

Ekologické a fyziologické aspekty masožravosti u rostlin

Adam Veleba

(184653@mail.muni.cz)

Vábění kořisti

- Vizuální
- Produkce nektaru
- Produkce aromatických látek

- Kombinace uvedeného

Vábení kořisti

- Vizuální
 - vzhled a zbarvení pastí (ve viditelné i neviditelné části spektra)



Vábění kořisti

- Vizuální
 - zbarvení pastí (ve viditelné i neviditelné části spektra)
 - fluorescence (zejména v UV spektru)



Vábění kořisti

- Vizuální
 - zbarvení pastí (ve viditelné i neviditelné části spektra)
 - fluorescence (zejména v UV spektru)
 - fenestrace (průsvitná okénka)



Vábění kořisti

- Vizuální
- Produkce nektaru
 - cukry + někdy i omamné látky



Vábění kořisti

- Vizuální
- Produkce nektaru
- Produkce aromatických látek
 - vůně i zápach, variabilní mezi druhy a proměnlivé v čase



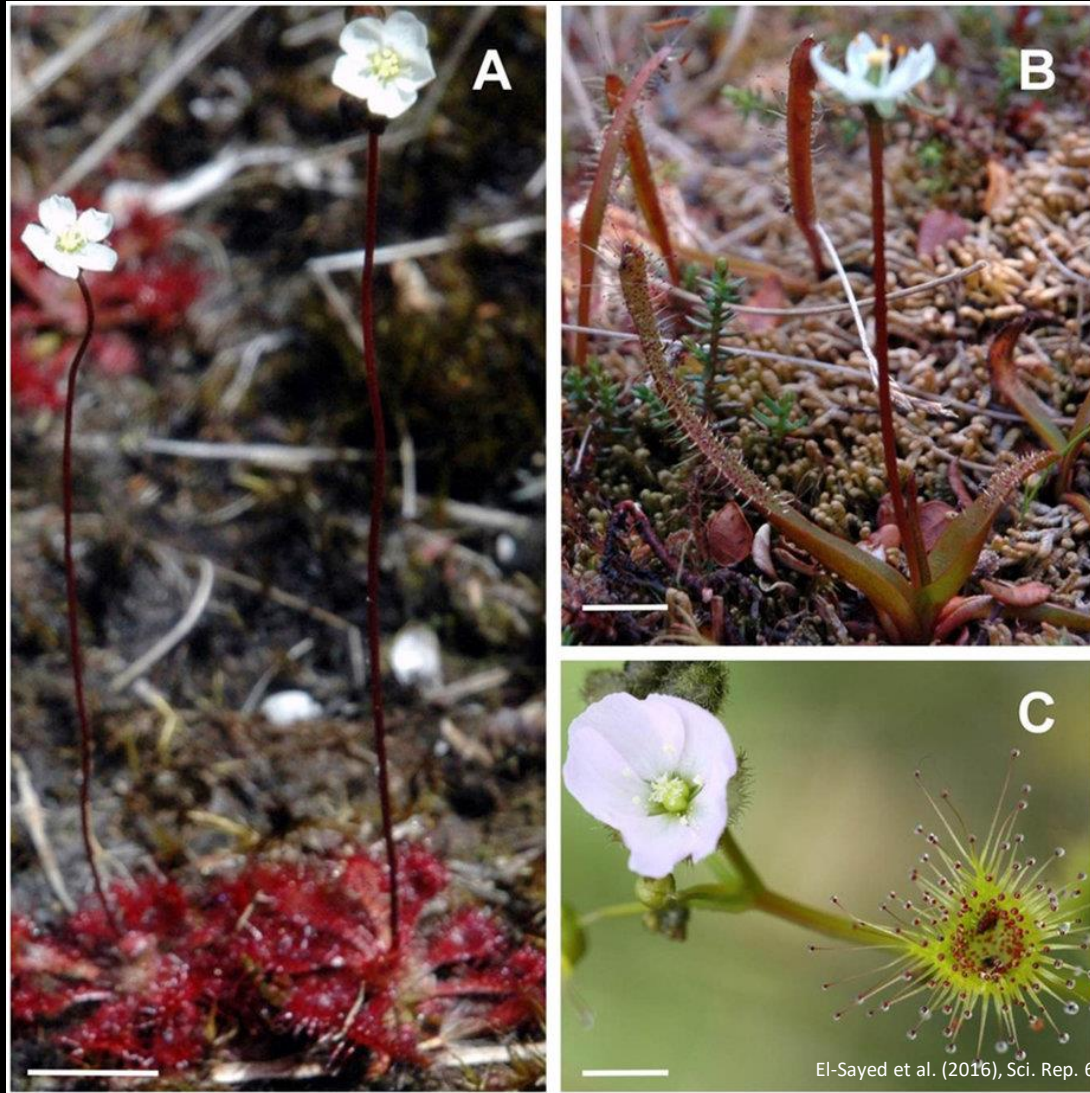
Je vábení kořisti nezbytné?

Zřejmě záleží na situaci: někdy je efekt atraktantů zjevný, jindy patrně hraje roli spíše náhodné lapání početné kořisti.

Roli hraje dostupnost kořisti, náklady na produkci a provoz mechanismů pro vábení kořisti a potenciální zisk z kořisti.

Drobná odbočka

pollinator-prey conflict



Drobná odbočka *pollinator-prey conflict*

Jak zabránit polapení
opylovače?

- Rozrůznění signálů mezi květem a pastí = specializace na jinou kořist než je opylovač
- Vzdálenost květ-past
- Časové oddělení tvorby květů a pastí

Drosera cistiflora a
„monkey beetle“
(Scarabaeidae)



Sarracenia alata
kvete před
tvorbou pastí

Specializace na určitou kořist

- Dle možnosti pastí
 - rostliny jsou omezeny svým výskytem, dostupností kořisti a vlastnostmi samotné pasti

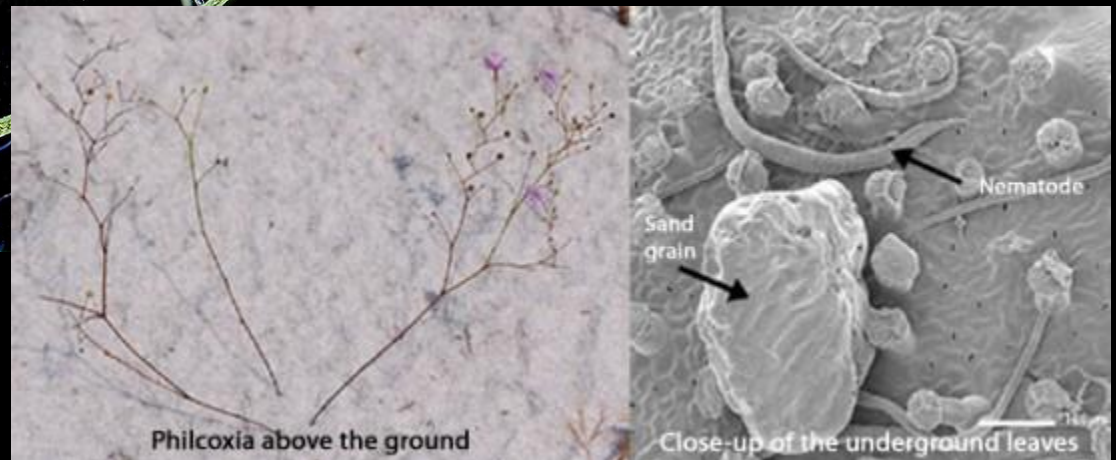


Specializace na určitou kořist

- vodní bublinatky = vodní plankton



- Philcoxia = půdní mikroorganismy



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.



Kořist – mutualista – komenzál - parazit

- Masožravost u rostlin umožnila vznik mnoha zajímavých vztahů s živočichy
- Škála vztahů od jednostranně výhodného pro rostliny po jednostranně výhodný pro jiné organismy

Mutualismus

Roridula spp. + *Pameridea* spp.

- *Pameridea* – kutikula s méně přilnavým povrchem (snad lipidová vrstva?)

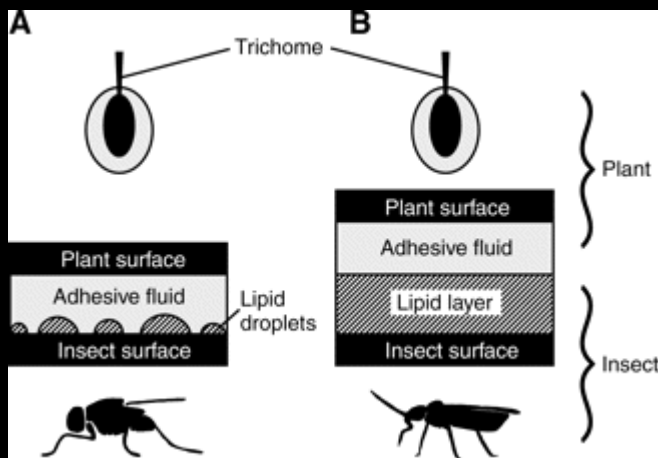


Diagram demonstrating hypothetical interactions between the adhesive fluid of the plant *Roridula gorgonias* and the insect cuticle. (A) A thin greasy film, consisting of many single patches of tiny droplets, as demonstrated for the fly *Calliphora vicina*. Such a surface offers islands of solid cuticle as contact sites for the plant adhesive fluid. (B) A thick grease layer in the cuticle of the mirid bug *Pameridea roridulae* preventing the adhesion of the plant secretion by means of cohesion failure. (Voigt et Gorb 2008)



bogleech.com

<https://www.youtube.com/watch?v=7eBcTpYNjgQ>

Mutualismus

Nepenthes spp. + Formicidae

- *N. bicalcarata* + *Camponotus schmitzi*



- *C. schmitzi* = plave i v l acce, udržuje optim aln ı stav kořisti a  istotu l ac ky
- Jedinci s mraven m mutualistou maj  ař o 200 % v yř ı obsah N v listech



Scharman et al. 2013, upraveno

Mutualismus

Nepenthes spp. + Formicidae

- *N. rafflesiana* – „batch capture“
- Rostlina láká mravence na cukr (relativně nízkonákladový fotosyntetický produkt), mravenci se přes den naučí na láčku chodit, večer či při dešti stoupne RVV, obústí najednou klouže = mravenci jsou lapáni nárazově ve větším počtu.
- Kolonie výměnou za cukr poskytuje dusíkaté látky rostlině.



Mutualismus

Nepenthes spp. + savci



Mutualismus

Nepenthes spp. + savci

Několik druhů rodu *Nepenthes*, nejznámější je *N. lowii*, je specializováno na alternativní zdroje živin.



foto: Jeremiah Harris

Drobní obratlovci (např. Tana
horská, *Tupaia montana*)
odkládají do láček exkrementy
při olizování sladkého nektaru z
víčka láčky.



foto: Jeremiah Harris



© C. LEE
wild@orneo.com.my



© Merlin D. Tuttle



Komenzálové a paraziti

- Nejpestřejší společenstva = fytotelmata (*Nepenthes* a *Sarracenia*)
- Pestrá společenstva od mikroskopických organismů po obratlovce (jsou reportováni zástupci Bacteria, Fungi, Algae, Protozoa, Rotifera, Nematoda, Oligochaeta, Arthropoda [od klanonožců přes pavoukovce až po pestré společenstvo hmyzu či jeho larev] a Vertebrata [Amphibia])

Komenzálové a paraziti

- Musí se vyrovnat s prostředím v láčkách
- Specializované organismy musí být schopné se do láček dopravit, neboť se jedná o dočasné ostrovy, nikoli trvalá stanoviště
- Výhodou je zejména vyšší dostupnost živin (potravy) než v okolním prostředí, případně jistá ochrana před predátory
- Vztahy mezi rostlinou a živými obyvateli jejích pastí jsou variabilní, často závisí na složení společenstva a momentálních environmentálních podmínkách

Komenzálové a paraziti



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

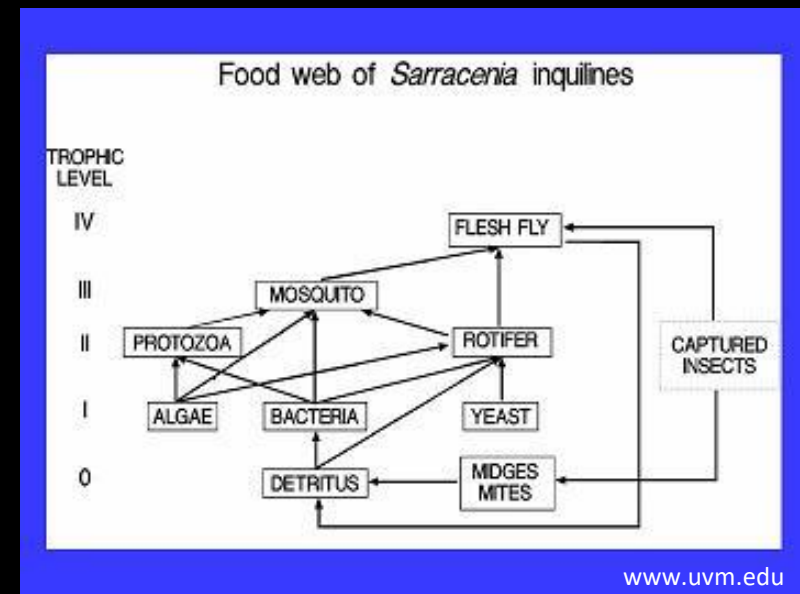


Sarracenia purpurea jako modelový organismus pro ekologii

- Fytotelmata *S. purpurea* = ostrovy
- Velké rozšíření – ostrovy různě vzdálené a v různém klimatu

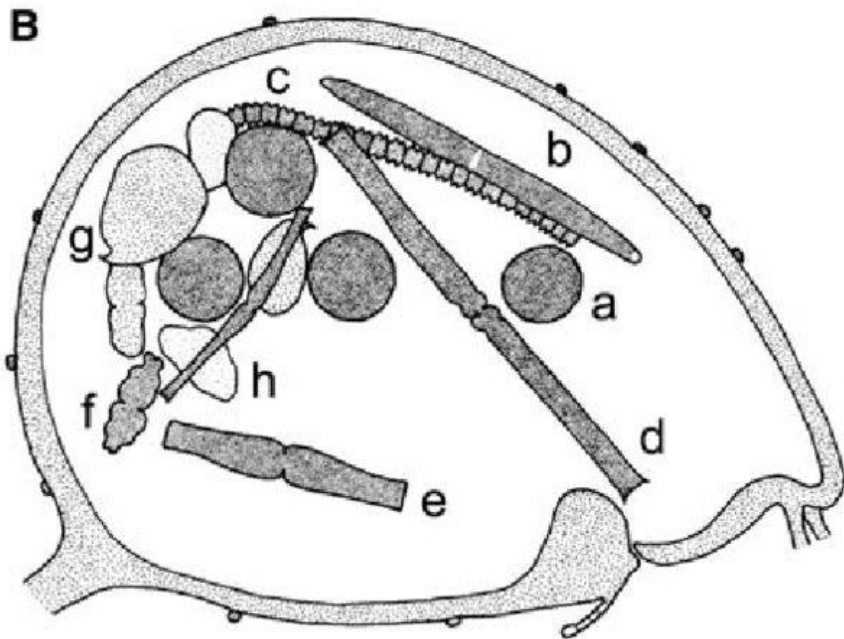
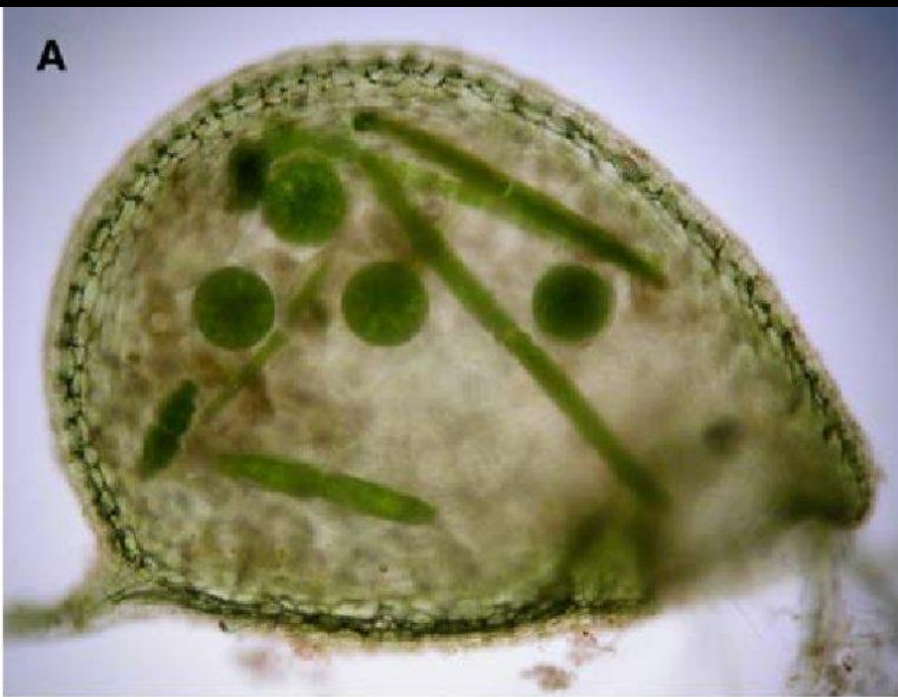


- Potravní síť s vrcholovým predátorem



Obyvatelé pastí bublinek (*Utricularia*)

- Mikroskopické společenstvo, mění se s věkem pasti a podmínkami
- Nápadné zejména řasy
- Potenciální mutualismus – výměnou za produkty fotosyntézy pomáhají organismy v pastech s produkcí enzymů pro zpracování kořisti



Micrograph (A) and line drawing (B) of a typical *Utricularia minor* bladder from a soft water fen habitat (Moos 1). Ten algae, i.e. four *Eremosphaera viridis* (a), one *Closterium* sp. (b), one filament of *Desmidium swartzii* (c), one *Pleurotaenium trabaeculae* (d), two *Pleurotaenium* spp. (e) and one *Euastrum humerosum* (f), are clearly visible in the intact bladder. Only two remnants of animals—carapaces of microcrustaceans (g)—can be recognized. Some detritus (h) cannot be identified

Peroutka et al. 2008

...a paraziti

- Pavouci (zejm. z čeledi běžníkovitých) číhají v ústí láček podobně, jako číhají v květech jiných rostlin
- Vztah na hranici parazitismu dle okolností: je-li málo kořisti, může aktivně lovená kořist, jejíž zbytky pavouk upustí do láčky, představovat pro rostlinu zisk
- Podobně i *Sarracenia*, a to i pěstované rostliny + běžník kopretinový





Fleischmann et al. 2016:
larvy mouchy *Toxomerus
basalis* se živí kořistí
polapenou na listech
rosnatek (*Drosera*)

Trávení kořisti

- Stimulace pasti (mechanická, chemická)

Trávení kořisti

- Stimulace pasti (mechanická, chemická)
- Produkce enzymů (nukleázy, proteázy, fosfatázy, chitinázy, enzymy hydrolyzující sacharidy, peroxidázy, lipázy...)



Trávení kořisti

- Stimulace pasti (mechanická, chemická)
- Produkce enzymů (nukleázy, proteázy, fosfatázy, chitinázy, enzymy hydrolyzující sacharidy, peroxidázy, lipázy...)
- Trávenina – produkce HCl, vznik reaktivních forem kyslíku
=> ochranné látky, inhibitory buněčné smrti...

Trávení kořisti

- Stimulace pasti (mechanická, chemická)
- Produkce enzymů (nukleázy, proteázy, fosfatázy, chitinázy, enzymy hydrolyzující sacharidy, peroxidázy, lipázy...)
- Trávenina – produkce HCl, vznik reaktivních forem kyslíku
= > ochranné látky, inhibitory buněčné smrti...
- Postupné vstřebávání živin

Trávení kořisti

- Stimulace pasti (mechanická, chemická)
- Produkce enzymů (nukleázy, proteázy, fosfatázy, chitinázy, enzymy hydrolyzující sacharidy, peroxidázy, lipázy...)
- Trávenina – produkce HCl, vznik reaktivních forem kyslíku
= > ochranné látky, inhibitory buněčné smrti...
- Postupné vstřebávání živin
- S poklesem „výtěžku“ z kořisti postupně klesá i produkce enzymů

Zpracování kořisti – evoluční pohled

- Většina procesů nevzniká jako zcela nová vlastnost

Zpracování kořisti – evoluční pohled

- Většina procesů nevzniká jako zcela nová vlastnost
- Signalizace
 - např. Ca^{+2} vlna (viz přednášky Caryophyllales) je přítomná u rostlin obecně
 - podobně hormonální - jasmonáty
 - signalizace poškození (škůdci, herbivoři)

Zpracování kořisti – evoluční pohled

- Většina procesů nevzniká jako zcela nová vlastnost
- Signalizace
 - např. Ca^{+2} vlna (viz přednášky Caryophyllales) je přítomná u rostlin obecně
 - podobně hormonální - jasmonáty
 - signalizace poškození (škůdci, herbivoři)
- Reakce na signál = sekrece enzymů
 - obranné mechanismy = produkce obranných látek, vč. enzymů
 - geny pro trávicí enzymy mají své orthology u nemasožravých rostlin (*Arabidopsis*)

Zpracování kořisti – evoluční pohled

- Většina procesů nevzniká jako zcela nová vlastnost
- Signalizace
 - např. Ca^{+2} vlna (viz přednášky Caryophyllales) je přítomná u rostlin obecně
 - podobně hormonální - jasmonáty
 - signalizace poškození (škůdci, herbivoři)
- Reakce na signál = sekrece enzymů
 - obranné mechanismy = produkce obranných látek, vč. enzymů
 - geny pro trávicí enzymy mají své orthology u nemasožravých rostlin (*Arabidopsis*)
- Vstřebání kořisti
 - přenos transportními molekulami přes buněčnou membránu
 - obdobné procesy jako v buňkách kořenů

Minerální výživa

- Nelze opomenout i minerální výživu kořenovým systémem!
- Interakce
 - zdroje získané masožravostí se převádí do kořenů a naopak
 - kumulativní efekt – dostatek živin i kořisti = velké rostliny
 - v extrémním případě přestávají rostliny investovat do provozu pastí



Peat
4 pellets

Coir
4 pellets

Coir
2 pellets

Coir
control

Peat
control

Cost-benefit model

- Publikoval v roce 1984 Thomas Givnish po pozorování *Brocchinia reducta* v přírodě



***Brocchinia reducta* growing on bare rock in the Guiana Highlands, Venezuela**

photo by Stewart McPherson

Cost-benefit model

- Publikoval v roce 1984 Thomas Givnish po pozorování *Brocchinia reducta* v přírodě
- V prostředí, které je výrazně limitováno živinami (nejčastěji dusíkem, fosforem nebo draslíkem), nikoli však světlem a vodou
- Tomu odpovídají zejména otevřené mokřadní biotopy (rašeliniště, jezera, řeky...), ale i savany a mediteránní vegetace v deštivém období, periodicky i trvale vlhké skály, alpské bezlesí či epifytní společenstva deštných lesů

Ale proč je najdeme právě zde?

Důvody

- Masožravost znamená zásadní volbu (trade-off) mezi ziskem (benefit) a ztrátami (cost)

Důvody

- Masožravost znamená zásadní volbu (trade-off) mezi ziskem (benefit) a ztrátami (cost)
- Zisk je dán polapenou kořistí a živinami z ní využitými

Důvody

- Masožravost znamená zásadní volbu (trade-off) mezi ziskem (benefit) a ztrátami (cost)
- Zisk je dán polapenou kořistí a živinami z ní využitými
- Ztrátu představují značné investice do tvorby a provozu specializovaných struktur a jejich nízká fotosyntetická účinnost



Důvody

- Masožravost znamená zásadní volbu (trade-off) mezi ziskem (benefit) a ztrátami (cost)
- Zisk je dán polapenou kořistí a živinami z ní využitými
- Ztrátu představují značné investice do tvorby a provozu specializovaných struktur a jejich nízká fotosyntetická účinnost
- V součtu samozřejmě nesmí ztráty převýšit zisk, proto se při nedostatku světla či vody, kdy nelze provozovat dostatečně účinnou fotosyntézu, masožravost nevyplácí. Podobně se nevyplácí na živinami bohatých půdách.



Využití masožravých rostlin

- *Sarracenia purpurea*
 - obsahové látky zvyšují využití glukózy svaly a snižují její uvolňování z jater (zmírňuje projevy diabetes II)
- Droseraceae & Nepenthaceae – naftochinony
 - antimikrobiální, protizánětlivé a protinádorové účinky, ovlivňují hladké svalstvo a další
 - v minulosti součást lidového léčitelství
 - dnes i GMO rostliny pro zvýšenou produkci

Výroba biomolekul a nanočástic

- Transgenní rostliny pro zvýšenou produkci určitých molekul, nejčastěji léčiv (*Nepenthes*, *Drosera*)
- Potenciálně levná, nenáročná a ekologická produkce vysoce čistého produktu
- *Nepenthes* – výroba zlatých nanočástic

Biomimetické materiály

- Zejména extrémně klzké a hydrofobní povrchy láček různých masožravých rostlin
- Výsledkem mohou být samočistící materiály, nesmáčivé povrchy nádob či potrubí pro různé tekutiny a další

