



Na pojem symbióza můžeme v biologii nahlížet ze dvou úhlů. V užším (a mezi lidmi rozšířenějším) slova smyslu jde o biologickou interakci mezi dvěma (a více) organismy, která je pro obě strany výhodná a ve které jeden organismus (symbiont) obývá habitat zprostředkovaný organismem druhým (hostitelem). V širším pojetí ovšem zahrnuje obecně různé vzájemné vztahy organismů, od komensalismu po mutualismus¹. Následující úloha se bude zabývat symbiózou z pohledu obou definic.

Systém *Azolla-Trichormus*

Mutualistický vztah (symbiózu „v běžném pojetí“) zde budou reprezentovat vodní kapradina *Azolla* z řádu Salviniales (hostitel) a sinice *Trichormus azollae* z řádu Nostocales (symbiont). Kapradina pro sinici představuje zdroj uhlíku, opačným směrem pak proudí dusík².

Azolla (viz obrázek 1) nabývá velikosti od 1-2,5 cm (*A. pinnata*) do 15 cm a více (*A. nilotica*). Má rozvětvený splývavý oddenek, ze kterého vyrůstají dvoulaločné listy. Ventrální (přední) lalok listu je částečně ponořen a neobsahuje fotosyntetická barviva, zatímco lalok dorsální (zadní) plove na hladině a obsahuje chlorofyl. Právě v dutině zadního laloku se usídluje sinice *Trichormus azollae*².

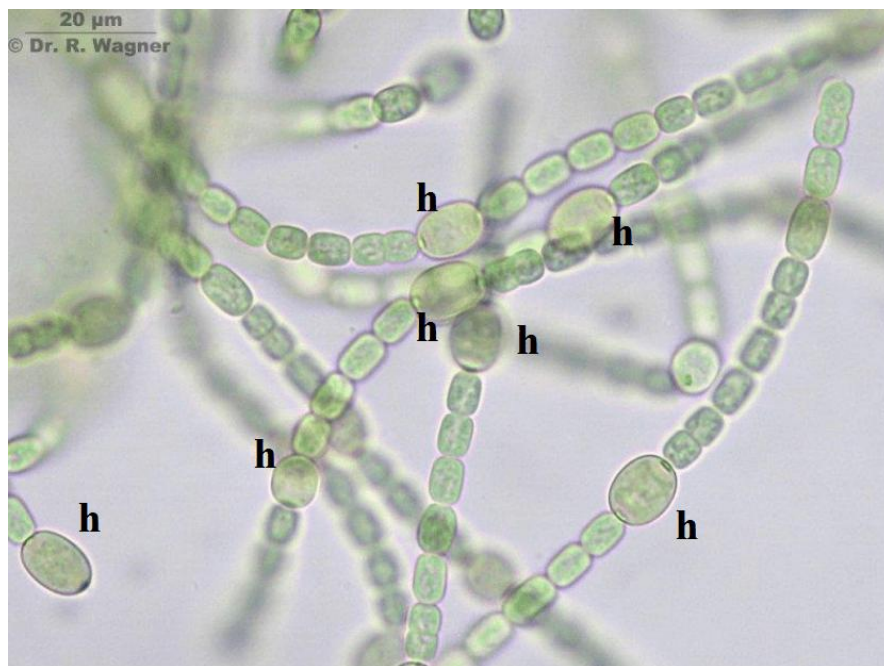


Obrázek 1: *Azolla* sp.

Tato sinice (viz obrázek 2) vytváří nevětvená vlákna, jenž obsahují tři typy buněk (vegetativní buňky, heterocyty a akinety). Heterocyty (h) jsou tlustostěnné buňky, které pomoci



enzymu nitrogenáza fixují vzdušný biatomární dusík (N_2). Právě tato schopnost umožňuje sinicím vstupovat do velké řady symbiotických reakcí nejen s vyššími rostlinami, ale také s mechorosty – viz dále³. Akinety jsou klidové buňky, které slouží k přezimování, resp. obecně k přečkání nepříznivých podmínek⁴.



Obrázek 2: *Trichormus azollae* (písmenka *h* značí heterocyty).

Fotosyntetické pigmenty kapradiny *Azolla* (chlorofyly *a* a *b*, karotenoidy) a sinice *Trichormus* (chlorofyl *a*, karotenoidy a fykobiliny) jsou komplementární a dohromady umožňují celému systému absorbovat větší spektrum slunečního záření². Zemědělská produkce je přímo závislá na zdrojích dusíku. Symbióza dvou zmíněných organismů má významnou roli v pěstování rýže (mj. ve střední Asii). *Azolla* se hojně využívá právě jako zdroj dusíku na rýžových polích. Toto využití je velmi efektivní, rýže a *Azolla* totiž mají podobné nároky na prostředí, a navíc si vzájemně nekonkurují – jelikož kapradina splývá na hladině, nenastává mezi ní a rýží kompetice o světlo a prostor⁵.

Vzhledem ke schopnosti fixace vzdušného dusíku dokáže systém *Azolla*-*Trichormus* přežít i ve vodách chudých na dusík. Díky vysoké adaptabilitě se tak může dobře šířit i mimo svůj obvyklý areál. Invaze systému do nepůvodních oblastí pak mohou mít negativní dopad na tamější biodiverzitu a zdraví ostatních organismů⁶.



Lišejníky

Lišejníky (také lichenizované houby) jsou kompozitní organismy složené z houby (mykobiont) a řasy, resp. sinice (fotobiont). Symbiotické vztahy mezi oběma složkami nejsou tak jednoduché, jak by se na první pohled mohlo zdát. Nejznámější interakcí je zřejmě mutualistický vztah, kdy fotobiont poskytuje organické látky a mykobiont vodu a látky anorganické. Mohou však existovat i přechody od mutualismu ke komenzalismu, ba dokonce až k parazitismu. V (polo)parazitickém vztahu může houba řasu poškozovat, až úplně umorit¹. Mykobiont nemusí mít vždy k dispozici pouze jednoho partnera – bylo prokázáno, že se houba může spojovat s více druhy fotobiontů a dokonce mezi nimi „přepínat“. Důvodem je adaptace na různé podmínky v daném ekosystému⁷.

Na stélce lišejníků rozlišujeme několik vrstev. Korová vrstva se nachází na svrchní (někdy i na spodní) straně a je tvořena buňkami pravidelného tvaru, které zde tvoří tkáň podobnou rostlinnému parenchymu. Poskytuje ochranu před poškozením a vysušením. V řasové vrstvě vznikají tzv. haustoria sloužící mj. k transportu látek a k propletení houbových vláken a buněk řas. Dřeňová vrstva je tvořena propletenými hyfami (vlákny mykobionta)⁴.

Morfologicky můžeme lišejníky dělit mj. podle způsobu přisedání k substrátu. Keříčkovité lišejníky jsou k substrátu přisedlé pouze úzkou částí na bázi stélky a rostou zpravidla do výšky (např. puklérka islandská – *Cetraria islandica*). Lupenitá stélka je plochá a přirůstá na jednom či jen několika místech (např. hávnatka psí – *Peltigera canina*). Korovité lišejníky jsou k substrátu přirostlé celou spodní stranou (např. mapovník zeměpisný – *Rhizocarpon geographicum*)⁴. Jednotlivé typy stélek jsou zobrazeny na obrázku 3.



Obrázek 3: Puklérka islandská, hávnatka psí a mapovník zeměpisný.