

Od biodiverzity k biokomplexitě

(J. E. Purkyně by nám rozuměl)

Pavel Kovář

Proč se zdá být úroda žaludů spojena s častějším vzplanutím lyské boreliózy? Je to tak: Když mají duby hodně žaludů, přilákají více srnců, resp. jelenovitě zvěře, která se na nich pase. Víc kusů divoké zvěře znamená více klíšťat. A mnoho klíšťat zase znamená zvýšenou pravděpodobnost výskytu lyské choroby. Dá se z toho odvodit, že ze schopnosti předpovědět produkci žaludů bychom mohli relativně předvídat i počet případů lyské boreliózy o dva roky později. Příklad ilustruje, že Země je živoucí, proměňující se systém propojený nespočetnými nitkami. Komplexita (složitost) je definiční součástí zmíněných propojení. Všechny úrovně biologické organizace od molekul přes buňky a organismy k ekosystémům vykazují vlastnosti, jež jsou něčím víc než pouhým součtem částí. Porozumění tomu, jak se složité systémy vypořádávají z interakcí biologických entit všech úrovní z spolupůsobení vnějšího prostředí — to je téma, které se už léta přírodovědcům vnučuje se stále větší intenzitou.

Biokomplexita je z definice vlastností ekosystémů. Oblast výzkumu, která bude bezesporu v popředí zájmu v nejbližší budoucnosti, je studium vztahů zahrnujících současně větší počet organizačních hladin biologického světa, jak prostorových (od mikronů k tisícům km), tak časových (od nanosekund k eonům), a to vůči všem podstatným vlivům vnějšího prostředí.

Protože jde často o nelineární povahu jevů, je obtížné biokomplexitu popsat a experimentálně studovat. Ačkoli je pro vědce typické, že studují biologické fenomény na jedné nebo dvou hierarchických úrovních rozlišení, pochopení biologické složitosti vyžaduje rozvoj nových klíčových nápadů (paradigmat) jdoucích napříč časovými,

prostorovými a konceptuálními hranicemi. Naštěstí jsou ku pomoci nové a zdokonalující se technologie jako DNA sekvenování a genomika, rozvinuté počítačové analýzy, nanotechnologie, nové biosenzory a nástroje ekologického monitorování, jakož i prostředky satelitního zobrazování povrchu oceánů a pevniny.

Není snadné vysvětlit hodnotu uchování biologické rozmanitosti (biodiverzity) stanovišť a ekosystémů, pokud jsou vědecké informace nekompletní anebo data nekonzistentní od oblasti k oblasti — pro nedostatek tradičního výzkumu. Předpokládá se, že současné nové analytické prostředky dovolí, aby parametry jak organismů, tak jejich prostředí mohly být sledovány na široké, systematické bázi.

Panuje značná shoda, že systémový přístup ke studiu biokomplexity je klíčový. Ačkoli jednotlivci nebo relativně malé týmy pracují na specifických problémech týkajících se prostředí, bylo by třeba spojit dohromady biologické a environmentální nauky do větších, horizontálně i vertikálně propojených týmů, v nichž by pracovali nejen biologičtí specialisté, ale také hydrologové, geochemici, oceánografové, paleontologové, meteorologové, fyzici, systémoví inženýři, ekonomové, matematici a odborníci přes komputaci — a to na škálách od submolekulární po globálně klimatickou.

Život má čtyři dimenze a všechny druhy v něm vstupují do těchto vztahů, což je užitečná informace pro management jak v různých odvětvích rybářských, v lesnictví, ekotoxikologii, bioremediaci nebo ekologii člověka. Např. při studiu velikosti rostlin a ekosystémové produktivity se ukázalo, že produktivita ekosystému nezávisí na rozměrech rostlinných dominant. Organismy

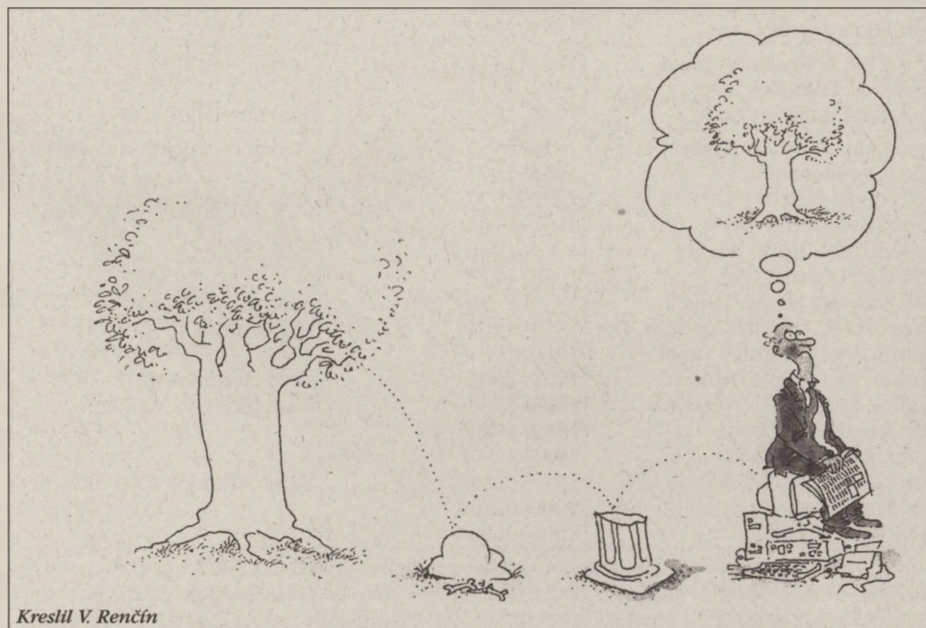
spíše využívají fraktální geometrii (štěpení), což způsobuje, že mají možnost maximalizovat velikost svého povrchu a v různých rozměrových měřítkách pak může lépe probíhat výměna látek s prostředím. Tím se zase maximalizuje účinnost rozmisťování zdrojů do takto rozvětveného těla. Organismy tedy uplatňují unikátní geometrii — a ta se realizuje ve třech dimenzích prostoru plus čtvrté — v čase.

Jak jsme schopni kvantifikovat biodiverzitu? Máme do ní zahrnovat prosté počty druhů, nebo také genetickou rozrůzněnost uvnitř druhů? Máme druhy spíše sdružovat do funkčních skupin a biologickou rozmanitost posuzovat podle nich? Na tyto otázky není snadná odpověď. Někteří vědci věří, že leží v pochopení biosféry jako komplexu adaptivních soustav, jejichž podstatné struktury se z větší části přizpůsobují v lokálním měřítku než na úrovni celého systému. Cílem je proto porozumět adaptivním změnám, zejména těm, které zachovávají kritické ekosystémové funkce, resp. služby pro globální systém. Z tohoto pohledu bude operativní definovat biokomplexitu jako způsob přemýšlení o biodiverzitě, který tento pojem zároveň rozšiřuje.

Ztráty druhů v některých ekosystémech, např. v pobřežních mořských zónách, názorně ukazují, jakékoliv snahy o ekologickou obnovu závisí na udržitelnosti prostředí — na biokomplexitě. Stejně tak šíření nových nebo znovuobjevovaných se lidských nemocí má přímou souvislost se stavem prostředí. I z mnoha dalších otázek vyplývá, že systém nazíraný jako biokomplex se může stát jednotlivým rámcem pro současnou biologii. Pokud biologové v rámci kulturního vývoje neuspějí s účinným marketingem svých poznatků na pozadí etiky prostředí, nedáme pravděpodobně schopni udržet tok ekosystémových služeb, na němž společnost závisí.

Celý problém biokomplexity byl v mnohém směru jakoby předjímán zakladatelem časopisu Živa přímo v článcích, které on a jeho kolegové či žáci v 19. století zveřejňovali. Jan Evangelista Purkyně byl podle historiků na vrcholu své vědecké dráhy v době svého působení ve slezské metropoli Vratislavi (od r. 1823). Tam spadá zrod jeho nejvýznamnějších koncepcí, zejména buněčné teorie a s ní spojeného metodologického aparátu experimentální fyziologie. Uznání organizační úrovně buňky odstartovalo studium vedoucí k pochopení chemismu živé hmoty a současně bylo impulsem k poznávání interakcí organismů s okolím, tedy s vyššími hladinami přírodní organizace. Zároveň se začal rodit integrativní rámec pro nově vznikající teoretickou nauku — biologii. Purkynovy přesahy myšlení za fyziologický experiment dokumentují jeho anonymně publikované Útržky ze zápisníku zemřelého přírodovědce (1847), kde se v zajímavé syntéze obecně teoretických i světonázorových idejí přiblížil k předobrazu globálního konceptu známého jako Gaia (Živa 1994, 4: 191). V archaicky idealistickém výrazu lze odkrýt zdůrazněný systém vztahů organismů mezi sebou navzájem, jakož i k prostředí — systém zajišťující rovnováhu při vývoji a regulaci.

Krystalizace dlouhé badatelské a pedagogické činnosti Purkynovy vyzněla z jeho řeči při otevření univerzitního fyziologického ústavu v Praze r. 1851, kde se zamyslel nad podstatou živé hmoty a povahou vědecké práce. Ve svých 64 letech nepřestával vědec



Kreslil V. Renčín

ky pracovat a vytvořil první trvalé experimentální pracoviště v biologii na teritoriu Českých zemí. V Purkyňově pražském období kypěl vědecký život na všech stranách, do nichž zasahovaly jeho paprskovitě se rozbíhající iniciativy — ve spektru oborů se vynořila jména jako A. Frič, J. N. Czermak, F. Novotný,

J. Sachs, E. Grégr, J. Krejčí, K. Kořistka, A. Pokorný, L. Čelakovský, J. E. Wocel, J. Barrande, F. A. Kolenati, F. X. Fieber a řada dalších přírodovědců včetně Purkyňova syna Emanuela. Mnozí z nich aktivně psali do Živy, zejména ročníky z 50.–60. let 19. století odrážejí pohyb v překonávání oborových bariér, z poza-

dí usměrňovaný purkyňovským cítem pro optimální proporce teoretického a empirického. Vážme si muže, který se i v ryze současných kontextech jeví jako jeden z hlavních strůjců nového systému věd o životě — jeho Živa se právě dočkává půldruhého století existence.