

včetně hořců a hořečků, jsou vojenské výcvikové prostory (VVP). Na neodvodněných bezkolencových loukách (svaz *Molinion*) např. ve VVP Boletice nebo Hradiště se stále ještě udržely životaschopné populace hořců hořečniců a sušší kopce a stráně poskytují domov hořečkům. V posledním desetiletí intenzita armádních aktivit polevila, a tak se stává zajímavým tématem k zamyšlení, jaké činnosti oblíbené dnešními uživateli krajiny do původně vojenských území vpustit. Škála moderních drobných disturbancí počínaje trasami pro čtyřkolky nebo terénní auta a konče třeba stezkami pro jízdu na koních může být velmi pestrá. Jejich umožnění

a sladění s potřebami vzácných druhů znamená jistě ochrannou výzvu.

Na straně druhé je pravdou, že převážná část hořcových a hořečkových populací zůstala pouze maloplošná a fragmentovaná. Naprostá většina z nich se bez pravidelného a na finančních prostředcích závislého obhospodařování neobejde. Jde ale o přírodní a kulturní dědictví. Pozůstatky historie našich předků. Větší populace hořců a hořečků lze přirovnat ke gotickým chrámům a kostelům, menší populace ke kapličkám, božím mukám a pomníčkům, které se dosud zachovaly v krajině. Některé musely rozvoji ustoupit, jiné však obnovujeme, chráníme. Stejně tak můžeme

chránit hořce a hořečky. Jen musíme mít na paměti, že jde o živé organismy, které kromě našich přání podléhají zákonům přírody. A že nejsou schopny přežít na zcela izolovaných malých lokalitách, že musíme zajistit dostatečný počet, velikost a rozmanitost jejich populací.

*Současný výzkum a revize lokalit jsou financovány projekty GA ČR 14-36098G a MŠMT CZ.1.05/1.1.00/02.0073. V minulosti byl výzkum podpořen Juniorským grantem GA AV ČR B6141910 a projekty FRVŠ 1281/2002, FRVŠ 1K03011.*

Použitá literatura uvedena na webu Živý.

Hana Mašková

## Trichomy – jedna z adaptací suchomilných rostlin

**Pro život suchozemských rostlin je hlavním limitujícím faktorem dostatek vody a slunečního světla pro fotosyntézu. Sluneční paprsky ale přináší kromě fotosynteticky aktivního záření o vlnových délkách 400–700 nm celé spektrum záření, včetně infračerveného (760 – 1 000 nm), které rostlinu ohřívá. Voda se tak z povrchu rostliny vypařuje víc, než je nezbytně nutné pro fungování jejího metabolismu (ztráty vody průduchy, jimiž rostlina přijímá oxid uhličitý pro fotosyntézu). Přesto se však některé rostliny přizpůsobily životu na teplých a zároveň suchých stanovištích. Článek vychází z práce, která vznikla v r. 2011 v rámci Středoškolské odborné činnosti na Gymnáziu Botičská v Praze.**

Pro tyto rostliny se užívá termín xerotermyty, jenž není přesně definován a týká se vždy druhů nejteplejších a nejsušších míst dané oblasti. Je známo, že průměrné teploty vzduchu značně ovlivňuje nadmořská výška. Území, kde převažuje teplomilná vegetace, tak u nás odpovídá zhruba nížinám a pahorkatinám a označuje se jako termofytikum. Má dvě podoblasti – České (od Doupovské pahorkatiny po východní Polabí) a Panonské (jižní Morava a moravské úvaly). Nicméně xerotermytmi rostou v rámci lokálních podmínek i mimo takto vymezené oblasti. Z ekologického hlediska jde většinou o S-strategy (jsou schopni snášet stres – v našem případě suchu, a osídlují místa s malou konkurencí jiných rostlin). Takových biotopů se vyskytuje v naší krajině poměrně dost, přestože máme v České republice spíše humidní klima (srážky převažují nad výparem a vsakem). Množství vody dostupné na stanovišti totiž kromě průměrných srážek ovlivňuje struktura půdy nebo např. modelace terénu (sklon a orientace svahů). S reliéfem krajiny souvisí také příkon sluneční energie během roku (jižní svahy přijímají až dvojnásobek záření než severní), což výrazně působí na teplotní režim půdy a výpar.

### Přežívání sucha

Pro přežití sucha na výslunných stanovištích se u rostlin vytvořily značně různorodé adaptace. V zásadě je rozdělujeme na funkční (fyziologické) a strukturální (morfologické a anatomické). K funkčním patří především šetření vodou při metabolických procesech (C4 a CAM fotosyntéza), dále se jimi zde nebudeme zabývat, byť se často se strukturálními adaptacemi kombinují (blíže viz např. Procházková a kol. 1998). Na pomezí mezi funkčními a strukturálními adaptacemi stojí poikilohydrie, tedy schopnost rostlin přežít vyschnutí, aniž by došlo k jejich výraznému poškození. Zpravidla jde o bezcévné rostliny, ačkoli druhotně se s tímto jevem setkáváme i u některých cévnatých (např. sleziník routička – *Asplenium ruta-muraria*). Naprostá většina druhů však potřebuje stálý obsah vody ve svých pletivech. Některé extrémně zkrátily vegetační cyklus, rostou a rozmnožují se jen v mezidobích, kdy mají na stanovišti vhodné podmínky, a zbytek roku zůstávají v dormantním stavu. Přežívají-li pouze ve formě semen, označují se jako efemery (např. osívka jarní – *Erophila verna*). Kromě semen mohou vytrvávat i podzemní orgány, takovým rostlinám se říká efemeroidy a z naší květeny k nim patří např.

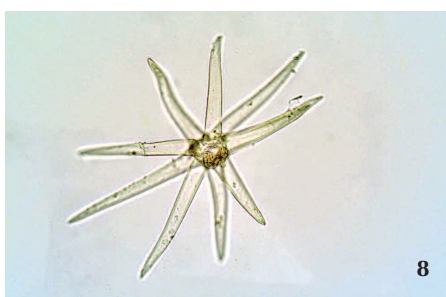
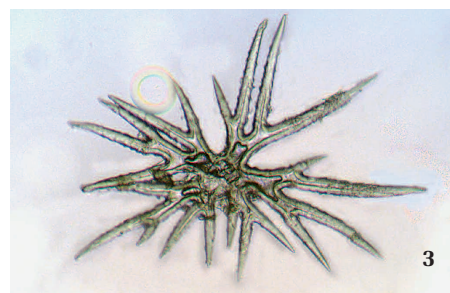
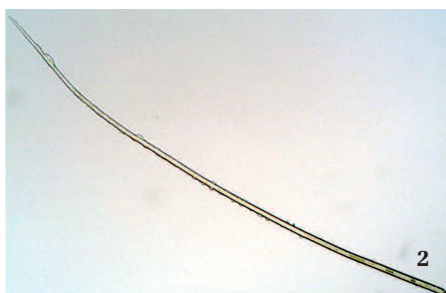
křivavec český (*Gagea bohemica*) nebo lipnice cibulkatá (*Poa bulbosa*).

Všeobecně je život na suchých místech spjat s co nejmenším povrchem těla, z něhož by se voda mohla odpařovat. Více energie pak rostliny investují do tvorby kořenových systémů, aby získaly vodu z půdy, někdy si pod zemí vytvářejí zásobárny v podobě hlíz, cibulí a oddenků. Aby se zmenšil povrch, u některých se listy zahorka skládají nebo svinují (např. u kavyků – *Stipa* a kostřav – *Festuca*). Listy také mohou být různě modifikovány. U sklerofytů jsou úzké a tvrdé, se silnou vrstvou kutikuly; z naší květeny se mezi ně řadí máčka ladní (*Eryngium campestre*). Jiné rostliny vytvářejí dva typy listů, střídají širší a efektivně fotosyntetizující s úzkými xeromorfními pro období sucha. Další možností je i periodický opad listů, který využívají třeba madagaskarské baobaby (rod *Adansonia*). Nicméně pokud trvá suché období dlouho a déšť přichází nepravidelně, je nejvýhodnější redukovat listy. Fotosyntetickou funkci pak přebírá stonek. Nejznámějším příkladem jsou kaktusovitě (*Cactaceae*) s listy v podobě trnů. Kaktusy vyvinuly i další adaptaci – sukulenci, tvorbu dužnatých pletiv s velkými vakuolami pro uchovávání vody. Vznikají buď ve stoncích (kaktusy a některé pryšce – *Euphorbia*), nebo v listech. S několika listovými sukulentami se setkáme i v naší květeně, jde např. o netřesk výběžkatý (*Jovibarba globifera*) nebo rozchodník (*Sedum*).

### Chlupy a jejich funkce

U druhů výslunných stanovišť bývá adaptací přítomnost krycích chlupů (trichomů) na povrchu těla. Jde o deriváty pokožky (epidermis) vzniklé diferenciací. Soubor trichomů na jedné rostlině nazýváme oděním (indumentum) a značně ovlivňuje její vzhled (barvu, lesk). Krycí trichomy jsou tvořeny zpravidla mrtvými buňkami obsahujícími vzduch. Díky tomu má rostlina až bílou barvu, která napomáhá odrazu dopadajícího záření a chrání fotosyntetický aparát. Ten není schopen přijímat přemíru fotonů a dochází k degradaci jeho části (fotosystému II). Nejnáchylnější jsou mladé listy, proto je u některých druhů chrání právě trichomy, jako např. u kaliny tušalaj (*Viburnum lantana*).

Trichomy navíc mechanicky zamezují přílišnému výparu, protože snižují proudění vzduchu těsně nad povrchem rostliny. Tenká vrstva vzduchu nad pokožkou si



1 Skalník celokrajný (*Cotoneaster integerrimus*), jehož listy jsou nasopdu hustě porostlé tuhými přitisklými trichomy.

2 U jahodníku trávniče (*Fragaria viridis*) lodyhy nesou husté odění měkkých jednoduchých chlupů.

3 Bohatě větvené hvězdčicovitě trichomy tařice horské (*Alyssum montanum*)

4 Plstnatá šedivka šedá (*Berteroa incana*) má hvězdčicovitě, větvené (na snímku) i jednoduché trichomy.

5 Vícebuněčný trichom šalvěje hajní (*Salvia nemorosa*)

6 Škarda smrdutá (*Crepis foetida*). Na jejich lodyhách najdeme světlé odstálé štětinovitě chlupy, na bázi rozšířené.

7 Kandelábrovité trichomy divizny velkokvětě (*Verbascum densiflorum*)

8 Zastoupení hvězdčicovitých trichomů v odění jestřábníků (*Hieracium*) je stěžejním určovacím znakem.

9 Kotvicovitě trichomy hořčíku jestřábníkovitého (*Picris hieracioides*). Snímky H. Maškové

tak zachovává vyšší koncentraci vodních par. Skrz hustou síť chlupů se k listu rovněž obtížně dostávají hmyzí škůdci či kapalná voda z vnějšího prostředí. Nesmáčitostí povrchu svých listů předchází rostlina napadení některými patogeny. Trichomy mohou také chránit před býložravci. Ty inkrustované oxidem křemičitým nebo uhlíčitánem vápenatým jsou pevné a tuhé, tudíž znesnadňují herbivorům konzumaci. Typicky se takto chrání zástupci čeledi brtnákovitých (*Boraginaceae*), např. hadinec obecný (*Echium vulgare*).

Ochrana rostlině poskytuje i jiné typy trichomů (žahavé u koprivy – *Urtica*). Žláznatých chlupů využívají některé druhy

laskavcovitých (*Amaranthaceae*) k ukládání přebytečných solí. Ty se vylučují do vakovitých koncových buněk trichomů, které postupně bobtnají, až vytvoří nad pokožkou neprostupnou ochrannou vrstvu.

Krycí trichomy nabývají různorodých tvarů. Fylogeneticky nejpůvodnější jsou jednobuněčné trichomy, při jejichž vývinu dochází k vyklenutí vnější buněčné stěny pokožkové buňky a nedělí se, pouze rostou. Takové nacházíme u růžovitých (*Rosaceae*, obr. 1 a 2) či bobovitých (*Fabaceae*). Přestože základem byla jedna buňka, mohou se i větvit (obr. 9 a na 2. str. obálky) a vytvářet zajímavé struktury. Typické jsou pro brukvovité (*Brassicaceae*), kde počet ramen kolísá (i v rámci jednoho listu). Mají-li chlupy větší počet ramen (kolem 10), označují se jako hvězdčicovitě, např. u tařice horské (*Alyssum montanum*, obr. 3). V některých případech se nepravidelně větví, jako u šedivky šedé (*Berteroa incana*, obr. 4).

Vícebuněčné trichomy vznikají dělením buňky buď ve vertikálním směru, kdy se vytvoří jednoduché trichomy s přehrádkami (např. u hluchavkovitých – *Lamiaceae*, šalvěj hajní – *Salvia nemorosa*, viz obr. 5), nebo méně často horizontálně (štítkovitě trichomy hlošiny – *Elaeagnus*). I jednoduché trichomy mohou být tvarově rozmanité (uzlíkovitě, zaškrcované nebo růžencovitě).

Některé krycí trichomy se skládají z více zašpičatělých buněk, položených rovnoběžně, které ale mají různou délku; jako např. chlupy máku (*Papaver*) nebo škardy (*Crepis*, obr. 6). Zvláštní typ představují kandelábrovité trichomy divizen (*Verbascum*, obr. 7). Tvoří je řada buněk, z nichž v místech přepážek přeslenovitě vyrůstají zašpičatělé buňky.

## Závěrem

Ve své práci jsem sestavovala atlas krycích trichomů. Pořádila jsem fotografický materiál k 43 druhům z 11 čeledí. Rostliny jsem sbírala na území Prahy, která spadá z velké části do Českého termofytika. Pro zdejší květenu jsou nejvýznamnější skalní druhy a rostliny xerothermního bezlesí. Šlo např. o chráněná území z přírodních parků Prokopské a Dalejské údolí, Šárka-Lysolaje, Drahaň-Troja a Radotínsko-Chuchelský háj.

U čeledí, kde se setkáváme s více typy chlupů, je zajímavé srovnání jejich morfologie a fylogeneze dané skupiny. Např. u brukvovitých odpovídá stavba trichomů vývojovým souvislostem více než morfologie plodů, byť jsou vztahy značně komplexní a větvené trichomy vznikly v rámci této čeledi několikrát nezávisle na sobě (Beilstein a kol. 2006). Podobné studie byly provedeny i u hvězdčicovitých (*Asteraceae*, např. Krak a Mráz 2008). Stavba trichomů a odění jsou proto cenným doplněním ostatních morfologických znaků, zvláště pro těžko rozlišitelné taxony (jako jestřábníky – *Hieracium*, obr. 8). Z velkého souboru dat by se dalo zjistit, kolikrát se jednotlivé typy větvení trichomů vyvinuly nezávisle na sobě (hvězdčicovitě trichomy mají brukvovité, jestřábníky a určité i další rostliny). Také srovnání odění u druhů výslunných suchých stanovišť a jim blízké příbuzných na místech s dostatkem vody by zasloužilo pozornost kvůli poznání, do jaké míry typy trichomů ovlivňují metabolismus rostlin v závislosti na prostředí. Role trichomů od ekologické po taxonomickou má tudíž v životě rostlin a práci botaniků své nezastupitelné místo.

Citovaná literatura uvedena na webu Živý.