

přírodovědecký časopis

vesmír

NOVÝ
DESIGN

10

2003

ročník 82 (133) • první číslo vyšlo roku 1871

cena 79 Kč (pro předplatitele 56 Kč)

PEKELNÉ KONVE

BOBŘI
V ČECHÁCH

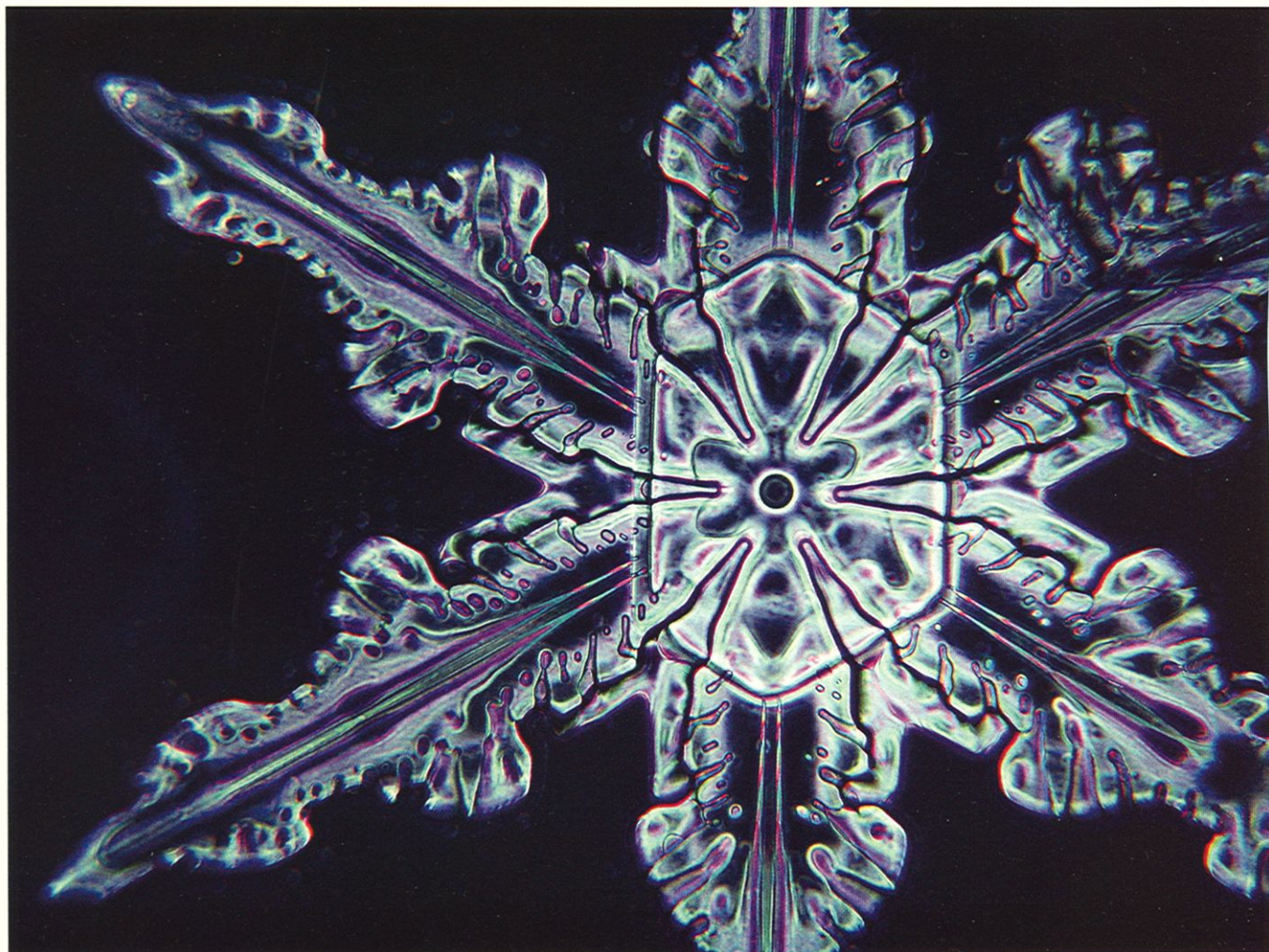
LABE MEZI
STŘEKOVEM
A HŘENSKEM

ČESKÉ
PIVO

TADEÁŠ
HAENKE



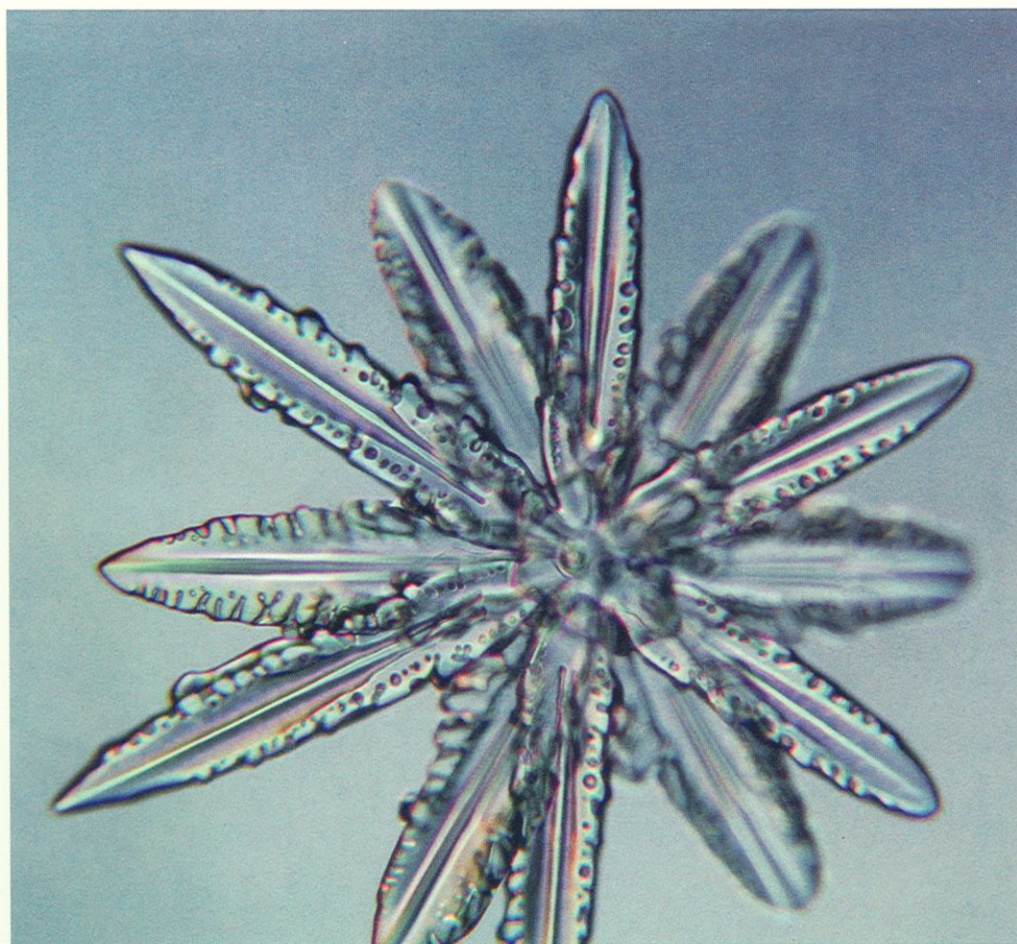
9 770042 454062 10



VĚDA POD OBJEKTIVEM

Nahoře: Dokonale vyvinutá šesticípá hvězdice ledových krystalků (Nomarského diferenciální interferenční kontrast, zvětšení 130×). Dole: Srostlice dvou spojených šesticípých ledových hvězdic (dendritů), které jsou vůči sobě pootočené (negativní fázový kontrast, zvětšení 125×). K článku J. Bednáře na s. 583, snímky © Josef Reischig, digitální zobrazení pomocí kamery DP50 a mikroskopu OLYMPUS AX70 Provis.

Na obálce: Samčí květenství masožravé rostliny *Nepenthes weilardii*. Kvetení tohoto druhu není (na rozdíl od většiny ostatních příslušníků rodu) omezeno na určité období. Zatímco jedna rostlina začíná kvést, vedlejší již uvolňuje ze semeníků zralá semena. Masiv Mont Panie, Nová Kaledonie. Snímek © Miloslav Jirků



Sopka Gunung Singgalang (2877 m) převyšuje okolní vrcholy pohoří Barisan. Právě poblíž vrcholu Gunung Singgalang sbíral Odoardo Beccari v 19. století typové exempláře *Nepenthes singalana*, jedné z prvních horských láčkovek Sumatry objevených Evropany.
Snímek © Tomáš Grim

BOTANIKA

Jak fungují

TOMÁŠ GRIM
MILOSLAV JIRKŮ

„pekelné konve“

Adaptace masožravých láčkovek

Ačkoli můžete jedny z nejzajímavějších masožravých rostlin – láčkovky (r. *Nepenthes*) – vidět ve sklenících téměř každé botanické zahrady, vědci do jejich života pronikají až v posledních letech. Celkem 86 druhů¹ se vyskytuje od Madagaskaru po Novou Kaledonii a od severovýchodní Indie a jižní Číny po severní Austrálii (centrem výskytu jsou Borneo a Sumatra). Většina oblastí tohoto rozsáhlého areálu zůstává prozkoumána jen chabě (např. Sumatra), což je škoda – život „pekelných konví“ je fascinující.

Láčkovky jsou dvoudomé liány dosahující délky až kolem 20 m. Kořenují v zemi, jen několik málo druhů, převážně ve vyšších nadmořských výškách, je epifytických. Rostou na stanovištích s dostatkem slunečního svitu a vysokou vlhkostí vzduchu. Samotné lapací orgány – láčky – vznikly během evoluce přeměnou listové čepele, kdežto dnešní „čepel“ je druhotně modifikovaný řapík. Svinutí a srůst listu do kornoutu je nejspíš dost jednoduše řízený děj, protože se u běžných rostlin s plochými listy občas přihodí jako „chyba v programu“, známe to třeba u našich lip.

Svou kořist láká láčkovka jednak svým vzhledem (některé láčky jsou pestře zbarvené, s různou kresbou), jednak chemicky. Vábnou vůni vydávají především sekrety pachových

a nektarových žlázek, které se vyskytují na víčku a kolem obústí, v malém množství i na listech a stoncích. Druhotně se jako atraktant uplatňuje i pach kořisti rozkládající se v konvici. Předpokládá se, že také samotná aktivita hmyzu vábeného láčkami může přilákat další kořist, která by jinak neměla důvod láčky navštěvovat, například pavouky, kudlanky, zákeřnice (Reduviidae), nebo dokonce žáby, ještěry a drobné savce (viz rámeček na této straně). Nachytný hmyz (hlavně mravenci), pavouci a další kořist poskytují rostlině živiny, kterých je v neúživném tropickém deštivém lese v důsledku rychlého vymývání a příjmu ostatními rostlinami nedostatek. Dolní baňkovité láčky ležící na substrátu jsou rozpoznatelné podle nápadných zubatých „křídél“. Jejich funkce bývala tradičně vysvětlována tím, že dovedou hmyz k příčně žebrovanému

Tomáš Grim, Ph.D., viz
Vesmír 82, 437, 2003/8.

Mgr. Miroslav Jirků
(1979) vystudoval
Přírodovědeckou fakultu
UP v Olomouci. V Ústavu
parazitologie na Veterinární
a farmaceutické univerzitě
v Brně se v rámci
postgraduálního studia
zabývá zejména biologii
kokciidií.

1) Současný stav k dnešnímu dni
– nové taxony jsou objevovány
bezmála každý rok.

Velikostní rekord kořisti je pták zvící holuba, který byl kdysi nalezen v jedné láčce (a láčka právě odumírala, neboť se přejedla). Články o láčkovkách jeden od druhého opisují, že to byl přímo holub. To by snad, aspoň na úrovni čeledi nebo řádu měkkozobých, bylo biogeograficky možné, ale čert těm cestovatelům věř! Jak to asi reálně v terénu vypadá? Dokážeme si představit, že příslušný objevitel nahne konvici, z níž stoupá puch obzvlášť ohavný, a z ní vyhrkne něco úplně příšerného, slizký žvanec peří. Opatrně nakopnut špičkou boty: „No... holub. Byl to holub, dejme tomu.“
Jiří Sádlo



Horský mlžný les ve výšce přibližně 2500 m nad mořem na západním úbočí hory Gunung Talang, na nějž je vázána většina horských láčkovek. Jeho rozšíření je závislé na horizontálních srážkách z oblaků, které ve výškách 2000 až 3000 m po celý rok zahalují hory západní Sumatry. Výskyt terestrických láčkovek (většina druhů) je zpravidla omezen na malé osluněné plošky vzniklé sesuvem půdy či pádem stromu.

hladkému obústí. Tradovalo se také, že křídla horních láček jsou podstatně redukována kvůli tomu, že k horním konvicím hmyz přilétá. Výsledky experimentu však ukázaly, že odstranění „naváděcích“ křídel nemá na zachycení kořisti významný vliv. Skutečný důvod, proč se křídla vyvinula, zůstává záhadou (viz rámeček na této straně). Ať už je funkce křídel jakákoli, osud hmyzích obětí v horních láčkách je stejný jako v láčkách dolních.

Po hladkém obústí kořist uklouzne a spadne do tekutiny vyplňující až polovinu konvice. Pokud se hmyz rovnou neutopí a začne lézt po stěně konvice nahoru, obalí se mu přísavky na chodidle jemnými voskovými šupinkami, což mu – spolu s převislým okrajem obústí – zabrání v dalším pokusu o útek.

Láčkovka pak stojí před problémem jak využít živiny obsažené v kořisti. Funkci če-

listí, zubů a žvýkacích svalů jí obstarají symbiotické organizmy. Nejprve nastoupí larvy komárů a jiných dvoukřídlých, které kořist „naporcují“. Poté se do trávení zapojí mikroorganizmy, a produkty jejich trávení pak již hostitelská rostlina vstřebá sama. Tekutina v lácce je vysoce viskózní a kyselá (pH 1,9 – 5,9). Vysoká kyselost i proteolytické enzymy, které rostlina produkuje, slouží pouze k trávení kořisti, nikoli k jejímu usmrcení – kořist se utopí, vyhladoví nebo zahyne vyčerpáním po marných pokusech uniknout. Na rozdíl od jiných stojatých vodních zdrojů tekutina v lácce nehnije, a navíc je vysoce prokysličená. Čím je to způsobeno? Chloroplasty jsou rozloženy nerovnoměrně, buňky na vnitřní straně láčky mají podstatně vyšší obsah chloroplastů než na straně vnější. Kyslík jakožto odpad fotosyntetických procesů pak uniká přednostně do láčky a ne do okolního prostředí.

Láčky nejsou zrovna efektivní pastí – např. z mravenčích návštěvníků láčkovky jich skončí v trávicí tekutině jen 0,3–1,3 %. Paradoxně ale právě neefektivnost pastí je základem úspěchu masožravých láčkovek – kdyby byla úspěšnost lapání mravenců sto procentní, skončili by v lácce všichni průzkumníci, kteří dorazí jako první, ale nebylo by čím přilákat další mravence (průzkumníci vyrábějí pachovou stezku mezi zdrojem potravy a mravenišťem). Vzhledem k tomu, že průzkumníků je poměrně málo oproti počtu dělníků, kteří mohou láčku navštívit, jestliže alespoň někteří průzkumníci přežijí, je vlastně malá efektivnost lovu v konečném důsledku výhodou.

Přestože většina láčkovek získává živiny převážně z „ulovených“ bezobratlých, vznik-

JAK TO S TĚMI KŘÍDLY LÁČKOVEK VLASTNĚ JE?

Našince nad tím napadají čtyři věci:

- Že něco „zůstává záhadou“? Inu, to je běžné a podezřelé klíší. Takhle si většinou dramatisujeme realitu, abychom pokus, který se nám nepovedl, aspoň nějak publikovali. Zůstává to záhadou, tj. zajisté se statisíce vědců třesou na objasnění zásadního problému, proč že má láčkovka křídla.
- Stejnou záhadou je ovšem tvar listů rostlin vůbec. Leccos se o tom už ví (o tom až jindy), ale přesto pohoříme, budeme-li chtít funkčně vysvětlit třeba evidentní tvarový rozdíl v listech našich javorů a dubů. Vlastně právě láčkovky a podobné masožravky jsou jedny z mála rostlin, u nichž dokážeme tvar listu aspoň nějak funkčně vysvětlit.
- Za testovatelnou úvahu by možná stála stabilizační funkce křídel. Visuté láčky se mohou aktivními pohyby úponků narovnat, jsou-li převrženy, kdežto láčky ležící na zemi už o tuto možnost přicházejí.
- Podobná křídla mají na lodyhách např. četné naše bodláky a pcháče, o ostropsu nemluvě (rody *Carduus*, *Cirsium*, *Onopordon*). Různě dlouhá, široká, v různém počtu, různě moc trnitá. Obstojí vůbec jakékoli funkční vysvětlení?

Jiří Sádlo



la přinejmenším u některých druhů neobvyklá alternativní strategie získávání dusíku a dalších živin (viz rámeček na s. 562). V láčkách bornejské *N. lowii*, rostoucí v horách, nalezneme jen mizivé množství hmyzu, zato dostatek ptačího trusu. Ten pochází převážně od strdimilů rodu *Aethopyga*, kteří navštěvují nektarové žlázy na obústí. Bizarní specia-

lizace *N. lowii* pravděpodobně souvisí s tím, že s nadmořskou výškou klesá početnost mravenců (hlavní potravu většiny láčkovek). Další neobvyklá strategie získávání živin se vyvinula u nížinné *N. ampullaria*, rozšířené od jižního Thajska po Novou Guineu, která na zemi vytváří husté koberce soudečkovitých láček se značně redukováným víčkem. Do nich

Vlevo nahoře: Typicky protáhlá horní láčka *Nepenthes spectabilis*, která je endemitem severní Sumatry, kde obývá světliny horských lesů ve výškách kolem 2000 m. Gunung Pangulubao, Sumatra. **Vpravo nahoře:** Jednotlivé druhy láčkovek se v přírodě běžně kříží, na obrázku je horní láčka přírodního hybrida *Nepenthes spectabilis* a *Nepenthes ovata*. Gunung Pangulubao, Severní Sumatra.



Vlevo dole: Drobná *Nepenthes dubia* roste v porostech kapradin nad zónou zapojeného horského lesa na svazích jediné hory, její horní láčky mají redukované víčko a jsou velké pouze několik centimetrů. Gunung Talama, Sumatra. **Vpravo dole:** *Nepenthes tobaica* úspěšně obydlela kulturní krajinu po přeměně původních lesů na políčka a rýžoviště. Jižní úbočí Gunung Pangulubao, Sumatra.



Snímek
© Tomáš Grim



Snímek
© Tomáš Grim



Snímek
© Miloslav
Jirků

Vlevo nahoře: Srovnání horní láčky (vlevo) a dolní láčky *Nepenthes talangensis*, endemita vrcholku hory Gunung Talang.

Vpravo nahoře: Pro horní láčky *Nepenthes inermis* je charakteristická absence obústí a „křidel“. Tato láčkovka je výjimečná epifytickým růstem. Gunung Talang, Sumatra.

Dole: Dolní láčka *Nepenthes vieillardii* s výraznými „křídly“. Vnitřní povrch láčky je tvořen vrstvičkou šupinek kutikuly, jež kořisti zabraňují v útěku.

„lapá“ nejrůznější organický materiál, který je deštěm splachován z okolní vegetace.

Většinou láčky fungují jako gravitační pasti, do nichž kořist pasivně padá. Zajímavá adaptace se vyvinula u *N. inermis*, která je endemitem několika horských vrcholů střední Sumatry. Pasti mají nálevkovitý tvar, zcela chybí obústí a víčko je značně úzké – nemůže tedy chránit obsah láčky před deštěm. Vnitřní povrch láčky je však pokryt vrstvou vysoce viskózní tekutiny, na niž se chycená kořist přilepí a pomalu sklouzává dolů. Vazká tekutina,

Dusík a fosfor? Nejprve – dávno tomu – se myslelo, že masožravým rostlinám jde přímo o bílkoviny kořisti (na způsob Adély večerící bítteky). Pak se to svedlo na dusík a na fosfor, a toto vysvětlení se od té doby traduje. To by znamenalo, že když dáme masožravým rostlinám bezmasou dietu, začnou brzy chátrat – dusík a fosfor jsou přece pro život rostliny zásadní prvky. Ukázalo se však, že to nejde tak rychle. Teprve po mnoha generacích začnou produkovat semena se sníženou klíčovostí a málo vitální potomstvo. To ukazuje, že těmto rostlinám jde o něco jiného – o stopové prvky, které jsou v malém množství potřebné zejména v semenech. Mravenec tedy položí život pro trošku (třeba) vanadu nebo molybdenu, které jsou v neúživném tropickém deštném pralese zbožím mnohem úzkoprofilovějším než zmíněný dusík a fosfor. Jiří Sádlo



Snímek
© Tomáš Grim



Snímek
© Tomáš Grim

Vlevo nahoře: Koberec láček *Nepenthes ampullaria* na povrchu substrátu zachycuje organický materiál padající z okolní vegetace.

Vpravo nahoře: Na stoncích *Nepenthes ampullaria*, jež se ze dna lesa šplhají do korun menších stromů (tam kvetou), se někdy objevují také visuté láčky.

Vpravo dole: *Nepenthes madagascariensis* (na snímku) z Madagaskaru byla první objevenou láčkovkou (popsána 1798).

jež se dešťovou vodou neředí, spolehlivě zabraňuje vyplavení kořisti. Tekutina na stěnách je tak viskózní, že po naklonění láčky vytvoří i několikametrový provazec. *N. inermis* tak jako jediná z celého rodu do značné míry opustila systém padací pasti a zkombinovala jej se strategií lapání kořisti na lepivý povrch, která je běžná u jiných skupin masožravých rostlin.

V láčkách se vyskytuje řada organizmů, z nichž některé se na kořisti láčkovek přizívají, jiné jsou dokonce predátory těchto přizivníků. V konvicích se vyvíjejí larvy komárů, pakomárů a much, dále zde nalezneme pavouky, kraby (*Geosesarma malayanum*), roztoče, housenky motýlů či pulce.

Snad nejzajímavějším obyvatelům konvic je běžníkovitý pavouk *Misumenops nepenthicola*. Jeho nejčastějšími hostiteli jsou *N. rafflesiana* a *N. gracilis*. V každé láčce žije jen jeden jedinec (běžník byl nalezen asi ve 20% konvic). Během svého života se jedinci stěhují z jedné láčky do druhé, protože žijí mnohem déle než samotné láčky.

Specializace na život v láčce může být absolutní. Např. mravenec *Camponotus schmitzi* si staví hnízda pouze ve ztlustělých úponcích bornejské láčkovky *N. bicalcarata*. Dělnice spolupracují při získávání kořisti z láčky tak, že některé vytvářejí ze svých těl živý žebřík, po němž ostatní vytahují kořist nahoru. Mravenci oblaflí všechny lovecké adaptace láčkovek – drze se potápějí za kořistí do trávicí tekutiny.



Snímek
© Pavel Hošek