

8 Časová závislost inhibičního účinku 2-thiouracilu (antimetabolit blokuující syntézu RNA, $1.10^{-4}M$) aplikovaného přes kořeny na kvetení a růst merlíku červeného (*Chenopodium rubrum*). Prázdný sloupec – růst prvního listu, plný sloupec – míra kvetení (% vztažená k neošetřeným rostlinám). Orig. J. Seidlová a J. Krekule 1968

Tyto fenomény ilustrované na obr. 7 příkladem hořčice bílé přinesly i nové nazírání květní indukce. Nejde tedy o jednorázové přepnutí dvou alternativních programů, ale funguje i kvantitativní složka spojená s řetězením programů dílčích, které postupně skládají květ či květenství. Zjištění změn v apikálním meristému, které předchází kvetení, bylo využito i jako kritéria působení látek, u nichž se před-

pokládala florigenní aktivita (viz výše). Klasická fyziologie podrobně popsala jevy spojené s fotoperiodicky navozeným kvetením, vysvětlení ale neposkytla. To se již od 60. let očekávalo od molekulárních biologů a genetiků.

Správná teorie, která se nedala obhájit

První pokusy, poplatné době zásadních pokroků v biologických vědách, vyložít kvetení jako projev genové regulace, se logicky objevily již koncem 50. a počátkem 60. let 20. stol.

Jedním z pionýrů, kteří extrapolovali molekulární biologické Jacob-Monodovské paradigma o regulaci genové exprese u bakterií na rostliny, byl J. Bonner, sám vyznavač a hledač florigenu. Jak že tedy vypadala ta trochu naivní i eufemická představa? Citujme z českého překladu jeho monografie z počátku 70. let (originál z r. 1965): „Hormon (pozn. – florigen) putuje k pupenu, kde během několika hodin způsobí, že vyvolá změnu pupenu v květ. Co způsobí, dá se popsat v pojmech molekulární biologie taktó: geny pro tvorbu květů, plodů, semen atd..., až dosud jste byly potlačeny, nyní je čas, abyste zahájily činnost, abyste začaly tvořit m-RNA a tou pak enzymy, jichž je třeba pro vznik orgánů reprodukce.“ V zásadě správné principy, k jejichž dokazování však chyběly nástroje.

V relevantní experimentální výzbroji byly tehdy k dispozici především antimetabolity blokuující syntézu RNA (jako např. 2-thiouracil, viz obr. 8) či aktinomycin D inhibující transkripci DNA. Jejich aplikace v době fotoperiodické indukce

(tj. v čase, kdy jeden či několik dnů dlouho- či krátkodenní fotoperiody vyvolá kvetení) většinou zabránila kvetení a vedla k závěru, že na molekulární úrovni je transkripce a translace součástí regulace kvetení. Jen neradi jsme si uvědomovali, že takový zásah ovlivňuje celé spektrum metabolických i růstových funkcí a může být značně, i přes své výrazné časování, nespecifický až sekundární. K posílení pravděpodobnosti specifity zásahu právě do vývojového procesu jsme používali (i ostatní používali) kritéria naznačující, že kvetení bylo ovlivněno výrazně více než např. růst. Příklad takové ukázky diferenčního postižení květní indukce uvádí obr. 8. Jistě se zdá, že jde o primitivní důkaz, před 40 lety však výsledek budil naděje i přinášel publikace.

Ještě v horším stavu se nacházela, zdánlivě paradoxně, zbroj analytická. Neexistovalo využití restrikčních enzymů a klonování a detekce produktů. K dispozici byla zpočátku jen frakcionace nukleových kyselin pomocí metylalbuminových kolon na křemelině (MAK), později elektroforetické dělení nukleových kyselin. Dělení příliš hrubé na to, aby postihlo změny např. ve specifických m-RNA, spojených s indukcí kvetení. Hmoždír na vrabce. Tahle myšlenkově progresivní tematika, která narazila na bariéru metodické nepřipravenosti, byla posléze (nejen doma) na nějakých 20 let opuštěna a čekala na vybudování metodického zázemí a instrumentální techniky. Zanechala hojné literární svědectví i nesplněné naděje. Jako historický fenomén má však své nezadatelné místo v historii studia kvetení.

Roman Mlejnek

Typy kořenových útvarů v jeskyních České republiky

„Existence vzdušných a zčásti i záporně geotropických kořenů v jeskyních je biologickou zvláštností ve smyslu anatomickém, morfologickém, fyziologickém a ekologickém. Protože kořeny jsou normálně orgány skrytými v podložce, nabízejí jejich vzdušné modifikace příležitost k poznání nových podrobností o způsobu větvení, periodicitě růstu, sekreční aktivitě, symbiózách atp.“

Jan Jeník (1998)

Pozoruhodné kořenové útvary se vytvářejí ze stromových kořenů, které prorůstají do jeskyní a pod skalní převisy. V České republice jsou kořenové útvary známy již od konce 70. let 20. stol. Jejich výskyt je vázán především na lokality kvádrových pískovců, tedy lokality pseudokrasové. V letech 2006 a 2007 bylo při biospeleologickém průzkumu prováděném Správou jeskyní ČR objeveno mnoho nových lokalit s výskytem kořenových útvarů. V jednom případě byly kořenové stalagmity nalezeny i v krasové jeskyni v centrální části Moravského krasu. Nové nálezy daly podnět k přehlednému uspořádání typů kořenových útvarů.

První kořenové stalagmity u nás popsal J. Vitek (Živa 1980, 3: 94). Jejich následným studiem se v minulosti zabývali J. Jeník (1985, 1998, 1999), J. Kopecný (1998, 1999, 2006), H. Müller (1998), R. Mlejnek (2002, 2007) a další.

Co jsou kořenové útvary?

Vznik a růst kořenových útvarů je podmíněn součinností mnoha přírodních činitelů. Především musí do jeskyně prorůst kořeny stromů. V České republice vznikají nejčastěji kořenové útvary z kořenů břízy, smrku, borovice a v menší míře i javoru. Voda skapávající ze stropního bloku jeskyně pak musí v určitém bodě zasáhnout v sedimentu dna kořen. V některých případech voda zasahuje kořeny přímo na skalním podkladu. V místě skapu (případně průsaku nebo stékání vody) se podněcuje husté větvení a postupný růst kořenové hmoty ve vzdušném prostředí. To vše se děje proti sytícímu skapu i proti gravitaci. Skap musí být stabilní a vytrvat po mnoho roků. Na konečné stavbě kořenového útvaru se podílejí i písečná zrnka opadávající ze stropu a přinášena kapkami vody. To je možná také vysvětlení, proč kořenové útvary jsou tak časté v jeskyních pískovcových. Není náhodou, že kořenové útvary jsou vázány na podzemní prostory. Ve vlhku a za tlumeného osvětlení či ve tmě může probíhat dělení kořenových pletiv a je omezen růst epifytických sinic



a řas. Do jeskyní také nezasahují mnohé rušivé vlivy vnějšího prostředí, takže výška kořenových stalagmitů může dosáhnout až 70 cm. Pozornost badatelů se zaměřuje především na nápadné útvary, které připomínají stalagmity (obr. 6) a stalagnáty (obr. 8), tedy krápníky vzniklé z uhličitanu vápenatého v krasových jeskyních. Kořenové útvary však mohou mít i různé polštářovité tvary nebo vyplňovat skalní pukliny a spáry.

Rozšíření kořenových útvarů

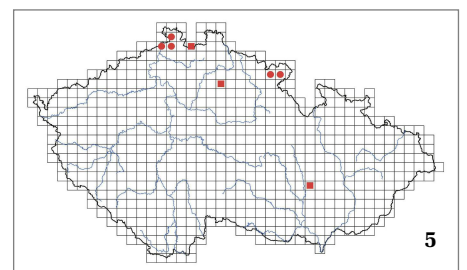
Podle nejnovějších statistik bylo na našem území k 31. 10. 2007 evidováno 56 lokalit se 185 kořenovými útvary. Ve zbytku světa je zatím evidováno pouze 36 lokalit (Polsko, Německo, Rakousko, Slovensko, Maďarsko, Švédsko, Španělsko, Jihoafrická republika), na kterých je zaznamenáno 79 kořenových útvarů.

Důvodem našeho prvenství je velký počet vhodných jeskyní a značně velká pozornost, která se u nás věnuje výzkumu pseudokrasu. V České republice jsou lokality s kořenovými útvary zastoupeny především v pískovcových skalních městech. Bylo zjištěno, že pro tvorbu těchto útvarů poskytují nejvhodnější podmínky suťové a vrstevní typy jeskyní. Ve velkých akumulacích pískovcových bloků se nachází množství skapových zón a je zde navíc

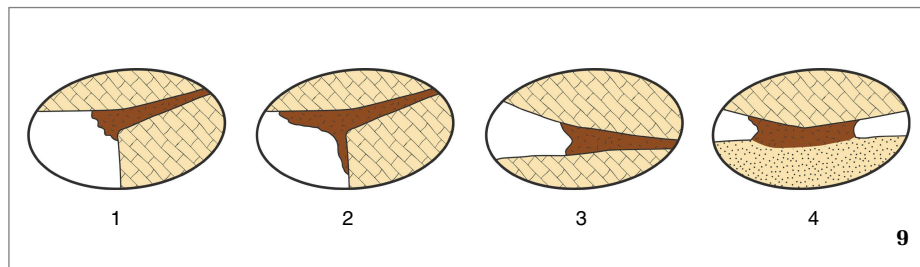
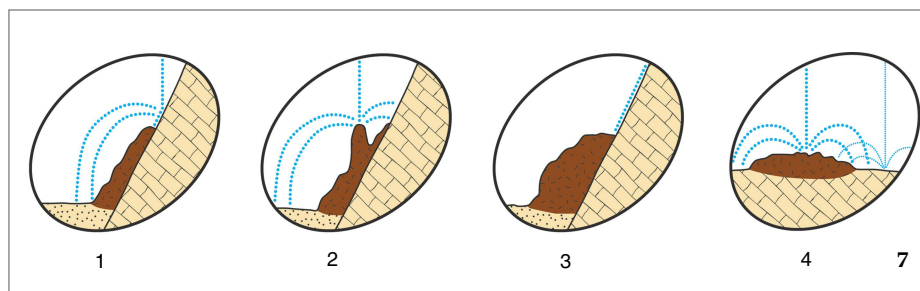
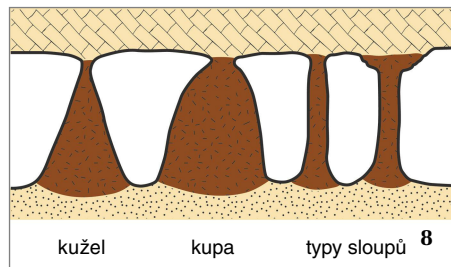
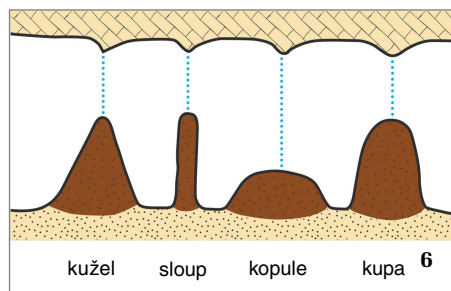
zajištěn plošně ustálený skap. Na našem území (v protikladu ke skalním městům vytvořeným v aridních oblastech) mají nehluboké jeskyně přímou návaznost na lesní porosty. Vzdálenost mezi kořenovým útvarem a jeho matečným stromem bývá většinou pouze několik metrů.

Desítky jeskyní s kořenovými útvary se nacházejí v Broumovské a Děčínské vrchovině, z dalších pískovcových oblastí byla v letech 2006 a 2007 objevena jedna lokalita v Lužických horách a více lokalit v Prachovských skalách (Jičínská pahorkatina). Výskyt na území Prachovských skal je pozoruhodný nejenom tím, že byl v minulosti přehlížen, ale i celkovým počtem registrovaných útvarů. Postupně bylo v 17 jeskyních a pod dvěma převisy nalezeno 53 kořenových útvarů. Jednoznačně dominují kořenové stalagmity, kterých bylo nalezeno 46 kusů. Za unikátní se dá považovat i první bezpečně doložená lokalita v krasové jeskyni. Jde o 6 kořenových stalagmitů s výškou 5–9 cm rostoucích v afotické (bezsvětelné) zóně Barové jeskyně (součást jeskynního systému Býčí skála – Rudické propadání, obr. na 2. str. obálky). V zahraničí je výskyt v krasu hlášen pouze z Rakouska a Maďarska.

Rozšíření kořenových útvarů v ČR je znázorněno na mapě se sítí střeoevropského mapování organismů (obr. 5).



- 1 Excentrický kořenový stalagmit z Teplických skal vysoký 34 cm
- 2 Ojedinelý lesík kořenových stalagmitů v jeskyni v NP České Švýcarsko. Výška stalagmitů dosahuje 10 cm
- 3 Kořenový útvar z Teplických skal vyplňující vrstevní spáru se následně rozrůstá na strop jeskyně
- 4 Kořenový stalagnát kupovitěho tvaru ze Sluje zabloudění v Teplických skalách. Výška celého útvaru je 38 cm Snímky R. Mlejnka
- 5 Rozšíření kořenových útvarů v České republice v síti střeoevropského mapování organismů, konkrétně v kvadrantech 5052, 5151, 5152 (Děčínská vrchovina), 5154 (Lužické hory), 5462, 5463 (Broumovská vrchovina), 5557 (Jičínská pahorkatina) a 6666 (Drahanská vrchovina). Nové objevy jsou označeny čtvercem. Orig. R. Mlejnek a J. Kopecký



6 Základní typy kořenových stalagmitů
7 Polštářovité kořenové útvary (v řezu) a způsob jejich syčení vodou. 1 – kořenový polštář je syčen nepřímo vodou skapovou, 2 – na kořenovém polštáři vyrůstá stalagmit, celý útvar je syčen ze skapu, 3 – značně mocný kořenový polštář syčený vodou stékající po stěně, 4 – kořenový polštář rostoucí na horizontu s možností vzniku stalagmitu, útvar je syčen skapovou vodou nepřímo i přímo
8 Základní typy kořenových stalagnátů
9 Příklady kořenových výplní vrstevních spár a nízkých výklenků (v řezu). 1 – vrstevní spára vyplněná kořenovou výplní, 2 – rozrůstání kořenové výplně na strop a stěnu jeskyně, 3 – koncová část nízkého výklenku s kořenovou výplní, 4 – nízká kořenová výplň imitující kořenový stalagnát.
 Všechny obrázky na této straně kreslil M. Příbil podle orig. R. Mlejnk

byly popsány kořenové stalagnáty ve formě cívky.

Pro kořenové stalagmity a stalagnáty rostoucí v afotické zóně jsou většinou charakteristické jemné kořinky volně čnějící do prostoru (obr. 2). Bylo také pozorováno srůstání dvou i více stalagmitů v jeden celek. Skapávající voda nejenže v rozhodující míře umožňuje vznik a následnou výživu celého útvaru, ale podílí se i na jeho modelaci. Především v místě skapu se často vytváří egutační jamka. Různé excentrické tvary kořenových stalagmitů jsou způsobeny posunem skapu. Jeho posun v kombinaci s vychýlením útvaru vlastní vahou kořenovou hmotu modeluje do nejrozumnějších bizarních podob (obr. 1). Tvarové změny mohou být způsobeny i náhlým vysycháním nebo naopak nadměrným provlhčením. Nesmíme opomenout ani dotváření útvarů za pomoci ledové polevy přes zimní měsíce, kterému jsou vystaveny kořenové stalagmity, případně stalagnáty rostoucí v blízkosti vchodu, tedy v promrzajících částech.

Kořenové výplně skalních puklin a spár

Prorůstání kořenů do různých širokých skalních puklin, vrstevních spár nebo mezi suť je běžné v krasových i pseudokrasových jeskyních. Ve většině případů však prorůstající kořeny nevytvářejí objemné prostorové útvary. Typické kořenové útvary s vyšším stupněm organizovanosti hmoty jsou pak častěji známy jako výplně vrstevních spár, méně časté jsou ve svislých puklinách (obr. 9). Nevyplňují jen vlastní pukliny a spáry, ale často se rozrůstají po okolní skále i mimo ni. Takto vzniklý povrch, vždy však navazující na puklinu nebo spáru, byl pozorován nejen na svislé skalní stěně, ale i na stropu jeskyně (obr. 3). Do této skupiny se rovněž řadí kořenové výplně vzniklé v nízkých výklencích, kdy kořenová hmota vyplňuje velice nízký skalní prostor. V některých případech může výsledný útvar napodobovat nízký stalagnát o široké základně. Kořenové útvary vzniklé v návaznosti na skalní pukliny a spáry zásobuje průsaková i stékající voda. Výjimečně to může být i voda skapová. Jejich rozměry (zpravidla délka) jsou limitovány délkou skalní pukliny či spáry a případně ohraničením plochy zásobované vodou.

Kořenové stalagmity a stalagnáty

Ze všech typů se této skupině věnovala největší pozornost. Někdy jsou rovněž označovány jako „pravé“ kořenové útvary. Již v prvotní německé literatuře bylo použito výrazu Wurzelstalagmit, tedy kořenový stalagmit (Winkelhöfer 1975). Při rovnání k stalagmitům a stalagnátům (obr. 6 a 8) v krasových jeskyních je opravdu výstižné. Nejrozšířenější jsou kořenové stalagmity, u kterých převládá tvar kužele a sloupu. Další tvary jsou kupovitě až kopulovitě, kdy základna bývá zpravidla větší než jejich výška. Z přechodových tvarů se můžeme zmínit např. o lahvičkovité tvaru s vrcholem sloupovým a spodní částí kuželovitou nebo kupovitou. Průměrná výška většinou nepřesahuje 30 cm. Doposud nejvyšší registrované kořenové stalagmity mají výšku přes 0,5 m. Např. v jeskyni Kořenka (součást systému Poseidon) v Teplických skalách je sloupovitý stalagmit 70 cm vysoký. V případě, že stalagmit roste v nízkém prostoru, dochází k jeho spojení se stropním skapem a tím ke vzniku stalagnátu (obr. 4). Kořenová hmota se za příznivých vlhkostních podmínek může následně rozrůstat po stropu. Nejčastější tvary stalagnátů jsou sloupy, kužele a kupy. V německém Pfalzer Wald

Kořenové polštářovité útvary

Přesto, že jde o typ v literatuře méně často popisovaný, vyskytuje se v pseudokrasových terénech relativně hojně. Hustá spleť kořenových vláken vytváří plošně izolovaný útvar podobný polštáři, který je zpravidla v kontaktu se stěnou jeskyně či skalního převisu (obr. 7). Polštářovitý útvar byl ojediněle nalezen i ve volné sutě nebo uprostřed subhorizontálního dna jeskyně bez kontaktu se stěnou. Ve většině případů je syčen pouze vodou stékající po stěně, v ojedinělých případech v kombinaci s vodou skapovou. Při ustáleném skapu může na kořenovém polštáři docházet vzácně k růstu jednoho či více kořenových stalagmitů.

Plocha kořenových polštářů jen výjimečně přesahuje 0,5 m², tloušťku mají zpravidla menší než 20 cm. Největší pozorovaná tloušťka byla asi 30 cm. V Teplických skalách (Kyklopova sluj v systému Poseidon) byl v r. 2007 objeven kořenový polštář o rozměrech 130x60 cm, na kterém rostou dva kořenové stalagmity s výškou 27 a 40 cm. Tak velký objem kořenové hmoty, navíc se složitou stavbou útvaru, je ovšem vzácností.

Perspektivy dalšího průzkumu

Cílem dalšího průzkumu by mělo být především doplnění biospeleologických poznatků. Bylo by vhodné začít s botanickým průzkumem. Do inventáře kořenových útvarů patří houby, mechorosty a případně řasy. Nedořešenou otázkou také zůstává správná determinace dřevin. Je pravděpodobné (především v Prachovských skalách), že i na jedné lokalitě mohou být kořenové útvary z více druhů dřevin. Přínosné je také pokračování v základní evidenci lokalit i jednotlivých útvarů, kterou již v minulosti zavedl J. Kopecký v rámci České speleologické společnosti (ZO 5-03 Broumov). Součástí evidence jsou mj. i klimatická a mikroklimatická měření. Při veškerých výzkumných aktivitách nesmíme zapomínat na ochranu útvarů, lokalit i celého okolí. Unikátní fenomén, jakým jsou kořenové útvary, si pozornost i důslednou ochranu jistě zaslouží.