

## Hlenky – „krásky inteligentní“

Ve většině jazyků obdržely jméno evokující cosi nehezkého, slizkého až hlenovitého. Jedno jejich životní stadium tak může na nezasvěceného pozorovatele opravdu působit. Při bližším pohledu ale nacházíme pozoruhodně dynamický a stále se přetvářející systém. Vnímání různých stimulů prostředí a odezva na ně je významným směrem výzkumu hlenek (*Myxomycetes*). Píše se o „inteligenci hlenek“, což zní „sexy“, ale je to pojem dosti vágní. Ale právě sexualita, její evoluce a výhodnost v různých podmínkách je další častou oblastí hlenkového bádání. Hlenky, jak se dozvídáme z popularizačních článků, mají totiž mnohdy (ale ne vždy) více pohlaví než obvyklá dvě. Kybernetika, exobiologie, bioinformatika, lékařství, teoretická a evoluční biologie, fyzika, výzkum biokompatibility či biotechnologie také sahají po hlenkách čím dál častěji jako po modelových organismech. Přibývá i fotografů a milovníků přírody, kteří se o hlenky – skrze jejich pozoruhodnou tvárnost a projevy – hlouběji zajímají a třeba je dokonce pěstují doma. Můžeme tak číst nebo slyšet, že se zdají být organismy z jiné planety, což zřejmě nejsou. Pojďme si je proto představit komplexněji.



### Pravé a nepravé hlenky

Definice „hlenky jsou mikroorganismy, které dobyly makrosvět“ mi přijde velmi výstižná. Vytvářejí, alespoň v části svého životního cyklu, stadia viditelná prostým okem. Další vymezení je už obtížnější. Hlenky nepředstavují přirozenou (monofyletickou) skupinu a pojetí různých autorů se liší. Všechny jsou heterotrofní eukaryota tvořící (sexuální) spory a makroskopická i mikroskopická stadia, ale tím společné rysy prakticky končí. Omezím se na dvě velké (a zřejmě monofyletické) skupiny, které máme v daném rozsahu šanci jakž takž uchopit a o kterých se toho ví nejvíce. Půjde o pravé neboli plazmodiální hlenky (*Myxomycetes*, též *Myxogastrea*) a nepravé či buněčné hlenky (*Dictyosteliomycetes*, též *Dictyostelida*). Obě skupiny patří

1 Vyvíjející se plodničky větvenky *Comatricha alta*. Druh patří do skupiny tmavosporých hlenek, které syntetizují ve sporách při dozrávání melanin. Proměna nezralých bílých plodničiek v téměř černé může být velmi rychlá – stačí jen hodina až několik hodin (jak zachycuje video 3 na webové stránce Živy). Gradient stáří je na snímku dobře patrný. Mnohdy čtenář nejspíše zná blízce příbuzné a nápadné pazderky (*Stemonitis*, také viz video 3).

do superskupiny měňavkovci (*Amoebozoa*), tedy jedné z mnoha superskupin zahrnujících nejrůznější protista (blíže *Živa* 2019, 5: 220–223). Nejsou tedy ani rostlinami, ani houbami, ani živočichy. Lidé bývají zvyklí vše makroskopické řadit do

jedné z těchto skupin. Proto se pokusím jako červenou nit celým textem protkávat sdělení, že i mikroorganismy mnohdy vytvářejí makroskopické útvary, které můžeme spatřit pouhým okem. Podobné útvary, využívající strategických výhod větších organismů, nacházíme i u některých bakterií (myxobakterie). Zde však zůstaňme u eukaryot.

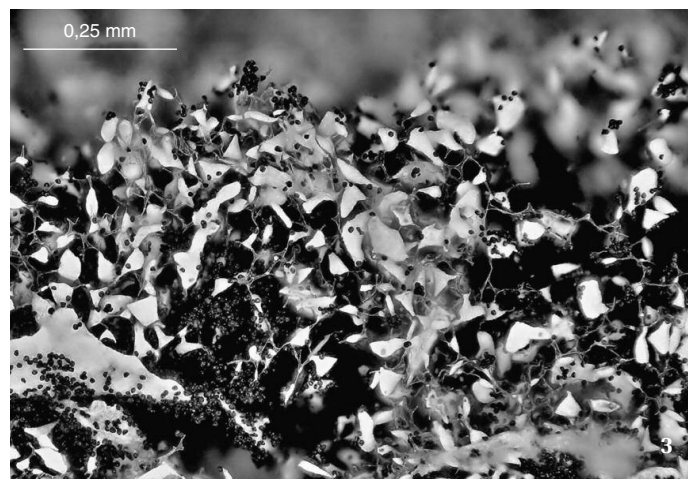
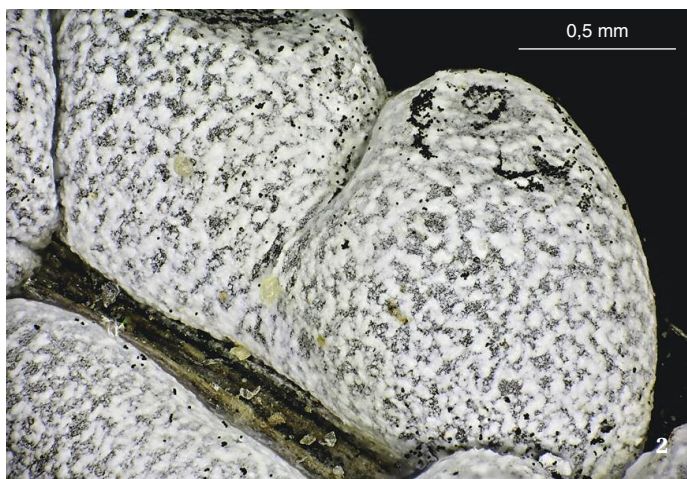
Jednobuněčná stadia obou skupin žijí v substrátu, většinou v půdě nebo rozkládající se biomase, ale i ve vodě, jako samostatné buňky s velmi pružným a měnlivým povrchem (nemají pevnou buněčnou stěnu jako rostliny nebo houby). Buněčné hlenky tvoří zpravidla bezbičíkaté měňavky (améby), v případě pravých hlenek se améby mohou polarizovat, vytvoří dva různě dlouhé bičíky a stanou se tak bičíkovci. Tato dvě stadia – améba a bičíkovec – mezi sebou dokonce dokážou přecházet v horizontu desítek minut až hodin, přičemž bičíkovec je výhodný v přítomnosti volné vody, améba zase ve viskóznějším prostředí. Obě formy pohlcují a požírají jiné mikroorganismy, většinou bakterie, ale i kvasinky a další zástupce půdní bioty. Zásadní odlišnost buněčných a plazmodiálních hlenek nastává při přechodu do makroskopického stadia. U buněčných hlenek za nepříznivých podmínek améby agregují v pohyblivé útvary (anglicky nazývané slug, což znamená slimák). Tento útvar je už přibližně 1 mm dlouhý a tvoří ho desítky tisíc až stovky tisíc améb. V něm, a to je důležité, se améby přizpůsobují zájmům vytvořeného „superorganismu“, ale zůstávají stále samostatnými buňkami. Naproti tomu pravé hlenky (*Myxomycetes*) vytvářejí mnohjaderné pohyblivé stadium (plazmodium) z jedné jediné buňky, která do té doby také žila samostatně a byla buď amébou, nebo bičíkovcem. A jak tedy vzniká plazmodium, pro pravé hlenky tak charakteristické? V jistém okamžiku (např. po pohlavním procesu) začne opakované dělení jádra bez dělení buňky. Vznikající obří buňka může brzy pokrývat tisíce cm<sup>2</sup> substrátu a obsahovat miliony až miliardy jader, která se dělí synchronně. Většina experimentální vědy se provádí právě na plazmodiu.

### Plazmodium – stadium „inteligence“

Přestože pravé hlenky tvoří přinejmenším tři typy plazmodií (protoplazmodium, afanoplazmodium a faneroplazmodium), pro účely tohoto textu se omezíme na nejnápadnější a nejkoumanější – faneroplazmodium. Nejčastější podobou plazmodia, které upoutá pozornost při vycházce v přírodě, jsou průhledné, bílé, žluté, oloveně šedé, ale také karmínové nebo zelenavé, vějířovité se rozrůstající žilkovité útvary. Pohybuje se po substrátu (ale i v něm) rychlostí až několik cm za hodinu a pohlcuje bakterie a jiné mikroorganismy (jak zachycuje video 1 na webové stránce Živy). Hlenky jsou tedy hlavně predátory.

Cytoplazma cyklicky proudí sem a zase zpět (s periodou v minutách) a jádra plazmodia se dělí prakticky současně (např. každých 10 hodin, podle podmínek prostředí). Pod mikroskopem v procházejícím světle působí jako řeka tekoucí rychlostí až 1 mm/s a unášející organely a pohlcenou potravu. Postupně se proud zastavuje





a během několika sekund začíná proudit opačným směrem (blíže video 2 na webu Živy). Když plazmodium rozdělíme ve dvě, vytvoříme buňky dvě. Děje zůstávají synchronizovány v rámci každé z nich, ale mezi novými plazmodii se synchronizace ztrácí. Každé se pohybuje (díky záměrně nerovnoměrnému růstu) ve směru dostupnosti potravy nebo vody, ale začne rychle couvat, pokud narazí na suchý substrát, vysokou či nízkou teplotu, intenzivní světlo (signalizuje nebezpečí vyschnutí) nebo chemické látky, které hlenec „nechutnají“. Mechanismus pohybu plazmodia je podobný jako v našich svačce – interakce aktinového cytoskeletu a myozinového motorického proteinu. Vnější vrstva cytoplazmy je denzní (extrémně hustá), prostoupená hustou sítí cytoskeletu, rychle mění tvar, čímž vyvolává ve vnitřní řídké části cytoplazmy změny tlaku a tím i toku cytoplazmy s jejím živým obsahem. Zmíněné vlastnosti učarovaly vědcům mnoha oborů i amatérským pozorovatelům.

Ze známé přibližně tisícovky druhů plazmodiálních hlenek se nejkoumanější stala především vápenatka mnohohlavá (*Physarum polycephalum*). Její plazmodium může žít i v čisté kultuře, tedy bez přítomnosti živých mikroorganismů, krmí se ovesnými vločkami (což je vtipná, ale standardní procedura) a brzy dosahuje značných rozměrů. Klasikou experimentů už je řešení bludišť plazmodiem nebo rekonstrukce železniční sítě v Japonsku, případně silniční sítě Spojených států amerických na 3D mapě – dopadne velmi podobně jako ve skutečnosti. Na konce bludiště či koordináty velkých měst se položí ovesná vločka a vápenatka se snaží „centra hojnosti“ propojit plazmodiálními tubusy co nejeftivněji (třeba obejde vysoká pohoří, jako je objížďejí skutečné silnice). Bludiště samozřejmě nevyřeší napoprvé. Důležité je, že se živý obsah plazmodia posléze stáhne ze slepých cest a propojí start a cíl nejkratší možnou cestou. Právě díky těmto pokusům se začala reakce hlenek popularizovat jako forma inteligence „bez mozku“, což je možná trochu nadsazené. V každém případě hlenky představují velmi dynamický a adaptivní systém, který je schopen se i do jisté míry učit.

K tomuto závěru přispěl další nedávný objev. Zjistilo se, že nebuněčný matrix (zbytky plazmodia), který hlenka za sebou v tenké vrstvičce zanechává, představuje paměťovou stopu „tady už jsem byla a po-

## 2 a 3 Vápenatka *Physarum nivale*.

Tento druh patří k zajímavé taxonomicky rozrůzněné skupině nivikolních hlenek, jejíž zástupci vytvářejí plazmodia a následně i fruktifikují na jaře a v létě ve vysokohorských polohách za odtávající masou sněhu, kdy v substrátu není významná mikrobiální konkurence. Vápenatkám dalo jméno hromadění amorfního kalcitu (agregáty z kuliček vápence o velikosti 1–2  $\mu\text{m}$ ) na povrchu plodniček a v uzlech organických vláken kapilic. Na obr. 3 vidíme detail kapilic – sterilního vlášení (průhledné trubičky), které je v uzlech inkrustováno agregáty vápence. Černé kuličky jsou spory.

travu vytěžila“. Pokud hlenka není vyložena v nouzi, jako např. v Petriho misce bez potravy, stejné místo znovu nenavštíví. Pohyblivost plazmodia poskytuje velice jednoduchou a elegantní možnost, jak sledovat reakci hlenky na různé podněty. Současně je ale pro výzkumníka komplikací. Když třeba plazmodium napíchnete mikroelektrodou, za několik minut z jehly uteče (jehla plazmodium neublíží, můžeme ho např. homogenizovat v malé kapce, pipetovat na nové médium a z každé kapky regeneruje nové malé plazmodium). A k čemu elektrody slouží?

## Světlo, vlhkost, chemismus – reakce na stimuly prostředí

Pulzace protoplazmy vyvolává periodické elektrické signály (stejnoseměrné a nízkofrekvenční), které snadno změříme, když necháme jednu žilku plazmodia přelézat přes ploché elektrody. Pokud naopak na elektrody přivedeme slabý proud, hlenka reaguje změnou pulzace a pohybem. Přesto nejde hlenku elektricky ovládat (programovat), z čehož je zřejmé, že koordinované peristaltické pohyby podléhají komplexnější synchronizaci. Otázka synchronizace peristaltických pohybů a mechanismus, jímž se hlenka rozhoduje, na kterou stranu se bude plazmodium pohybovat, nejsou zcela dořešeny. Elektrické signály zde mají zřejmě zásadní význam, protože šíření chemických gradientů by nejspíše nemohlo být dostatečně rychlé, uvážíme-li, že plazmodium může mít mnoho stovek  $\text{cm}^2$ , a přitom je téměř planární (silně jen desetiny mm). Na druhou stranu, aktivita membránových přenašečů (např. protonových pump –  $\text{H}^+$  ATPáz) tyto signály vytváří. Stojíme tak před tautologií – systémem

velmi jednoduchým a komplexním současně – interdisciplinárně tak velmi v děčným modelem. Podobně zůstává v detailu neznámý i mitotický oscilátor, který řídí synchronizované dělení jader.

Plazmodium reaguje odlišně na světlo různé intenzity a barvy (vlnové délky), na dotyk nebo poranění a na různé chemické látky. Dotyk i poranění vede (kromě jiného) k téměř okamžitému zastavení proudění cytoplazmy v okolí a jejímu přechodu do gelové konzistence. Reakce zjevně zamezuje vylití buněčného obsahu a minimalizuje škody. Po zacelení „rán“ v plazmatické membráně se proudění obnovuje. Trvá to většinou jen minuty. Plazmodium lze homogenizovat a pipetovat v mikrolitrových množstvích. Z každé kapky, jak jsme si již řekli, pokud obsahuje alespoň několik jader, vyroste nové plazmodium. Výsledky mnohých experimentů však bývají často obtížně interpretovatelné. Andrew Adamatzky z University of the West England s kolegy (Bristol, Velká Británie; např. Adamatzky a Costello 2012) mimo jiné zjistili, že plazmodium je, podobně jako kočka domácí, intenzivně přitahováno k místu aplikace extraktů kozlíku lékařského (*Valeriana officinalis*), ale i mnohých sedativních léků. Tato informace se dobře popularizuje, ale hůře vysvětluje. Vede však k závěru, že chemorecepce či olfaktorické (čichové a chuťové) rozhodování může být konzervováno napříč fylogeneticky vzdálenými skupinami živých tvorů.

Jak už jsem zmínil, pravé hlenky (hlavně vápenatka) jsou vědeckými modelovými druhy pro mnoho oblastí vědy. Produkce bioaktivních sekundárních metabolitů a léčiv je další dosud nezmíněnou doménou. Zde můžeme vyzdvihnout i přínos české vědy, neboť Tomáš Řezanka z Mikrobiologického ústavu AV ČR se spolupracovníky (2005) objevili v hlence slizovce *Fu-ligo cinerea* (sbírané v České republice) nový metabolit s nadějně antibiotickými a antivirotickými účinky. Doménu „bio-kybernetickou“ jsem záměrně rozvedl, protože fascinuje vzrůstající objemností dat. V r. 2016 např. vyšla více než 800stránková kniha o senzorech a biologických počítačích/strojích založených na vápenatce mnohohlavé (Adamatzky, ed., 2016). Většina aplikací zatím nemá praktický význam a působí jako „hrací píseček pro vědce mezioborové aspirace“. Ale tak povstává řada velkých a dnes pro společnost významných objevů.





4



5

### Plodničky – stadium „krásy“

Plazmodium v nepříznivých podmínkách (při nedostatku vlhkosti a/nebo potravy) prochází dramatickou proměnou. Jejím cílem je tvorba spor – klidového stadia, které přežije vyschnutí a umožní rozšíření na vhodnější substrát. Rozmnožovací útvary hlenek jsou pro svou podobnost s plodnicemi hub označovány také jako plodničky. Podobně jako u hub se jejich vzniku říká fruktifikace. Z jedné buňky, kterou plazmodium je, povstává většinou mnoho sporangii. Sporangia, která představují nejčastější typ plodniček hlenek, mohou být stopkatá (obr. 1, 10, 12–14), nebo přisedlá (obr. 2 a 11) a přinejmenším v jednom rozměru většinou nepřesahují 1 mm. Naproti tomu na výšku mohou mít i několik cm, jako v případě pazderků (*Stemonitis*, viz video 3 na webu Živy). Má se za to, že plodničky rozměrově větších typů vznikají splynutím původně samostatně založených sporangii. Jejich individualita je dobře vidět u tzv. pseudo-étálií, která tvoří např. fotogenické zlepníčky (*Tubifera*, obr. 4). U slizovky rodu *Fuligo* (obr. 5) nebo sítovek (*Reticularia*, obr. 6) dochází k téměř dokonalému splnutí sporangii a takové kolektivní fruktifikaci říkáme étálium. Při procházce vlhkým lesem narazíme snadno na plodničky vlčího mléka – rodu *Lycogala* (obr. 7), jehož pestrobarevné „kuličky“ dosahují v průměru až přes 1 cm. U nich ani během vývoje nepozorujeme diferenciaci jednotlivých sporangii, a tak se vědci stále nemohou dohodnout, zda jde i v tomto případě o kolektivní fruktifikaci. Poslední formou hlenkové plodničky je plazmodiokarp. Zde si žilkované plazmodium zachová původní vnější tvar, ale vnitřně se diferencuje, vyschne a obalí se tenkou blankou (peridií, viz dále). Běžným a pro svou nápadnost často fotografovaným druhem je vlasenka plazivá (*Hemitrichia serpula*, obr. 8).

Od začátku fruktifikace po plnou zralost často neuplyne více než 24 hodin (jak ukazuje již zmíněné video 3). Tvorba plodniček často probíhá ponejvíce přes noc, kdy není tak velké nebezpečí předčasného vyschnutí. Vyschnutí je ale plánovaným závěrem celého procesu. Zralé spory záměrně snižují obsah vody na velmi nízkou úroveň (podobně jako dozrávajcí semena rostlin), snižují tak metabolickou aktivitu o několik řádů a mohou přežít až něko-

lik let, než se dostanou do vhodných podmínek pro klíčení.

Pokud je vyschnutí příliš rychlé, nebo se výrazně ochladí, podmínky neskýtají naději pro dozrání spor. Plazmodium pak, pokud ještě nezačalo tvořit plodničky, přechází v klidové stadium – sklerocium – plazmodiu podobný, avšak metabolicky prakticky neaktivní pevný útvar. Dojde v něm k oddělení váčků s několika jádry, označovaných jako makrocysty, a k vyschnutí. Sklerocium lze poslat v obálce pěstitelů na druhý konec světa a v suchém stavu přežívá i více než rok. Po navlhčení z něj rychle (většinou během hodin) klíčí plazmodium.

Z mezijaderného materiálu kondenzují při fruktifikaci různé konstrukční prvky, které udržují tvar plodniček a regulují vyprašování spor. Povrchová blanka plodniček se nazývá peridie a někdy během zralosti zcela mizí. Sterilní vlákna uvnitř plodniček, přestože mají zjevně vícero původů, se většinou označují jako kapilicium (vlášení). U rodu vlnatka (*Arcyria*, obr. 10 a 11) jsou zřejmě tím nejnápadnějším a dala mu české jméno. Podobně jako kapilicium rodů *Trichia* či *Hemitrichia* jsou jeho vlákna hygroskopická – se změnou vlhkosti mění tvar – a pomáhají vyprašovat spory (obr. 9). A konečně některé plodničky jsou stopkaté, přičemž stopka usnadňující šíření spor z vyvýšených částí bývá produktem zaškrbeného plazmodia včetně jeho extracelulární hmoty (u pazderkotvarých však vzniká opačně – kondenzuje uvnitř plazmodia a plodná část po něm vystupuje do výše – viz obr. 1 a video 3). Plodničky některých skupin hromadí vápenec (amorfní nebo krystalický), který představuje determinančně důležitý znak (obr. 2, 3 a 13). Redukčním dělením vznikají uvnitř plodniček haploidní spory, jež se pak šíří prakticky po celé Zemi – hlenky jsou výrazně kosmopolitní, řada druhů žije na všech kontinentech, snad mimo Antarktidu. Spory jsou zpravidla kulovité, o průměru nejčastěji 5–15 μm, se zajímavou a taxonomicky významnou povrchovou ornamentací. Jejich klíčením vznikají již zmínění haploidní bičíkovci nebo améby (typičtí pro skupinu Amoebozoa). Ti spontánně nebo po pohlavním procesu dosáhnou diploidie a začnou dělit mitoticky své jádro za vzniku tolik zde již diskutovaného plazmodia. Kruh se tak uzavřel.

4 Zlepníček jahodovitý (*Tubifera ferruginosa*) je příkladem druhu vytvářejícího kolektivní fruktifikace – pseudoétálie (až několik cm velká), u nichž jsou však dobře patrné hranice jednotlivých sporangii. Plži, kteří se na fruktifikacích často pasou, zřejmě pomáhají rozšiřovat spory. Foto H. Deckerová

5 Slizovka tříslová (*Fuligo septica*) tvoří kolektivní fruktifikaci velká étálie (až přes 10 cm), kde jednotlivá sporangia v době zralosti téměř dokonale splývají. Je velmi rozšířená i na synantropních stanovištích – ve štěpce nebo v kompostu.

6 Sítočka pýchavkovitá (*Reticularia lycoperdon*) je dalším příkladem velké a nápadné étalioidní hlenky. Dosahuje opět mnohdy přes 10 cm nejdelšího rozměru a roste zejména na měkkém dřevě (vrby, olše) v lužních lesích.

7 Vlčí mléko červené (*Lycogala epidendrum*), světlosporá hlenka tvořící nápadné červené „kuličky“, které s dozráváním tmavnou, na silně rozloženém dřevě jehličnanů, mnohdy v hlavní houbařské sezoně. Proto ji houbaři a milovníci přírody často fotografují. Po vyschnutí se povrchová blanka otevírá na vrcholu plodničky a prší spory. Tím napodobuje strategii rozšiřování spor nepřibuzných hub – pýchavek. Dříve se proto tato hlenka nazývala pýchavička vlčí mléko.

8 Vlasenka plazivá (*Hemitrichia serpula*) je případem plazmodiokarpální světlosporé hlenky – její plodnička si zachovává vnější tvar plazmodia, je až několik cm velká, a proto dobře patrná a hojně v přírodě fotografovaná.

9 Spory a hygroskopická vlákna kapilicia vlasenky plazivé. Spory mají nápadnou síťovitou strukturu a průměr asi 10 μm. Kapilicium je spirálně ornamentované. Foto O. Koukol

10 Vlnatka šedá (*Arcyria cinerea*) je dalším běžným zástupcem světlosporých myxomycetů. Dobře viditelná vlákna kapilicia utvářejí plodničku a jsou koustou, z níž vítr odvívá spory.

11 Vlnatka žlutá (*A. obvelata*) je spolu s v. červenou asi nejběžnější vlnatka, s níž se můžeme v naší přírodě setkat. Roste na středně rozloženém dřevě v přírodě blízkých, ale i kulturních lesích. Sterilní vlákna, která na fotografii zbyla po vyprašení prakticky všech spor, jsou pestře zbarvena a ornamentována.





V době zralosti jsou elastická a plodnička se díky jejich expanzi protahuje do délky až 1 cm. Skupiny plodniček tak mají poměrně nápadný vzhled.

#### Hlenky v přírodě – ekologie a rozšíření

Molekulární metody ukazují, že hlenky, přesněji jejich DNA a RNA, jsou v přírodě prakticky všude – v půdách, rozkládající se biomase i ve vodě. Zdá se tedy, že většinu života tráví v „kryptických“, zřejmě jednobuněčných stadiích. Jde zase o pěknou analogii k houbám. Jejich podhoubí a spory jsou všudypřítomné, plodnice však nacházíme mnohem sporadičtěji. Tvorbě plazmodií a fruktifikací svědčí vlhké jarní až podzimní dny a místa s dostatkem

(rozkládající se) biomasy. Ta jednak drží vodu, jednak se v ní rozmnožují bakterie, kvasinky a jiní prvoci, kterými se améby živí. Plazmodium už si troufne i na větší potravu (např. poroste a zahubí plodnici houby). Naopak plazmodium i plodničky se stávají častou potravou pro mnohé bezobratlé, např. hmyz a plže (obr. 4), kteří zřejmě pomáhají šířit spory.

O skutečném životě hlenek v přírodě víme jen málo, protože se špatně studují a jen málo je jim věnována pozornost (jak jsem psal, jsou to přece jen mikroorganismy). Některé hlenky se ekologicky pozoruhodně specializovaly na extrémní stanoviště, často jde o blízké příbuzné druhům mezických stanovišť. Existují např. druhy,

které plodí pravidelně na povrchu kaktusů a sukulentů v aridních oblastech. Jiná, poměrně velká skupina, čítající minimálně desítky známých druhů, zase fruktifikuje za odtávající masou sněhu ve vysokých horských polohách nebo vyšších zeměpisných šířkách (obr. 2 a 3). Tyto hlenky, nazývané nivikolní, se tak zřejmě snaží vyhnout mikrobiální konkurenci při nízkých teplotách. I pod sněhem, ve velmi stabilních podmínkách, ovšem žije mikrobiální komunita (zřejmě hlavně bakteriální), na které se améboflageláti a plazmodia těchto druhů živí. Je zajímavé, že dokážou projít celým životním cyklem během teplot blízkých 0 °C. Velmi málo toho víme také o ohrožení a bioindikacním významu





hlenek – druhem, který se podle mé zkušenosti vyskytuje pouze v přírodě blízkých lesích, je např. krásnoblanka tygrovaná (*Lepidoderma tigrinum*, obr. 12 a 13). Většina zemí neeviduje hlenky (ale ani jiné mikroorganismy) ve svých červených seznamech a nanejvýš jsou sporadicky inventarizovány spolu s houbami.

### Hlenky tajemné

Pozoruhodné vlastnosti těchto organismů – pohyblivá, zdánlivě beztvářá plazmodia, rychlá fruktifikace, noční vývin, překvapivé barevné změny během dozrávání (obr. 12 a 13) – vedly už před staletími k teoriím o mimozemském původu hlenek, zejména těch pravých, dosahujících mnohdy značných rozměrů. Ve svých fyziologických a cytologických aspektech ale hlenky zapadají do pozemského života a není třeba hledat nepravděpodobná vysvětlení (pokud pomineme názor, že život jako takový vznikl mimo naši planetu). Mexičané státu Veracruz např. plazmodia a dozrávající étálie již dříve zmíněné slizovky tříslové (obr. 5) a síťovky pýchavkovité (obr. 6) nazývají *caca de luna*, což znamená exkrement Měsíce (snad pro převážně noční vývin); sbírají je a upravují na způsob míchaných vajec a balí do tortill (bílkoviny v plazmodiu teplem denaturují podobně jako vaječné proteiny). To je asi jediná zmínka o kulinářském využití hlenek větší skupinou lidí. Slizovka tříslová je také udávána jako druh tvořící největší známé fruktifikace (Keller a kol. 2016).

Do této kapitoly snad patří i stručná zmínka o soudobé systematice hlenek. (Nejen) u mikroorganismů totiž morfologické znaky často nestačí pro jejich taxonomické zařazení. Přibližně od r. 2005, kdy se hlenky začaly sekvenovat, se systém proměňuje, např. popisem nových „kryptických druhů“, tedy takových, které nelze určit na základě morfologických znaků, nýbrž jen pomocí sekvenování určitých úseků DNA. Konkrétní změnou je třeba to, že zlepníček jahodovitý rozdělil ukrajinský myxomycetolog Dmitry Leontyev do 7 nových druhů (Leontyev a kol. 2015). Přestože se tyto druhy překvapivě výrazně liší i v makroznacích, musím říci, že vlastně ani dnes nemůžeme s naprostou jistotou určit, o jaký zlepníček jde na obr. 4.

### Ještě na skok k buněčným hlenkám

Připomeňme si znovu, že buněčné hlenky (*Dictyostelida*) agregují své améby v makroskopické útvary až několik mm dlouhé.



12 Krásnoblanka tygrovaná (*Lepidoderma tigrinum*) je opravdu krásný myxomycet ze skupiny tmavovýtusých hlenek. Druh dává přednost přirozeným pralesovitým porostům. Na snímku je skupina mladých plodniček nalezená v Dobrošském pralesi na Slovensku.

13 Dvě zralé plodničky krásnoblanky tygrované (dozřelé při převozu ze Slovenska do laboratoře). Pláty kalcitu jsou po uschnutí plodniček dobře viditelné a umožňují makroskopickou identifikaci druhu, což u hlenek není vždy pravidlem.

14 Řešetovky (rod *Cribraria*) jsou zajímavou skupinou s výraznou sítkou na povrchu („řešeto“). Skupina mladých plodniček druhu *C. piriformis*, které vyrůstaly v mnohatisícovém počtu na mrtvém ležícím smrku v přírodní rezervaci Líbochovka nedaleko Hluboké nad Vltavou. Zajímavé je, že hlenky jsou často substrátově poměrně vybíravé. Řešetovky např. rostou hlavně na rozkládajícím se dřevě jehličnanů. Protože hlenky dřevo (na rozdíl od dřevokazných hub) zřejmě nerozkládají, rozhodující bude druhová garnitura mikroorganismů, jimiž se hlenky živí a která je pro různé organické substráty často specifická. Snímky J. Kubáska, není-li uvedeno jinak

Jejich modelovým druhem je *Dictyostelium discoideum* – běžná půdní hlenka, kterou pro malé rozměry není snadné v přírodě zaznamenat. Druh využívá jako agregací feromon cyklický adenosinmonofosfát (cAMP), zastávající významnou úlohu v buněčné signalizaci u eukaryot včetně člověka. Buněčné hlenky tedy tvoří mnoho-

jaderné plazmodium, ale „slimáka“ složeného z desítek až stovek tisíc samostatných améb. Ty se pohybují koordinovaně po substrátu a rozrušují mikrobiální filmy, které stráví. Když i tato strategie přestane být úspěšná, útvar vytvoří plodnice. Podobně jako v případě agregace, kde hraje hlavní roli vlna cAMP od jednotlivých améb, fruktifikace zase spouští anomálie v produkci amoniaku ( $\text{NH}_3$ ). A tady nastává asi to nejzajímavější. Přinejmenším z pohledu teoretické a evoluční biologie. Améby se musejí rozdělit na dvě skupiny. První skupina vytváří nosič (stopku), vynášející do výše několika mm druhou skupinu buněk, která dá vznik sporám. Buňky nosiče umírají, a proto nepředávají svou genetickou informaci. Činí tak pro zvýšení rozmnožovacího potenciálu (fitness) plodné části, z níž se spory snadno šíří. Zdá se, že do stopky se dostanou především améby, které začaly jako první vysílat cAMP poplachový signál, tím se „vysílily“ a jejich rozmnožovací potenciál klesl. Takový altruismus je běžný u buněk mnohobuněčných tvorů, ale prakticky neznámý (nebo neprozkoumaný?) u mikroorganismů. *D. discoideum* nás tak přenáší k počátku vzniku mnohobuněčnosti (ale pozor, mnohobuněčnost vznikla nepochybně vícekrát nezávisle, a proto mají živočichové např. jiné hormony než rostliny). Nepravé hlenky se tak (mimo jiné) staly modelem pro studium programované buněčné smrti nebo, chcete-li, ultraaltruismu. Bez něj by byl vznik mnohobuněčných organismů nemyslitelný.

Toto pojednání o hlenkách, omezené rozsahem článku, je jistě nekompletní. Snažil jsem se zmínit zajímavé aspekty života a tvárnosti pravých a buněčných hlenek v kontextu současné biologie i mezioborových disciplín. K bližšímu poznání života hlenek doporučuji knihu *Myxomycetes – Biology, Systematics, Biogeography and Ecology* (Rojas a Stephenson, eds., Academic Press 2017). Zde najdete mnohé o vývoji, rozmnožování, genetice, molekulární biologii, biochemii, ale i ekologii a rozšíření pravých hlenek. Méně ambiciózní je můj dvoudílný seriál v *Mykologickém sborníku* (2018, 4: 103–118; 2019, 3: 80–95), který přináší hlavně stručný přehled systému, sexuality, fyziologie hlenek, ale také fotografie a popisy dalších našich hojných zástupců.

Seznam použité literatury, videa zmíněná v textu a doplňující snímky najdete na webových stránkách Živa.