

Filozofie té první předpokládá, že fytohormon aplikovaný zvnějšku může fotoperiodický signál zeslabit či zesílit a naznačit tak funkci fytohormonů přirozeně se vyskytujících. Úskalím je okolnost, že k ovlivnění iniciace kvetení dochází až při koncentracích o dva až tři řády převyšujících jejich hladinu v rostlinách. Těžko rozhodnout, nakolik jsme se přiblížili reálné situaci.

Druhý způsob hormonů (v listech i v oblasti meristemů) v souvislosti s fotoperiodickým signálem analyzuje přímo pomocí fyzikálních i imunochemických metod. V pokusech s využitím všech druhů fytohormonů nikdy nedošlo k napodobení fotoperiodického zásahu. Avšak cytokininů, auxinů i etylénů — podle doby a místa aplikace — účinek indukční fotoperiody zvyšovaly či snižovaly. Výrazné byly efekty cytokininů, které se nakonec

staly předmětem podrobného zájmu. Originální bylo zjištění, že se hladiny cytokininů pod vlivem fotoperiodických podmínek mění a že jsou tyto změny kontrolovány fytochromem. Z hlediska indukce kvetení je významný poznatek, že hladina cytokininů v meristemech, ale nikoli v ostatních orgánech, na konci temné (indukční) periody stoupá. Fotoperiodická indukce vyvolává přechodný vzestup cytokininů v xylémovém exudátu z kořenů i ve floémovém exudátu z listů (obr. 4). Meristem je zřejmě zásoben z několika zdrojů. Naše výsledky naznačují funkci cytokininů jako chemického signálu; k podobnému závěru došli i kolegové z univerzity v Liège.

Největší překvapení ale poskytly v posledním období výsledky pokusů s melatoninem. Čtenáři Živy jej znají jako látku (Živa 1995: 73–75, 121–123, 169–171;

1996: 25–27), která reguluje endogenní rytmy živočichů včetně člověka a usměrňuje jeho životní funkce s ohledem na fotoperiodické podmínky prostředí. Je indikátorem dne a noci, ale i ročních období. Melatonin nalezla pražská skupina badatelů také v merlíku, a jak ukazuje obr. 6, během temné periody dochází k jeho přechodnému vzestupu podobně jako u většiny živočichů. Teprve budoucnost ukáže, zda i jeho funkce může být obdobná.

V laboratorních podmínkách na sebe merlík červený může vzít i podobu suspenzní kultury buněk. V Praze se zrodily další nápady: zkoušet fotoperiodickým signálem kvetení indukovat právě tyto buňky a regenerovat z nich rostliny. Anebo z imobilizovaných, indukovaných buněk na kolonách získat florigenní stimulus. Merlík odpoví.

Srovnávací ekologie a dlouhodobý ekosystémový výzkum

Pavel Kovář

Srovnávací (komparativní) ekologie byla pro přírodovědce významným nástrojem poznání možná déle než jedno století. Srovnávání a kontrast ve stavbě a provozu ekosystémů vedly takové ekology, jako byli Lyell, von Humboldt, Haeckel nebo Darwin, k velkým novým idejím. Biologové se vyskytovali u mnoha hlavních objevů během 19. století a přitom čerpali inspiraci z podobností, odlišností a kontrastů pozorovaných mezi ekosystémy, které navštívili. Typy a množství dat, jež mohli nasbírat, byly omezené, ale ostrost rozdílů, které viděli, a elegance použitých rozborů vedly k formování zásadních konceptů, jako je sukcese, přírodní výběr, evoluce, stejně jako celých vědních disciplín, např. biogeografie nebo ekologie společenstev.

Odhaduje se, že 16–25 % běžného ekologického výzkumu je založeno na mezieskosystémových srovnáních. V této souvislosti lze rozlišit 3 hlavní typy:

- srovnání skladby (podobnost v tvarech a taxonomickém složení ekosystémů)
- srovnání specifické variability (odlišnost ve výhybkách určité významné ekosystémové proměnné),
- srovnání vazeb (pořadí významnosti příčinných vztahů liší se mezi ekosystémy).

Profesor Gene E. Likens z Ústavu ekosystémových studií (USA) založil tradici opakujících se konferencí, kde se diskutuje o tzv. cross-system přístupu k ekosystémům (vícenásobném vzájemném srovnání). Tato setkání, pojmenovaná Cary konference — podle Mary Flagler Cary Arboretum, Millbrook, N.Y., U.S.A. — si od r. 1985, kdy se konalo první, vytvořila

vlastní tradici. Vzniklo fórum pro kritickou diskusi a hodnocení zásadních témat v ekologii.

První Cary konference, vždy po dvou letech, zvažovaly postavení a budoucnost nauky o ekosystémech a hodnotily přístupy i alternativy v poznávání kontinuálních ekologických jevů. Konference o dlouhodobě vedených studiích a o srovnávacích analýzách ekosystémů se zabývaly dvěma velmi odlišnými přístupy ke studiu ekologických problémů — jedním intenzivním a druhým extenzivním — velmi účinnými, spojily-li se dohromady. Ten první se realizuje na jednom místě, v odpovídajícím prostorovém rozsahu, ale s opakovaným sledováním v čase; ten druhý se provádí na různých místech (ekosystémech) v kratším, víceméně stejném (srovnatelném) časovém úseku.

Organizátoři Cary konferencí nabízejí otázky tohoto typu: Existuje jednotná odezva na určitý stres (zátěž) nebo disturbance (narušení) v různých ekosystémech? Existuje tatáž odpověď na různé druhy zátěže nebo narušení v jednom typu ekosystému? Existuje předpověditelná sekvence odpovědí na zátěž nebo narušení? Hledejme takovéto a jim podobné otázky — jsou to ty, které jasně volají po srovnávacím přístupu v analýze ekosystémů. Můžeme pak být sice zklamáni nedostatkem dat, která bychom potřebovali, ale právě zjištění prázdných míst bývá plodným stimulem pro získávání nových údajů.

Nejnápadnější úspěchy v komparativní ekologii zahrnují analýzy velkých datových souborů snadno měřitelných pro-

měnných, takových, jakými jsou např. koncentrace fosforu, dusíku nebo chlorofylu. Tak se třeba dozvíme, že obsah fosforu ve vodě dobře umožňuje předvídat koncentraci chlorofylu v jezerech, že sinice jsou v jezerech běžné pouze při molárním poměru N:P menším než 64:1 a že i zastoupení sinic v sladkovodních jezerech může být předpovězeno z koncentrací fosforu.

Nejhodnotnější údaje pocházejí z kontrolovaných pokusů na celoeskosystémové úrovni. Pokud máme k dispozici pečlivě vedená pozorování na hladině nižší (experimentálně ošetřené výseky ekosystému, hladina mezokosmu), dozajista užitečně rozhojníme databázi, ale jsou tu jistá omezení ve vývodech. Srovnávací ekologie tu naráží na „problém škály“. Např. v otázce Jak ekosystém reaguje na toxickou chemickou zátěž? můžeme získat zcela odlišné výsledky, pokud půjde o jednorázové dávky toxické substance než u kontinuální nebo pulzní dodávky škodliviny. Navíc se látka jinak přemísťuje ve vodním prostředí než v prostředí souše výrazně diferencovaném množstvím přítomných povrchů, na nichž se zpravidla zachycuje, fixuje a hromadí (vytváří diskontinuity v šíření). Přistupuje tedy nová otázka — jak integrovat průměrné expozice nebo dávky v čase.

Některé vědecké školy v ekologii, např. limnologická empirická škola studující, jak v čase pracují mořské i sladkovodní systémy, prokázala, že náš přístup srovnávací soubor ekosystémů napříč se zdaleka nevyčerpal. Proč tomu tak je? Počínaje 60. lety začali ekologové systematicky shromažďovat kolekce kvantitativních dat o ekologických systémech celého světa (známým dlouhodobým programem byl IBP — Mezinárodní biologický program). Uprostřed 80. let, která se stala zlatým věkem srovnávací ekologie, obsahovala vědecká literatura desítky tisíc měření takových základních kvantit, jako je početnost (pokryvnost), primární produkce, prostorové uspořádání, koncentrace živin atd. Souběžně s tímto nárůstem kvantitativního ekologického výzkumu došlo k obrovskému rozmachu počítačů, jejichž výkonost umožnila provádět složitě statistické procedury a modelování.



Oblíková krajina v červenci večer. Žulovská paborkatina ve slezském pohraničí (cca 500 m n. m.) s loukami, úbory a bory na glaciálních oblazech (jediná krajina někdejšího kontinentálního ledovce u nás se „skandinávským charakterem“). Staré osídlení dožívá, minimum stálých obyvatel dojíždí za prací jinam, nízký stupeň degradace při útlumu zemědělství napomáhá ekologické vyváženosti

zkumu a ekologické syntéze spoluprací s příbuznými domácími i mezinárodními výzkumnými programy. Americký program se snaží o podporu — 1. expanze sítě měřicích míst do regionů, 2. rozšíření výzkumu tak, aby zahrnoval i geofyzikální, sociální a ekonomické vědy a 3. rozvoj úplnější inventarizace a historických sond k zlepšení projekce do budoucnosti. Česká republika se podílí od r. 1995 zapojením výzkumu biosférických rezervací a slapské přehradní nádrže.

Velkým přínosem v budování výzkumné sítě ekosystémů je současný vývoj Internetu — ten umožňuje vyhledávat literární zdroje informací, konvertovat je do srovnatelných jednotek, ukládat a analyzovat — to vše přímo na pracovním stole biologa. Rostoucí množství informací je nyní dostupné přímo za použití síťového software o různé složitosti (Mozaic, Netscape, Wide Area Information Systems atd.). Elektronicky zprostředkovaná služba tak přírodovědcům nabízí obrovský zásobník údajů, s jedinou potíží: dezorganizovaností anebo jiného uspořádání,

Tatáž krajina o něco blíže obci, s pastvinami a řepkovými poli na zelených pozemcích. Lípy podél cesty a Boží muka jsou svědectvím jiného krajinného členění ještě před půlstoletím. Reliktní stanoviště borů na skalních výchozech oblíků dotváří podobu jinak všední, novodobým zemědělstvím zasažené krajiny. Přes odlišný ráz má smysl i tuto krajinu s uchovávanými prvky chránit. Snímky P. Kuliška

Proč však taková masa ekologických dat nebyla dostatečně využita pro srovnávací analýzy? Zvažují se přinejmenším tři důvody:

1. Informace významná pro jakoukoli dílčí srovnávací analýzu neexistuje v čisté formě, ale je rozptýlena v obsáhlé a fragmentované literatuře; v r. 1987 se odhadovalo, že pouze anglicky psaná literatura v ekologii překračuje 40 000 stran za rok a že existuje kolem 20 vědeckých společností s bezprostředním zájmem o ekologii. Pro jednotlivce je proto velmi obtížné, není-li to nemožné nalézt či využít užitečné informace. Už díky faktu, že ekologické znalosti jsou rozděleny podle stanovišť, lze od srovnávacího přístupu očekávat vyplavení žádaného druhu informace.

2. Pokud kdokoli obeznámený s mezi-ekosystémovými srovnáními již publikoval nějaké údaje, nemuselo vždy jít o ty, které jsou potřebné kvality, anebo o přijatelnou metodu jejich zpracování. Někteří autoři se zabývají složitějšími statistickými technikami, které mohou být výrazným přínosem ve srovnávacích analýzách.

3. Je řada autorů, kteří jsou ve filozofické nebo principiální opozici vůči srovná-

vací ekologii. Srovnávací metoda nebývá vždy považována za nejlepší způsob, jak dělat vědu.

Vše, co bylo právě uvedeno, vede podle všeho k tomu, že srovnávací přístup je užíván méně, než by mohl, a proto je třeba ho kriticky posoudit. Cary konferenční si proto vytyčují cíle: a) připravit nové srovnávací analýzy, b) odhalit metodologické a filozofické obtíže při využívání srovnávacího přístupu a stanovit jeho potenciál a meze, c) vzájemně přiblížit ekology pracující v různých oblastech oboru, podpořit plodné ovlivnění navzájem a hledat oblasti neobnověného, být už v nějaké formě veřejného poznání.

V r. 1980 ustavila Národní vědecká nadace v USA Dlouhodobý ekologický výzkumný program (LTER) určený pro sledování ekologických jevů na území Spojených států. Současný program sestává z koordinačního centra sítě a z 18 výzkumných míst v USA, Antarktidě a Portoriku. Tato „měřič“ reprezentují různé ekosystémy a různé vědecké akcenty. Sít LTER vyjadřuje společné úsilí přibližně 1 400 vědců a studentů, kteří rozšiřují příležitosti ke srovnávacímu vý-

než by bylo žádoucí zvláště pro srovnávací studie.

Dlouhodobý ekologický program (LTER) pracuje na globální internetové síti World Wide Web Virtual Library v aréně s ekologickými informacemi (LTERnet1996d), jež zahrnují bibliografie, adresáře pro badatele a širokou škálu dat. Americká ekologická společnost (ESA) má svůj výzkumný program zaměřený na budování a rozvíjení této internetové služby jako doplňkového protějšku ke klasické vědecké publikaci. Jednou z komponent je tvorba jednotné multilokální bibliografie složené z bibliografií všech výzkumných míst LTER sítě. Tedy vše, co se zatím zkoumalo na jednotlivých lokalitách, je dostupné pro zainteresované badatele, a to simultánně, což podporuje srovnávací a syntetický proces. Neustále se posuzují nové techniky slibující dramatický růst v účinnosti využívání nově generovaných informací (což je samozřejmě provázeno problémy s autorskými právy). Ti, kdo investují své úsilí do této činnosti, doufají, že ekologové, resp. biologové obecně je podpoří tím, že dají své výsledky k dispozici, aniž by vytvářeli bariéry pro kompletování sbírek srovnatelných informací.