

# Masožravé rostliny

řád *Caryophyllales*

Adam Veleba

([184653@mail.muni.cz](mailto:184653@mail.muni.cz))

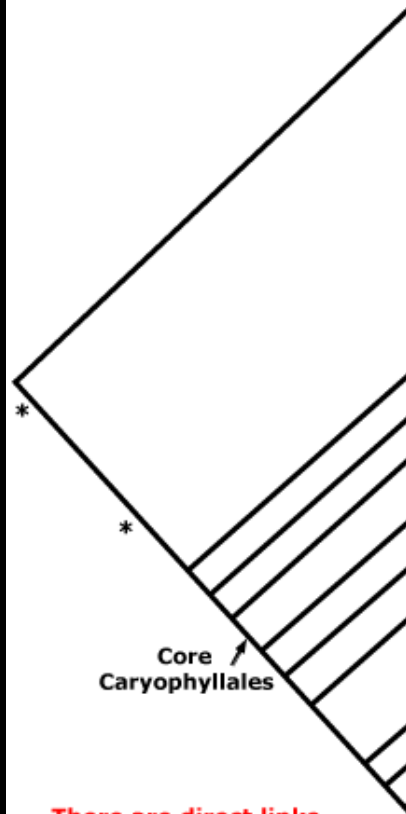
# Caryophyllales

masožravé čeledě

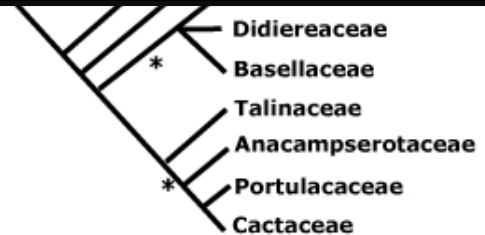
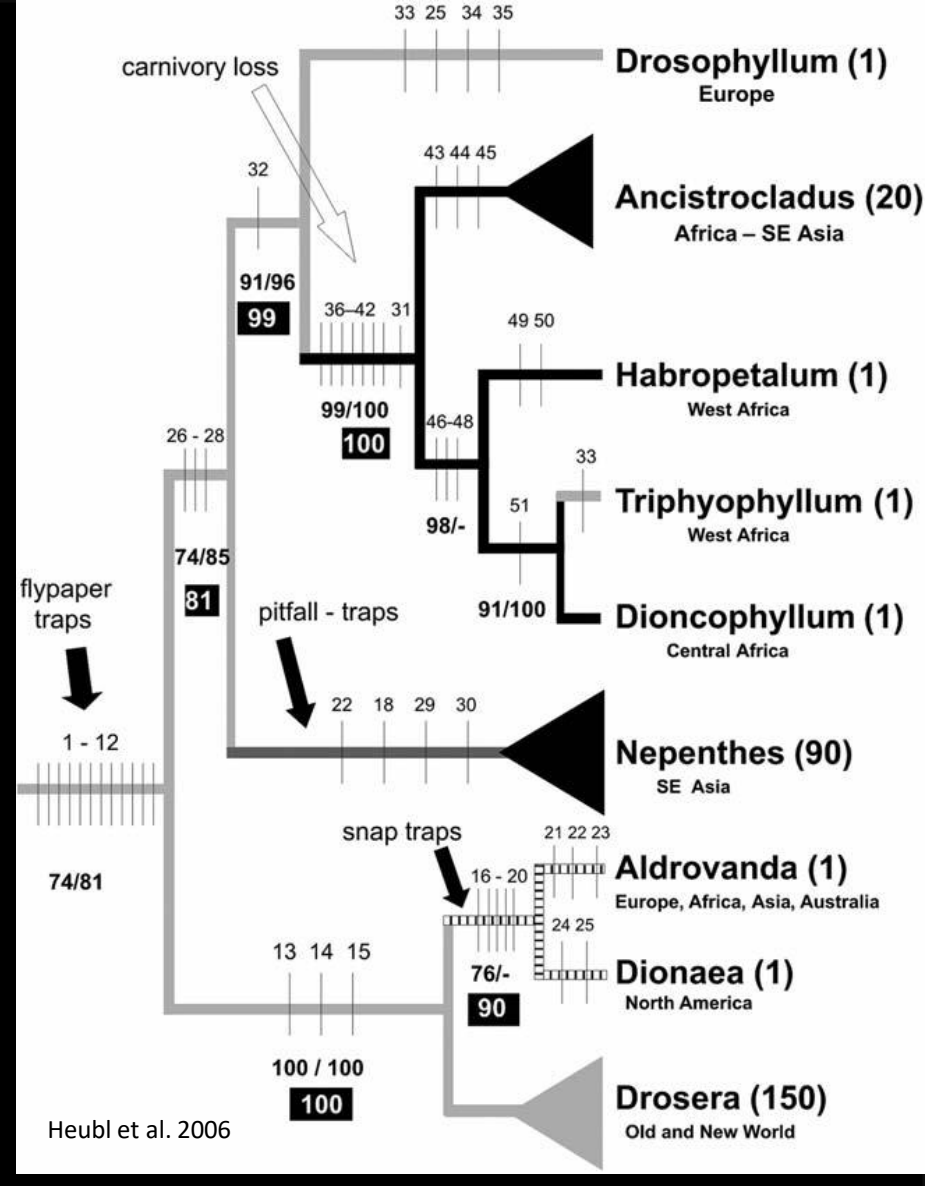


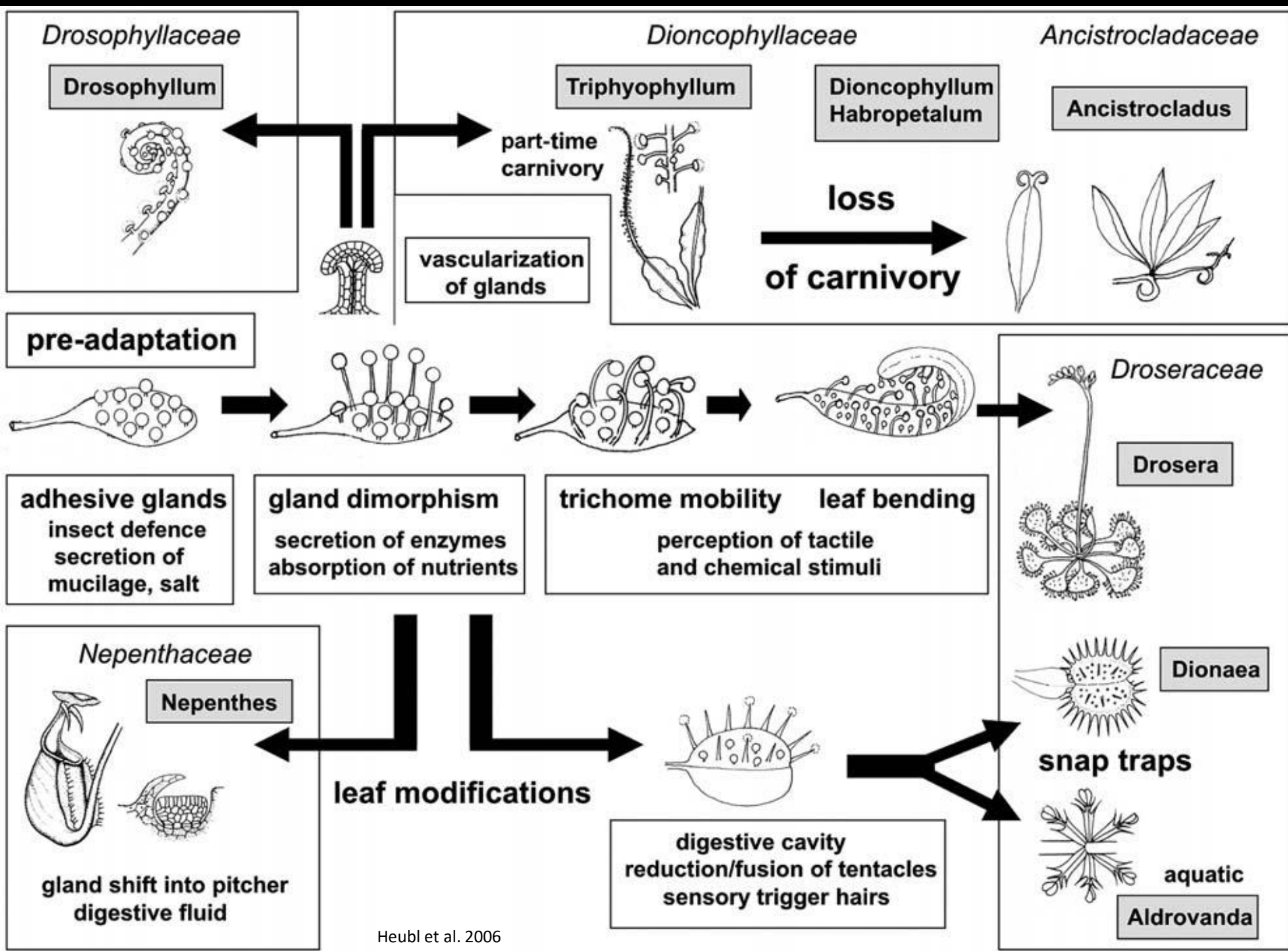
# Caryophyllales masožravé čeledě

\* Denotes nodes with 50-80% bootstrap support; unmarked nodes have >80% support.



There are direct links from all terminal taxa and all internal nodes to the relevant location in the text.





# *Droseraceae*

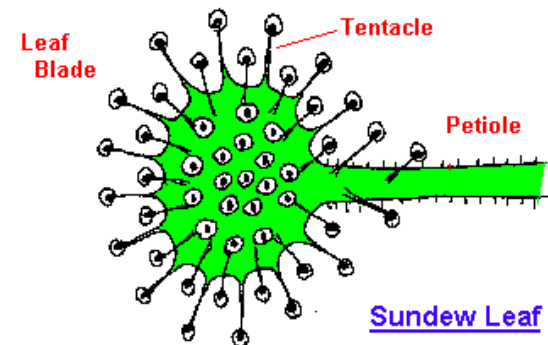
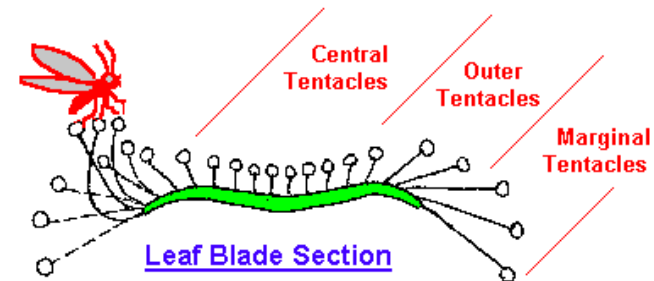
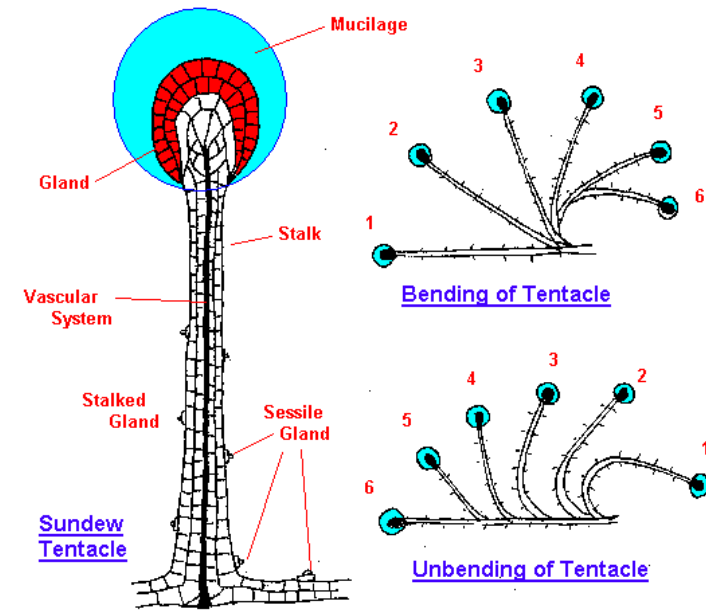
- *Drosera* (pokusy o vydělení *Sondera*, *Freatulina*)
- *Dionaea* (dříve i *Dionaeaceae*)
- *Aldrovanda* (dříve i *Aldrovandaceae*)

# *Drosera*

- Morfologicky pestrý rod, především J polokoule
- Adventní kořeny, někdy nápadně ztlustlé, někdy tvorba hlíz.
- Listy nejčastěji v přízemní růžici, méně často na vystoupavém, poléhavém či popínavém stonku; vyskytuje se circinátní vernace
- Palisty obvykle přítomny, často nápadné
- Čepel vybavena žláznatými mnohobuněčnými emergencemi (tentakule) a drobnějšími přisedlými žlázkami
- Květenstvím je vijan, květy nejčastěji bílé nebo růžové až fialové, pětičetné
- Holokinetické chromozomy;  $2n = 12 - 80$

# Tentakule

- Mají rozlišitelné „tělo“ a „hlavičku“
- Kratší diskální uprostřed listů: produkují sliz i enzymy, pohyb řízený za kořistí
- Poněkud delší interzonální: ne vždy přítomny, produkují sliz i enzymy, pohyb řízený za kořistí
- Dlouhé marginální na okrajích: pohyb pouze do středu listu



## Typy marginálních tentakulí:

1. Typ *D. scorpioides*: hlavička okrouhlá, produkuje sliz, pohyb změnou turgoru
2. Typ *D. burmanii*: hlavička protáhlá, bez slizu, pohyb změnou turgoru, rychlejší
3. Typ. *D. glanduligera*: „snap tentacles“, bez slizu, velmi rychlý pohyb (50-100x rychlejší než předchozí typ), změna tvaru – kombinace změny turgoru a uložené elastické energie?

*Drosera burmanii*  
www.drosophyllum.com



*Drosera burmanii*

*Drosera scorpioides*



[http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=Zzi3XDQs-i0](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=Zzi3XDQs-i0)

*Drosera glanduligera*



[http://www.cpubforum.co.uk/uploader/user\\_uploads/Drosera\\_glanduligera\\_170906.JPG](http://www.cpubforum.co.uk/uploader/user_uploads/Drosera_glanduligera_170906.JPG)



# Polapení kořisti

- lepkavá tekutina (obsahuje vodu, mukopolysacharidy [slizovitost] a malé množství enzymů)
- Kořist svou snahou osvobodit se z lepkavé tekutiny stimuluje (mechanicky i chemicky) marginální tentakule k pohybu, ty ji tlačí do středu listu, kde se k ní přiklání interzonální i diskální tentakule. Vazká tekutina obvykle ucpe tracheje kořisti a ta se udusí.
- Přisedlé žlázy se přidávají k činnosti, produkují další enzymy (peptidázy, fosfatázy a lipázy) a podílí se na vstřebávání živin

# Další adaptace k lapání kořisti

- Modifikace listů:
  - Tvar: delší listy vs. drobné okrouhlé
  - Prostorové umístění: 3D struktura jednoho velkého nebo velkého počtu malých listů, políčka mnoha rostlin
  - Pohyblivost listů, pouze u některých druhů

*Drosera rotundifolia*



*Drosera villosa*



*Drosera binata*



*Drosera filiformis*



*Drosera gigantea*



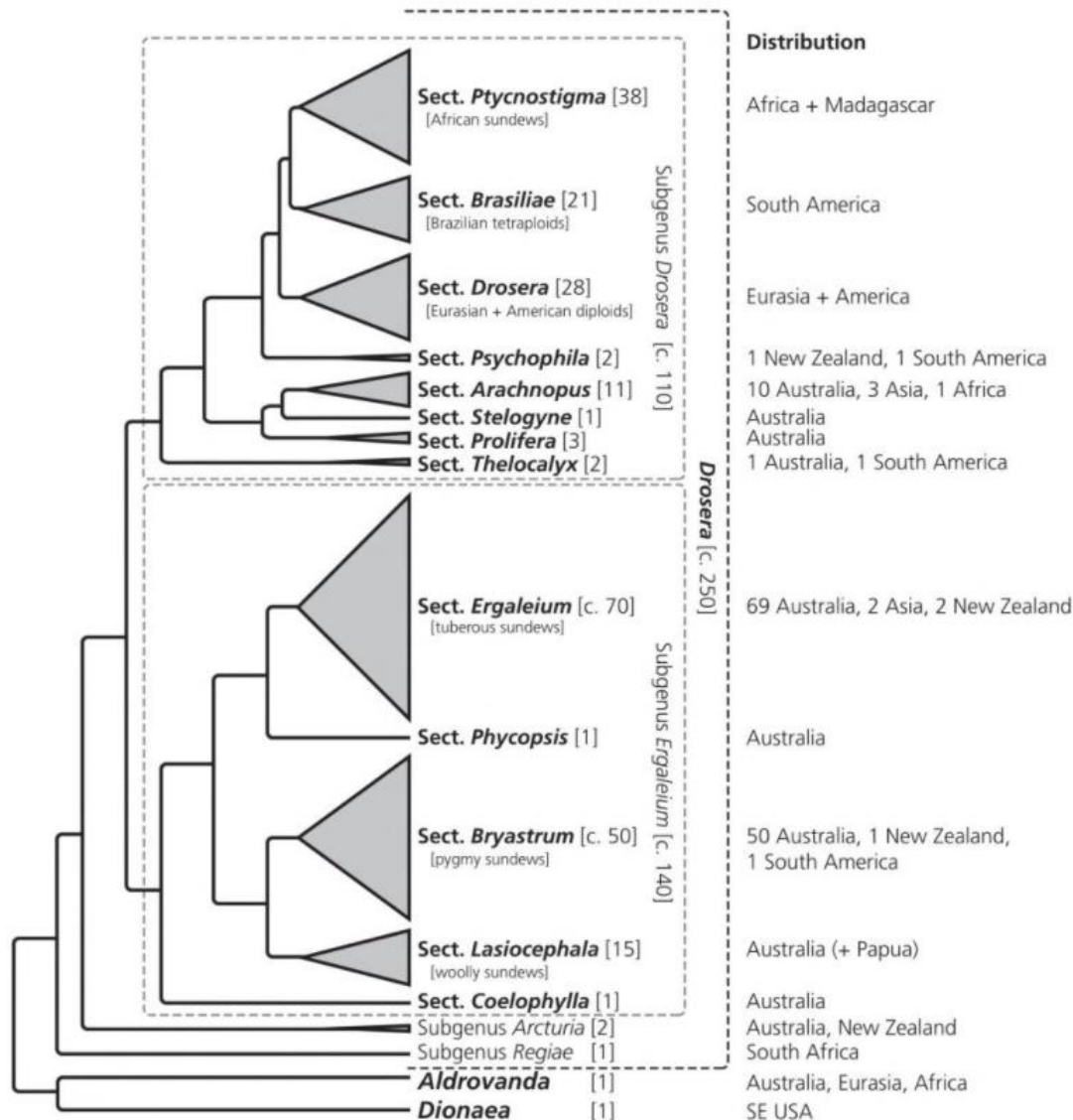
*Drosera binata* var. *multifida* f. *extrema*



**Pohyblivost tentakulí a listů zamezuje únik, vyplavení či krádež kořisti (mravenci) a zároveň zvětšuje trávící plochu a zlepšuje kontakt žlázek s kořistí**



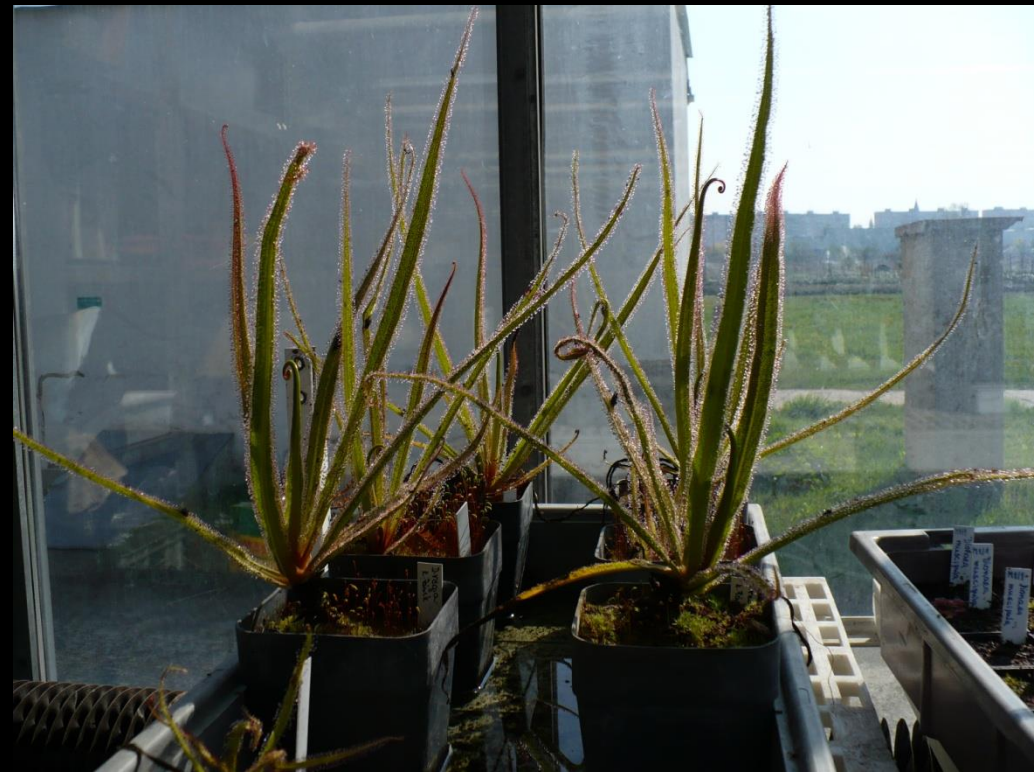
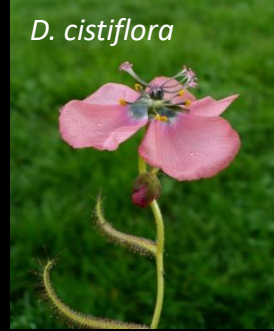
# System a ekologie rosnatek



**Figure 4.2** Simplified cladogram of Droseraceae and the genus *Drosera* based on molecular phylogenetic reconstructions; topology based on Rivadavia et al. (2003, 2012) and Fleischmann et al. (*unpublished data*). Triangle size corresponds to number of species in each clade; species numbers for each monophyletic lineage are indicated in square brackets. Species numbers largely following Lowrie (2013) and Gonella et al. (*unpublished data*). Illustration by A. Fleischmann.

# Subg. *Regiae*

- *Drosera regia* (JAR)
- Patrně nejbazálnější druh rodu, odlišné květy (nálevkovité), pokus o samostatný rod *Freatulina*
- Jedna z největších rosnatek





# Subg. *Regiae*

- *Drosera regia* (JAR)
- Ohrožena zejména absencí managementu (chybí přirozené požáry)
- Update 2016: požár se dostavil, populace se obnovila + 12 nových populací nalezeno 😊



# Subg. *Arcturia*

- *D. arcturi* a *D. murfetii* (polyploid?)
- Horské oblasti  
Nového Zélandu, JV  
Austrálie a Tasmánie



*D. arcturi*

# *Drosera* subg. *Ergaleium*

- Vyskytují se primárně v Austrálii a přilehlých oblastech
- Morfologicky pestrá skupina (přízemní růžice i vystoupavé stonky, jednoletky, trvalky, geofyty...)

## sect. *Phycopsis*

- *Drosera binata* (J Austrálie, Tasmánie, Nový Zéland)
- Variety (*D. binata* var. *Dichotoma* a *D. binata* var. *multifida*) se někdy rozlišují jako samostatné druhy



## sect. *Coelophylla*

- *Drosera glanduligera* (J Austrálie, Tasmánie)
- Drobný jednoletý druh, „snap tentacles“
- <https://www.youtube.com/watch?v=eFShLcxNswk>



# sect. *Bryastrum*

- Tzv. trpasličí rosnatky, cca 40 druhů (J Austrálie, Nový Zéland)



*Drosera barbigera*  
Giant northern form



*Drosera citrina*



# sect. *Bryastrum*

- Suché a horké léto vs. chladná a vlhká zima = vegetace zejm. jaro a podzim, léto dormance, zima produkce gemm



# *Drosera meristocaulis*

- Dlouhověká, pomalurostoucí rostlina (až desítky cm stonek) z Cerro Neblina (J. Am.)
- Morfologicky připomíná trpasličí rosnatky, ale netvoří gemmy
- Fylogeneticky – bazální druh sekce *Bryastrum*





# sect. *Lasiocephala*

- Asi 14 druhů S Austrálie
- Horké a vlhké léto vs. chladnější suchá zima
- Rostliny jsou do jisté míry poikilohydrické, přežívají tak suchou zimou





## sect. *Ergaleium*

- Tzv. hlíznaté rosnatky
- Druhy vystoupavé až plazivé a druhy růžicovité
- Druhy J Austrálie (zejm. JZ), výjimečně větší areál (*D. peltata* agg. až JV Asie)
- Tvorba hlíz je adaptací na mediteránní typ klimatu – suché a horké léto vs. chladnější a vlhká zima



© www.utricularia.de  
*Drosera macrantha*  
Hyden



© www.utricularia.de  
*Drosera macrantha*  
*Drosera pallida*  
Brookton Highway



*D. erythrorhiza*  
(sect. *Erythrorhiza*)



© www.utricularia.net  
*Drosera stolonifera*  
Brookton Highway

# *Drosera* subg. *Drosera*

- Druhy se vyskytují po celém světě (kromě Antarktidy...)

## sect. *Theocalyx*

- Dva druhy:
  - *D. burmanii* (Austrálie, JV Asie)
  - *D. sessilifolia* (Jižní Amerika)
- Oba drobné, krátkověké, obvykle jednoleté
- Rychlé tentakule, ale ne jako *D. glanduligera*



# sect. *Stelogyne*

- Pouze *Drosera hamiltonii* (JZ Austrálie)
- nedělené čnělky (unikum v rodu *Drosera*)



# Sect. *Arachnopus*

- cca 11 druhů jednoletých rosnatek
- Asie, Afrika, Austrálie

*D. indica*



*D. hartmeyerorum*



[http://farm5.static.flickr.com/4104/5063426879\\_0554b6ff55\\_z.jpg](http://farm5.static.flickr.com/4104/5063426879_0554b6ff55_z.jpg)

<http://imageshack.us/photo/my-images/10/p1080626w.jpg/>



*D. hartmeyerorum* – reflexní emergence na listech (lákání kořisti)  
Podobné emergence byly následně objeveny i u jiných druhů rodu *Drosera*.  
[https://www.youtube.com/watch?v=\\_TkGTiqkDIY](https://www.youtube.com/watch?v=_TkGTiqkDIY)



## Sect. *Prolifera*

- tři druhy „pralesních rosnatek“ (Queensland, S Austrálie)
- tentakule s omezenou pohyblivostí, řídké, ne vždy orostené = evoluce od masožravosti?
- trvale vlhké podmínky v podrostu deštného pralesa

*D. schizandra*



[www.auscps.com](http://www.auscps.com)

*D. Schizandra*  
a *D. prolifera*



*D. adelae* – též otevřená stanoviště, mokravé skály apod.



[https://c1.staticflickr.com/3/2070/2351083989\\_06d92afee6\\_z.jpg?zz=1](https://c1.staticflickr.com/3/2070/2351083989_06d92afee6_z.jpg?zz=1)

## Sect. *Prolifera*

- nově popsáný druh *Drosera buubugujin*



Mathieson MT, Thompson SL (2020). *Drosera buubugujin* M.T.Mathieson (Droseraceae, Drosera section *Prolifera* C.T.White), a spectacular new species of sundew from the Cape York Peninsula bioregion. *Austrobaileya* 10(4): 549–557.

# Sect. *Drosera*

- druhy Eurasiie a Ameriky

- zima – hibernakula



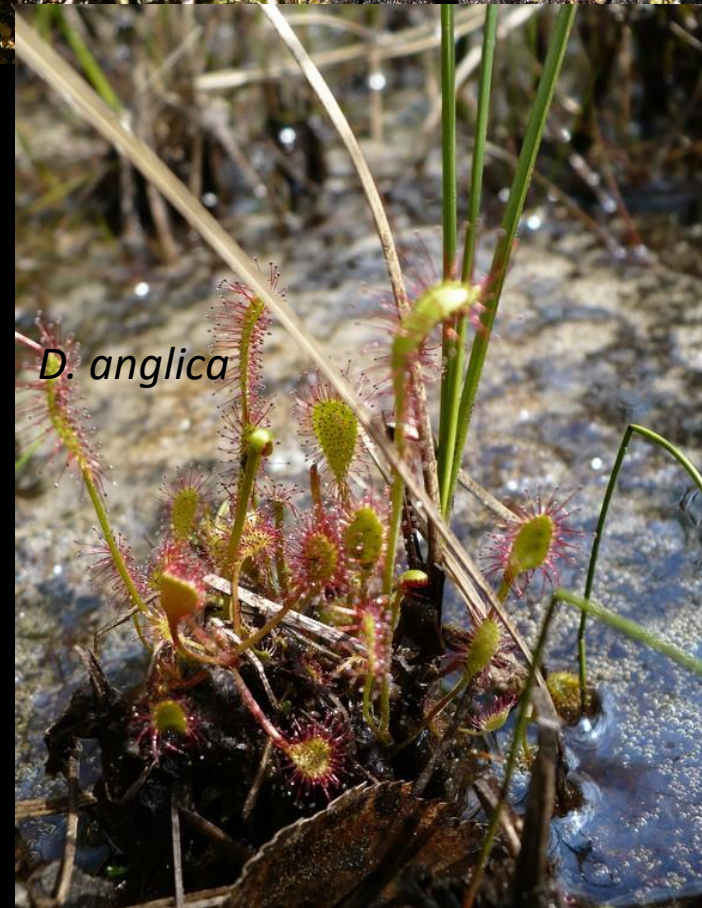
*D. rotundifolia*



*D. intermedia*



*D. linearis*



*D. anglica*

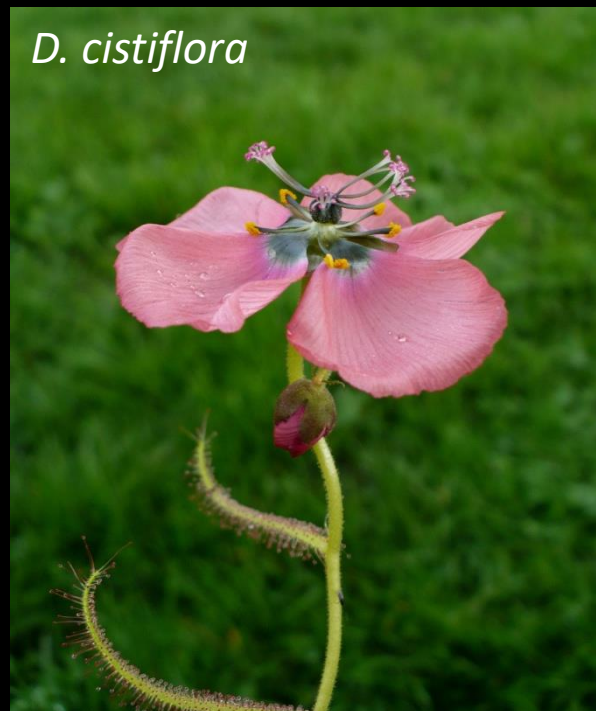
# Exkurze do Žďárských vrchů

přezimovací pupen - hibernakulum



## Sect. *Ptycnostigma*

- Africké rosnatky (zejm. Kapsko)
- někdy letní dormance (ztlustlé kořeny)



# Sect. *Brasiliae*

## Jižní Amerika

- stolové hory

- brazilské savany

„campos rupestres“

(méně páramos či niva Amazonky)

*D. roraimae*



*Drosera amazonica*



*D. schwackei*



*D. graminifolia*



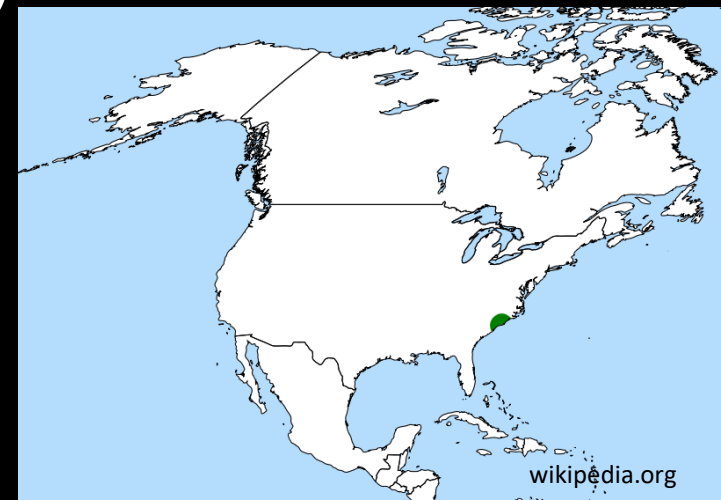
*Drosera magnifica*  
masožravý objev roku 2015  
(„Drosera facebookii“)





# *Dionaea*

- Jediný severoamerický druh - *Dionaea muscipula*
- Relikt subtropických mokřadů východního pobřeží USA (Severní a Jižní Karolína)
- Adventivní kořeny, listy v růžici, báze tvoří cibulovitý útvar
- Čepele metamorfované na lapací orgány (až 4 cm dlouhé), řapík rozšířený (asimilace)
- Jarní vs. letní listy
- Květy bílé, pětičetné, cizosprašné
- Vyšlechtěno mnoho kultivarů



© Kateřina Braunová



© Jiří Vaněk

[http://farm5.static.flickr.com/4065/5144821070\\_fd4311cd91\\_b.jpg](http://farm5.static.flickr.com/4065/5144821070_fd4311cd91_b.jpg)



©Nico59

# *Polapení kořisti*

- Čepel mucholapky je rozdělena na dvě škeblovitě poloviny
- Okraje jsou opatřeny výčnělky a nektarovými žlázkami, na vnitřní ploše pasti najdeme tři páry citlivých spouštěcích chlupů a mikroskopické trávicí žlázky



- Sepnutí pasti je vyvoláno opakovaným podrážděním spouštěcích chlupů v krátkém rozmezí (součet elektrických potenciálů, K<sup>+</sup> ionty)



© Michal Rubeš

- Sepnutí pasti je vyvoláno opakovaným podrážděním spouštěcích chlupů v krátkém rozmezí (součet elektrických potenciálů, K<sup>+</sup> ionty)
- Uzavírání pasti začíná změnou turgoru buněk v žeburu, mechanické napětí pak „překlapne“ konvexně prohnuté čepele do konkávního tvaru



© Michal Rubeš

- Sepnutí pasti je vyvoláno opakovaným podrážděním spouštěcích chlupů v krátkém rozmezí (součet elektrických potenciálů,  $K^+$  ionty)
- Uzavírání pasti začíná změnou turgoru buněk v žeburu, mechanické napětí pak „překlapne“ konvexně prohnuté čepěle do konkávního tvaru



- Past detekuje přítomnost kořisti chemicky (chitináza) a mechanicky (počítá další dráždění citlivých chlupů, signalizace jasmonáty => čím více dotyků, tím více se produkuje enzymů – očekává se větší kořist)
- Další uzavírání pasti probíhá pomaleji „kyselým růstem“ (okyselení buněčných stěn, jejich rozvolnění a následné zvětšení buněk), je dosaženo téměř hermetické těsnosti a kořist je zpracována



[i817.photobucket.com/albums/zz100/thez\\_yo/orchids%20and%20cps/P4090041.jpg](http://i817.photobucket.com/albums/zz100/thez_yo/orchids%20and%20cps/P4090041.jpg)



- Po strávení kořisti se past opět otvírá
- Aby se past mohla po použití vrátit do připraveného stavu, musí na vnitřním žeburu trochu povyrůst, aby se otevřela – postupně se past opotřebuje a je nahrazena



<https://www.youtube.com/watch?v=aiDskGkeqzo>

# *Aldrovanda*

- Jediný vodní druh – *Aldrovanda vesiculosa*
- Disjunktní areál – mírný pás i tropická Afrika, Asie a Austrálie (tažní ptáci)
- Třetihory – několik druhů (fosilní pylové záznamy)
- Bezkořenná vzplývavá rostlina, na centrálním stonku vyrůstají přesleny listů (rozšířené asimilační řapíky s čepelemi připomínajícími pasti mucholapky, cca 4 mm dlouhé, pasti pouze 1x!)
- Květy nad hladinou, pětičetné, semena v mírném pásu obvykle netvoří, pouze ve výjimečně teplých letech
- V mírném pásu tvoří zimní přezimovací pupeny (turiony), v tropech a subtropech rostou rostliny trvale a jsou obvykle červeně zbarvené



# *Aldrovanda*

- Na podzim turiony klesají ke dnu, s oteplením na jaře opět stoupnou k hladině a rostliny vyraší
- Lapací systém analogií mucholapky pro vodní prostředí, reakce škeblovitých čepelí rychlejší, spouštěcích chlupů neurčitý větší počet (<https://www.youtube.com/watch?v=OdQSHSUVpZQ&feature=youtu.be>)
- Rostlina vyhledává silně osluněné, mělké a prohřáté vody bohaté na huminové kyseliny a taniny uvolněné ze stařiny ostřic, rákosu či orobinců
- Přítomnost zooplanktonu je důležitá, stejně jako obsah CO<sub>2</sub>, porosty plovoucích rostlin jsou nežádoucí konkurencí

© Lubomír Adamec



*Aldrovanda vesiculosa*  
www.drosophyllum.com

<http://img13.imageshack.us/img13/8116/mg1367.jpg>



© Alex Kawazaki



© Alex Kawazaki

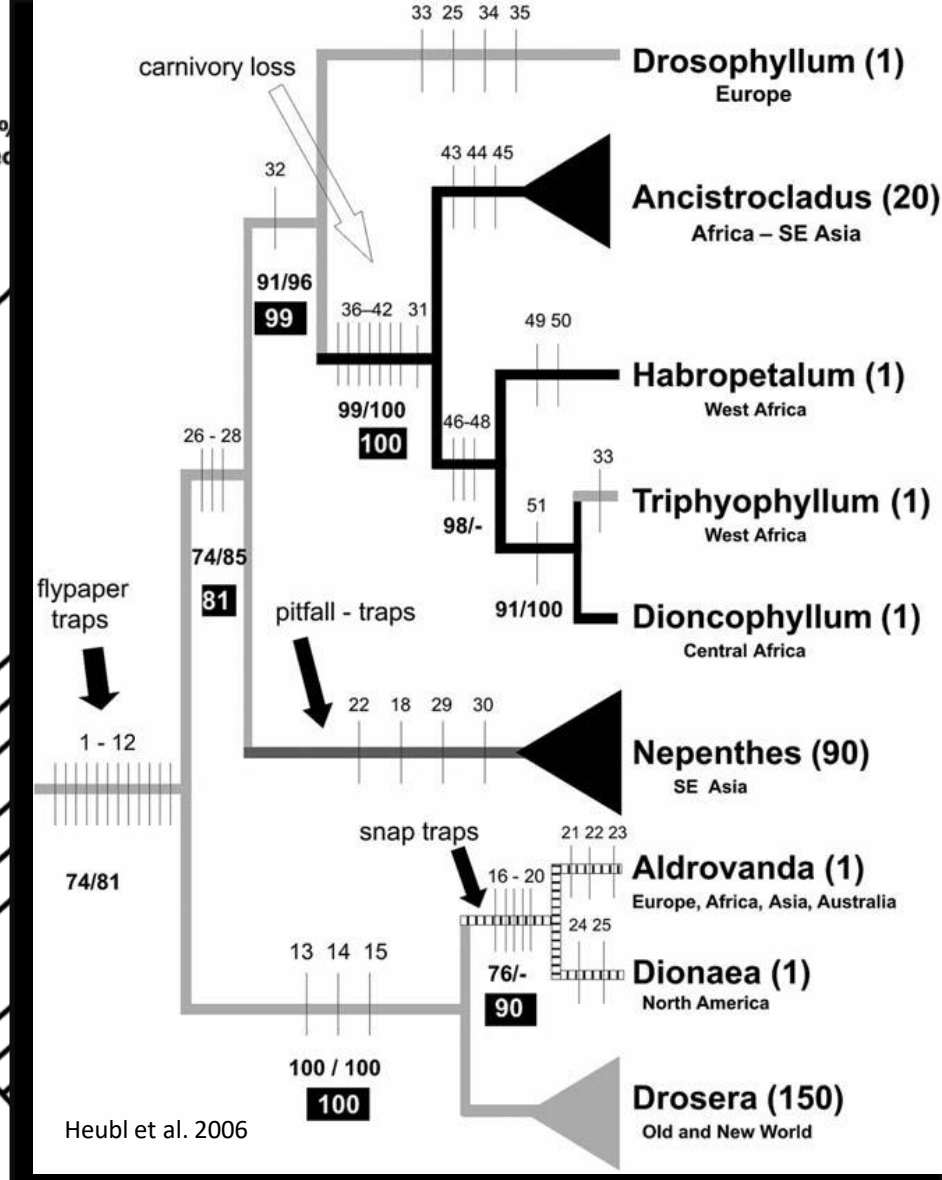
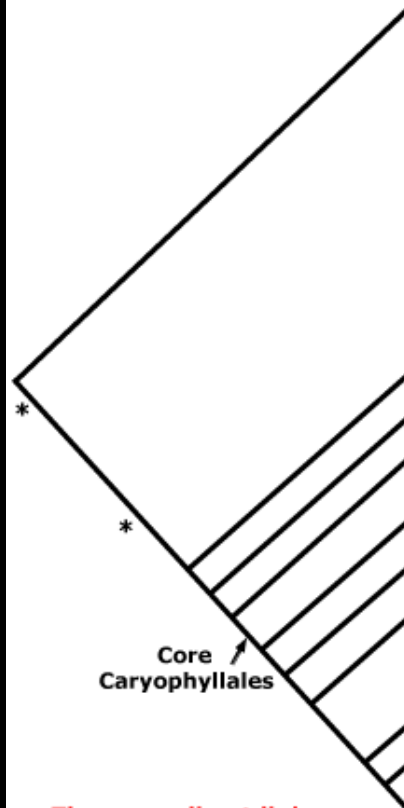


© Alex Kawazaki

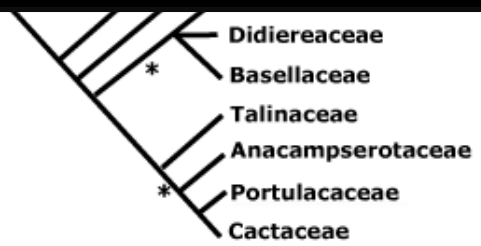
# Caryophyllales

## masožravé čeledě

\* Denotes nodes with 50-80% bootstrap support; unmarked nodes have >80% support.



There are direct links from all terminal taxa and all internal nodes to the relevant location in the text.



# *Drosophyllaceae*

- Monotypická čeleď s jediným druhem řazeným původně do čeledi *Droseraceae*



# *Drosophyllum*

- Jediný jihoevropský/severoafriický druh *Drosophyllum lusitanicum*
- Relikt pravděpodobného evolučního centra svého kládu
- Vytrvalý  $\pm$ polokeř (analogie spíše s archaickými životními formami Kanárských o. – *Aeonium*)
- Kořenový systém poměrně rozsáhlý, na dřevnatějícím stonku početný chochol dlouhých listů, circinátní vernace
- Pětičetné žluté květy ve vrcholičnatém květenství
- Semena se silným o semením – pyrofyty



# *Drosophyllum*

- Mediteránní vegetace (macchie) u atlantského pobřeží Pyrenejského poloostrova a severního výběžku africké části Gibraltaru = málo letních srážek, ale vlhký vzduch a mlhy
- Listy jsou opatřeny dvěma typy žláznatých emergencí (přisedlé a stopkaté žlázy), podobně jako u rosnatek napojených na cévní systém, na rozdíl od nich nepohyblivé
- Produkováná rosa znatelně voní (zejm. za slunečných dnů) a rosnolist je velmi výkonným lapačem hmyzu





# *Dioncophyllaceae*

- Tři rody: *Dioncophyllum*, *Habropetalum* a *Triphyophyllum*

# *Triphyophyllum*

- Jediný druh *Triphyophyllum peltatum*
- deštné pralesy tropické západní Afriky
- „Part-time carnivory“
- Vytrvalá liána až desítky metrů dlouhá, poněkud připomínající některé druhy rodu *Nepenthes* (bez láček)
- Tři typy listů
  - dlouhé kopinaté listy v růžici nebo na krátkém stonku
  - masožravé listy podobné listům rosnolistu
  - po prvním kvetení se rostlina začíná pnout po okolí a tvoří krátké listy se dvěma háčky na koncích
- Květy pětičetné, bílé, semena s velkým křídlem





[www.redfernnaturalhistory.com](http://www.redfernnaturalhistory.com)



[http://storage.kanshin.com/free/img\\_47/470187/k924409790.jpg](http://storage.kanshin.com/free/img_47/470187/k924409790.jpg)



[thm-a02.yimg.com/nimage/42df505e9d0fa486](http://thm-a02.yimg.com/nimage/42df505e9d0fa486)



<http://lccocpl.com.ne.kr/050205Tpeltatum.jpg>

# *Nepenthaceae*

- Jediný rod *Nepenthes* s téměř 130 druhy

# *Nepenthes*

- Výskyt zejména v JV Asii (včetně přilehlých ostrovů), ale také Seychely, Madagaskar a Austrálie





# *Nepenthes*

- Pasti = láčky = přeměněné čepele listů
- Zavěšené na úponku s asimilační plochou (listovitě rozšířený řapík + přeměněné palisty?)
- Láčky odlišné dle polohy na stonku („horní“ a „dolní“)
- Květenství u bazálních druhů vrcholičnatá (*N. pervillei*), u většiny hroznatá
- Přísná dioecie, kříženci jsou plodní – ekologické a evoluční dopady

# Druhy drobné i mnohametrové liány



*N. argentii*

[http://www.cpkforum.co.uk/uploads/user\\_uploads/Nepenthes\\_argentii\\_14.jpg](http://www.cpkforum.co.uk/uploads/user_uploads/Nepenthes_argentii_14.jpg)

*N. madagascariensis*



[http://www.cpkforum.com/forum/uploads/gallery\\_2816\\_341\\_146802.jpg](http://www.cpkforum.com/forum/uploads/gallery_2816_341_146802.jpg)



*N. vogelii*  
horní láčka



*N. campanulata*  
květenství



*N. spathulata*  
samice



*N. vogelii*  
dolní láčka

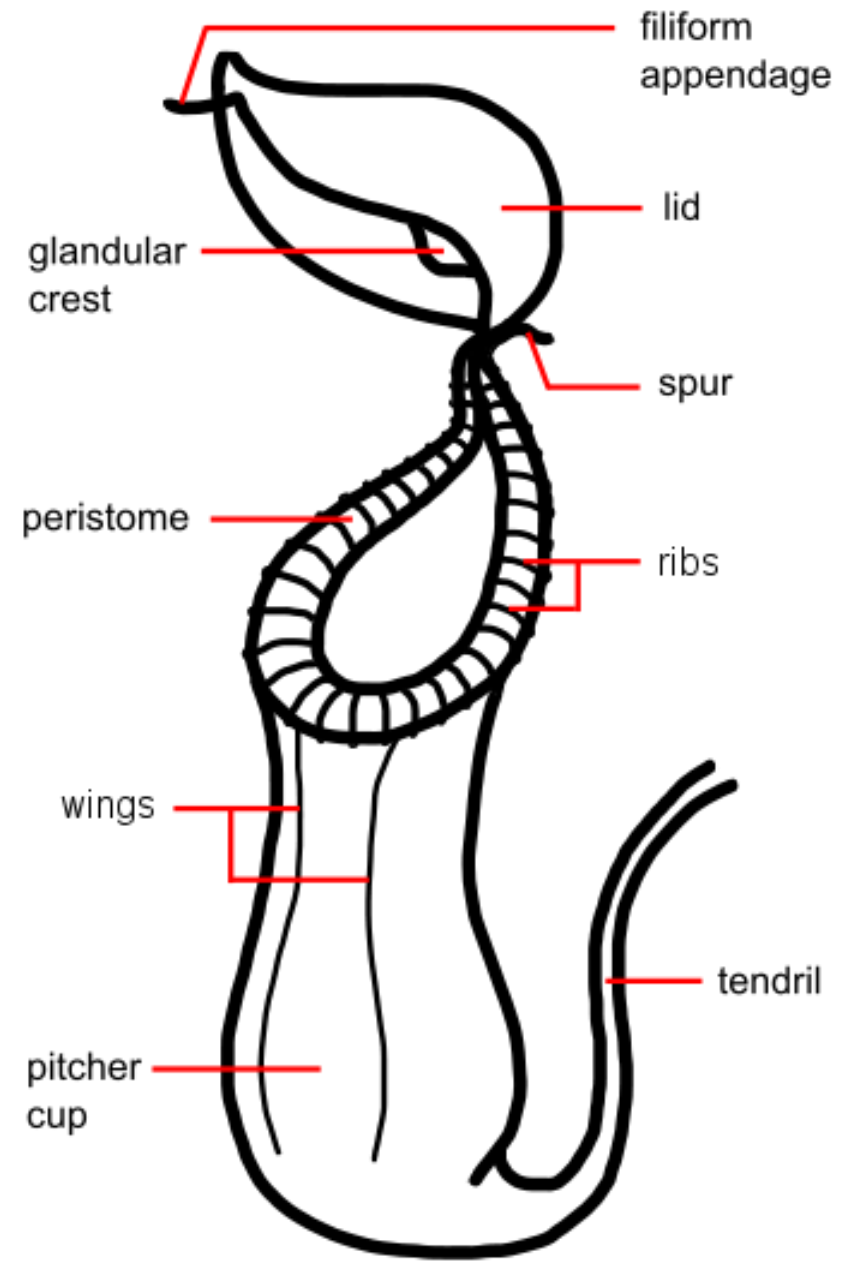


*N. ventricosa* samec

# *Nepenthes* - láčky

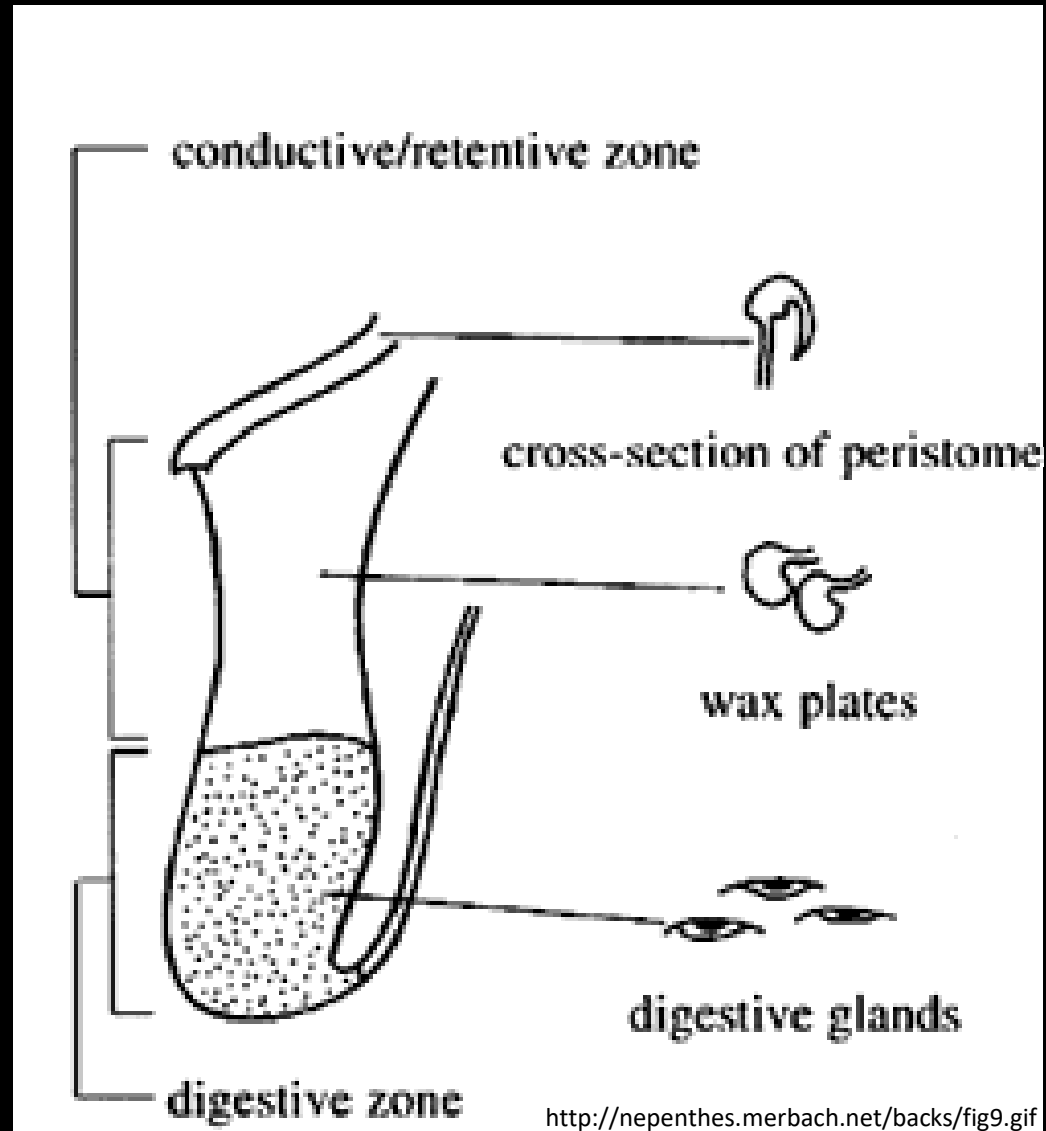
- Vývoj láček může trvat několik dní až týdnů
- Jejich trvanlivost kolísá od necelého měsíce po téměř rok, počet aktivních láček na rostlině se liší druh od druhu, patrně v závislosti na prostředí, kořisti, potřebě živin atd.

*N. edwardsiana*



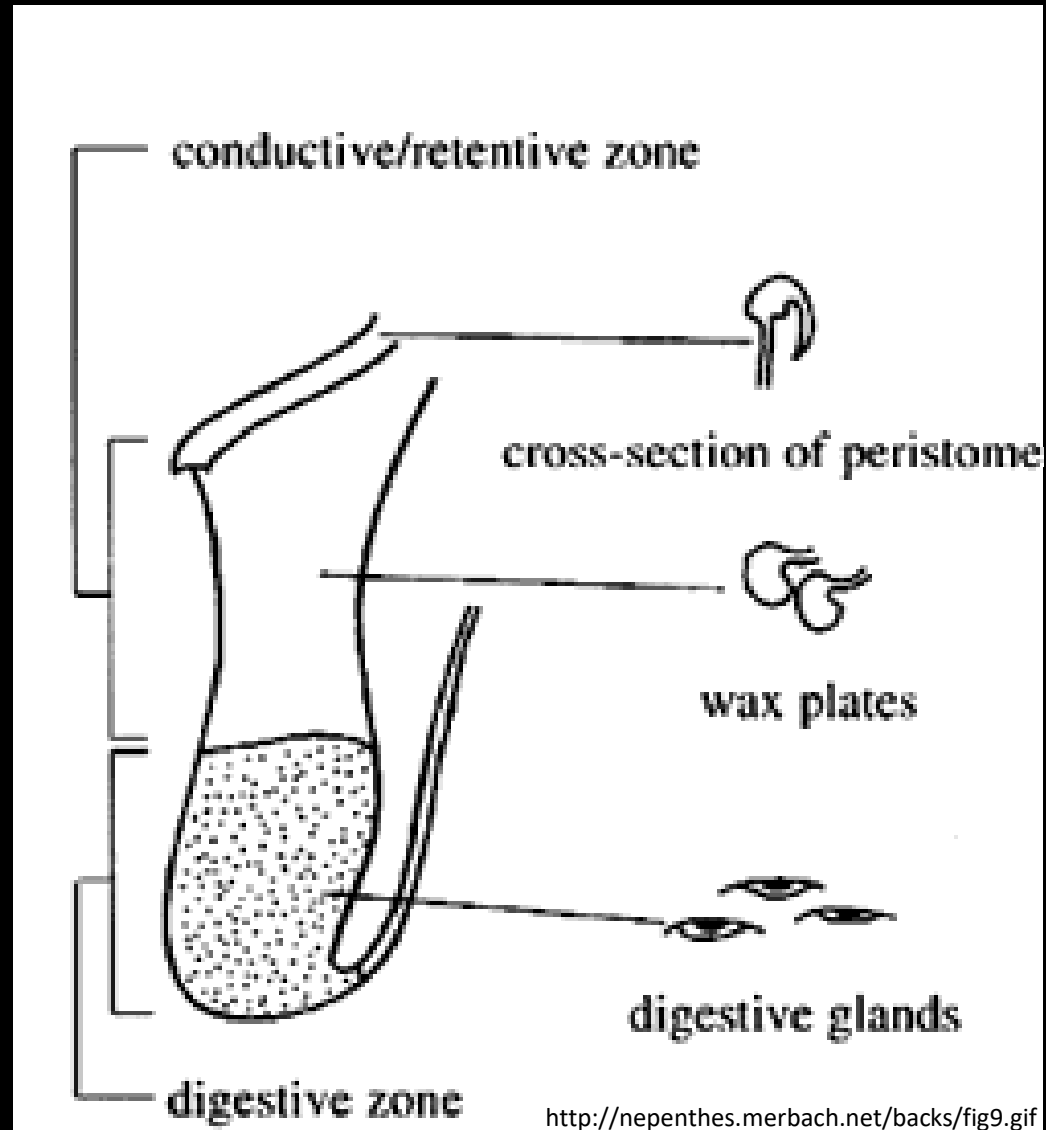
# *Nepenthes* – láčky

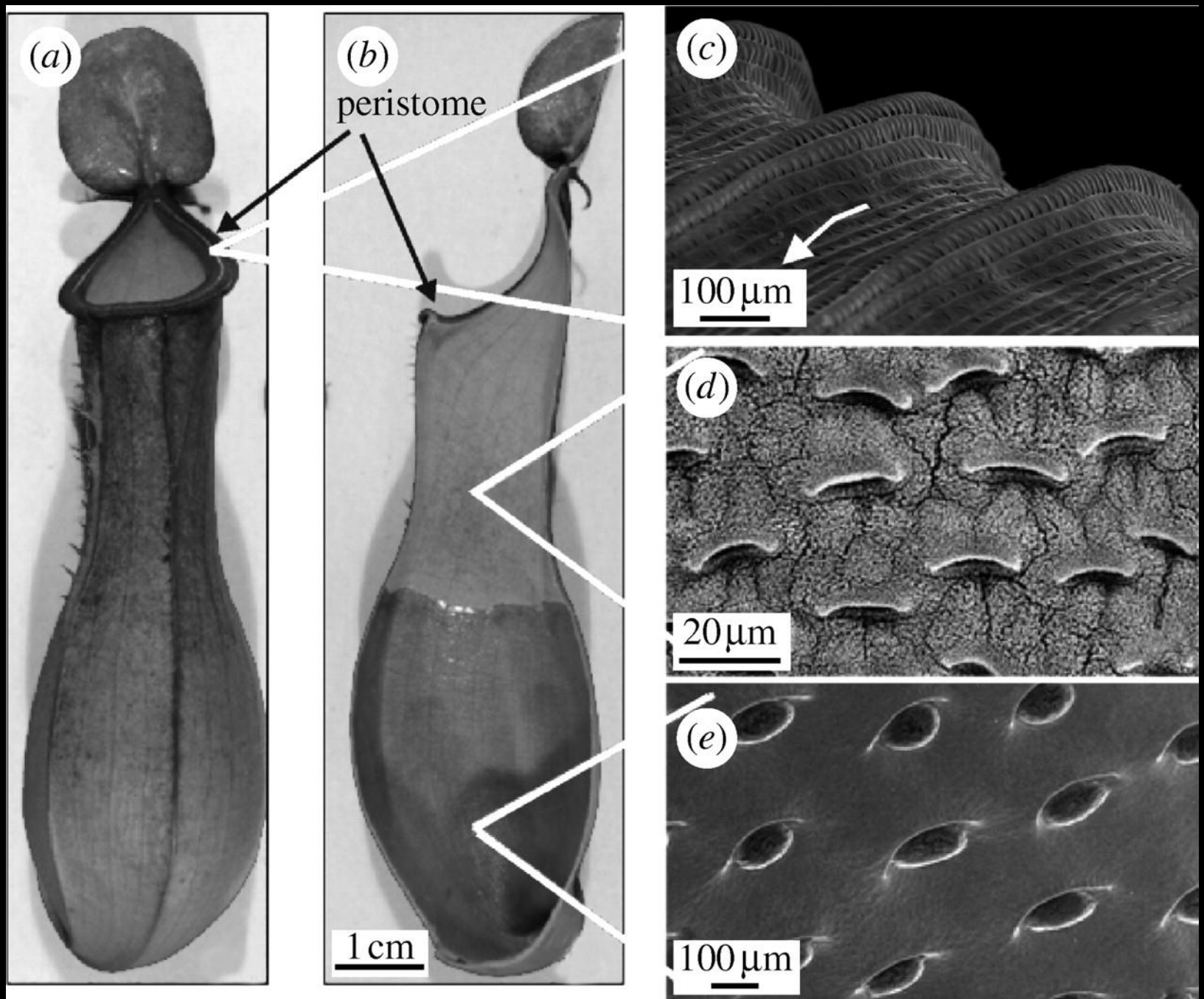
- Kořist je obvykle přilákána nektarem vylučovaným na víčku a na okraji láčky. Tekutý nektar je extrémně kluzký, čímž zvyšuje pravděpodobnost pádu kořisti do láčky.



# *Nepenthes* – láčky

- Základním způsobem, jak kořist udržet uvnitř, je vrstva voskovitých šupin, často s významnou pomocí dovnitř obrácených zubů na obústí







*N. edwardsiana*



*N. aristolochioides*



Úplnou alternativou je přednostní pasivní shromažďování opadu z ostatních rostlin, jak je známe např. u *N. ampullaria*. Podobně se „přiživují“ i masožravé rostliny s lepkavými pastmi lapáním pylových zrn a dalších živinami bohatých částic ve vzduchu.



*Microhyla nepenthicola* – pulci se vyvíjí v láčkách *N. ampullaria*, samci sedávají na víčku a kvákají



gettyimages®  
Ch'ten Lee



© CH'TEN C. LEE  
wildborneo.com.my

# Mutualismus

## *Nepenthes* spp. + Formicidae

- *N. bicalcarata* + *Camponotus schmitzi*



Domatium

- *C. schmitzi* = plave i v láčce, udržuje optimální stav kořisti a čistotu láčky
- Jedinci s mravenčím mutualistou mají o 200 % vyšší obsah N v listech

# Mutualismus

## *Nepenthes* spp. + *savci*



Zvláštní způsob, jak udržet kořist v láčce, se vyvinul například u *N. jacquelinae*. Vnitřní povrch láčky je pokryt lepkavým slizovitým sekretem, díky čemuž je past svým principem podobná rosnatkám



Víčko pastí *N. gracilis* při dešti vibruje dopadajícími kapkami a hmyz, který se pod ním ukrývá před deštěm, je „sklepnut“ do láčky.

<https://www.youtube.com/watch?v=gcr01LdxuzM>







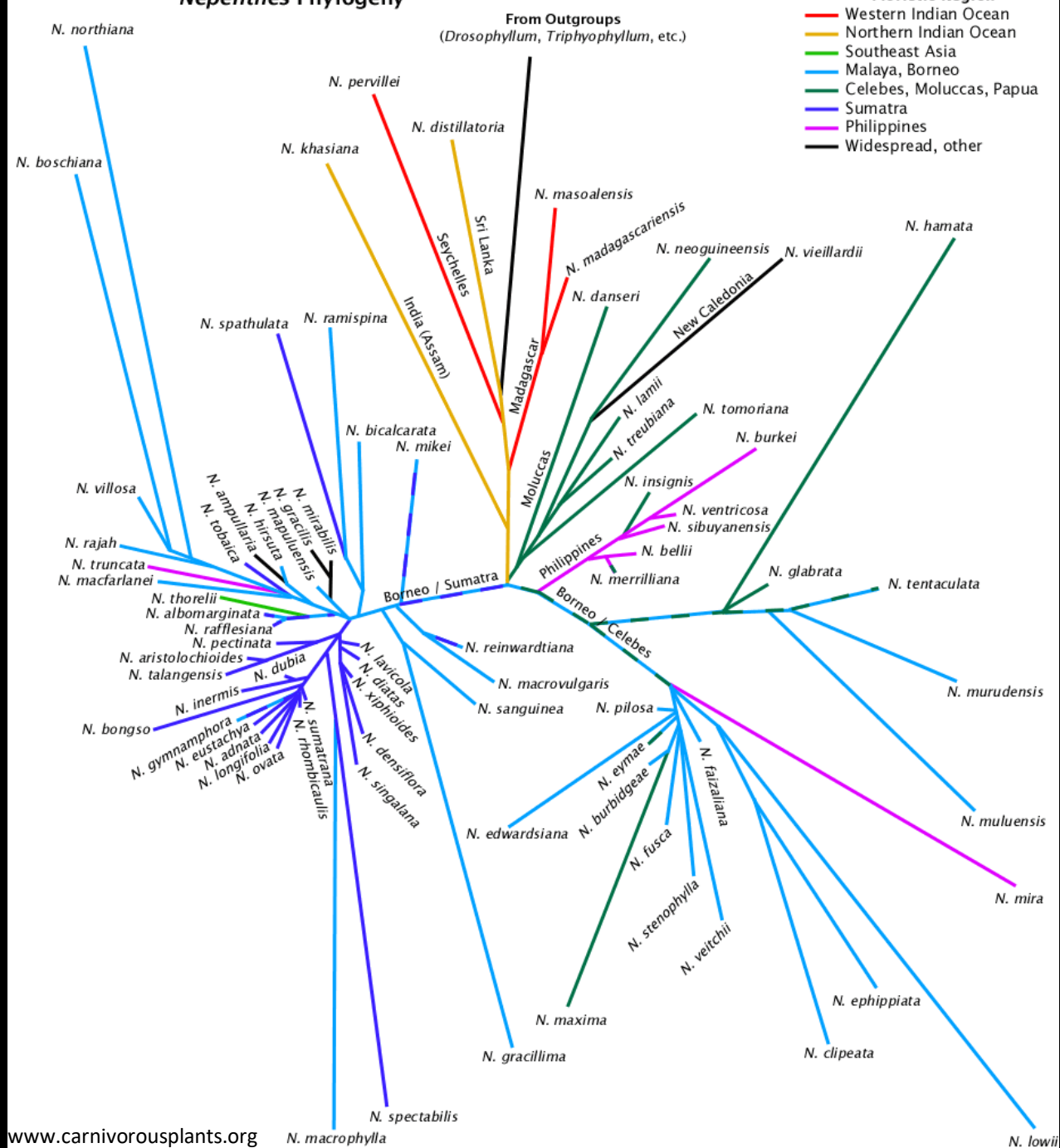
Mezi láčkovkami by málokdo čekal geofyty, ale rostliny z okruhu *N. thorelii* (zde vyobrazena *N. holdenii*) mají ztlustlé kořeny, díky kterým přežívají časté požáry



# *Nepenthes* – druhová diverzita

- Většina druhů relativně malé areály
- Jedním z nejrozšířenějších druhů je *N. mirabilis* – často se vyskytuje v blízkosti mořského pobřeží = vodní ptáci
- Vnitrorodová taxonomie láčkovek je stále poněkud komplikovaná

# Nepenthes Phylogeny



# *Nepenthes – druhová diverzita*

- Lokální biogeografické faktory – fragmentovaný výskyt („co kopec, to druh“)
- Lokální klimatické faktory
- Koevoluce s živočichy a specializace na různé zdroje živin
- Dioecie
  - na nové stanoviště nestačí jedno semeno, nutná jsou dvě a k tomu odděleného pohlaví
  - kříženci jsou plodní = snadný vznik hybridogenních druhů = retikulátní evoluce = obtíže při rekonstrukci evoluce!!!