

1 Úvod

Výrazy „ekologie“ a „ekologický“ jsou dnes velmi často používány v nejrůznějších souvislostech. A právě ze souvislostí je v mnoha případech zřejmé, že jejich uživateli není dostatečně známý obsah těchto pojmů. Na rčení „tohle je ekologické“ a „tamto zase neekologické“ jsme si již zvykli a každému je jasné, co jimi chtěl autor vyjádřit. Průmyslový podnik vypustí do řeky odpady, provedl tedy „neekologický“ zásah nebo dokonce ublížil „ekologii“. Takový zásah do ekosystému řeky je naopak ekologický – dojde ke změnám ve složení organismů, v probíhajících procesech a tím vším se ekologie zabývá. Z ekologického hlediska to může být dokonce zajímavé, i když pro mnohé organismy katastrofální. Výraz, že někdo uškodil ekologii, je natolik hloupý, že nevyžaduje komentáře. Opačně jsou nesmyslné výrazy jako „ekologické auto“ nebo „ekologická stavba“, což jsou záležitosti technické, přesahující rámec ekologie a svým určením směřují ke zlepšování stavu životního prostředí. Stejně tak „ekologický papír“ není papír určený pro ekologické výzkumy, ale má jít o papír recyklovaný nebo snadno rozložitelný (papír pro tuto knížku, stejně jako pro každou jinou, je neekologický, protože nevznikl ekologickými procesy, ale někdo jej musel vyrobit). Rovněž nejrůznější problémy spadající do sféry zdravotnictví, hygieny, sociologie a filozofie jsou často nesprávně uváděny s přívlastkem „ekologické“. **Co tedy ekologie je?** Určitou představu by měla poskytnout tato učebnice. Zaměření ekologie je však značně široké, proto prosíme čtenáře, aby předložené informace chápal jen jako přehled nejobecnějších ekologických základů.

V současné době má zájemce o studium ekologie k dispozici celou řadu různých zaměřených učebnic, učebních textů a příruček, česky psaných i cizojazyčných. Z neznámějších vzpomeňme velmi pěkné učebnice *Ekologie rostlin* (Slavíková, 1986) a *Ekologie živočichů* (Losos a kol., 1984). Dále je to český překlad knihy *Ekologická syntéza* belgického ekologa Duvigneauda (1988) s množstvím cenných informací, speciálně zaměřené publikace *Ekologie savců* (Vlasák, 1986) a *Ekologie lučních porostů* (Rychnovská a kol., 1985), ve své době moderně pojatá Zlatníková učebnice *Základy ekologie* (Zlatník a kol., 1973), která měla být správně jmenována jako první, český překlad klasické Odumovy *Ekologie* (1977) a konečně obsáhlá a nesmírně zajímavá *Ekologie* autorů Begona, Harpera a Townsenda (1997). Problematice obecné ekologie jsou věnována četná vysokoškolská skripta např. Losos a kol. (1987) a Pelikán (1993). Jeník (1995) nás seznamuje přehlednou formou s organizací ekosystémů, Barták a kol. (1996) předkládají první českou příručku agroekologie. Míchalova *Ekologická stabilita* (1994) je mezi ekology natolik známá, že nepotřebuje komentář. Metody ekologických výzkumů podrobně popisují Rychnovská a kol. (1987) a Dykyjová a kol. (1989). Citace dalších učebnic jsou uvedeny v přehledu literatury. Samostatně jsou citovány ekologické studie, které posloužily jako zdroje dílčích informací, obrázků a tabulek.

Důvodem sepsání předložené učebnice tedy nemohl být nedostatek učebních příruček. Spíše šlo o snahu shrnout podstatné informace tak, aby byly v ucelené a stručné formě dostupné studentům a dalším zájemcům. Obsahová náplň vychází v hrubých rysech z učebního textu pro studenty agronomické fakulty tehdejší VŠZ

v Brně „Základy ekologie živočichů“ (Laštůvka a Tenora, 1990). Pojednávaná tematika je rozčleněna do tří větších celků, první je věnován ekologickým faktorům a jejich působení na organismy, druhý se zabývá populacemi a třetí celými společenstvy. Důležitější pasáže jsou podle potřeby doplněny rozšiřujícími komentáři a příklady, které jsou vytištěny drobnějším písmem. Pokud není uvedeno jinak, jsou autory fotografií Z. Laštůvka sen., Z. Laštůvka a A. Laštůvka, grafy a schémata jsou dílem autorů nebo byly převzaty z citovaných zdrojů.

Pokud to vzájemná propojenost problematiky dovolila, jsou speciální ekologické termíny používány teprve poté, kdy byly definovány. Některé z nich jsme však byli nuceni použít dříve a pak si jejich význam musí čtenář najít v pozdějších kapitolách. Termíny a jevy vědních oborů, ze kterých ekologie vychází, zde obvykle vysvětlovány nejsou. Předpokládáme, že zájemce o ekologii je obeznámen například se základy botaniky a zoologie a ví například, co to je dvoudomá rostlina, partenogeneze nebo epigamní chování. Učebnice tedy zasahuje do navazujících věd jen zcela okrajově a v míře nezbytně nutné pro pochopení souvislostí. Nutnost pochopení širších souvislostí a zkoumání každého problému, procesu a jevu z hlediska celého systému je základním požadavkem ekologického studia. Důležité jsou samozřejmě i přístupy analytické, při kterých dokonalé poznání jednotlivých prvků systému (prostředí, organismů) a vztahů mezi nimi je nutným předpokladem pro pochopení funkcí systému jako celku.

Ekologická problematika je velmi obsáhlá a sepisování jednotlivých kapitol bez konzultací s příslušnými odborníky by nebylo odpovědné. Za laskavé přečtení některých částí textu, za nejrůznější poznámky, podkladové materiály a upozornění na nepřesnosti a chyby jsme zavázáni celé řadě svých přátel a kolegů. Jsou to zejména RNDr. V. Antonín, CSc., Ing. J. Bezděk, RNDr. M. Culek, Doc. Ing. M. Čapek, DrSc., Prof. RNDr. J. Gaisler, DrSc., Prof. RNDr. L. Havel, CSc., Ing. I. Pelánková, Prof. MVDr. R. Hrabák, DrSc., Doc. RNDr. K. Hudec, DrSc., RNDr. F. Chládek, Ing. P. Kraus, Ing. L. Neudert, Doc. Ing. J. Pall, CSc., Prof. Dr. Ing. D. Povolný, DrSc., Prof. RNDr. R. Rozkošný, DrSc., RNDr. Ing. J. Rožnovský, CSc., RNDr. I. Sedláček, CSc., Dr. Ing. J. Suchomel, Ing. I. Šafránková, Ing. H. Šefrová, Prof. RNDr. F. Tenora, DrSc., Doc. MVDr. E. Tkadlec, CSc., a Doc. Ing. J. Zejda, DrSc.

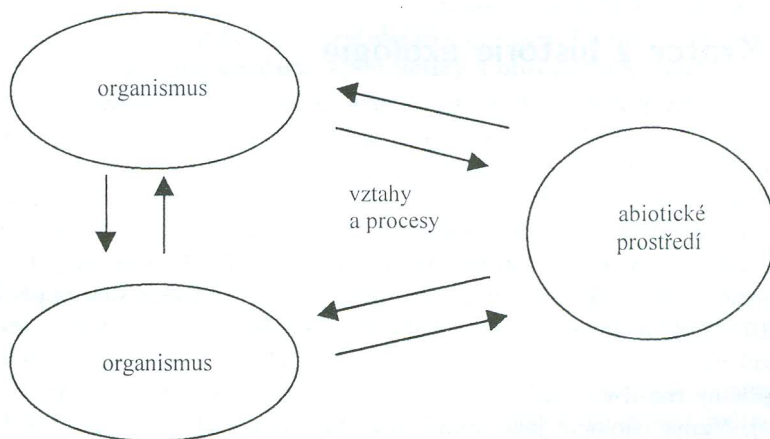
Srdečný dík patří rovněž oponentům, Doc. Dr. Ing. J. Pelikánovi, DrSc., Prof. RNDr. M. Tesařové, CSc., RNDr. P. Trnkovi, CSc. a Doc. RNDr. V. Zelené, CSc., kteří věnovali čas pečlivému přečtení celého rukopisu, jeho doplnění a výraznému zkvalitnění. Za technickou pomoc při přípravě rukopisu děkujeme paní K. Hrdinové.

Zvláštní poděkování si zaslouží všechny organizace, které laskavě poskytly sponzorský příspěvek na vydání této učebnice. Jsou to Cyanamid CR, divize ochrany rostlin, U Demartinky 1, Praha, Biocont Laboratory Brno (Dr. Ing. M. Hluchý), Společnost Silvajagd Brno (Dr. Ing. J. Pošpil) a Moravský svaz VTS, pobočka agronomické fakulty MZLU v Brně.

2 Co je to ekologie?

2.1 Definice, zaměření a úkoly ekologie

Ekologie studuje přírodní procesy. Nejčastěji bývá definována jako **věda o vzájemných vztazích mezi organismy a jejich prostředím**, přičemž pod pojmem prostředí chápeme jak soubor všech okolních neživých činitelů, tak ostatní organismy téhož i jiných druhů (obr. 1).



Obr. 1 Schematické znázornění předmětu ekologie

S prvním pokusem o definici ekologie se setkáváme v knize významného německého biologa, velkého zastánce Darwinovy teorie, E. Haeckela „*Generelle Morphologie der Organismen*“. Jeho definice bývá různě vykládána a upravována, uvádíme ji proto v doslovném znění: „Ekologií rozumíme soubornou vědu o vztazích organismu k okolnímu světu, kam můžeme počítat v širším smyslu všechny existenční podmínky. Ty jsou částečně organické, částečně anorganické povahy...“ („Unter Oecologie verstehen wir die gesammte Wissenschaft von den Beziehungen des Organismus zur umgebenden Aussenwelt, wohin wir im weiteren Sinne alle Existenz-Bedingungen rechnen können. Diese sind theils organischer, theils anorganischer Natur...“; Haeckel, 1866, s. 286).

Je zřejmé, že Haeckelovo vymezení ekologie není vzdálené dnešnímu pojetí. To samozřejmě nebrání použití jiné definice. Ekologie je definována například také jako věda o strukturách a funkcích přírody, věda o ekonomii přírody a často nepřesně a ne zcela správně jako věda o životním prostředí.

Ekologie studuje různé úrovně organizace živé hmoty od jedince přes populace po celá společenstva i systémy vzniklé jejich propojením s prostředím. Zaměření ekologie je nesmírně široké a nejdůležitější řešené problémy lze shrnout do následujících okruhů:

- vlivy prostředí na organismy a obráceně
- příčiny časoprostorových změn aktivity, početnosti a výskytu organismů
- vzájemné vztahy mezi organismy na úrovni jedinců, populací i společenstev
- procesy uvnitř populací i celých společenstev, změny, vývoj, analýzy zpětnovazebných systémů

- produkce a rozklad organické hmoty, koloběhy látek, tok energie, přenos informací
- člověk jako ekologický faktor
- analýzy, prognózy a vysvětlování změn v systémech na všech úrovních, možnosti jejich ovlivňování a řízení

Mnohé z ekologických poznatků mají bezprostřední praktické uplatnění při pěstování zemědělských plodin, chovu hospodářských zvířat, v lesnictví, rybářství, využívá se jich v integrované ochraně rostlin a v ochraně přírody.

2.2 Krátce z historie ekologie

Mnohé poznatky považované dnes za „ekologické“ jsou mnohem starší než samotná ekologie. Člověk je získával dokonce dávno předtím, než vznikly nejstarší lidské civilizace, v dobách, kdy se živil ještě jako sběrač a lovec. Nárůst ekologických poznatků těsně souvisel s celkovým stavem lidského poznání, proto jich začalo přibývat již s rozvojem neolitického zemědělství, výrazněji však teprve od 15. až 16. století. V roce 1758 položil K. Linné (1707–1778) základy botanické a zoologické systematiky. Současně se objevují první přírodovědci, např. L. Buffon (1707–1788) a zvláště J. B. Lamarck (1744–1829), kteří odhalují závislost organismů na vnějším prostředí. A. Humboldt (1769–1859) a jeho následovníci hledali příčiny rozšíření rostlinstva na Zemi (pásmovitost a zejména stupňovitost vegetace). Vznik ekologie jako vědní disciplíny podstatně urychlil Ch. Darwin (1809–1882). Darwin podrobně studoval vzájemné vztahy mezi organismy i působení neživého prostředí. Získané poznatky byly rozhodujícím podkladem nejen pro jeho proslulou evoluční teorii, ale také jedním ze základních kamenů pozdější ekologie.

Již zmíněný E. Haeckel (1834–1919) předkládá v roce 1866 na základě rozsáhlých morfologických studií organismů definici ekologie. K. Möbius (1877) používá názvu **biocenóza** pro soubory různých druhů, F. Dahl (1908) zavádí pojem **biotop**. Ekologie se postupně osamostatňuje od botaniky a zoologie, ale také dochází k více méně samostatnému a částečně odlišnému vývoji ekologie rostlin, živočichů a mikroorganismů. Začíná se však rozvíjet i obecná ekologie. Ve 20. a 30. letech byla věnována pozornost především studiu populací, od 30. let se objevují snahy o komplexní studium celých společenstev. V souvislosti s tím zavádí v roce 1935 anglický ekolog A. G. Tansley pojem **ekosystém** a významný představitel sovětské ekologické školy A. N. Sukačev (1942) navrhuje obsahově blízký termín **biogeocenóza**.

Mohutný rozvoj ekologie však nastává teprve koncem 50. a v 60. letech. Hlavní pozornost je věnována zejména studiu ekosystémů, produkčním a energetickým otázkám, koloběhu látek apod. S prudkým zhoršováním životního prostředí od 60. let a narůstáním dalších problémů lidské společnosti se částečně mění i zaměření ekologie na praktickou využitelnost poznatků. K jejímu rozvoji a uznání přispěly významnou měrou i mezinárodně řešené ekologické programy „Mezinárodní biologický program“ (IBP) a „Člověk a biosféra“ (MaB).

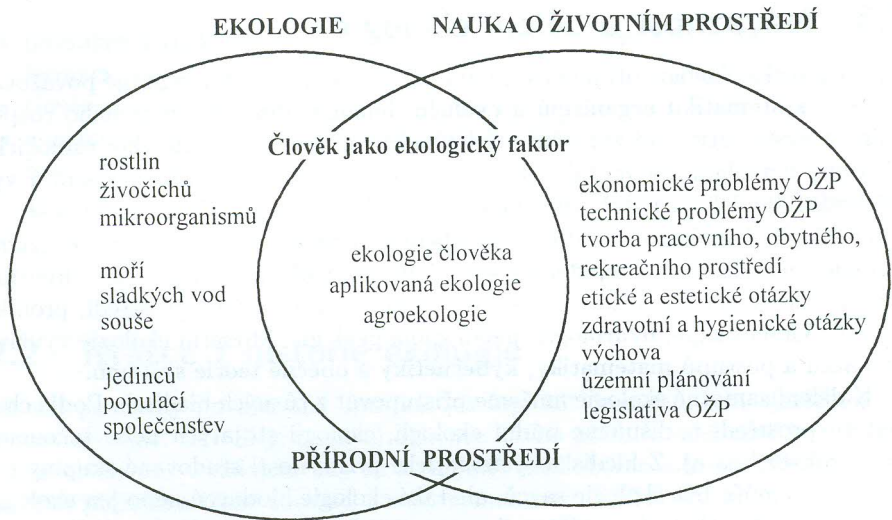
2.3 Návaznost a dělení ekologie

Za východiska ekologie při jejím vzniku i při aktuálním studiu je nutné považovat zejména **systematiku organismů** a **evoluční biologii**. Bez předcházejícího rozpoznání a systematického zařazení studovaných organismů se obvykle ekologické výzkumy nemohou obejít, tak jako nejsou možné bez evolučního chápání a vysvětlování souvislostí a jevů. Jako biologická věda je ekologie závislá na poznatcích z **morfologie, fyziologie, genetiky** a **biochemie**. S ekologií se prolíná **biogeografie, etologie, parazitologie** a **epidemiologie**. Tím, že ekologie sleduje také vlivy neživých činitelů na organismy i působení organismů na neživé prostředí, proniká do sféry **klimatologie, hydrologie, pedologie** a **geologie**. Moderní ekologie využívá poznatků a postupů **matematiky, kybernetiky** a **obecné teorie systémů**.

K dělení samotné ekologie můžeme přistupovat z různých hledisek. Podle charakteru prostředí rozlišujeme půdní ekologii, ekologii stojatých nebo tekoucích vod, ekologii lesa aj. Z hlediska systematické příslušnosti studované skupiny organismů to může být ekologie savců, ale také ekologie hlodavců nebo jen ekologie hraboše polního, ekologie rostlin, mikroorganismů apod. Kromě toho všechny speciální biologické disciplíny, jako jsou systematická botanika nebo zoologie, řeší dílčí ekologické otázky u každého druhu. Ve všech uvedených případech jde o **ekologii speciální**. Vedle ní existuje **ekologie obecná**, která zobecňuje ekologické jevy bez ohledu na prostředí a taxonomickou skupinu.

Podle zkoumaných problémů a objektu studia bývá ekologie členěna na tři směry. **Autekologie** studuje ekologickou problematiku na úrovni jedince, resp. druhu jako taxonomické jednotky, zejména vlivy ekologických faktorů a adaptace organismů na jejich působení. Tím se prolíná s fyziologií a některé její směry jsou proto označovány jako **ekologická fyziologie**. **Demekologie** (populační ekologie) zkoumá strukturu a vztahy v populacích a **synekologie** se zabývá celými společenstvy a jejich soubory, sukcesí, tokem energie, produkčními otázkami, změnami způsobenými člověkem apod. Její dílčí disciplínou je nauka o rostlinných společenstvech, **fytocenologie**, která je někdy považována za samostatnou vědu stojící blízko ekologie. Ekologické poznatky v širším prostorovém rámci rozvíjí **krajinná ekologie**.

V poslední době je ekologie často zaměňována nebo ztotožňována s naukou o životním prostředí člověka. **Nauka o životním prostředí (environmentalistika)** se částečně s ekologií prolíná v otázkách souvisejících s biologickou podstatou člověka. Jde především o působení člověka na ekosystémy, jejich ovlivňování, přetváření a využívání, zajištění dostatku kvalitní potravy, řešení populační exploze apod. (ekologie člověka, aplikovaná ekologie). Nauka o životním prostředí ale současně řeší množství dalších, „neekologických“ problémů, jako jsou legislativní otázky ochrany životního prostředí, technické problémy související se znečištěním prostředí, utváření pracovního, obytného a rekreačního prostředí, etické, estetické, zdravotnické, hygienické a výchovné otázky, územní plánování apod. (obr. 2). Pro vědu zahrnující i uvedené společenské aspekty se příležitostně užívá označení **sociální ekologie**. Řešené problémy však většinou spadají do oblasti **sociologie** a s ekologií souvisejí jen velmi okrajově.



Obr. 2 Vztah ekologie a nauky o životním prostředí

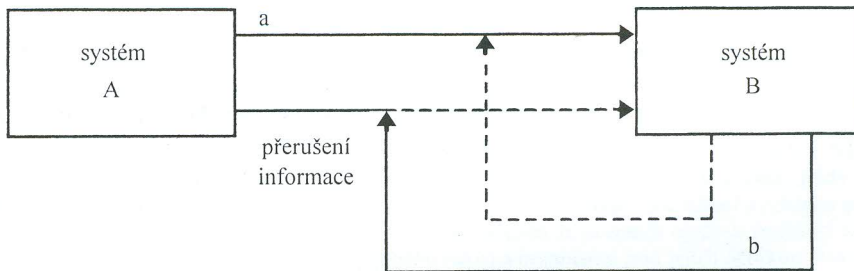
2.4 Metody ekologie

K dosažení svých cílů ekologie používá nejrůznějších metod. Tím, že se prolíná s jinými vědami, přebírá od nich obvykle i jejich metody a s nimi i přístrojové vybavení. Při studiu neživého prostředí vychází ekologie metodicky například z klimatologie, pedologie, hydrologie, také z fyziky a chemie. Sledování organismů a probíhajících procesů vyžaduje metody mikrobiologie, botaniky, zoologie, fyziologie rostlin, parazitologie, epidemiologie a hydrobiologie. Kromě toho ekologie používá své specifické metody a ty jsou často značně rozdílné v závislosti na studované skupině organismů (mikroorganismy, rostliny, bezobratlí, obratlovci a z těch např. ryby, ptáci a savci), liší se podle prostředí (půda, voda, vzduch) i podle zaměření výzkumu (zjišťování početnosti, způsoby odchytu, konzervace, měření produktivity a koloběhů látek). Při zpracování a vyhodnocování výsledků jsou využívány nejrůznější matematické a statistické metody (systémové analýzy) a principy kybernetiky. Některé z běžnějších metod jsou zmíněny v příslušných kapitolách, ostatní jsou popsány ve speciální ekologické literatuře.

2.5 Modelování ekologických procesů

Modelem nazýváme uměle vytvořený systém, se kterým je možné experimentovat a související metodický postup označujeme jako **modelování**. Při modelování se používají metody jednoho odvětví vědy (např. fyziky, kybernetiky) pro vyřešení otázek jiného vědního oboru. Cílem modelování je vytvářet hypotézy nebo ověřovat správnost a platnost empirických údajů. V ekologii modelování představuje matematické vyhodnocení nejrůznějších závislostí, vztahů a procesů nebo jejich napodobení a uplatňuje se nejčastěji při prognóze fungování systémů jakékoliv úrovně.

Za **system** považujeme soubor složený minimálně ze dvou prvků (subsystémů), které jsou na sobě závislé. V případě, že jsou tyto subsystémy v interakci s dalšími vnějšími prvky, jde o **otevřený systém**. Předmětem ekologických studií jsou tyto systémy, v nichž je alespoň jeden z prvků živý organismus. Živé systémy jsou vždy otevřené a mají hierarchické uspořádání. Jejich subsystémy se směrem dolů jeví jako autonomní jednotky, směrem nahoru jako závislé části nadřazeného systému. Ekologický systém (ekosystém) se dělí na subsystém biocenózy a subsystém prostředí. Subsystémy biocenózy jsou fytoocenóza, zoocenóza a mikrobiocenóza, subsystémem zoocenózy je například ornitocenóza, jejími subsystémy jsou dílčí taxocenózy, synuzie, jednotlivé populace atd. V souvislosti s fungováním systému je důležité zmínit pojem **zpětná vazba**, což je mechanismus, kdy výstup ovlivňuje zpětně vstup. Pozitivní zpětná vazba účinek vstupní informace posiluje, negativní zpětná vazba jej brzdí. Soubor zpětných vazeb je jádrem autoregulačních mechanismů, které nastolují dynamickou rovnováhu ekosystému (obr. 3).



Obr. 3 Zjednodušené schéma fungování negativní zpětné vazby; v každém okamžiku probíhá pouze jediná z informací a, nebo b

Základní vlastnosti matematických modelů jsou 1) **věrnost** – soulad biologických předpokladů s matematickým vyjádřením modelu, 2) **přesnost** – schopnost modelů odhadnout kvantitativní změny a 3) **obecnost** – obecná použitelnost modelů. Vzhledem ke složitosti ekosystémů je velmi obtížné sestavit takové modely, které by splňovaly všechny uvedené podmínky.

Při konstrukci matematického modelu se postupuje obvykle následujícím způsobem: 1) stanovení problému pro matematické řešení, 2) stanovení hypotézy o interakcích mezi prvky systému, 3) matematické vyjádření interakcí uvnitř systému, 4) realizace výpočtů za pomoci výpočetní techniky a konečně 5) empirické prověření. Uvedený postup je zpravidla jednodušší než tvorba modelu na základě dříve získaných empirických poznatků. **Modely teoretické ekologie** se pokoušejí o obecné řešení. Nesnaží se předpovídat konkrétní hodnoty proměnných, ale spíše odhadnout trendy v chování ekosystémů. Tyto modely mohou být použity k vysvětlení obecných mechanismů jednotlivých procesů. **Modely aplikované a experimentální ekologie** jsou obvykle podstatně složitější a snaží se přesně zachytit konkrétní jev nebo proces bez možnosti abstrakce. Někteří autoři rozlišují modely **analytické**, které přesně popisují studované procesy a modely **simulační**, které napodobují

jednodušší funkční vztahy a vycházejí z reálných empiricky zjištěných údajů. **Stochastické modely** kladou důraz na pravděpodobnostní charakter procesů a jednotlivé veličiny považují za náhodné proměnné, zatímco **modely deterministické** vycházejí z příčinné souvislosti, tzn. že určité (zobecněné nebo empiricky zjištěné) vstupní hodnoty nevyhnutelně určují stav systému v kterékoli pozdější chvíli. Stochastické modely jsou sice bližší reálným procesům, ale vzhledem ke snadnějšímu řešení a možnosti podrobnější analýzy systému se častěji používají modely deterministické.

Vzhledem ke složitosti biologických systémů využíváme pro matematické modely pouze ty prvky, které jsou rozhodující z hlediska zkoumaného problému. Toto zjednodušení umožňuje vytvoření jasných a přesných modelů. Studium procesů a jevů na matematických modelech tak může být jednodušší než v reálných ekosystémech. Takové modely mohou vysvětlit obecné principy, ale zjednodušení může vést ke zkreslení a utajení některých skutečností.



3 Ekologické faktory – zdroje a podmínky existence

3.1 Vymezení a rozdělení ekologických faktorů

Za ekologické faktory považujeme jakékoli činitele, které nějak ovlivňují organismy. Buď působí jako **podmínky prostředí**, nebo se uplatňují jako **zdroje**. Umožňují přítomnost určitých druhů a tím limitují jejich rozšíření, mají vliv na aktivitu, metabolismus, růst, rozmnožování, úmrtnost a stěhování. Jejich působením dochází ke vzniku nejrůznějších evolučních přízpůsobení i nedědičných změn.

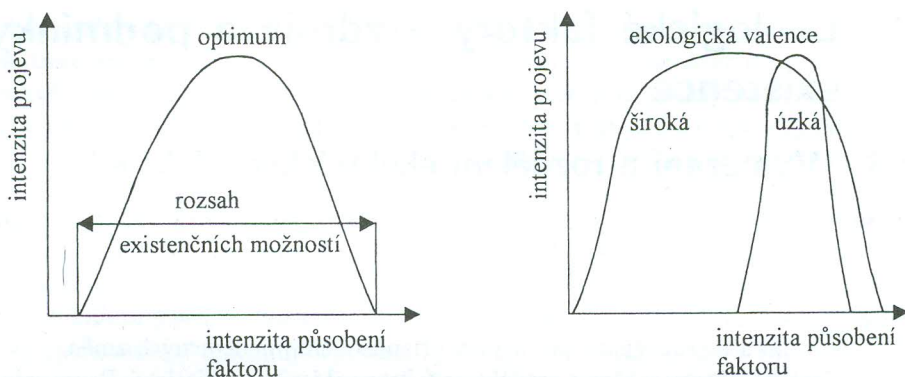
Ekologické faktory můžeme rozdělit na faktory **abiotické** a **biotické**. První zahrnují veškeré fyzikální a chemické faktory ovzduší, půdy a vodního prostředí, druhé představují nejrůznější vztahy uvnitř populace (vnitrodruhové vztahy) i mezi populacemi různých druhů (mezidruhové vztahy). Za samostatnou skupinu faktorů bývají považovány faktory **potravní (trofické)**, které se u rostlin prolínají s faktory abiotickými a u živočichů s biotickými. Biotické faktory se uplatňují obvykle na úrovni skupin jedinců, proto jsou probrány až v kapitole o populacích. Význačné postavení zaujímá **člověk jako ekologický faktor**.

K členění ekologických faktorů je možné přistupovat také podle prostředí. Soubor faktorů ovzduší je pak označován jako **klimatop**, faktorů vodního prostředí jako **hydrotop**, půdy jako **edafotop** a celkový soubor abiotických faktorů prostředí jako **ekotop**. Jiné dělení vychází z periodicity jejich působení. **Faktory periodické** se v pravidelných intervalech opakují (střídání světla a tmy během 24 hodin, změny teploty v průběhu roku) a organismy jsou jejich účinkům dokonale přizpůsobeny. **Neperiodické faktory** se projevují nepravidelně, neočekávaně a na organismy působí často rušivě (disturbance, např. abnormální výkyv teploty, záplava, oheň, většina lidských zásahů). Podle toho, jaký typ adaptace ekologický faktor svým působením vyvolává, rozlišujeme faktory morfoplastické, fyzioplastické a etoplastické. **Morfoplastické faktory** působí vznik morfologických změn (např. utváření zobáku podle charakteru přijímané potravy), **fyzioplastické** ovlivňují fyziologické pochody (např. změny hospodaření s vodou u rostlin a živočichů žijících v extrémně suchých prostředích) a **etoplastické** mají vliv na chování živočichů (např. specifické chování pouštních živočichů související s ochranou proti přehřátí a vyschnutí).

3.2 Ekologická valence

Organismy vyžadují ke své zdárné existenci určitou teplotu, vlhkost, potravu, stanoviště apod. Tolerované rozmezí působení kteréhokoli ekologického faktoru nazýváme **ekologická valence (potence, amplituda, obr. 4)**. Organismus nejlépe prospívá, tj. dosahuje nejvyšší zdatnosti v oblasti optima. Zdatnost lze chápat jako schopnost mít nejvíce potomků a tak nejvíce ovlivnit genofond potomstva populace. Na obě strany od optima se životní projevy nebo některá z životně důležitých funkcí zpomalují až do situace, kdy reprodukční schopnost již nedokáže kompenzovat úmrtnost. Překročení mezi ekologické valence tedy obvykle nevede k smrti jedince. Populace v daném prostředí však nemůže trvale existovat (rozmnožování je ztíženo nebo k němu nedochází, nastává vysoká mortalita v některém stádiu vývoje). Například mnohé introdukované dřeviny v našich podmínkách sice dobře rostou a dosahují vysokého věku, ale samovolně se nerozmnožují (obr. 5).





Obr. 4 Grafické znázornění rozpětí ekologické valence



Obr. 5 Jinan dvoulaločný (*Ginkgo biloba* – vlevo) a platan javorolistý (*Platanus hispanica*) u nás sice dobře prospívají, ale nejsou schopny rozmnožování

Počátky soustavného studia životních nároků organismů spadají do první poloviny minulého století. Tehdy se zabýval německý biolog J. Liebig fyziologií rostlin a všiml si, že pro růst rostlin je rozhodující ten prvek, který se v prostředí nachází v minimu, resp. kterého je nedostatek. Na základě tohoto zjištění definoval tzv. **zákon minima** (1840). Později však biologové zjistili, že není rozhodující pouze minimální, ale většinou i maximální koncentrace, tedy horní hranice působení určitého faktoru. Proto V. E. Shelford zavedl **zákon tolerance** (1913), podle kterého každý organismus toleruje určité rozpětí libovolného ekologického faktoru.

Působení ekologických faktorů nelze vždy vymezit určitým rozpětím, tj. dolní i horní mezí. Někdy je důležitá pouze dolní mez a od určité intenzity nebo koncentrace se již vliv faktoru nemění (např. potrava, některé minerální živiny), jindy hraje roli pouze horní mez (vliv teploty na některé druhy, toxické látky, narušování). Často lze rozmezí ekologického faktoru těžko kvantitativně vyjádřit a je možné hodnotit pouze jeho přítomnost nebo absenci (potrava nebo jiný zdroj prostředí).

Rozeznáváme **druhy euryvalentní**, se širokou a **stenovalentní**, s úzkou ekologickou valencí. První jsou k příslušnému faktoru málo citlivé, naopak druhé snášejí jen jeho malé rozpětí. Rozšíření i výskyt příslušného druhu jsou rozhodujícím způsobem ovlivněny těmi faktory, na něž je citlivý. Ekologická valence může být vyjádřena zcela konkrétně, např. při vztahu k teplotě rozlišujeme druhy steno- a eurytermní, k množství světla steno- a euryfotní. Rovněž k celkovým podmínkám a typu obývaného prostředí vykazují organismy různě široké rozmezí ekologické valence. Ekologicky nenáročné druhy, které obývají různá stanoviště (**ubikvisté**) (např. žijí současně na polích, loukách i v lesích) označujeme jako **euryekní**. Naopak druhy specializované, vyžadující zcela specifický komplex většinou mikroklimatických podmínek a tím často i vyhraněné stanoviště, jsou **stenoekní**.

V přírodních podmínkách působí na každý organismus současně celý komplex faktorů a jednotlivé faktory v tomto komplexu se projevují často zcela jinak než při jejich samostatném působení. Proto výsledky studia vlivu jednotlivých faktorů získané v laboratorních podmínkách (fyziologické optimum) nemusí zcela odpovídat požadavkům sledovaného druhu v konkrétních podmínkách přirozeného prostředí (ekologické optimum). Při komplexním působení faktorů v přírodních podmínkách může docházet částečně k jejich vzájemnému nahrazování. Nedostatek limitujícího faktoru může být kompenzován intenzivnějším působením jiného faktoru. Například při snížené světelné intenzitě může zůstat nezměněná fotosyntéza při zvýšené koncentraci CO₂. Tento jev je označován jako **zákon substituce faktorů**. Přítomnost určitého druhu je umožněna souborem klimatických podmínek, nezávisle na tom, zda jde o podmínky dané makroklimatem, nebo specifickým mikroklimatem stanoviště. Tak se může druh vyskytovat i na mikroklimaticky příhodných stanovištích v rámci odlišného makroklimatu, např. severské druhy v horách jižnějších oblastí. Nahrazení makroklimatických podmínek místními podmínkami mikroklimatickými je nazýváno **zákonem o relativní stálosti stanoviště**.

Studium ekologických nároků má z mnoha důvodů zcela zásadní význam. Tyto poznatky jsou nutné při pěstování kulturních rostlin a chovu domácích zvířat, při pěstování lesů, chovu ryb a lovné zvěře. Účinné potlačování škodlivých činitelů, např. škůdců rostlin, skladištních škůdců, parazitů živočichů i člověka, je možné jen při dokonalé znalosti jejich ekologických nároků. Snahy o ochranu vymírajících druhů, o jejich repatriaci i o obnovu celých společenstev bohužel často ztroskotávají na nedostatečné znalosti ekologických požadavků příslušných druhů.

3.3 Ekologická nika

Pod pojmem **ekologická nika** chápeme komplexní začlenění druhu v prostředí. Ekologická nika zahrnuje zapojení druhu v potravních sítích (potravní nároky), požadavky na další zdroje (světlo, voda, minerální látky), jeho prostorové nároky (umístění hnízda, místa výskytu, odpočinku, úkryty), časové rozložení aktivity (denní a sezónní rytmy), požadavky na místa a období rozmnožování a další životní projevy. Každý druh se vyznačuje specifickou ekologickou nikou. Čím jsou si ekologické niky dvou druhů podobnější, tím více interakcí mezi nimi nastává.

Rozlišujeme ekologickou niku základní (fyziologickou) a realizovanou. **Základní nika** je výsledkem evoluční historie druhu a představuje geneticky daný potenciál

jeho funkčního zapojení. **Realizovaná nika** je vždy užší a je výsledkem konkrétní situace v obývaném prostředí. K jejímu omezení dochází jak vlivem abiotických podmínek, tak nejrůznějšími vztahy k ostatním druhům (potravní nabídka, konkurence). Šířku (rozpětí) ekologické niky (B) je možné u příbuzných druhů stanovit podle vzorce **Colwella a Futuyimy**, příp. podle vzorce **Shannona a Wienera** pro výpočet indexu druhové diverzity (str. 125):

$$B = \frac{n^2}{\sum n_i^2},$$

kde (v obou vzorcích) je n_i hodnota významnosti (početnost, pokryvnost, biomasa) sledovaného druhu v určitém prostředí, hostiteli, čase apod. a n představuje celkový součet hodnot významnosti daného druhu (nikoli všech druhů, jako při výpočtu indexu druhové diverzity).

3.4 Nejdůležitější abiotické faktory

3.4.1 Světlo

Na každý čtvereční metr povrchu atmosféry Země dopadá každou vteřinu průměrně $1,381 \cdot 10^3$ J sluneční energie (**solární konstanta**). Kolik z tohoto množství pronikne do atmosféry a kolik se odrazí zpět do vesmíru již závisí na poloze místa (nejmenší odraz je na rovníku, největší na pólech). Záření vstupující do atmosféry má rozsah vlnových délek od $1 \cdot 10^{-6}$ do $4 \cdot 10^5$ (převážně do $4 \cdot 10^3$) nm a podle dílčích vlnových rozsahů je dělíme na záření kosmické (10^{-6} – 10^{-3} nm), radioaktivní (10^{-3} – 3 nm), ultrafialové (3–400 nm), viditelné (400–760 nm) a infračervené (760 až 4 000 nm). Účinky kosmického záření na organismy nejsou dostatečně prozkoumány, působení radioaktivního záření je negativní (mutace, hynutí buněk, somatické změny). Vlastní sluneční záření má z valné části vlnový rozsah $3 \cdot 10^2$ – $4 \cdot 10^3$ nm, tzn. zahrnuje ultrafialové (cca 9%), viditelné (cca 45%) a infračervené (46%) záření. Ultrafialové záření je ze značné části pohlceno ve vyšších vrstvách atmosféry, kde vytváří ozónovou vrstvu. Ve větších dávkách a intenzitě působí na organismy negativně (morfogenní, destrukční a mutační účinky), v malé míře jsou jeho účinky pozitivní. Sluneční záření je částečně pohlceno atmosférou, oblaky, znečišťujícími částicemi, povrchem Země i organismy, částečně se od různých povrchů odrazí a určitá jeho část se vrací zpět do vesmíru. Z hodnoty solární konstanty činí toto množství 35–43% (albedo Země). Množství zářivé energie za jednotku času ($J \cdot s^{-1}$) se nazývá **zářivý tok**, jeho velikost vztaženou na jednotku kolmé plochy ($J \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$) označujeme jako **hustotu zářivého toku**, příp. jako **ozáření** při přepočtu na jednotku horizontální plochy.

Rozhodujícím zdrojem světla je viditelná složka slunečního záření. Světlo jako jeden z nejdůležitějších ekologických faktorů ovlivňuje organismy zejména svojí intenzitou, dobou působení a směrem dopadu a vyvolává nejrůznější životní projevy.

Intenzita světla – fotosyntéza a limitní faktor výskytu

Jednotlivé druhy organismů jsou schopny existovat při různé intenzitě světla. Druhy **euryfotní** jsou tolerantní, naopak druhy **stenofotní** jsou specializované a světlo může být limitujícím faktorem jejich přítomnosti. Podle konkrétních nároků rozlišujeme druhy:

- sluncemilné (heliofilní, heliofyty)