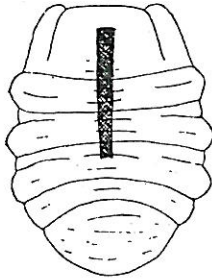


Prof. EMAN BARTOŠ, Dolný Kubín:

ANABIOSA, ASFYXIE A ENCYSTOVÁNÍ TARDIGRAD.

Tardigrada jsou formy buď přísně vodní, anebo žijí v prostředí silně vodou proniklém, jako jsou mechy, lišejníky, rašeliníky a játrovky. Někdy je nalezneme též v hustých rosetách přizemních listů. (*Saxifraga aizoon*, *Silene acaulis* etc.). V tomto vlhkém prostředí probíhá normálně jejich aktivní život.

Avšak velmi často se stává, že voda v kalužinách, tůňkách a jiných vodních nádržích vyschne; tu by tardigrada měla zahynouti, ale není tomu tak. Vodní tardigrada dovedou přečkati i delší dobu sucha jako cysty. Mechová tardigrada po vysušení mechů přečkávají pro ně nepříznivou dobu ve stavu anabiosním.



Anabiosa tardigrad.

z motýlích křídel. A mezi tím ve společnosti četných anabiosních vířníků a hadátek vidíme zvláštní soudečkovitá tělíska — tardigrada v anabiose.

Pozorujeme-li důkladně tato tělíska, vidíme, jak jejich objem se začíná pomalu zvětšovat. Protahuje se obzvláště do délky. Vzrůst objemu je způsobený tím, že vodou vnikající do těla bobtnají všechny tělesné orgány. Voda nevniká do těla jen per os et anus, nýbrž celým jeho povrchem, prosakujíc kutikulou. Možno se o tom velmi pěkně přesvědčiti neutrální červení, které trochu přidáme do vody. Nejprve se vytáhne a narovná zadní část těla a s ní IV. pár noh. Pak zmizí vzduchová bublina z ústní trubice. Pozvolna začíná se natahovat i přední část těla a vylézají prvé tři páry noh. Nejpozději vytáhne se hlava. Při tom začínají se už uvnitř těla pohybovati dohromady seskupená zásobní tělíska. Později se tělíska uvolní a pohybují se samostatně. Nohy a hlava začnou sebou hýbat a po malé chvílce živočich už čile leze mezi úločky mechových lístečků. Probudil se z anabiotického spánku. Doba, potřebná k procitnutí živočicha z anabiosy, není vždy stejně dlouhá. Je tím delší, čím byl živočich delší dobu v anabiose.

Chceme-li viděti jak upadá živočich do anabiosy, můžeme to dobře pozorovati pod mikroskopem. Mezi podložní a krycí sklo, kde máme tardigrada, musíme vpraviti několik kousků ssavého papíru tak, aby částečně vykukovaly. Tím se voda zpod krycího sklíčka pozvolna vypařuje. Čím více se vypařuje, tím rychleji celý proces probíhá. Spočátku není viděti na živočichovi žádných změn. Když už vody je kolem něho málo, začíná živočich rychle hledati okolo sebe místo, kde by bylo více vody. Po chvílce začínají se jeho vnější i vnitřní pohyby zpomalovati. Přední část těla, asi po III. pár noh, se silně zkrátí. Nohy se střídavě zatahují a vytahují, ale čím dále tím pomaleji, až se zatáhnou úplně. Drápky mnohdy zůstanou trčeti z těla ven. Nejdéle trvá stahování a vystrkování odstavce hlavového. Ale konečně i ten ustane ve svých pohybech a úplně se zatáhne. Ještě nějakou dobu můžeme pozorovati zpomalující se pohyb zásobních tělísek, avšak i ten ustane. Živočich je v ana-

Anabiosa.

Vypereme-li doma v nějaké nádobce mech, který jsme si přinesli z výslunné, ale prachu prosté lokality a prohlížíme vodu pod mikroskopem, nalezneme v ní pestrou směs odlomků mechových, zrnek minerálních a součástí hmyzích těl, jako nožiček, tykadel, čelistí a šupinek

biose. Jeho objem se dále menší, protože se z něho voda stále vypařuje. Čím déle je v anabiose, tím méně má vody, až ji může téměř úplně ztratiti.

V anabiose má většina mechových tardigrad podobný tvar. Jednotlivé druhy liší se od sebe jen velikostí a barvou. Podobají se soudečku po bocích trochu zvládnému, jehož délka je větší než šířka. Větší vypukliny odpovídají zataženým nohám. Přes tělo táhne se několik příčných pásek. Ve středu je podélná temnější páska trubice ústní a v ní se blýská uzavřená bublinka vzduchu. Chitínové tyčinky (bacila) v ssavém žaludku není viděti, protože jejich světelná lámavost se shoduje se světelnou lámavostí houstnoucí tekutiny tělní. Na světle se kutikula anabiosních forem silně leskne. Při navlhčení se lesk ztrácí.

Echiniskové v stadiu anabiosním vyhlížejí odlišněji než Makrobioti a jim příbuzní. Echiniskové se nemohou stáhnouti pro silné hřbetní deštičky. Při vysychání vody zatáhnou pevně nohy a tělo jejich se silně prohne směrem k břišní straně a to jak s boků, tak od hlavy.

Co je však příčinou, že tardigrada při vysychání mechů upadají do anabiosy? Na prvý pohled by se zdálo, že prvou příčinou je nedostatek vody. Ale četnými pokusy bylo zjištěno, že tomu tak není. Prvou příčinou je nedostatek atmosférického kyslíku.

Když se ve volné přírodě teplem slunečním vypařuje z mechů voda, je voda zbývající v mechách kyslíkem chudší, protože stoupající teplotou klesá schopnost vody podřetiti v sobě rozpuštěný atmosférický kyslík. Na to reaguje živočich zmenšením povrchu svého těla, to je snížením intenzity výměny látkové. Že je to nedostatek kyslíku, který působí v prvé řadě stahování těla, možno souditi z toho, že nalezneme ve vodě i ve vlhkých mechách anabiosní tardigrada. Zejména v kulturách, jež chováme v nádobkách s příliš malým povrchem vodní hladiny.

V anabiose snášejí tardigrada velmi dobře a po dlouhou dobu všechny nepříznivé vnější vlivy, jako jsou horko a zima. V laboratořích byly s tardigrady konány pokusy v exsikátoru, ve vakuu, v plynech (N, H, He, H₂S, CO, SO₂, svítiplyn), v ultrafialovém světle a s roentgenem. Všechny tyto pokusy vydržela tardigrada ve stavu anabiosním dobře a po navlhčení se vrátila normálně k životu. Jedině SO₂ je usmrcuje.

Teplotné extrémny až 300° C snášejí tardigrada rovněž lehce, ale jen tehdy, je-li přechod pozvolný. Uniká-li voda při vysychání živočicha příliš rychle, vznikají v buňkách živočicha rozmanité poruchy, které způsobují, že tardigrada neprocitají z anabiosy normálně a po případě docela odumírají. Pokusy bylo zjištěno, že snesou půl hodiny vzduch horký 96° C, celou hodinu vzduch horký 92° C; nižší teploty snesou mnohem déle, aniž by se objevily při jejich procitání z anabiosy nějaké poruchy. Snesou po dobu 4—7 měsíců teplotu tekutého helia a vodíku a přece se budí ze svého anabiotického spánku zcela normálně.

Do stavu anabiosního nemohou však tardigrada upadati nesčíslněkrát. Četnými pokusy bylo zjištěno, že živočich může až 14 kráte za sebou býti uveden do anabiosy a zase z ní procitnouti. Čím rychleji se však střídají stav anabiosní s aktivním životem, tím dříve živočich hyne. Že však není anabiosa pro tardigrada úplně neškodná, plyne z pokusů. Po několikerém vysušení a navlhčení nezatahují tardigrada už nohy úplně, plasma bobtná pomaleji

a pomaleji, živočich se pomalu probouzí, upadá před procitnutím do asfyxie a na konec se už vůbec neprobudí. Zahynul.

Tardigrada nemohou však ani neomezeně dlouho zůstat v anabiosním stavu. Bylo zjištěno, že nejdéle mohou být v anabiose 6½ roku. Do té doby ještě procitají, ač ne v plném počtu. Po této době po navlhčení neprocitne už ani jediný živočich. Čím déle byla tardigrada v anabiose, tím delší doby potřebují k procitnutí. U forem, jež byly v anabiose 6 let, dostávají se prvé pohyby po 6 hodinách po navlhčení a normální pohyb nastane ještě mnohem později.

Anabiosa umožňuje tardigradům přečkati bez pohromy dobu horka i mrazu.

Asfyxie.

Někdy se stane, že tardigrada, která jsme pozorovali ještě minulého dne ve stavu velmi čilém, jsou silně natažená a nadmutá. Nohy mají silně vytažené, drápky napjaté. Nic neprozrazuje jejich život. Zdá se, že jsou mrtvá. Vyměníme-li jim vodu starou a oteplenou za čerstvou a chladnou, začne značná část tardigrad po nějaké době splaskovati a pomalu sebou hýbati. Tardigrada, jež i potom zůstávají nadmutá, jsou už mrtvá. Ta, která procitla k novému životu, byla v stavu asfyktickém.

Příčina asfyxie může být dvojitá. Jednak je to nedostatek atmosférického kyslíku ve vodě, jednak nějaké poškození, jež utrpěla tardigrada v anabiose anebo během navlhčování. Za normálních poměrů mají buňky schopnost regulovati množství vody, jež do sebe přijímají. Jestliže ve vodě začíná ubývat kyslíku, jsou tělesné buňky ve své činnosti ochromovány a ztrácejí schopnost regulovati množství vody do nich vstupující. Tím se tělo živočicha napíná a zvětšuje. Pohyby se pomalu zastavují a živočich se stává asfyktickým. Mechová tardigrada vydrží až 5 dní ve vodě bez kyslíku. Vodní druhy mnohem méně. (*Macrobotus macronyx* 72 hodiny a *M. dispar* jen 21 hodinu.) Nepřidáme-li do té doby do vody kyslík, hynou zadušením. Asfyxie je vždy náznakem smrti zadušením. Nedostatek kyslíku ve vodě bývá možný jen při rychlejším zahřívání vody. V přírodě postupuje ztráta kyslíku společně se ztrátou vody a tím jsou tardigrada převáděna do anabiosy.

Velmi často pozorujeme, že po navlhčení suchých anabiosních tardigrad některá neožívají přímo, nýbrž přecházejí z anabiosy do stavu silně napjatého. Buď jsou to formy mrtvé anebo asfyktické. Buňky tělesné mají v anabiose velmi málo vody, kromě toho je živočich opatřen silnou kutikulou, proto po odumření se děje rozklad jeho těla velmi pozvolna. Kutikula propouští vodu dovnitř těla mrtvého živočicha a tím ho napne. Nikdy se však nezačne pohybovati.

Začne-li se silně napnutý živočich hýbati, probouzí se z asfyxie. Asfyktické formy jsou vždy tardigrada nějakým způsobem porušená. U nich je schopnost regulace přijaté vody silně ochromena. Proto vstupuje do jejich těl mnohem více vody, než živočich normálně potřebuje. Tím se tělo silně napíná. Asfyktická tardigrada potřebují delší doby k tomu, aby pozvolna přebytečnou část vody ze sebe vyloučila a tím získala potřebnou osmotickou rovnováhu mezi tělesným vnitřem a okolní vodou. Mrtvým buňkám tato schopnost chybí, a proto jsou mrtvá tardigrada nejnapjatější a jen zevně se podobají asfyktickým.

Asfyxie nemá pro tardigrada význam ochranný, je vždy jen výrazem nějaké poruchy vnitřní, nebo označuje pokles množství atmosférického kyslíku ve vodě.

Trochu odchylný názor má Plate. Podle něho přestávají v buňkách anabiosních tardigrad všechny molekulární pohyby, způsobující životní proces. Přejde-li potom živočich do vlhka, vniká voda do jeho těla zcela mechanicky a velmi je napne. To je stadium ztrnulé asfyxie, jež prý se ukončí nějakým zevním nárazem (otřásání, tlak, otáčení atd.). Zevním nárazem se prý obnoví zase micelární výchvěvy.

Proti tomu mluví zkušenost, že většina tardigrad procitá z anabiosy přímo a jen něco málo probouzí se přes asfyxii.

Encystace.

Jiným stadiem klidu je u tardigrad cysta. Kdysi se mělo za to, že encystovati mohou jen formy vysloveně vodní, které nemohou přecházeti do anabiosy, ale dnes je známo, že někdy encystují i formy mechové. (*Hypsibius Oberhäuseri* a j.)

Při encystování zvíře se stáhne ve staré kutikule, odloupne se od jejích stěn a vytáhne i nohy. Nato zvíře zatáhne nohy a přední část těla a dostane přibližně vejčitý tvar. To se děje obvykle za defekace a ztráty vody; tato není tak značná jako u anabiosy, proto nesnesou cysty větší zvýšení teploty. (Při zahřátí na 60° C hynou už po 3 hodinách.) Zvíře nevyleze však ze svlečené staré kutikuly, nýbrž zůstává v ní a začíná na svém těle vylučovati novou kutikulu, t. j. druhou. Pohyby se úplně zastaví. Druhá kutikula silně zhrubne a pozvolna se změní v pevný obal cysty, v němž zvíře vydrží po řadu týdnů, ba i měsíců bez jakékoliv činnosti. Uvnitř cysty se živočich stahuje dále. Odloučí se od stěn cysty a vyloučí na svém povrchu další, to jest třetí kutikulu, v které živočich již zůstane po celou dobu encystace a v níž po čase cystu opouští.

Příčiny encystace mohou být různé. Bývá to nedostatek potravy, stoupanutí anebo klesnutí teploty. Na př.: *Hypsibius conjugens* encystuje při 24° C; *M. dispar* při začátku mrazu. Konec encystace se dostaví při poklesu teploty aneb po rozmrznutí ledu. Tím si možno vysvětliti velké množství tardigrad v době jarní a podzimní.

Cysty echinisků nejsou dosud známy.

Murray a Heinis udávají, že v cystách *Macrobiotus dispar* a *M. coronifer* rozpouštějí se buňky tělesné až na pigment očních skvrn, což nazvali ekdysis, histolyse. Rahm nazývá tento pochod ve svých pracích autometamorfosou. Protože žádnému z nich se nepodařilo autometamorfované cysty přivésti k oživenutí, soudí E. Marcus, že se tu jedná jen o velmi zvolna pokračující zjevy posmrtné.

Literatura: H. Baumann: Die Anabiose der Tardigraden. Zool. Jahrb. Syst. u. Biol. Bd. 45. Jena 1922. — L. Cuénot: Tardigrades. Faune de France. Vol. 24. Paris 1932. Fr. Heinis: Systematik u. Biologie der Moosbewohnenden Rhizopoden, Rotatorien u. Tardigraden. Arch. f. Hydr. u. Planktonk. Bd. V. Stuttgart 1910. — E. Marcus: Tardigrada. Brom's Klassen u. Ordnungen des Tierreichs. Bd. V. Abt. IV. B. 3. Leipzig 1929. — L. Plate: Beiträge zur Naturgesch. der Tardigraden, Zool. Jahrb. Bd. 3. 1889. — G. Rahm: Tardigrada. Tierwelt Mitteleuropas. Bd. III. Leipzig 1929. — F. Richters: Wiederbelebungsversuche mit Tardigraden. Zoologischer Anz. Vol. 30. Leipzig 1906.