180824_Tm-B17v_Ch	TurMer	1	ChonAve	0	0	1	0	1.2	5.7
109	181101_Cx-A1v_Pe	CorCox	1	PomEle	0	0	22	7	0	4.4
110	181101_Cx-A2v_Pe	CorCox	1	PomEle	0	0	2	0	6.2	18.6
111	181101_Cx-A1v_Ab	CorCox	1	AliBip	0	0	3	2	0.2	4.5
112	181101_Cx-A1v_Ch	CorCox	1	ChonAve	0	0	2	0	1.4	4.4
113	181101_Cx-A2v_Ch	CorCox	1	ChonAve	0	0	11	0	10.6	21.6