

Vzduchem bez křídel – šíření organismů prostřednictvím ptáků

Schopnost ptáků létat fascinuje člověka odedávna. Opeřencům pohybujícím se volně vzduchem závidíme svobodu pohybu v plně trojrozměrném prostoru, rychlost, jakou se dokážou přesouvat na velké vzdálenosti, i doslova nadhled, s nímž se dostávají přes těžko překonatelné překážky, pohoří, pouště nebo moře. Ačkoli to zdola většinou není vidět, úžasnou pohyblivost ptáků využívá i mnoho dalších organismů. V poslední době přibývají doklady, že v trávicím traktu ptáků se ve velkém množství šíří nejen semena rostlin s nápadně zbarvenými plody, ale i semena, na kterých zjevná přizpůsobení k tomuto způsobu šíření nepozorujeme. Uvnitř ptačího trávicího traktu mohou putovat rovněž různé bezobratlé, od larev hmyzu chráněných pevnými obaly sezobnutých semen až po drobné plže, a přežít predaci ptákem mohou dokonce vajíčka běžných druhů ryb. Mnohé organismy se také mohou šířit na povrchu těla ptáků.



Organismy se potřebují pohybovat na větší vzdálenosti z různých důvodů – hledají potravu a zdroje vody, pohlavní partnery, místa k rozmnožování nebo úkryty. Opouštějí prostředí, které z různých příčin nemusí být už vhodné, a hledají prostředí nové. Pro mladé jedince je často výhodné šířit se z míst narození do okolí, aby snížili kompetici mezi rodičem a potomky a mezi potomky navzájem. Schopnost osídlit nová místa je zásadní pro dlouhodobé přežití druhů a rozšiřování jejich areálů. Překonávat vlastními silami velké vzdálenosti ale dokážou pouze létaví živočichové a velcí obratlovci. Sedentární či menší mobilní organismy se šíří pomalu a pro překonání větších vzdáleností využívají vlastnosti okolního prostředí (mořské proudy, vodní toky, vítr) i jiné pohyblivější živočichy. Šíření pomocí jiných živočichů se nazývá zoochorie. V případě aktivního

přichycování např. štírků nebo roztočů na živočišné vektory je používán termín forezie (nebo foreze) a přenášený živočich je označován jako foront (o forezii více také Živa 2023, 1: 34–37).

Ptáci jsou vzhledem ke schopnosti aktivního letu a relativně velkým rozměrům těla velmi efektivním vektorem. Na rozdíl od abiotických vektorů se cíleně pohybují mezi specifickými biotopy (a často i mikrohabitaty), navíc mohou přenášené organismy cíleně vyhledávat – např. konzumovat dužnaté plody s tvrdými semeny.

Význam ptáků jako vektorů ještě zvyšují pravidelné sezonní migrace mnoha druhů, které v extrémních případech dosahují vzdáleností až desítek tisíc kilometrů. Zvláště kvůli nim bývají ptáci považováni za důležité i pro dálkové přenosy (long distance dispersal) jiných organismů. Pro přenášení na kratší vzdálenosti mohou být

významné i cesty mezi nocovišti a místy, kde se přes den krmí (např. u hus mohou dosahovat až menších desítek kilometrů), toulání velkých hejn ptáků podzimní a zimní krajinou nebo rozptýl mladých jedinců z míst, odkud pocházejí. Tyto pohyby na kratší vzdálenosti oproti sezonním migracím probíhají více směry a bývají často rozložené do delšího časového období. Zvyšuje se tak pravděpodobnost kontaktu s přenášenými organismy.

Jakými způsoby ptáci organismy šíří

Podle umístění transportovaných organismů (nebo jejich propagulí – stadií určitých k disperzi, např. spor, semen, vajíček a cyst) rozlišujeme dva základní způsoby zoochorie. Prvním je šíření na povrchu těla (epi- nebo ektozoochorie), často s využitím speciálních přichycovacích orgánů. Důležitými faktory jsou chování ptáka – kolik času stráví v místě výskytu přenášeného organismu a jak se zde chová, dále aktivita foronta – přichycování se a přesun na hostitele, a způsoby přichycení – klepítkovitě pedipalpy, háčky, sliz.

Druhou možností je již zmíněný transport uvnitř těla živočicha (endozoochorie), především v trávicím traktu. Může jít o aktivní predaci organismů nebo propagulí ptáky, ale i o jejich náhodné pozření spolu s jinou potravou. Mohou projít celým trávicím traktem a být vyloučeny spolu s trusem, nebo po nějaké době vyvrhnuty z přední části trávicího traktu, ať už samostatně, nebo v podobě vývržků. Mezi speciální případy zoochorie patří i přenos vektoru, který se stane kořistí nějakého dravce. Přenášený organismus tak může být s tělem uloveného ptačího jedince transportován na větší vzdálenost, do jiného biotopu, nebo při zpracovávání kořisti uvolněn z jakékoli části trávicího traktu. V takových případech mohou být pro přenos semen důležité i druhy zrnožravých ptáků, které jinak semena tráví velmi efektivně.

Mezi organismy šířené ptáky bychom měli počítat i různé parazity (vnější i vnitřní) a patogeny, pro které je ptačí tělo vlastním životním prostředím. Mnohé z nich mohou mít značný vliv na ochranářsky nebo ekonomicky významné druhy, někdy i na zdraví člověka. Zvláště v těchto případech je zásadní setkávání ptáků pocházejících ze vzdálených oblastí během migračních pohybů mezi hnízdišti a zimovišti. Důležité může být i přenášení mikroorganismů či spor a částí těl různých organismů (bakterií, hub, mechorostů a kapradinostů), které s ptáky nežijí v nějakém mutualistickém vztahu (např. Szabó a kol. 2022).

Šíření semen rostlin

Příkladem velmi sedentárních organismů jsou suchozemské rostliny. Vytváření dužnatých plodů je považováno za adaptaci k endozoochorii, a souvisí tedy se snahou rostlin dostat semena dál od mateřské rostliny a umožnit jim uchytit se na vhodném místě. V našem klimatickém pásu jsou ptáci nejpočetnějšími obratlovci, kteří šíření rostlin zajišťují (obr. 1). Plody vyhledávané ptáky jsou často červené, černé nebo modré, spíše menší a většinou příliš výrazně nevoní. Semena bývají velmi pevná, aby odolala trávicím procesům a mohla po defekaci vyklíčit. Konzumace plodů ptáky dokonce



2



3



4

1 Kos černý (*Turdus merula*) náleží mezi naše běžné druhy ptáků, kteří konzumují ve větším množství ovoce a přispívají k šíření semen rostlin. Foto F. Spilka (www.spilka.cz)

2 a 3 Mnozí ptáci nestravitelné zbytky potravy vylučují z přední části trávicího traktu. Vývržek krkavce velkého (*Corvus corax*, obr. 2) obsahuje např. celá semena a je vidět také ulita plže (šipka). Během potravních experimentů byla ve vývržku krkavce nalezena i živá vřetenatka obecná (*Alinda biplicata*, 3).

4 Vajíčka pakobylky rodu *Ramulus*, u kterého byla při šíření na ostrovech zjištěna schopnost přenosu vajíček v trávicím traktu ptáků. Foto J. Zajíček

5 Kachna divoká (*Anas platyrhynchos*) patří k nejrozšířenějším vodním ptákům, a proto je často zkoumán její potenciál pro šíření jiných organismů. Vedle vodních a mokřadních rostlin může přispívat i k šíření bezobratlých živočichů nebo ryb, včetně invazních druhů. Foto T. Fisk



5

pravděpodobnost vyklíčení často zvyšuje, a to především odstraněním dužiny, která může různými mechanismy (osmotickým tlakem, stíněním, vlivem sekundárních metabolitů) klíčení semene bránit.

Různé způsoby šíření semen se mnohdy doplňují – např. semena přenesená ptáky mohou být následně roznášena ještě mravenci nebo odplavena vodou. V takových případech mluvíme o diplochorii (kombinaci dvou způsobů šíření) nebo polychorii (více způsobů šíření). Proto je důležité, že pobyt v ptačím trávicím ústrojí může ovlivnit i další vlastnosti semen než jen jejich klíčivost. Např. schopnost zůstat na vodní hladině, zásadní pro hydrochorii vodních i mokřadních rostlin, se u semen ovlivněných trávicími procesy ptáků snižuje (Navarro-Ramos a kol. 2022).

Specialisté na šíření ptáky – jmelí a ochmet

Zvláštním a velmi známým příkladem rostlin spoléhajících se při svém šíření právě na ptáky jsou zástupci několika čeledí santálovitých (*Santalales*). Jde o poloparazity (hemiparazity) vyskytující se na kmenech a stoncích. U nás roste jmelí bílé (*Viscum album*) a trochu méně známý ochmet evropský (*Loranthus europaeus*). Semena jsou obalená zvláštní lepkavou vrstvou, pomocí které se po průchodu trávicím traktem přichytí k větvi stromu

a posléze do ní prorostou haustoria semenáčků. Plod však také obsahuje pro ptáky lákavou dužinu a bez jejího odstranění, k němuž dojde především po zkonzumování plodu, zůstává lepkavá vrstva kolem semeně ukrytá. Plod, který ze jmelí jen tak upadne, proto většinou dopadne přímo na zem a na žádné větvi se neuchytí. Díky tomu semenáčky mateřské rostliny nevzcházejí v jejím bezprostředním okolí a nekonkurují tolik ani jí, ani sobě navzájem.

Pravděpodobnost, že se trus ptáka obsahující semena jmelí zachytí přímo na větvích, je ale přece jen dost malá – u většiny druhů těchto poloparazitů semena často skončí na místě, kde nemohou vyklíčit. U australského druhu *Amyema quandang* (ochmetovitě – *Loranthaceae*) nicméně až 85 % semen zkonzumovaných květozobem vlaštovčím (*Dicaeum hirundinaceum*) zůstává na větvích (Reid 1991). Je to díky tomu, že mnoho semen je tak lepkavých, že se zachytí v okolí jeho zobáku (po vydávení části potravy) nebo u vyústění kloaky. Ptáci se jich snaží zbavit třením o větev, díky čemuž se semena dostanou právě tam, kde mohou vyklíčit.

Příklad jmelí dobře ukazuje komplexitu vzájemných mutualistických i antagonistických vztahů mezi rostlinami, jejich parazity a ptáky jakožto jejich společnými konzumenty a zároveň vektory šíření. Přestože jmelí ze svého hostitele odčerpává živiny, může pro něj být i užitečné. A to právě tím, že láká ptáky, kteří mohou rozšiřovat zároveň semena hostitelského stromu. Že to opravdu může mít vliv, ukazuje nálezkou dvakrát více semenáčků v okolí jalovců

Juniperus monosperma napadených druhem *Phoradendron juniperinum* z čeledi santálovitých (*Santalaceae*) než u jalovců bez tohoto poloparazita (van Ommeren a Whitham 2002).

K endozoochorii nedochází jen u plodožravých ptáků

Přenos v trávicím traktu ptáků může být důležitý i pro semena, u kterých zjevné adaptace k tomuto způsobu šíření nepozorujeme. Přestože zrnožraví ptáci dokážou většinu semen rozdrtit a strávit, často se do trusu dostane alespoň malý počet neporušených semen. Efektivitu trávicích procesů snižuje nejspíše velké množství semen zkonzumovaných najednou a také současná konzumace jiných typů potravy (ovoce, bezobratlých, měkkých částí rostlin). Neporušených semen je však výrazně méně oproti plodožravým (frugivorním) druhům.

Poslední dobou se do popředí zájmu dostává šíření rostlin i dalších organismů prostřednictvím specifické skupiny ptáků, která však není definovaná svou potravní strategií, ale vazbou na vodní prostředí (Green a kol. 2023). Zvláštní pozornost zasluhují především bahňáci a vrubozobí, u nichž nacházíme mnoho různých potravních strategií zahrnujících bezobratlé a různé části velkého množství rostlin.

Na rozdíl od frugivorů nejsou vodní ptáci v konzumaci semen příliš selektivní, často je filtrují z vody. Zdá se, že vlastnosti ptáků i znaky šířených semen nemají v tomto případě na úspěšnost disperze takový vliv, a počty rozšířených semen může tedy více ovlivňovat jejich lokální



(a rovněž momentální) produkce. Vodní ptáci semena konzumují v podstatné míře i mimo dobu jejich dozrávání. Dormance semen (cestování v čase) tak může sloužit jako předpoklad pro jejich šíření (cestování v prostoru), kdy se např. dočkají vhodné doby z hlediska sezonního výskytu ptáků (a jejich následné migrace). Bahňáci spotřebují značné množství semen také suchozemských rostlin a dlouhé migrační trasy mají proto velký potenciál pro jejich disperzi na velké vzdálenosti.

Při hodnocení významu ptačího druhu pro šíření semen a dalších organismů je zásadní jeho potravní strategie. Např. kachny divoké (*Anas platyrhynchos*, obr. 5) konzumují velký objem potravy, kterou netráví příliš efektivně, což vzhledem k početnosti kachen přispívá k jejich významu jako klíčového vektoru semen ve sladkovodních biotopech mírného pásu.

Bezobratlí jako černí pasažéři

Přestože šíření semen rostlin jakožto sedimentárních organismů je asi nejznámějším případem zoochorie, ptáky k přesunu na větší vzdálenosti využívají i živočichové. Otázky na téma, jak někteří málo pohybliví živočichové dokázali osídlit nová izolovaná místa, si lidé kladli odedávna. Slavné jsou Darwinovy úvahy o kachnách přenášejících vodní mlže na svých nohou. Ukazují drobné a nově vznikající izolované vodní plochy jako příklad biotopů, které bývají takřka v přímém přenosu osídlovány „ze vzduchu“. Dalším příkladem izolovaných částí areálu či biotopů jsou ostrovy, ale i skalní výchozy nebo vhodné druhy rostlin. Úvahy, že na některá místa se konkrétní druhy bezobratlých musely dostat pomocí ptáků, postupně podporovaly spíše náhodné nálezy různých bezobratlých, zejména poměrně velkých a výrazných měkkýšů, v ptačím peří nebo na ptačích nohou.

Létající mlži

Snad nejznámější je (i díky Darwinovi) představa menších mlžů, kteří uzavřou ve svých lasturách prsty vodních ptáků nebo končetiny vodního hmyzu a po přenesení na jinou vodní plochu se zase pustí. Kromě občasných nálezů takto přichycených mlžů, které bývají tu a tam publikovány, jsou zajímavé hlavně případy, kdy je s tímto záměrem prohlíženo větší množství ptáků, a můžeme si tak udělat představu o četnosti tohoto jevu. Při manipulaci s přibližně 17 tisíci bahňáků během podzimní

6 Vrásenka okrouhlá (*Discus rotundatus*) v peří holuba domácího (*Columba livia* f. *domestica*). Fotografie z letových experimentů J. Simonové, V. Dronské a K. Peyerla

7 Zástupci čeledi zápornatkovití – zde vřetenatka obecná – jsou přirozenou součástí potravy kosa černého. Snímek pochází z potravních experimentů s nabízením plžů ptákům.

migrace v jihozápadním Španělsku byly srdcovky jedlé (*Cerastoderma edule*) nalezeny na čtyřech jedincích (Green a Figueroa 2005). Autoři dále zaznamenali u asi 3 % ptáků, že jim chybí některé články prstů, a usuzují, že rovněž může jít o důsledek přichycování mlžů. Přestože tyto údaje vypadají jako poměrně málo četné, je zřejmé, že vzhledem k množství migrujících ptáků mohou mít značný význam.

Plži cestující v peří

Kromě zmiňovaných mlžů bývají na ptácích opakovaně nacházeni plži přichycení mezi peřím na různých částech těla (obr. 6). U nich je obtížnější si představit, jak se tam dostali. Protože současné znalosti o zoochorii plžů pocházejí převážně z náhodných nálezů, o tom, co předchází přichycení, zatím téměř nic nevíme.

Plži bývají u ptáků nalézáni pod křídly, na zádech, na břiše, na prsou i pod ocasem. Přestože záznamů je málo, je zajímavé, jak často byl pozorován jeden konkrétní druh – skleněnka průsvitná (*Vitrina pellucida*, viz také Živa 2012, 5: 245–246). Zaznamenána byla na 10 druzích, v 7 z 16 prací dokumentujících epizoochorii plžů. Mohlo by to souviset s relativní četností tohoto druhu, jakož i s některými jeho fyzickými charakteristikami. Skleněnka má totiž vzhledem k tělu relativně malou ulitu s velkým ústím, a z ulity tedy často velká část těla vyčnívá. I sliz tohoto plže je poměrně lepkavý. Jeho běžné šíření na velké vzdálenosti dokládá nepřímo i velmi uniformní genetická diverzita. Podobně velká část těla vyčnívá z ulity u zástupců čeledi jantarkovití (*Succineidae*), kteří také bývají opakovaně na ptácích nacházeni.

Zajímavým dokladem ukazujícím na velké vzdálenosti, které mohou plži přichycení na ptácích překonat, je nález sladkovodního plže rodu *Glyptophysa* (okružákovití – Planorbidae) na bekasině japonské (*Gallinago hardwickii*) odchycené při kroužkování v Japonsku (Saito a kol. 2023). Plž byl přichycený na prsou ptáka

a v době odchytu byl mrtvý (vzhledem ke stavu tkání však pouze krátkou dobu). Podle poznatků o rozšíření tohoto druhu plže a bekasiny přenos proběhl pravděpodobně z východní Austrálie nebo Papuy Nové Guineje, a plž tak musel být přenesen přes moře na vzdálenost nejméně 4 000 km. Jde o doklad zatím nejdelšího dálkového přenosu plžů.

Vzhledem k pouze občasným dokladům bývá zoochorie plžů na ptácích považována spíše za vzácnou. Některé starší práce nicméně uvádějí i významně větší počet plžů na mnoha ptácích, a to i ve více sezónách za sebou (např. Dundee a kol. 1967). Waldo Lee McAtee (1914) dokonce píše, že kvůli množství nalezených drobných plžů (čeledi Physidae) pod pery na křídle bartramie dlouhoocasé (*Bartramia longicauda*) považoval zajímavý „zvyk“ tohoto amerického bahňáka za „obecně známý“.

Je pochopitelné, že většina publikovaných údajů o měkkýších pochází z prohlížení ptáků za jiným účelem – hledání parazitů, kroužkování – nebo spíše v dřívějších dobách z ulovených jedinců. V mnoha případech nejsou takové nálezy ani publikovány nejsou.

Na ptácích byly samozřejmě zaznamenány i menší a méně nápadné druhy živočichů, jako jsou želvušky (*Tardigrada*) a roztoči (*Acari*), dále vajíčka i jiné propagule různých vodních bezobratlých. Zajímavým způsobem cestování bezobratlých je přenos roztočů (*Mesostigmata*: *Ascidae* a *Melicharidae*) žijících v květech rostlin prostřednictvím kolibříků, kteří na těchto květech sají. Roztoči vyběhnou z květu po jejich zobáku a u kolibříků přebývají v nosní dutině (obr. 8). Před přesunem zpět na květ musejí rychle poznat, zda jde o správný druh rostliny, a ze zobáku zase seběhnout (Literáková 2011).

Endozoochorie bezobratlých

Při zvažování vlivu ptáků na přenos živočichů byl dlouho pokládán za významný zejména transport na povrchu těla, při kterém jsou živočichové přichyceni k peří nebo schováni pod ním. V poslední době se však ukazuje, že podobně jako u semen rostlin má velký význam také přenos organismů či jejich propagul, jako jsou vajíčka různých bezobratlých nebo statocysty mechovky, uvnitř trávicího traktu ptáků.

Experimentálně byla možnost endozoochorie v trávicím traktu vodních ptáků prokázána nejdříve pro vajíčka různých rodů žabronožek (*Artemia*, *Thamnocephalus*,



Streptocephalus, Proctor a kol. 1967). Později byla potvrzena pro vajíčka vodních plžů, a to levatky ostré (*Physella acuta*). Až na konci 20. století se ukázalo, že alespoň částí trávicího traktu ptáků mohou projít i dospělí bezobratlí v aktivním stadiu (nikoli během diapauzy). Ve vývržcích vydávaných vodoušem břehoušovitým (*Tringa semipalmata*) byli nalezeni živí mořští plži brakičníci *Cerithideopsis californica* (Sousa 1993). Srovnání mitochondriální DNA sesterského druhu z druhé strany Panamské šíje ukázala, že mořští plži dokázali tento pás země překonat (a to možná i opakovaně). Přenos zprostředkovaný ptáky, kteří přes šíji migrují, je tak asi nejpravděpodobnějším vysvětlením.

Později bylo potvrzeno, že živí plži mohou projít celým ptačím trávicím traktem. Pro experimenty zkoumající tuto možnost u jednotlivých kombinací plžů a ptáků byly často inspirací náhodné nálezy živých plžů v ptačím trusu. Nejprve byly v trusu husice liščí (*Tadorna tadorna*) pozorovány živé praménky pobřežní (*Hydrobia ulvae*) – předožábří plži obývající slané a brakické pobřežní vody, schopní uzavřít ulitu víčkem. Během pozdějších pokusů byly praménky zjištěny živé i v trusu kachny divoké (van Leeuwen a kol. 2012a, b).

Ze suchozemských živočichů byly v trusu nalezeny nejprve larvy nosatcovitých brouků (např. *Revena rubiginosa*) vyvíjejících se v semenech rostlin. Z některých semen z trusu ptáků v jiné studii se dokonce vylíhly vosičky, které na larvách nosatců žijících uvnitř semen parazitovaly (např. Chen a kol. 2022). Zajímavý je příklad rákosníčka *Macrolea mutica* (Chrysomelidae: Donaciinae), jehož larvy se vyvíjejí ve vodních rostlinách. Semena těchto rostlin bývají v trávicím traktu ptáků přenášena, proto bylo nasnadě vyzkoušet, jestli se podobným způsobem nemohou šířit i brouci. Experimenty skutečně prokázaly schopnost endozoochorie pro vajíčka rákosníčků, což může vzhledem k velmi omezeným disperzním schopnostem tohoto druhu, který je bezkřídlý a navíc aktivně neplave, vysvětlit jeho překvapivě široké rozšíření v rámci celé palearktické oblasti.

Dalším příkladem je nalezení životaschopných vajíček pakobylky *Ramulus irregulariterdentatus* v trusu bulbulíka japonského (*Hypsipetes amaurotis*) po experimentálním zkrmení směsí vajíček a další potraviny (Suetsugu a kol. 2018). To naznačuje, že predace oplozených samiček pakobylek může přispívat k šíření

8 Někteří roztoči čeledi Ascidae a Melicharidae využívají k přenosu mezi květy kolibříky. Skupina roztočů je vidět u kořene zobáku kolibříka rodu sylfa (*Ocreatus*). Foto A. Morffew

9 I zrnožravé druhy ptáků mohou v trávicím traktu přenášet životaschopná semena. Z letových experimentů. Snímky: K. Peyerl, není-li uvedeno jinak

i tohoto bezkřídlého hmyzu, jehož vajíčka jsou zajímavá svou mechanickou i chemickou odolností a zároveň podobností semenům rostlin (obr. 4).

Prohlížení trusu ptáků je vždy důležitým zdrojem inspirace, co všechno by uvnitř jejich těl mohlo přežít. Prvním náznakem přežívání dospělých suchozemských bezobratlých byly nálezy velkého množství téměř neporušených drobných plžů v trusu dvou druhů všežravých ptáků na tichomořském souostroví Ogasawara. Následné pokusy ukázaly, že v ptačích útrokách kruhočka japonského (*Zosterops japonicus*) a bulbulíka japonského může přežít až přibližně 15 % těchto plžů (Wada a kol. 2012).

Další experimenty – tentokrát v našem středoevropském prostředí – prokázaly, že schopnost přežít v trávicím traktu ptáků se týká více druhů malých i středně velkých plžů (viz také Živa 2015, 5: 253–254). Po nabízení těchto plžů ptákům byli v trusu nalezeni živí jedinci pěti druhů, od drobného vrkoče malinkého (*Vertigo pygmaea*) až po zástupce čeledi závoratkovití vřetenatku obecnou (*Alinda biplicata*, obr. 3 a 7) se schránkou dosahující délky 17 mm (Simonová a kol. 2016 a další nepublikovaná data). Zdá se tedy, že i když přežívá jen malé množství zkonzumovaných jedinců, šířit se tímto způsobem potenciálně může široké spektrum druhů plžů.

Ekologický význam ptáků jako vektorů

Role ptáků v šíření rostlin i dalších organismů je považována za důležitou ekosystémovou službu. Vymizení některých (zejména frugivorních) ptačích druhů může mít velký vliv na složení lesního ekosystému, kde mohou jimi šířené stromy téměř vymizet. Význam ptáků ještě stoupá s tím, jak v moderní době velmi ubývá jiných živočišných vektorů – velkých ryb a savců – a jak se krajina stává pro pozemní živočichy stále méně prostupnou. V dnešní často fragmentované krajině je také stále důležitější propojování jednotlivých částí původně běžnějších nebo spojitějších biotopů.

Ptáci mohou šířením semen napomáhat např. regeneraci lesa, udržování vegetace ve velmi suchých prostředích i osídlování stanovišť nově vytvořených člověkem.

Zajímavou otázkou je jejich role v šíření invazních organismů. Invazní druhy ptáků a rostlin (případně dalších organismů) se mohou navzájem podporovat – např. šíření invazního hlohu jednosemenného (*Crategeus monogyna*) na Novém Zélandu se zrychlilo poté, co první hlohy dorostly do velikosti, kdy na nich mohli začít hnízdit (taktéž invazní) kosi černí (*Turdus merula*). Z hlediska ochrany přírody potom mohou být komplikované situace, kdy se původní ptačí druhy významnou měrou podílejí na šíření nějaké invazní rostliny, která je pro ně zároveň důležitým zdrojem potravy, jako např. v Austrálii u invazního keře *Chrysanthemoides monilifera* (hvězdnicovitě – Asteraceae).

Přestože výzkum epi- a endozoochorie zprostředkované ptáky má dlouhou historii, byl zaměřený na vztah mezi frugivorními ptáky a rostlinami a probíhal především v Evropě a v Severní Americe. V posledních 20 letech výrazně přibýlo poznatků o potenciálu ptáků také pro šíření různých (hlavně vodních) bezobratlých. Více studií se začalo věnovat i vlivu další konzumované potravy či aktivity ptáků na průběh jejich trávení s ohledem na možnosti endozoochorie. Objevila se řada prací z různých částí světa zaměřujících se na roli vodních ptáků (Green a kol. 2023). Přibývá jak empirických poznatků z terénu a z experimentálních studií, tak pokusů uchopit proces komplexně (se zahrnutím všech fází disperzních událostí) a dosavadní poznatky využít pro modelování přesunů reálného objemu propagulí širokého spektra organismů na konkrétní vzdálenosti. K tomu bývají využívány také telemetrické údaje o pohybu ptáků i environmentální sekvenování půdy pod jejich hřadovišti. V současné době se stále více zdůrazňuje význam poznání těchto procesů pro lepší chápání reakce společenstev na klimatické změny nebo vhodné zásahy podporující ochranu ohrožených druhů i celých společenstev.

Vznik textu byl podpořen Grantovou agenturou Univerzity Karlovy (projekt 634120).

Použitá a doporučená literatura uvedena na webové stránce Živa.