

Co je společné a zásadní pro masožravé rostliny?

Je to neuvěřitelné, ale od vydání úspěšné celistvé vědecké monografie o biologii masožravých rostlin *The Carnivorous Plants* (Juniper a kol. 1989, Academic Press, London) uběhlo již dlouhých 28 let. Tato přehledná kniha tří autorů na pouze 354 stranách více nebo méně zevrubně shrnula vše, co bylo o masožravých rostlinách do té doby známo a publikováno. Stala se pro všechny světové zájemce o tyto rostliny – profesionály i amatéry – zásadní a je vlastně dodnes stále „povinné“ citována ve většině vědeckých článků. Určitě jedním z důvodů její nesmírné obliby bylo i to, že v úvodu stručně a výstižně poprvé shrnula soubor nezbytných a typických kritérií či charakteristik pro masožravost rostlin, známých jako „masožravý syndrom“: 1. (lákání kořisti), 2. záchyt kořisti, 3. ulovení kořisti, 4. usmrcení kořisti, 5. (trávení kořisti) a 6. příjem užitečných látek. Body 1 a 5 jsou uvedeny v závorce, čímž autoři chtěli naznačit, že tyto charakteristiky nemusejí být přítomny u všech druhů. Kniha uváděla existenci asi 600 druhů.

Od vydání této publikace došlo k výrazným změnám – dnes známe asi 805 druhů těchto rostlin z 19 rodů, 12 čeledí a 5 řádů. Také studium jejich biologie prošlo od té doby stejně dynamickým rozvojem jako u všech jiných oborů biologie, např. od molekulární taxonomie a genomiky nebo transkriptomiky přes biochemii a fyziologii po stanovištní ekologii a evoluci taxonů. Víme stále zřetelněji, že dnešní masožravé rostliny vznikly ve vývoji cévnatých rostlin nezávisle na sobě (konvergentně, polyfyleticky) nejméně 6x a že nejstarší linie vedoucí k masožravosti (k rosnatkám – *Drosera*) je stará asi 81 milionů let, a daří se nám stále hlouběji odkrývat i jemné předivo regulační spojených s fungováním pastí zejména u mucholapky podivné (*Dionaea muscipula*), rosnatek a bublinátek (*Utricularia*, viz Živa 2008, 4: 156–159; 2015, 3: LXIII a 6: 286–288; 2016, 4: CVI–CVII). U určitých druhů byly také odhaleny atypické ekologické vztahy, které znamenají částečný odklon od masožravosti (např. detritivorie – využívání úlomků mrtvého materiálu, koprofágie – exkrementů obratlovců nebo myrmekofilie – spolupráce s mravenci u některých lácokvek – *Nepenthes*) či tzv. trávicí mutualismus (viz dále) u chejlav (*Roridula*). Přes stále dokonalejší analytické znalosti se tím ale postupně vytrácejí jasné ekofyziologické hranice i kritéria masožravosti.

Objektivní potřeba napsat moderní knihu o biologii masožravých rostlin – tentokrát jako monografii s desítkami kapitol od různých autorů – nás s americkým kolegou Aaronem M. Ellisonem přivedla k editování rozsáhlé monografie na toto téma; kniha vyjde možná ještě letos v nakladatelství Oxford University Press. V úvodní kapitole chceme shrnout moderní představy o masožravém syndromu.

Jak bylo uvedeno výše, masožravé rostliny představují taxonomicky velmi rozdílnou a pestrou skupinu, a tato pestrost se od-

ráží i na morfologické, fyziologické a ekologické úrovni. Nejdříve se můžeme ptát, jaké klíčové ekofyziologické procesy jsou typické a běžné pro masožravé rostliny a zda se vyskytují pouze u nich. V návaznosti na knihu Barrie E. Junipera a kol. lze z pohledu ekofyziologa uvést následujících 6 klíčových procesů: rychlé pohyby pastí, jejich elektrofyzikální regulace, sekrece hydrolytických enzymů, listový příjem živin, stimulace kořenového příjmu živin listovým příjmem živin, stimulace růstu rostlin listovým příjmem živin (Adamec 2011). Nicméně, všechny tyto procesy mohou také probíhat běžně u nemasožravých rostlin. Nejsou tudíž omezeny na masožravé druhy, avšak u nich se vyskytují hodně často, ve velkém rozsahu a společně, tvoříce vždy funkční jednotku, kdy jeden proces těsně navazuje na jiné procesy v sérii.

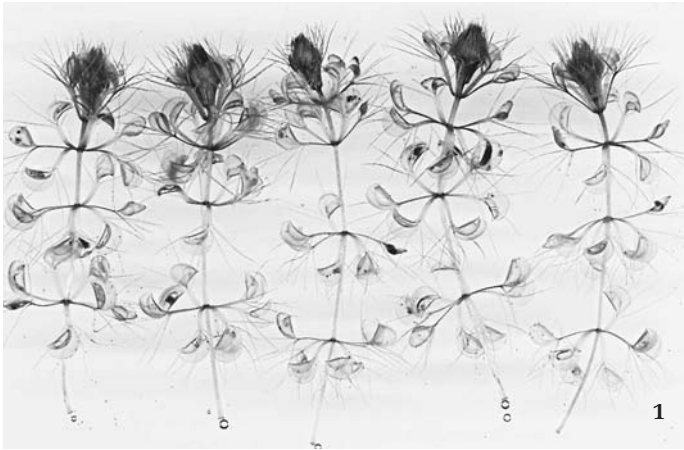
Aby se masožravé rostliny vymezily od jiných ekologických funkčních skupin (např. parazitů, saprofytů), jaká zásadní a nezbytná kritéria pro ně musejí platit jako definice? Uvažujeme-li, že hlavním ekofyziologickým prospěchem a důsledkem masožravosti je příjem minerálních živin nezbytných pro růst z kořisti, pak soubor kritérií masožravého syndromu může být následující: chytání kořisti ve speciálních pastech, zabíjení chycené kořisti, trávení kořisti jakýmkoli mechanismem, příjem metabolitů (živin) z usmrcené a natrávené kořisti, využití získaných metabolitů k růstu a vývoji. Těchto pět kritérií platí pro všechny masožravé rostliny bez výjimky. Protože zřejmě všechny rostliny jsou schopny přijímat organické látky z půdy (např. z mrtvých živočichů), první dvě kritéria o chytání kořisti pastmi aktivně zabíjejícími kořisti rozlišují ty masožravé od saprofytických. Obecně se uznává, že některé druhy masožravých (např. heliamfory – rod *Heliamphora*) mohou také trávit kořist bez sekrece vlastních trávicích enzymů, společ-

hajíce se pouze na enzymy pasťových komenzálů (spolustolovníků) jako trávicích mutualistů. I účinek autolýzy mrtvých tkání kořisti byl vždy opomíjen, a tak i tento proces by mohl hrát značnou úlohu při trávení v pastech bez vlastní enzymové sekrece. Tak či tak, každá past musí disponovat trávicími mechanismy, protože trávení kořisti je nezbytné u všech druhů.

Juniper a spolupracovníci a po nich i mnoho dalších autorů ale uvádějí také kritéria lákání kořisti a její záchyt. Dnes je však možné říci, že tato dvě dodatečná kritéria neplatí vždy – lákání kořisti bylo dosud potvrzeno pouze u části druhů a většiny rodů, ale u několika rodů se zřejmě nevyskytuje. Kromě toho záchyt kořisti blízko ústí pasti vlivem lákání s cílem zvýšit pravděpodobnost následného ulovení může nastávat jen u druhů s konvicovitými pastmi a u mucholapky. Můžeme tedy tato kritéria považovat za „technické novinky“ pastí, které pouze zvyšují účinnost chytání kořisti, ale nejsou nezbytné k masožravosti.

V analogii s parazitickými rostlinami pro rozlišení funkčních podskupin navrhl Daniel M. Joel (2002) pojem holokarnivorie pro „tvrdé jádro“ masožravých druhů tvořících vlastní trávicí enzymy (rody *Aldrovanda* – mucholapka, rosnatka, rosnolist – *Drosophyllum*, tučnice – *Pinguicula*, bublinatka, lácokvka) na rozdíl od hemikarnivorie pro rostliny, které je postrádají (rody *Darlingtonia*, heliamfory, *Brocchinia*, chejlava). Barry A. Rice (2011) tu druhou skupinu nazval parakarnivorní. Protože však diverzita ekologických vztahů ohledně trávení kořisti je mnohem širší, dodatečná klasifikace může spočívat na způsobu získávání živin z kořisti nehlédě na trávicí enzymy. Všechny masožravé rostliny s výjimkou dvou druhů chejlav získávají živiny z natrávených těl kořisti přímo – takový typ masožravosti se označuje jako přímý (Adamec 2011). Africké chejlavy chytají spoustu kořisti, ale netráví ji. Na rostlinách „přilepenou“ kořist vysávají dva druhy dravých ploštíc klopoušek rodu *Pameridea*, které tak fungují jako trávicí mutualisti. Tyto ploštice se přizpůsobily k běhání po lepivých listech chejlav a vyskytují se pouze na nich. Jejich trus také zůstává na rostlinách, které z něj dokážou přijímat minerální živiny přes kutikulární póry na povrchu epidermis. Minerální živiny tedy nejsou získávány z těl ulovené a usmrcené kořisti, ale přes výkaly ploštíc jako prostředníky trávení – vyhovují však stále definici pro masožravé rostliny; tento typ se označuje jako nepřímý.

Je omezena schopnost lovit malé živočichy, trávit je a přijímat z nich živiny pouze na masožravé rostliny? George G. Spomer (1999) sledoval proteázovou aktivitu na povrchu listů u 19 druhů severoamerických nemasožravých rostlin s lepivými žláznatými listy rostoucích na préríjních loukách a zjistil ji u 15 druhů včetně bramboru. Pomenoval tyto druhy protokarnivorní. Dva druhy sledované na příjem organického uhlíku ze značeného proteinu ho dokonce přijímaly svými listy. Můžeme říci, že tisíce druhů cévnatých rostlin s lepivými žláznatými orgány na celém světě mají schopnost trávit potenciální drobnou kořist a přijímat z ní živiny. Tato podskupina je tedy široká a nejednoznačná. Většina zástupců navíc roste na poměrně úrodných půdách



1 Vodní masožravá aldrovandka měchýřkatá (*Aldrovanda vesiculosa*) je nejbližší příbuznou mucholapky (*Dionaea*) a má také lapací pasti. Zde subtropické rostliny z Nového Jižního Walesu z východní Austrálie, jejichž část překvapivě vytváří i při pěstování v teple dormantní turiony (zimní pupeny), zatímco ostatní rostou nepřetržitě. Na obr. dozrávající turiony **2** V posledním desetiletí přibývá prací, v nichž je používána jako model studia masožravosti rostlin mucholapka podivná (*D. muscipula*). Snímky L. Adamce

a jejich lepivé žláznaté orgány s proteázovou aktivitou se zřejmě vyvinuly jako obrana proti malým bezobratlým herbivorům anebo mikrobiálním patogenům – u masožravých rostlin pro to už existují spolehlivé molekulárněgenetické důkazy. Občasné chytání velmi jemné kořisti je kromě toho ekologicky zanedbatelné pro minerální výživu protokarnivorních rostlin. Proto Bartosz J. Płachno a kol. (2009) stanovili doda-

tečné ekologické kritérium, že chytání kořisti a příjem živin z ní „musejí být ekologicky významné pro rostliny v přirozených podmínkách a musejí opatřit podstatný podíl jejich sezonní potřeby N a P.“ Z tohoto hlediska nemohou být považovány za masožravé rostliny např. druhy australského protokarnivorního rodu *Stylidium* (*Stylidiaceae*), vyznačující se vzácným chytáním kořisti omezeným na květenství (Darnowski a kol. 2006).

Masožravost představuje pouze jednu z ekologických strategií rostlin na zamokřených nebo vodních a minerálně chudých stanovištích, jejíž nezbytnou (a často přehlíženou) součástí je pomalý růst terestrických druhů. Z mnoha přístupů jasně vyplývá, že množství chycené kořisti a účinnost jejího využití patří mezi zásadní faktory určující ekologickou prospěšnost (benefit) masožravosti v přírodě, a proto všechny existující druhy maximalizovaly oba tyto faktory v poměru s „náklady“ na ně vynaloženými. Nabízí se navíc i zcela opomíje-

ná otázka, do jaké míry mohou být zbytky strávené kořisti (které stále obsahují např. množství dusíku) druhotně využity po odumření pastí – pasti s kořisti se na vlhké půdě rychle rozloží a mohou rostliny hnojit přes kořeny. Význam této druhotné cesty příjmu živin z kořisti nebyl zatím stanoven.

Masožravé rostliny tvoří zvláštní ekologickou funkční skupinu (stejně jako ponořené rostliny, paraziti, sukulent, epifyty, liány ad.), k jejímž studiu se používají i zvláštní metody. Nabízí se obvyklá otázka, do jaké míry (a zda vůbec) dávají ekofyziologické poznatky získané pro specializované masožravé druhy obecnou výpověď pro ty nemasožravé, které jsou nesrovnatelně více v zájmu biologů. Jak jsme již uvedli, ekofyziologické procesy u masožravých rostlin nejsou výlučné a unikátní, ale vyskytují se v celé rostlinné říši. Proto studium jejich ekofyziologie podporuje srovnávacím způsobem i znalost nemasožravých rostlin.

Použitá literatura uvedena na webu Živy.

Zuzana Tomanová

Království přírody Vincence Bittnera

Výtvarné umění a přírodní vědy v sobě propojila výstava **Království přírody Vincence Bittnera**, prezentující část z kolekce 442 Bittnerových děl uložených v Městské galerii Litomyšl. Výstava probíhající od 3. prosince 2016 do 5. února 2017 v domě U Rytířů v Litomyšli představila veřejnosti v širším kontextu dílo doposud neznámého autora obrazů cizokrajné fauny a flóry, ve Vídni žijícího litomyšlského rodáka Vincence Bittnera (1794–1866).

Narodil se Antonu Bittnerovi (1743–1826) a jeho ženě Regině, rozené Žlutické (1751 až 1848). Anton Bittner byl povoláním perníkář a od r. 1791 také jeden ze tří nepřímých „reprezentantů“ Litomyšle majících na starosti zejména městské hospodářství. S Reginou byli sezdáni v r. 1772 v Ústí nad Orlicí a žili v domě na dnešní

ulici Boženy Němcové čp. 147. Narodilo se jim celkem 14 dětí, z nichž pouze 8 se dožilo dospělého věku. Je zajímavé, že hned tři sourozenci – Johann, Norbert a Vincenc – se věnovali výtvarnému umění.

Johann (Jan) Bittner (1779–1853) se po studiích architektury (od r. 1803) a krajinářství (od r. 1806) na vídeňské Akademii



1 Mučenka *Passiflora serratifolia* na kresbě od Vincence Bittnera pocházející z první poloviny 19. stol. Latinský název jí dal jezuit – nápadný květ jim připomínal umučení Ježíše Krista. Do Evropy se dostala z Ameriky díky barokním misionářům, dnes se pěstuje jako okrasná rostlina.