

Semena a jejich schopnost cestovat

Semena jsou produktem pohlavního rozmnožování nahosemenných a krytosemenných rostlin. Jsou tedy nositeli genetické informace a garanty populační genetické diverzity jednotlivých druhů. Prostřednictvím semen se rostliny udržují v čase jako sled na sebe navazujících generací. A nejen to, pomocí semen se mohou šířit na nová stanoviště a někdy cestovat i na nečekaně dlouhé vzdálenosti. Podívejme se tedy, jakými způsoby se semena šíří, co jim cestování umožňuje a jak lze jejich schopnosti šířit se studovat.

Semeno se vyvíjí z oplozeného vajíčka v semeníku. Vlastní vajíčko je kryté vejčnými obaly, které se posléze diferencují v osemení (testa). Pestík, případně i jiné části květu vytvářejí plod, ze stěn semeníku vzniká oplodí (perikarp). Plod může obsahovat jedno nebo více semen. Jednosemenné plody, které v době zralosti nepukají, bývají často považovány za semena. Plody pak dělíme na pravé a nepravé. Jako pravé označujeme ty, které vznikají pouze z plodolistů (např. nažka, obilka, měchýřek, lusk, šešule, tobolka, struk, peckovice, bobule). Pokud se na vzniku podílejí i jiné části květu, vznikají plody nepravé (souplodí, složené plody, hesperidium, malvice).

Vlastní semena (případně plody) mají velmi rozmanitou morfologii. Mezi nejmenší patří semena vstavačovitých rostlin (*Orchidaceae*), dosahující hmotnosti jen kolem 0,003 mg. Za největší jsou považována semena palmy druhu *Lodoicea seychelská* (*Lodoicea maldivica*), vážící i více než 20 kg. Semena mohou mít v obrysu okrouhlý, oválný, ledvinovitý, vejčitý, podlouhlý, eliptický, kapkovitý, srdčitý i klínovitý tvar. Někdy je ale jejich morfologie složitější a k popisu tvaru je třeba použít více slov (obr. 1). Rovněž povrchové struktury semen mohou být velmi rozmanité. Osemení bývá hladké (lesklé nebo matné), či hrubé, porostlé různými bradavkami (obr. 2), chlupy, šupinami (obr. 3), může být zbrázděné rýhami (obr. 4) a nést různé výrůstky (obr. 5), přívěsky a chmýry (obr. na 2. str. obálky). Některé druhy rostlin mohou mít dokonce dvojí až trojí, většinou rozdílný tvar semen či plodů. Takovému jevu se říká heterospermie, resp. heterokarpie. Příkladem heterokarpie mohou být tři různé typy plodů (nažek) u lebedy lesklé (*Atriplex sagittata*). První typ představují drobné černé nažky bez krovek, tedy zvětšeného obalu plodu. Druhým typem jsou středně velké hnědočerné nažky s malými krovkami a třetím velké hnědé nažky ukryté ve velkých krovkách. Tyto tři typy nažek se liší nejen morfologicky, ale také různou dobou vysemeňování, klíčného odpočinku (dormance), a navíc způsobem rozšiřování. Zatímco nažky bez krovek vypadávají pod mateřskou rostlinu, nažky s krovkami mohou být roznášeny větrem na větší vzdálenost.



1 Plodem slézu lesního (*Malva sylvestris*) je souplodí poltvíčných ledvinovitých plůdků (merikarpíí) o velikosti 2,5 mm, které mají tvar dílku pomeranče a také jsou stejným způsobem v plodenství uspořádány.

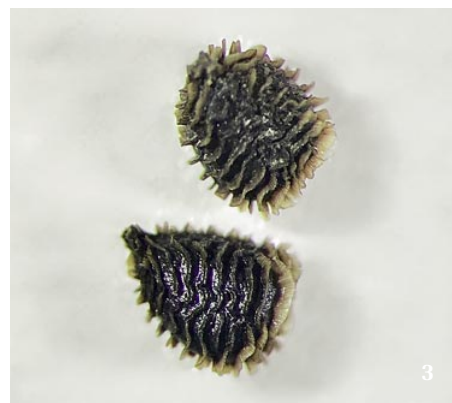
2 U ptačince velkokvětého (*Stellaria holostea*) jsou semena přibližně 2 mm velká, rezavá, porostlá širokými bradavkami.

3 Semeno ostrožky východní (*Consolida hispanica*) měří 2 až 2,5 mm, je hnědočerné, porostlé zvlhými šupinkami uspořádanými do soustředných řad.

4 Penízek rolní (*Thlaspi arvense*) má semena 2 mm velká, plochá a oválného až vejcovitého tvaru. Na jedné straně je viditelný oddělený kořínek, což je činí asymetrickými. Povrch osemení je lesklý, se spirálovitým rýhovaním.

5 Semena dymnivky žluté (*Pseudofumaria lutea*) měří 1,8 mm, jsou kulovitá, černá s jemně zrnitým povrchem a vlajkovitě odstálým masíčkem. Živinami bohaté masíčko je atraktivní pro mravence (blíže v textu).

Specifické vlastnosti semen jednotlivých druhů rostlin jsou výsledkem evolučních procesů směřujících ke zvětšení šance semen na přežití a obnovení druhu. Je velmi důležité, aby se semena dostala na vhodná místa, kde mohou vyklíčit a posléze se dobře vyvíjet v semenáčky.



Na základě rozdílů ve velikosti, tvaru a povrchových strukturách semen i plodů sestavujeme určovací klíče, které slouží k determinaci čeledí, rodů a druhů zkoumaných semen a plodů. Nacházejí uplatnění nejen v různých botanických odvětvích (v půdní bance semen, archeobotanice, paleoekologii – viz např. článek na str. 79–82 této Živy), ale také v lékařství, nebo dokonce v kriminalistice.

Měření a vážení semen a plodů

Při sestavování a používání určovacích klíčů je nutné umět semena a plody správně měřit a vážit. Při měření je třeba semeno správně orientovat. To znamená, že je položíme pupkem na podložku. Pupek (hilum)

je zjednodušeně místo, kde semeno nebo plod byly napojeny na výživovací cévní svazek. Bývá vidět jako jizva různého tvaru a zbarvení. Délku semene udáváme morfologicky správně od pupku kolmo k hornímu okraji semene. Šířka a tloušťka jsou pak rozměry kolmé na délku semene (obr. 6 a 7). V literatuře i v různých databázích se velmi často setkáváme s případem, kdy je za délku semene považován jeho nejdelší rozměr bez ohledu na polohu pupku. Proto je při určování semen a srovnávání dat vždy důležité vědět, jak byly rozměry stanoveny. Někdy se v literatuře můžeme setkat s koeficientem udávajícím poměr délky a šířky, který se využívá právě při studiu šíření semen. V případě, že za délku považujeme nejdelší rozměr, pak hodnoty koeficientu blízkí se jedné ukazují na semena kulatá, vyšší čísla naopak na semena podlouhlá.

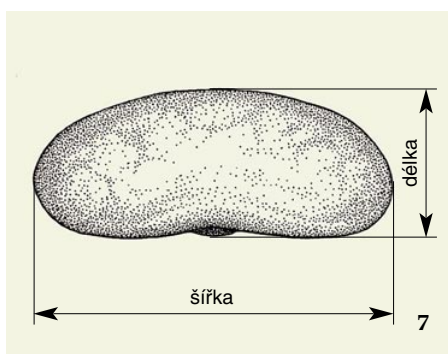
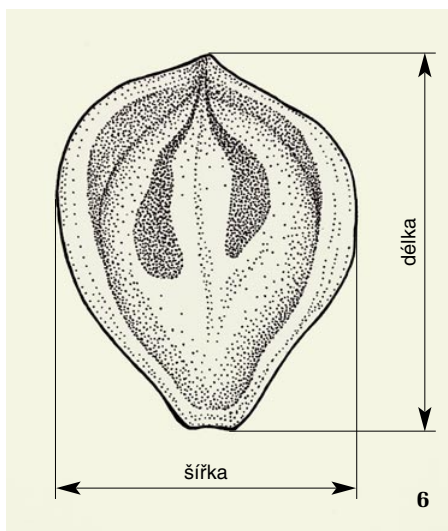
V atlasech, klíčních a databázích se jako důležitá charakteristika často uvádí průměrná hmotnost semen nebo plodů. Termín ukazuje průměrnou hmotnost jednoho (v miligramech) či více semen (v gramech) vysušených buď při pokojové, nebo specifické teplotě. V zemědělství a semenářství můžeme narazit na termín „hmotnost tisíce semen“ (HTS). HTS je ovlivněna velikostí a kvalitou semen a používá se při plánování výsevů a odhadování budoucí sklizně.

Jak rostliny cestují

Při studiu rozšiřování semen a plodů použijeme termín diaspora. Jde o část rostliny, která danému druhu umožňuje obsazovat nové lokality. Může být jak generativního (výtrus, semeno, plod, souplodí), tak vegetativního původu (např. cibule, oddenek). Diaspory rostlin se mohou šířit na nová místa buď vlastními silami, nebo za pomoci vnějších faktorů (vodou, větrem, živočichy, přispěním člověka, blíže dále v textu). Podle charakteru vybavení a přizpůsobení diaspor lze usuzovat na hlavní vektor jejich šíření. Často se druhy nespoiléhají jen na jeden způsob šíření, ale využívají jich více. Jak se konkrétní diaspora dostala na určité stanoviště, proto často není snadné zjistit. V dalším textu se budeme zabývat šířením generativních diaspor, tedy semen a plodů.

● Autochorie – samošíření

Představuje způsob šíření diaspor na kratší vzdálenosti pomocí vlastních mechanismů. Zajišťuje především šíření populace určitého druhu na stávajícím stanovišti a v jeho blízkém okolí. Příkladem mohou být druhy, které vystřelují semena ze suchých nebo dužnatých plodů. První způsob probíhá při vysychání diaspor za suchých dnů a je typický pro některé druhy z čeledi bobovitých (*Fabaceae*) a kakostovitých (*Geraniaceae*), např. pro hrachor (*Lathyrus*), vikev (*Vicia*) a kakost (*Geranium*), jejichž plody pukají vlivem nerovnoměrného buněčného pnutí v jednotlivých vrstvách oplodí. Druhý způsob je u našich druhů známý např. u netýkavky (*Impatiens*) a šťavelů (*Oxalis*). V tomto případě nejsou rostliny závislé na suchu, ale na jiném vnějším podnětu (větru, dotyku). Rozdíly v buněčném pnutí různých vrstev plodu (dužnaté tobolky) jsou příčinou vystřelování semen u netýkavky, u šťavelů pnutí vzniká v osemení (Lhotská a kol. 1987).



Autochorním rozšiřováním nazýváme také barochorii, při níž diaspory nemají žádné zvláštní přizpůsobení k šíření a padají přímo na zem. Díky svému tvaru a větší hmotnosti se v závislosti na charakteru terénu mohou vzdalovat od mateřské rostliny – jde např. o plody dubů (*Quercus*), kaštanovníků (*Castanea*) a jírovců (*Aesculus*). Do tohoto způsobu šíření se počítá i rozrůstání poléhavých, popínavých nebo liánovitých rostlin, při kterém se diaspory dostávají dále od centra mateřského jedince – příkladem může být vrbina penízková (*Lysimachia nummularia*) a svlačec rolní (*Convolvulus arvensis*).

● Anemochorie – šíření větrem

Přenos diaspor větrem je považován za nejčastější způsob šíření vyšších rostlin (tedy např. i šíření výtrusů kapradorostů a mechorostů). Jsou k němu přizpůsobena zejména

6 a 7 Měření délky a šířky u semen delších než širších (obr. 6) a u semen, kde nejdelší rozměr je ve skutečnosti šířka (7). Orig. J. Moravec, upraveno
8 Semena trnovníku akátu (*Robinia pseudoacacia*) jsou velká kolem 5 mm a zůstávají přes zimu viset v plodech (luscích) na stromech. Po otevření lusk se vytvoří jakési křídlo, pomocí něhož mohou semena doletět na větší vzdálenost.

9 Vyplavený plod palmy kokosové (*Cocos nucifera*) na pláži na ostrově Havaj

10 Barevná semena různých druhů lián rodu *Mucuna* z čeledi bobovitých (*Fabaceae*), která jsou roznášena vodou. Tento rod se vyskytuje v tropech celého světa.

11 Semena durmanu neškodného (*Datura innoxia*) o velikosti 4–5 mm ve vodě neplavou a rychle klesají na dno. Tobolky se semeny, které jsou 3,5 až 4 cm velké, se naopak nad hladinou udržují téměř 14 dní, postupně se ve vodě rozkládají a uvolňují semena. Druh je původní v Texasu a Mexiku.

12 Semenáčky netýkavky malokvěté (*Impatiens parviflora*) v mraveništi mravenců rodu *Formica*. Bylo zjištěno, že v druhově chudších lokalitách mravenci sbírají a snáší je to, co je momentálně k dispozici (Holec a kol. 2023). Napomáhají tak i šíření u nás nepůvodní a invazní netýkavky malokvěté.

semena druhů rostoucích ve větrnějších podmínkách. Diaspory druhů širších se větrem bývají často vybavené různými chmýry, což můžeme vidět např. na plodech některých zástupců čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*), pryskyřníkovitých (*Ranunculaceae*), lipnicovitých (*Poaceae*) či semenek druhů vrbovitých (*Salicaceae*) nebo toješťovitých (*Apocynaceae*, obr. na 2. str. obálky). Ke stejnému účelu slouží křídla na diasporách javorů (*Acer*), bříz (*Betula*), olší (*Alnus*), jilmů (*Ulmus*), habrů (*Carpinus*) a lip (*Tilia*). Z nepůvodních druhů mají okřídlené diaspory např. pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*), trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*, obr. 8) nebo liliovník tulipánokvětý (*Liriodendron tulipifera*). Mezi anemochory řadíme také balisty. Diaspory balistů jsou vytráhány z mateřské rostliny jejím vlastním pohybem způsobeným větrem. Takové rostliny mívají pružnou lodyhu, která se v době zralosti plodů může i prodlužovat, a semena se z plodů vytrášením snadno uvolňují. Patří sem např. máky (*Papaver*), zvonky (*Campanula*), hořce (*Gentiana*), orlčíčky (*Aquilegia*) nebo pupalky (*Oenothera*). Někteří balisti mohou mít i další přizpůsobení, které násobí jejich schopnost šíření větrem. Jde např. o blánité lemy na semenech hořců, lilí (*Lilium*) nebo měsíčnice (*Lunaria*). Podobně se větrem šíří drobná semena vstavačovitých. Zajímavý způsob šíření vyvinuli tzv. stepní běžci. V jejich případě se diasporou stává celá rostlina, která se v době zrání plodů větrem odlomí a je hnána po povrchu půdy a semena či plody jsou touto cestou uvolňovány. Příkladem jsou rostliny písečných ploch, jako šater latnatý (*Gypsophila paniculata*), suchých travníků, např. řepovník vytrvalý (*Rapistrum perenne*), nebo stepních lokalit, jako katrán



tatarský (*Crambe tataria*) a máčka ladní (*Eryngium campestre*).

● Hydrochorie – šíření vodou

K šíření vodou jsou adaptovány zejména rostliny vodních a pobřežních společenstev. Na diasporách hydrochorních druhů nacházíme četná přizpůsobení umožňující se udržet na vodní hladině (různá křídla, lemy, nadnášejí útvary), podobná těm, která pomáhají při šíření diaspor větrem.

Největší význam pro šíření na větší vzdálenosti má tekoucí voda (řeky, mořské proudy; o šíření rostlin říčními koridory také v Živě 2013, 1: 11–14). Pomocí mořských proudů mohou diasporu cestovat i mezi ostrovy a kontinenty. Nejznámějším příkladem plavců jsou plody palmy kokosové (*Cocos nucifera*, obr. 9). Tyto velké peckovice nadnáší vláknitá střední část oplodí (mezokarp). Na plážích rozličných moří můžeme také často najít vyplavená krásná



semena lián rodu *Mucuna* (obr. 10) z čeledi bobovitých. Říčními proudy mohou cestovat na velké vzdálenosti i některé invazní rostliny. Příkladem může být nežádoucí šíření durmanu neškodného (*Datura innoxia*, obr. 11) a sasamby obecné (*Parthenium hysterophorus*) v africkém národním parku Kruger. Plody sasamby jsou drobné nažky s chmýrem, diasporou je však jakýsi „nažkový komplex“ s pluchou spolu se dvěma přilehlými sterilními diskovitými květy podpíranými listenem. Pomocí tohoto zařízení se nažky mohou dobře šířit nejen vodou, ale i větrem.

● Zoochorie – šíření živočichy

Pozoruhodnou roli v šíření semen hrají živočišné, kteří mohou přenášet diasporu na překvapivě velké vzdálenosti. Rozlišujeme dva základní typy zoochorie. Epizoochorii neboli exozoochorii, kdy jsou diasporu roznášeny přichycené na těle živočichů (na srsti, peří, nohách), a endozoochorii, při které diasporu procházejí bez poškození zažívacím traktem a dostávají se na nové lokality v exkrementech zvířat. Vektorem se často stává i člověk, způsob takového přenosu nazýváme antropochorie. Všichni jsme někdy po průchodu porostem obírali z oblečení háčkovité nažky dvojzubců (*Bidens*), kuklíků (*Geum*), nebo i celá souplodí nažek lopuchů (*Arctium*) opatřená háčkovitými ostny na zákrovních listenech. S endozoochorií se nejčastěji setkáváme u rostlin s dužnatými plody. Hlavními přenašeči jsou ptáci (viz např. Živa 2024, 5: 290–293) a savci, méně obvyklými mohou být např. plazi (bliže v Živě 2022, 6: 322–324). Semena některých druhů majících klíčící odpočinek (dormanci) mohou dokonce po průchodu zažívacím traktem lépe klíčit.

K šíření diaspor dochází také tím, že si někteří plodožraví živočišné (u nás např. drobní savci nebo přezimující ptáci) dělají zásoby a ne všechny diasporu jsou zkonsumovány. Některé se mohou cestou poztrácat nebo zůstat nevyužity. K přenosu diaspor ptáky a drobnými savci dochází i při stavbě hnízd, kdy často využívají diaspor s chmýrem. Zvláštní kapitolou zoochorie představuje šíření diaspor mravenci – myrmekochorie (např. Živa 2012, 4: 205–209). U některých druhů rostlin se na semeni vytváří masitý výrůstek různého původu, masíčko (caruncula neboli elaiozom). To je případ třeba vlašovičnicku většího (*Chelidonium majus*), violek (*Viola*) nebo dymnivek (*Corydalis*, *Pseudofumaria*, obr. 5). Právě taková semena mravenci sbírají a masíčkem krmí své larvy. Po zkonsumování masíčka semena vynáší zpět na povrch na odkladiště, kde mohou vyklíčit. Některá naopak zůstávají v mraveništi uložena jako v půdní bance. Bylo zjištěno, že mravenci nesbírají diasporu pouze pro živinami bohaté elaiozomy, ale také jako stavební materiál mraveniště či jen náhodně (obr. 12). V přírodě často dochází k různým formám koevoluce, kdy je vztah mezi rostlinou a živočišným roznašečem velmi úzký. Někdy může rostlinný druh na zoochorii dokonce existenčně záviset. Příkladem je endemický lýkovec *Daphne rodriguezii* z ostrůvků u baleárské Menorky, jehož semena přenáší na vhodné biotopy rovněž endemická ještěrka Lilfordova (*Podarcis lilfordi*). Ještěrka i lýkovec se vyskytovaly i na vlastní Menorce. Po zavlečení



13



14

nepůvodních predátorů lidmi ještěrka na Menorce vyhnula, což přivedlo do kritického stavu i lýkovec (např. Traveset a Riera 2005, Rodríguez-Pérez a Traveset 2010).

● Antropochorie (hemerochorie) – šíření člověkem

Člověk byl vždy výrazným vektorem šíření diaspor. V počátečních érách své existence se podílel na rozšiřování stejně jako ostatní živočišné (epichorie, endochorie). Od vzniku zemědělství probíhalo již záměrné šíření diaspor zemědělských plodin a spolu s nimi i neúmyslné zavlékání plevelných druhů. V novověku se pak šíření diaspor po světě urychluje díky zámožným plavbám a intenzivnějšímu rozvoji obchodu. V současnosti se diaspor rostlin díky globalizaci dostávají s dopravou prakticky kamkoli a v mnoha případech mohou způsobit narušení ekologických vazeb původních společenstev (podrobněji v monografickém čísle o invazích, Živa 2018, 5).

Šíření diaspor může být neúmyslné, např. s dopravou (agestochorie), s různými substráty, s osivem (speirochorie), ale také záměrné. Člověk šíří rostlinné druhy úmyslně na různá místa po celém světě za účelem užítu nebo radosti (zemědělství, lesnictví, zahradnictví, květinářství atd.). Příkladem může být lupina mnoholistá neboli vlčí bob mnoholistý (*Lupinus polyphyllus*). Tento původně severoamerický druh se u nás cíleně vyséval jako krmivo pro lesní zvěř nebo pastva pro včely. Na vhodných místech zdomácněl, dnes se vyskytuje prakticky po celé České republice a je považován za invazní druh. Velké problémy působí v národních parcích a chráněných krajinných oblastech, protože mění celá luční společenstva. Prostřednictvím zahradnictví se u nás rozšířily i další problematické druhy, jako je třeba netýkavka žláznatá (*I. glandulifera*) a bolševník velkolepý (*Hecraeleum mantegazzianum*).

Příklady metod studia

Způsobů, jak studovat šíření diaspor rostlin, existuje celá řada. Zpravidla jsou šity na míru konkrétním druhům a prostředí, v němž rostou. Asi nejspecifičtější jsou metody studia zoochorie, které musejí brát v potaz biologii živočišného šířitele. Zde jako příklad zmíníme tři metodiky, které jsme použili v Botanickém ústavu Akademie věd ČR pro srovnávání schopnosti diaspor různých rostlinných druhů šířit se větrem, vodou nebo přichytáváním na srst (Moravcová a kol. 2010).

13 Rám k měření epizoochorie, pokrytý srstí z prasete divokého. Snímky J. Moravce, pokud není uvedeno jinak
14 Měření plovatelnosti v laboratoři
15 Měření času (v milisekundách), za který diaspora uletí vzdálenost 0,5 m. Z tohoto času se vypočítá terminální rychlost v m/s. Foto L. Moravcová (obr. 14 a 15)

● Měření epizoochorie

Mírou úspěšnosti epizoochorie byla schopnost diaspor přichytit se na srst prasete divokého. Prase divoké bylo vybráno proto, že se na jeho srsti epizoochorní diaspor snadno zachytí, a také proto, že vzhledem k jeho migračním schopnostem lze předpokládat šíření diaspor na velké vzdálenosti (Couvreur a kol. 2004). Dřevěný rám o velikosti 40 × 15 cm s rukojetí pokrytý srstí (obr. 13) byl přitlačen na list papíru, na kterém byly rozprostřeny diaspor. Po třech kruhových pohybech rámu přitlačeného k papíru byl spočítán počet přichycených diaspor. Pro každý druh bylo náhodně vybráno 100 diaspor z každé lokality a použito k vytvoření čtyř opakování po 25 diasporách. Výsledky byly vyjadřovány v procentech zachycených diaspor.



15

● Měření plovatelnosti

Schopnost semen plavat jsme měřili podle upravené metodiky Marie Lhotské (1968). K měření jsme pro každý druh použili 100 náhodně vybraných diaspor daného druhu z každé lokality a umístili je (čtyři opakování po 25 diasporách) do kádinek, případně větších nádob, naplněných destilovanou vodou (obr. 14). Po důkladném promíchání vody (vždy po dobu jedné minuty při každém měření) byl zaznamenán počet plovoucích diaspor. Měření probíhalo po 30 minutách, jedné, dvou, čtyřech, 6, 8, 24, 32, 48, 56, 72, 80, 96 a 104 hodinách, a poté každých 24 hodin, dokud všechny diaspor nezůstaly potopené. Průměrný čas, kdy se potopily všechny diaspor (Ft100), v hodinách, byl použit jako měřítko plovatelnosti. K vyjádření rychlosti potopení diaspor slouží také průměrný čas, kdy se potopí polovina testovaných diaspor (Ft50).

● Měření anemochorie

Největší vliv na rychlost šíření u anemochorních druhů má terminální rychlost při pádu diaspor. K měření této veličiny bylo použito speciální zařízení (obr. 15) vyrobené podle Andrewa P. Askewa a kol. (1997). Diaspor jsou uvolňovány z výšky 85 cm v hranolu s průřezem 25 × 25 cm. Čas pádu diaspor byl měřen elektronicky mezi dvěma laserovými detektory vzdálenými 50 cm. Na základě naměřených hodnot (v milisekundách) byla vypočítána terminální rychlost v m/s. Pro každý druh a každou lokalitu bylo použito 50 náhodně vybraných diaspor. Čím déle trvá pád diaspor, tím nižší je hodnota terminální rychlosti. Nízké hodnoty terminální rychlosti tak ukazují na schopnost diaspor šířit se větrem na delší vzdálenosti.

Poznatky, jak jsou diaspor jednotlivých druhů rostlin schopné se různými způsoby šířit, jsou velmi cenné a žádané. Data získaná standardními metodami představují důležité druhově specifické informace. Jsou využitelná pro pochopení ekologie a strategie šíření jednotlivých druhů, při mezidruhových srovnáních, při modelování šíření druhů v novém prostředí a v neposlední řadě i pro ochranu druhů a biotopů.

Článek vznikl s podporou na dlouhodobý koncepční rozvoj Botanického ústavu AV ČR (RVO: 67985939).

Navazující článek na str. LIII–LVI kuléru. Použitá literatura uvedena na webu Živy. K dalšímu čtení např. Živa 2016, 4: 168–171; 2021, 6: 309–313.