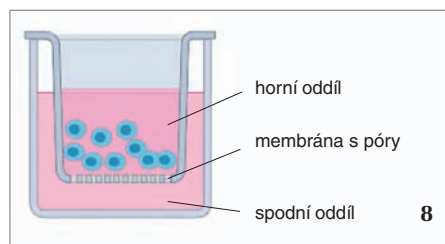
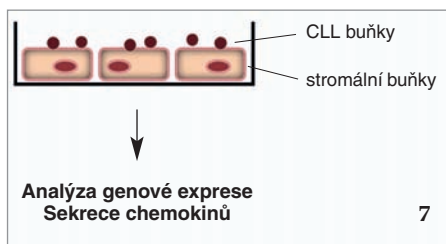


6 Sledování inhibice CK1ε metodou western blot, která se využívá pro detekci konkrétního proteinu ve vzorku. Elektroforézou dojde k rozdělení proteinů podle velikosti, poté jsou přeneseny z gelu na membránu a detekovány pomocí specifických protilátek (horní část obr.). Upraveno podle: B. T. Kurien a R. H. Scofield (2015). Aktivní fosforylovaná forma CK1ε je označena červenou šipkou (spodní část obr.). Po přidání inhibitorů A a B dochází k úbytku fosforylované formy a k blokadě její autofosforylační aktivity. Inhibitor C aktivitu CK1ε neovlivňuje.

7 Schematické znázornění společné kultivace leukemických a stromálních buněk a následná analýza genové exprese nebo sekrece chemokínů

8 Migrační jamka – buňky umístěné do horního oddílu se nechají procházet několik hodin skrze membránu s póry až do spodního oddílu. Množství buněk schopných migrace se kvantifikuje s využitím průtokového cytometru. Foto a orig.: M. Gregorová, pokud není uvedeno jinak



Podpořeno z grantů Masarykovy univerzity (MUNI/A/0968/2017, MUNI/C/1306/2017), Ministerstva zdravotnictví (15-29793A, FNBr 65269705), Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy – CEITEC 2020 (LQ1601), LQ1605 (MEYS CR), CZ-OPENSREEN, a BrnoPhDTalent. Tento projekt je také financován z Evropské unie – Horizon 2020 research and innovation programme (č. 692298).

Použitá literatura uvedena na webu Živa. K dalšímu čtení např. Živa 2005, 1: 46–48; 2013, 3: 98–100; 2017, 1: 2–4.

Chtěli bychom tedy objasnit a ověřit, zda je výhodnější a účinnější blokovat pouze jednu izoformu, nebo používat panCK1 inhibitory, které jich blokují více.

Závěrem

Naší snahou je vytvořit skupiny účinných a selektivních látek blokuujících aktivitu

kinázy CK1, potvrdit jejich aktivitu *in vitro* a *in vivo* a popsat jejich účinky na migraci a přežití leukemických buněk. Zatím žádné podobné látky v klinickém testování nebyly, jde tedy o velkou příležitost. Pokud budou úspěšné v preklinických a klinických studiích, mohly by přinést novou naději v léčbě nádorových onemocnění.

Zdeněk Soldán

Kam zařadit „nemožný mech“ *Takakia*?

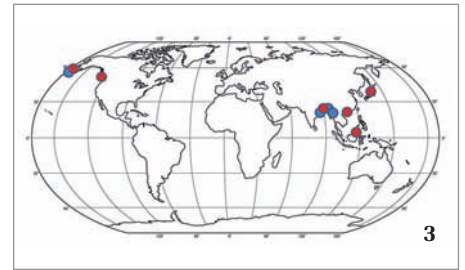
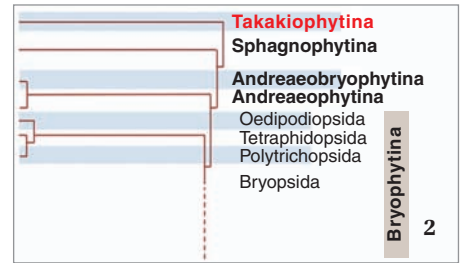
Bryologové, tedy vědci zabývající se mechorosty, popisují každoročně desítky nových taxonů. Objevují se hlavně nové druhy nebo jejich poddruhy, řidčeji i nové rody, a případnou polemiku může vyvolat jen jejich zařazení do vyšších taxonomických kategorií. Vždy je ale od prvního okamžiku zřejmé, že dotyčný taxonom studoval zástupce jednoho ze tří oddělení mechorostů – mechů (Bryophyta), játrovek (Marchantiophyta) nebo hlevíků (Anthocerotophyta). Jediným případem, který tomu odporuje, je takakia.

Začněme historickým exkurzem...

... tedy chronologicky, dvě století nazpět od současnosti. Z území Himálaje (v indickém svazovém státu Sikkim) se v jednom ze sběrů Josepha Daltona Hookera z první poloviny 19. století objevuje podivný mechorost a anglickým bryologem Willia-

mem Mittenem je popsán jako nový druh játrovky *Lepidozia ceratophylla* (rod *Lepidozia* je u nás zastoupen vcelku běžným druhem plevinkou plazivou – *L. reptans*), avšak příslušná typová položka zůstává prakticky bez povšimnutí dalších badatelů deponována v herbáři po více než 100 let.

Přichází r. 1951 a japonský bryolog Noriwo Takaki sbírá na ostrově Honšú podobné rostliny, které jsou v r. 1958 popsány jeho kolegy (Sinske Hattori a Hiroshi Inoue) vědeckým jménem *Takakia lepidozioides*. Nové rodové jméno je samozřejmě vytvořeno k počtě původního sběratele. V národním japonském jmenoslaví dostává výstižný přídomek nanjamonja-goke, v překladu „nemožný mech“ nebo alespoň mírněji citově zabarvený „poptený“ či „záhadný mech“ (v angličtině puzzle moss). Německý hepatikolog (specialista na játrovky) Riclef Grolle později (1963) převádí do stejného rodu i dříve známý druh *L. ceratophylla*. Avšak zvýšený zájem o tyto druhy vyvolává nevídané rozpaky: kde je vlastně – vzhledem ke zcela unikátnímu souboru znaků – nejprůzračnější zakotvení v systematice mechorostů? Vzácné vzorky sběrů, případně alespoň zobrazení a popisy rostlin jsou dokonce ve formě ankety rozesílány s prosbou o vyjádření názoru řadě světově proslulých bryologů, ale též algologům (co kdyby to byla prapodivná ancestrální heterotrichální řasa?). Posléze, po objevení archegonií u rostlin z Japonska, dochází k potvrzení anketou získaného většinového názoru, že jde skutečně o mechorost, a je zařazen mezi játrovky do příbuznosti primitivního rodu přímenka (*Haplomitrium*), tedy do řádu Calobryales (dnes



1 Kanadské jezero Tagish Lake nedaleko hranic s Aljaškou. Podobný biotop je typický pro zástupce rodu *Takakia* – např. na blízkých Aleutských ostrovech nebo na ostrovech Královny Charlotty – od r. 2010 přejmenovaných k počtu původní a dosud zde žijící etnické skupiny severoamerických indiánů Haidů na Haida Gwaii, kde se dokonce nalézá jezero Takakia Lake. Foto J. Dobiáš

2 Postavení pododdělení Takakiophytina ve fylogenetickém stromu hlavních skupin oddělení mechy (Bryophyta). Upraveno podle: Y. Liu a kol. (2019)

3 Disjunktivní areál rodu *Takakia*: červené body – *T. lepidozoioides*, modré – *T. ceratophylla*

4 Detail navlhčeného trsu *T. lepidozoioides* z herbářové položky. Sběr z lokality Holmes Lake, Pitt Island, Prince Rupert area v kanadské Britské Kolumbii pochází z r. 1979

a je deponován v Herbářové sbírce Univerzity Karlovy (PRC).
5 Suchá tobolka *T. ceratophylla* se šikmou štěrbinou vytvářející se po dozrání výtrusů od středu tobolky. Průměr kulovitých a na povrchu výrazně ornamentovaných spor patrných ve štěrbině je asi 10 μm. Herbářová položka (PRC) byla sebrána v r. 2015 na Adak Island, Aleutské ostrovy, Aljaška, USA. Snímky Z. Soldána, není-li uvedeno jinak

řád Haplomitriales v rámci monotypické třídy Haplomitriopsida).

Následující čilý „vertikální pohyb“ rodu *Takakia* v systematickém zařazení nemá v bryologii obdoby: je to typická játrovka (např. S. Hattori a H. Inoue v r. 1958, R. M. Schuster r. 1966, S. Hattori r. 1968), typický mech (např. H. Inoue v r. 1961, M. Mizutani v letech 1967 a 1974), vytvořme alespoň zvláštní třídu Takakiopsida (M. Mizutani v r. 1972), je nezbytné vytvořit nové oddělení Takakiophyta (B. Crandall-Stotler r. 1986). V r. 1988 jsou konečně nalezeny u čerstvě sebraných rostlin samčí pohlavní orgány (anteridia) a poznání ultrastruktury spermatozoidů vede k závěru, že jde skutečně o mech. Rok 1990 přináší v rostlin z Aleut objev sporofytů, které tuto domněnku jednoznačně potvrzují. Původní řazení, s ohledem na společné znaky na sporofytu, k blízkosti rodu *Andreaeobryum* (jediný druh rodu *A. macrosporum* roste pouze na vápencových skalách v horských oblastech Aljašky a přilehlých částech severozápadní Kanady) je poté, zvláště s ohledem na molekulární studie, nahrazeno názorem, že lze prokázat přímý vztah k rodu rašeliník (*Sphagnum*), resp. k monotypické třídě Sphagnopsida.

S pohnutou historií jsme tedy u konce. Recentně jsou oba druhy našeho „nemožného mechu“ takakia povětšinou řazeny do monotypické nejprimitivnější třídy Takakiopsida. Její vznik je odhadován do hloubi

prvohor, přelomu ordoviku a siluru, tedy úctyhodných 480 až 450 milionů let od dnešních dnů. Nejnovější práce o fylogenezi všech mechu na úrovni řádů založená na analýze velmi obsáhlého kombinovaného souboru dat kompletních mitochondriálních, chloroplastových a částečných jaderných genomů (Liu a kol. 2019, obr. 2) relativně dobře podporuje pozici takakie na bázi všech mechu (oddělení Bryophyta). Pododdělení Takakiophytina zde představuje sesterskou skupinu všech dalších pododdělení, následují Sphagnophytina (hlavní zástupce rašeliník), Andreaeobryophytina, Andreaeophytina (hlavní zástupce štěrbovka – *Andreaea*) a neobsáhlejší pododdělení Bryophytina (rozčleněné do čtyř tříd, kde je druhově nejdiverzifikovanější třída Bryopsida).

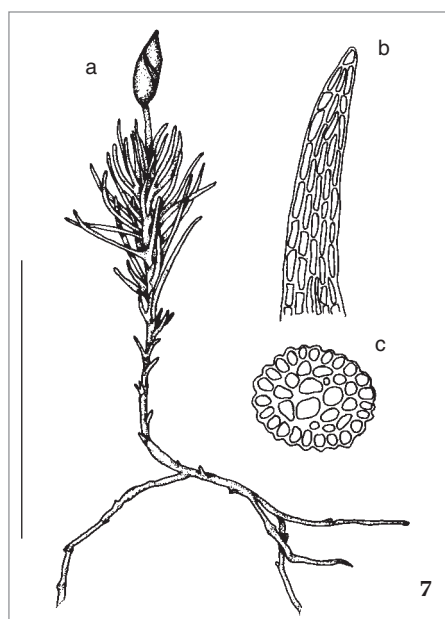
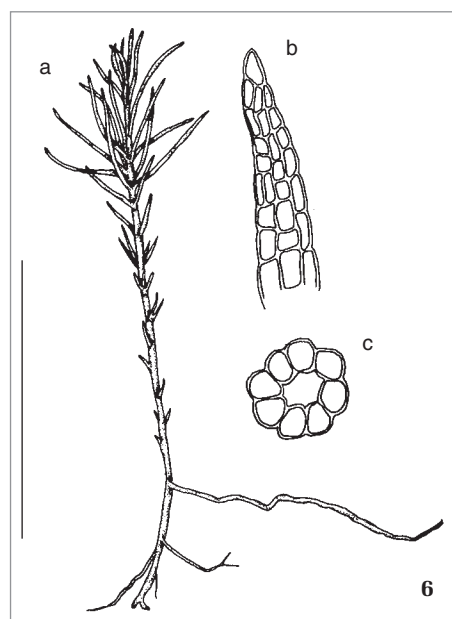
Čím je vlastně takakia zvláštní?

Odpověď na položenou otázku je zřejmá: prakticky vším, resp. kombinací přešle unikátních znaků. Při zhlédnutí obsahu tab. 1 na následující straně, která shrnuje podstatné odlišnosti tohoto nejvýše 1 cm vysokého mechorostu, se nabízí výstup, že gametofyt je podobný spíše játrovkám, kdežto stavba sporofytu více podporuje přiřazení k mechům. Ještěže není „ve hře“ nejméně početná skupina mechorostů – hlevíky (celosvětově jen asi 200 druhů), které mají pouze lupenitou (frondózní), nikoli listnatou (foliózní) stélku.



Tab. 1 Hlavní znaky zástupců rodu *Takakia* na gametofytu (světlejší podbarvení) a sporofytu (tmavší) ve srovnání s mechy (Bryophyta) a játrovkami (Marchantiophyta). Kolumela – centrální sloupek v tobolce; stolon – větev bez listů (fyloidů); parafýzy – hyalinní sterilní vlákna sloužící k ochraně pohlavních orgánů

Část stélky	<i>Takakia</i>	Mechy	Játrovky
rhizoidy	chybějí	mnohobuněčné (hladké)	jednobuněčné (často čípkaté)
stolony	přítomny, s lahvicovitými buňkami produkujícími sliz	chybějí	vzácně vyvinuty, bez buněk produkujících sliz
listy (fyloidy)	laloky listů s kruhovitým průřezem	jedno- až vícevrstevná čepel	jednovrstevná čepel
žebro listů	chybí	většinou přítomno	chybí
parafýzy u gametangií	bez parafýz	obvykle s parafýzami	bez parafýz
dělivé pletivo	apikální meristém	apikální buňka	apikální buňka
čepička	kápoovitá, pomíjivá	většinou vyvinutá	chybí ve formě, jak je známa u mechů
přítomnost chloroplastů ve sporofytu	v raných stádiích s chloroplasty	v raných stádiích s chloroplasty	po celou dobu bez chloroplastů
štet	prodlužován před dozráním tobolky	prodlužován před dozráním tobolky	prodlužován po dozrání tobolky
tobolka	bez víčka	víčko většinou vytvořeno	obvykle bez víčka
kolumela	polokulovitá	většinou válcovitá	chybí
stěna tobolky	3–5vrstevná	vícevrstevná	jednovrstevná
otevírání tobolky	1 spirální štěrbinou od středu tobolky	odpadnutí víčka, rozpad stěny tobolky či vzácněji vytváření více štěrbin	většinou 4 štěrbinou od horního konce tobolky
průduchy na tobolce	chybějí	většinou přítomny	chybějí



Odlišení obou druhů rodu *Takakia*

● Listy na lodyze v ± třech řadách, většinou se čtyřmi při bázi spojenými laloky (segmenty), na jejich průřezu ve střední části s 3–5 vnitřními tenkostěnnými buňkami a 10–15 menšími, epidermálními buňkami se ztlustlými buněčnými stěnami, sporofyt vzácný, rostliny za sucha bez výrazné vůně – *T. ceratophylla* (obr. 5, 7 a na 2. str. obálky).

● Listy na lodyze uspořádány ± nepravidelně, s (1)2(3–4) laloky (segmenty) při bázi nespojenými, na průřezu jsou ve střední části duté nebo s 1–2 vnitřními tenkostěnnými buňkami a asi 8 většími tenkostěnnými epidermálními buňkami, sporofyt dosud nepozorován, rostliny za sucha voní po skořici – *T. lepidozioides* (obr. 4 a 6).

6 a 7 *Takakia lepidozioides* (obr. 6) a *T. ceratophylla* (7); a – celkový vzhled rostliny, b – buněčná síť špičky listového segmentu, c – průřez segmentu listu v jeho dolní třetině. Měřítko je 5 mm. Kresby vytvořeny podle herbářových položek – viz obr. 4, 5 a na 2. str. obálky. Všechny orig.: Z. Soldán

Kam se za takakii vydat

Míst nálezů není mnoho, zůstaneme jen na severní polokouli, musíme ji však jaksepatří „obkroužit“, a to od tropického pásu až po tundru. Areál obou více méně disjunktivně se vyskytujících druhů je znázorněn na obr. 3. Druh *T. ceratophylla* dosud známe ze Severní Ameriky – z řetězce Aleutských ostrovů vybíhajícího jihozápadním směrem od Aljašky k Asii, a z Himálaje – čínského Jün-nanu (Yunnan), indického

Sikkimu a z Nepálu. Tento druh je relativně tolerantní vůči vyschnutí – často roste např. ve společnosti zástupců rodu šterbivka (*Andreaea*) a skulinatka (*Gymnomitron*).

Druh *T. lepidozioides* se vyskytuje opět v Severní Americe – Aleutské ostrovy a ostrovy Královny Charlotty a další místa na pobřeží kanadské Britské Kolumbie, a v Asii – Nepál, Tchaj-wan, Kalimantan (Borneo) a Japonsko (Japonské Alpy na ostrově Honšú). Roste na vlhkém humusu na zastíněných biotopech, skalách nebo ve skalních štěrbinách, často v okolí vodopádů, ale také na zrašeliněných březích potoků od vlhkého mořského pobřeží po subalpínský až alpínský vegetační stupeň. Stélka bývá často na povrchu pokryta nárstem sinic nebo řas (možný symbiotický vztah).

Nádvahem další pozoruhodnosti

Mechorosty či jejich podskupiny obsahují některé specifické sekundární metabolity. Nejpočetnější složku všech sekundárních metabolitů přítomných tvoří seskviterpeny, a to především u játrovek, kde dominují zejména v siličných tělískách (oil bodies). Některé se shodují s těmi zjištěnými i u dalších skupin rostlin, mnohé jsou však jedinečné. Dosud jich bylo u játrovek zaznamenáno více než 600 typů, u hlevíků pouze pět, ale v rámci nejpočetnější skupiny mechorostů, tedy mechů, byly detekovány pouze u zástupců rodu *Takakia* (v počtu 9). Takže i tato skutečnost jaksí odporuje jednoznačnému zařazení k mechům a opět vyzdvihuje specifikum taxonu.

Vedle terpenoidů jsou důležitou složkou sekundárních metabolitů ve stélkách mechorostů aromatické sloučeniny ze skupiny flavonoidů (kromě hlevíků, kde chybějí). U obou známých druhů *Takakia* byly nalezeny shodné soubory těchto látek – jeden ze specifických flavonoidů byl příznačně pojmenován takakin.

Výjimečnost rodu *Takakia* shledáme též při pohledu na jeho chromozomální sádku. Počty chromozomů u mechorostů jsou v podstatě dosti nízké a pohybují se mezi $n = 4$ až $n = 66$. Nejvyšší počet byl zjištěn u kroucené zedního (*Tortula muralis*), u nás obecně se vyskytujícího mechu rostoucího na exponovaných skalách a synantropně na zdech. Počty nad 20 však bývají dosti ojedinělé. Nejnižší počet $n = 4$ je znám pouze u zástupců mechového rodu *Hypnodendron* (asi 25 druhů rostoucích převážně v deštných lesích jižní polokoule, kde tvoří mohutné, až 10 cm vysoké rostliny deštníkovitého vzhledu – viz národní anglické rodové jméno umbrella moss; oblíbené mimo jiné pro kultivaci v umělé stylizovaných mechových zahrádkách), a jak je už zřejmé – i u naší takakie, se známými chromozomálními počty $n = 4$ a 5!

Závěrem si dovoluji ještě divokou spekulaci: kdyby byl náš slovutný literát Jan Neruda (1834–1891) bryologem žijícím v dnešní době, možná by předmětem jeho slavného čítankového fejletonu o problému, kam odložit něco, co nikdo nechce, nebyl slamník, ale právě tento „nemožný mech“.

Použitá literatura uvedena na webové stránce Živy. Více k tématu také např. Živa 2004, 2: 57–58.