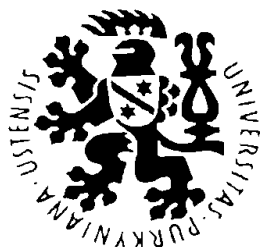


DISTANČNÍ OPORY PRO KOMBINOVANÉ STUDIUM BIOLOGIE

OBEČNÁ BOTANIKA

Karel Kubát



UNIVERZITA JANA EVANGELISTY PURKYNĚ
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
katedra biologie

Ústí nad Labem 2006

Předmluva

Tento text je tzv. studijní oporou, tedy materiálem, jehož primárním cílem je usnadnit studentům kombinovaného bakalářského studia biologie orientaci v předmětu nazvaném „Obecná botanika“. V žádném případě nemůže nahradit základní učebnice nebo skripta. Jejich nespornou výhodou jsou soubory obrázků, které jsou pro studium nenahraditelné, protože umožní utvořit si o jevu nebo předmětu konkrétní a přesnější představu.

Kurz Obecná botanika se skládá z dvou hlavních částí. V první řadě se jedná o vlastní obecnou botaniku. Cílem kurzu je především seznámit se stavbou rostlinného těla a se vztahy mezi morfoloickými a anatomickými vlastnostmi jednotlivých orgánů a jejich funkcí. Základní doporučenou příručkou jsou skripta Morfologie rostlin (Slavíková Z. 2002). S výjimkou kap. Agamospermie a Květenství je možné použít ke studiu i starší vydání z roku 1984. V těchto skriptech jsou v dostatečném rozsahu zpracovány všechny kapitoly s výjimkou oddílu o buňce; ta je podrobně (často v rozsahu přesahujícím požadavky tohoto kurzu) popsána v mnoha moderních publikacích, např. Rosypal (2003). Ze současných webových stránek lze doporučit především stránky Jihočeské univerzity (Štech 2002).

Druhou nedílnou součástí kurzu jsou vybrané kapitoly ze základů ekologie rostlin. Reakce rostlin na vlastnosti prostředí ve kterém rostou se nezdíka projeví i na jejich anatomické či morfoloické stavbě. Základní příručkou je Ekologie rostlin (Slavíková J. 1983 nebo 1986, vždy jen vybrané kapitoly). Moderně pojaté vysvětlení proměnlivosti a vývoje rostlin zpracovali Briggs et Walters (2001). Ekologie rostlin byla do kurzu Obecná botanika zařazena proto, že na rozdíl od obecné ekologie pro ni v žádném jiném kurzu v průběhu celého studia nebylo místo.

Autor

Eukaryotická buňka

Základní poznatky o stavbě buňky a jejích organel; význam organel a jejich funkce (popisně, bez vysvětlování biochemických a fyziologických principů).

Literatura: Rosypal a kol. 2003 (i dřívější vydání); Hudák a kol. 1991 a další učebnice cytologie ne starší 15 let.

Porovnání s buňkou prokaryotickou: jádro oddělené jadernou membránou; organely ohraničené biomembránami atd.

Plazmalema (cytoplazmatická membrána rostlinných buněk); lipidová dvojvrstva, polární (hydrofilní) vnější a nepolární (hydrofobní) dovnitř směřující část; membránové proteiny integrální (prostupující membránou) a povrchové. Význam: specifický transport látek a signálů oběma směry. Biologické membrány jednotkové (jednoduché) a dvojité (dvě jednotkové membrány na sobě).

Cytoplazma (cytosol): protoplazma uvnitř buňky mezi plazmalemou a membránami organel; struktura, viskozita, index lomu. Význam: prostředí pro buněčné organely, transport metabolitů, metabolické procesy.

Plastidy: jen u rostlin; dvojitá povrchová membrána; semiautonomní organely: původně endosymbióza eukaryotické prabuňky obsahující mitochondrie s prokaryotními fotosynteticky aktivními bakteriemi blízkými cyanobakteriím (viz také Kubišta Živa 43: 55-57, 1995). Nová teorie: sekundární endosymbióza (spojení dvou eukaryotických buněk obsahujících chloroplasty). Ontogeneze plastidů: jen dělením již existujících plastidů.

Leukoplasty: bez pigmentů; amyloplasty v zásobních orgánech, škrob; amyloplasty ve sloupku kořenové čepičky umožňují orientovat růst kořenů pozitivně geotropicky.

Chloroplasty fotosynteticky aktivní; stroma s enzymy pro metabolismus fotosyntézy, plastidová DNA kruhového uspořádání, plastidové ribozomy; membránový systém bohatě vyvinutý, s fotosyntetickými barvivy; tylakoid: plochý membránový váček; granum je skupina nejméně dvou tylakoidů; význam světla pro existenci chloroplastů.

Chromoplasty fotosynteticky neaktivní, slabě vyvinutý systém membrán; vznik během ontogeneze z chloroplastů, vzácněji z leukoplastů (v kořeni); karotenoidy žluté, oranžové, červené, zbarvení plodů a listů na podzim; etioplasty.

Mitochondrie: dýchací (respirační) centrum buněk, tvorba ATP; tvar kulovitý až protáhlý; vnější membrána hladká, nečlenitá, drží tvar mitochondrie, vnitřní vytváří směrem dovnitř přehrádky (mitochondriální kristy), mezi nimi matrix; uvnitř mitochondriální DNA a ribozomy. Semiautonomní organely, asi endosymbióza aerobní bakterie s původní anaerobní eukaryotní buňkou.

Endoplazmatické retikulum: membránová struktura, komplex navzájem propojených kanálků a váčků; drsné endoplazmatické retikulum s přisedlými ribozomy, hladké bez ribozomů. Význam: hrubé pro syntézu bílkovin a tvorbu jaderné membrány, hladké pro vnitrobuněčný i mimobuněčný transport, vznik vakuol a různé biochemické děje.

Ribozomy: zrnité částice v cytoplazmě tvořené ribozomální RNA; v cytoplazmě eukaryotických buněk buď volné nebo vázané na endoplazmatické retikulum. Význam: syntéza bílkovin.

Golgiho aparát: systém diktyozómů; diktyozóm: několik (2-8) paralelně uspořádaných cisteren, stěna bez ribozómů, jednotková membrána. Dynamická struktura; vznik z cisteren endoplazmatického retikula; kontinuita s plazmalemou prostřednictvím sekrečních vakuol. Význam: podíl na tvorbě vakuol, lyzozómů, úprava bílkovin, produkce enzymů a sekrece.

Lyzozómy: struktury oddělené jednotkovou membránou; hydrolytické enzymy; autofagie (rozrušení opotřebovaných buněčných organel), programovaná autolýza (např. živého obsahu cév v dřevní části cévního svazku).

Vakuoly: ve všech typech rostlinných buněk; provakuoly; centrální vakuola; semipermeabilní membrána (tonoplast); buněčná šťáva: vodný roztok solí, organických kyselin, lytických enzymů, antokyanů aj.; turgor. Vznik vakuol z hladkého endoplazmatického retikula, z diktyozómů Golgiho aparátu nebo po autofagii organel.

Buněčná stěna: jen u rostlin, chybí u pohlavních buněk; těsně přiléhá zvenku na plazmalemu; z celulózy; podle ztloustnutí buňky parenchymatické, kolenchymatické a sklerenchymatické. Produkt cytoplazmy, tvoří se při vzniku dceřiných buněk po jaderném dělení; plazmatická destička roste centrifugálně (od středu).

Primární buněčná stěna vzniká na závěr buněčného dělení; primární fibrily z celulózy; roztažitelnost a prodlužovací růst; intususcepce a apozice; směr prodlužování určen orientací mikrofibril.

Sekundární buněčná stěna: specializované buňky trvalých pletiv; impregnace buněčných stěn ligninem, kutinem a suberinem; Casparyho proužky; inkrustace anorganickými látkami, nejčastěji oxidem křemičitým a uhličitánem vápenatým; u sklerenchymatických buněk výrazné zmenšení obsahu buňky.

Plazmodezmy: kanálky v buněčné stěně, jejich stěna pokryta plazmalemou, uprostřed dezmotubulus (vztah k endoplazmatickému retikulu). Význam: propojení sousedních buněk.

Cytoskelet: složitá struktura vláknitých elementů, podíl na tvorbě dělicího vřetenka při buněčném dělení; mikrotubuly a mikrofilamenty, mohou vázat GTP (guanositrifosfát) a ATP; plus konec (tam přirůstají), minus konec (odbourávají se). Intermediární filamenty neváží makroergické fosfáty. Mikrotubuly: 13 tubulinových podjednotek; základ eukaryotických bičíků; mikrofilamenty jsou mnohem tenčí.

Jádro: základní organela eukaryotní buňky s kompletní genetickou informací organismu (DNA). Jaderná membrána: dvojitá membrána s jadernými póry; chromatin, karyoplazma, jaderný skelet. Chromatin: především DNA a histony; euchromatin, heterochromatin.

Jadérko; syntéza preribozomální RNA; změny tvaru a velikosti během mitózy (jadéřkový cyklus).

Chromozomy pozorovatelné po kondenzaci chromatinu; dvě chromatidy; primární a sekundární zaškrčení (konstrikce), centromera, ramena chromozomu, satelit; podle polohy centromery meta-, submeta-, akro-, telocentrické. Buňky haploidní, diploidní, polyploidní (n, 2n, x). Genom.

Buněčné dělení

Rosypal a kol. 2003 (i dřívější vydání); Hudák a kol. 1991 a další učebnice cytologie ne starší 15 let.

Hybridizace, polyploidizace a speciace podrobně: Briggs et Walters 2001.

Mitóza: nepřímé dělení tělních (somatických diploidních) buněk, vznik dceřinných buněk se stejnou genetickou informací. Fáze: G_1 - růst buňky; S - replikace ("doplnění", zdvojení) DNA; G_2 – "přestávka" mezi S a M; M – mitóza. Párové (homologické) chromozomy. Vlastní mitóza: profáze, metafáze, anafáze, telofáze; dělicí vřeténko, mikrotubuly; ekvatoriální rovina; podélné rozdělení chromozomů.

Meióza: redukční dělení, vznik pohlavních buněk (gamet); probíhá v prašníku a vajíčku.

Meióza I (heterotypické dělení): párování homologických chromozomů, vznik bivalentů; výměna částí chromozomů (crossing-over), genetické rekombinace; rozestoupení celých chromozomů, zmenšení počtu chromozomů v dceřinných buňkách na polovinu.

Meióza II: jako mitóza, dělí se haploidní buňka.

Hybridizace, příčiny snížené plodnosti. Polyploidizace (zvětšení počtu sad chromozomů) a její význam po vznik nových druhů (speciace) a ve šlechtitelství; autopolyploid, allopolyploid; tvorba multivalentů. Aneuploidie.

Pletiva

Literatura: Rosypal a kol. 2003 (i dřívější vydání); Hudák a kol. 1991 a další učebnice, pro základní orientaci i středoškolské (např. Kincl 1997, Kubát a kol. 2003). Slavíková (2002) má kapitoly o pletivech zařazené do textů o jednotlivých orgánech rostlin.

Podle způsobu ztloustnutí stěn a tvaru buněk, které je tvoří: parenchym (palisádový, houbový; merenchym, aerenchym), proenchym, kolenchym (rohový, deskový), sklerenchym (sklerenchymatická vlákna, sklereidy).

Dělivá pletiva (meristémy)

Vlastnosti buněk tvořících dělivá pletiva; vlastnosti dělivých pletiv.

Primární (prvotní, vrcholový = apikální) meristém, iniciály a skupiny iniciál, prodlužovací růst. Histogenová teorie: dermatogén (předchůdce pokožky), periblém (předchůdce primární kůry), plerom (středního válce), novější koncepce: tunika (předchůdce pokožky a několikvrstevného obalu korpusu) a korpus (vnitřní části prýtu).

Prokambium odděluje buňky primárního dřeva a lýka (viz vodivá pletiva). Latentní (utajené) meristémy ve středním válci kořene (větvení kořenů) a stonku nebo listu (adventivní kořeny a pupeny).

Interkalární (vmezeřené) meristémy stébel trav nad kolénky.

Sekundární (druhotné, boční = laterální) meristémy. Jehličnany a většina dvouděložných, nápadné u dřevin.

Korkotvorné pletivo (felogén) odděluje ke středu zelenou kůru (feloderm) a vně buňky korku (felem, viz krycí pletiva).

Kambium produkuje směrem ke středu druhotné dřevo a vně druhotné lýko (viz vodivá pletiva).

Trvalá pletiva

Krycí pletiva

Význam krycích pletiv.

Primární krycí pletivo (pokožka): epidermis, rhizodermis.

Epidermis: kutikula, voskové povlaky; průduchy, 2 svěrací buňky, regulovatelná průduchová štěrbin; hydatody (vodní skuliny), neuzavíratelné otvory vylučující vodu, gutace; chlupy (trichomy) z pokožkových buněk jednobuněčné jednoduché i větvené, papily, mnohobuněčné vidličnaté, hvězdčovitité, kandelábrovitité atd.; dělení podle funkce: krycí, žláznaté (žlázky, tentakule), žahavé, absorpční (kořenové vlásky); emergence; odění rostlin.

Rhizodermis kryje kořen; bez kutikuly a průduchů; kořenové vlásky (vlášení).

Sekundární krycí pletivo: druhotná kůra tvořená zelenou kůrou (feloderm), korkotvorným pletivem (felogén) a korkem (felém); následné felogény; borka ("kůra" dřevin; všechna odumřelá pletiva vně nejmladšího felogénu, převažuje korek) rozpukaná nebo hladká. Čočinky (lenticely) v létě permanentně otevřené, v zimě zavřené.

Vodivá a zpevňovací pletiva

Význam, zvl. pro suchozemské rostliny. Soustava cévních svazků.

Dřevní část cévního svazku: cévy, cévice, dřevní parenchym, dřevní vlákna; transpirační proud; cévy a cévice fungují až jako mrtvé buňky (po autolýze), dřevní parenchym tvořen živými buňkami, u dřevin funguje dlouho. Podle vzniku: prvotní dřevo (primární, protoxylém, metaxylém) činností prokambia; druhotné dřevo (sekundární, deuteroxylém) činností kambia, u druhotně tloustnoucích.

Lýková část: sítkové buňky tvořící sítkovici, průvodní buňka, lýkový parenchym, sklerenchymatická vlákna (tvrdé lýko); asimilační proud. Sítkové buňky fungují jako živé s degenerovaným jádrem a dalšími organelami, i u dřevin zpravidla jen jednu sezónu; sítkovitě perforované příčné stěny. Podle vzniku: prvotní lýko (primární, protofloém, metafloém) činností prokambia; druhotné lýko (sekundární, deuterofloém) činností kambia.

Uzavřené cévní svazky, tvořené jen primárními pletivy (vzniklé činností prokambia), především u jednoděložných; otevřené také s druhotným dřevem a lýkem (vzniklé činností kambia). Sklerenchymatická pochva kolem cévního svazku.

Cévní svazky soustředné (koncentrické): dřevostředné (hadrocentrické), lýkostředné (leptocentrické); paprsčité (radiální): monarchní, di-, tri-, .. až polyarchní; bočné (kolaterální), dvojbočné (bikolaterální). Uspořádání bočných svazků ve středním válci v kruhu (eustélé) umožňuje druhotné tloustnutí dvouděložných a nahosemenných, rozptýlené svazky (ataktostélé) u rostlin bez druhotného tloustnutí.

Základní pletiva

Pletivo asimilační; zásobní; vodní; vyměšovací: idioblasty, exkreční kanálky, rhexigenní a lysisigenní mezibuněčné prostory, článkované a nečlánkované mléčnice.

Orgány cévnatých rostlin

Slavíková Z. 2002; Štech 2002; Rosypal a kol. 2003 i starší vydání; pro základní orientaci i podrobnější středoškolské učebnice, např. Kincl a kol. 1997; Kubát a kol. 2003. Morfologie orgánů v morfologických slovníčcích u různých květen a klíčů, např. Slavíková in Květena České republiky 1: 130-153, 1988; Hrouda a kol. in Kubát a kol. Klíč ke květeně ČR 9-41, 2002 i starších; velmi obsáhle a podrobně (slovensko-latinský bohatě ilustrovaný slovník) Dostál 1966. Inkompatibilita a Agamospermie velmi podrobně v Briggs et Walters 2001. Moderní členění květenství Slavíková 2002, Štech 2002.

Kořen (radix)

Základní vegetativní orgán, bezlistý, nečlánkovaný, radiálně souměrný, s paprscitým (radiálním) cévním svazkem; neomezený pozitivně geotropický růst. Funkce: upevňovací, absorpční, zásobní, místo průběhu biochemických pochodů. Fylogenetický vývoj kořene: telomová teorie.

Typy kořenů: radikula; kořenová soustava tvořená hlavním a postranními kořeny (alorhizie) nebo náhradními (adventivními) kořeny (homorhizie primární a sekundární); svazčité kořeny. Náhradní kořeny na stoncích a listech, vegetativní rozmnožování (řízkování, hřížení); příčepivé kořeny.

Tvary kořene: nitkovitý, válcovitý, vřetenovitý, řepovitý, hlíznatý. Podle funkce rozlišujeme kořeny nasávací, zásobní, haustoria (kořeny parazitů), vzdušné, dýchací, chůdovité, stahovací. Kulový a srdcový kořen. Kořenové hlízy, pupeny a výmladky.

Mykorrhiza ektotrofní a endotrofní. Hlízkové bakterie rodu *Rhizobium*, symbióza.

Primární stavba kořene. Vrcholový (primární) meristém tvořen jedinou iniciálou, jednou až třemi vrstvami nebo skupinou iniciál. Růstová pásma kořene: vzrostný vrchol, prodlužovací pásmo (v něm protofloém, metafloém a protoxylém), absorpční pásmo s kořenovými vlásy (metafloém a metaxylém), pásmo větvení. Kořenová čepička.

Pokožka kořene (rhizodermis), trichoblasty, kořenové vlásy; mohou chybět, např. u mykorrhizních rostlin.

Primární kůra: jedno- nebo vícevrstevná exodermis, někdy s připojenými kolenchymatickými nebo sklerenchymatickými vrstvami, může sloužit jako mechanické a krycí pletivo; mesodermis, parenchymatické buňky, zásobní funkce; jednovrstevný endodermis, buňky s Casparého proužky proti lýku, živé propustné buňky proti dřevu.

Střední válec; vnější vrstva je perikambium, latentní meristém, diference postranních kořenů; jediný radiální cévní svazek s různým počtem dřevních a lýkových částí (monarchní až polyarchní).

Druhotné tloušťnutí kořene: především nahosemenné a dvouděložné dřeviny; kambium nejprve v pruzích, později válec; svazkové (fascikulární) a mezisvazkové (interfascikulární) kambium; druhotné dřevo (deuteroxylém), druhotné lýko (deuterofloém).

Druhotné krycí pletivo periderm (felogén + feloderm + felém, viz krycí pletiva).

Hospodářský význam kořene: potrava, surovina pro potravinářský a farmaceutický průmysl, krmivo.

Stonek (caulis)

Zpravidla nadzemní článkovaná část rostliny, nesoucí listy a reprodukční orgány. Základem stonku v zárodku je hypokotyl. Uzliny (nody), články lodyžní (internodia).

Podle konzistence: bylinný (lodyha; neolistěný stvol; u trav stéblo) a dřevinný: strom s kmenem a korunou; keř; keřík; polokeř; dřevinná liána. Bylinný stonek válcovitý, čtyřhranný, trojhranný, zploštělý, rýhovaný; podle růstu přímý, vystoupavý, poléhavý, plazivý, popínavý (bylinné liány).

Funkce stonku: rozvádění roztoků; fotosyntetická (pokud je přítomen chlorenchym); zásobní; rozmnožovací (šlahouny, oddenky).

Primární stavba: vrcholový (apikální) meristém tvořený jedinou iniciálou (většina cévnatých výtrusných) nebo jejich skupinou. Protoderm (produkuje pokožku), základní meristém (primární kůru a základní pletivo), prokambium (vodivá pletiva); tunika a korpus – viz dělivá pletiva. Růst vrcholový (dělením buněk), prodlužovací (prodlužováním již existujících buněk) a vmezeřený (interkalární, kolénka trav).

Pokožka: živé buňky bez intercelulár, s průduchy, často jednovrstevná, u semenných bez chloroplastů; chlupy a emergence (viz krycí pletiva).

Primární kůra: hypodermis (často s pruhy kolenchymu nebo sklerenchymu); mezodermis: parenchymatické pletivo (někdy chlorenchym), mléčnice, vzdušné a exkretční kanálky; endodermis: Caspariho proužky.

Střední válec (stélé): na vnější straně pericykl (latentní meristém, adventivní kořeny), škrobová pochva; dřev a dřevné paprsky; cévní svazky (viz vodivá pletiva); typy stélé: eustélé, aktinostélé, ataktostélé. Přesličky: centrální dutina, valemkulární a karinální dutiny.

Listové stopy a listové mezery (lakuny); typy uzlin podle listových stop a mezer.

Primární tloušť stonku: zvláště u jednoděložných, dělení buněk rovnoběžně s povrchem hned pod vzrostným vrcholem.

Sekundární tloušť stonku: jehličnany a dvouděložné dřeviny, umožněné uspořádáním cévních svazků (eustélé); kambium svazkové a mezisvazkové; druhotné dřevo a lýko (deuteroxylém, deuterofloém).

Deuteroxylém jehličnanů homogenní (jen radiální řady cévic a úzké dřevné paprsky); deuteroxylém většiny dvouděložných heterogenní (cévy, dřevní parenchym, dřevní vlákna, širší dřevné paprsky, někdy cévice).

Letokruhy, nepravé letokruhy. Vrstva deuterofloému je u dřevin mnohem tenčí než vrstva druhotného dřeva. Dřev zůstává zachována ve větvích některých keřů (bez), z kmenů stromů záhy mizí.

Druhotná krycí pletiva: periderm; korkové lišty; borka; čochinky (viz Krycí pletiva).

Úžlabní pupeny nahé nebo kryté šupinami; pupeny seriální sestupné a vzestupné; kolaterální (a akcesorické) pupeny jednoděložných; spící pupeny. Kauliflorie. Adventivní pupeny na listech, stoncích (z nich "vlky") nebo kořenech (kořenové výmladky); pacibulky; turiony; hibernakule.

Větvení stonku vidličnaté a postranní.

Vidličnaté u stélkatých a některých cévnatých výtrusných (plavuňotvaré): dělení skupiny iniciál, vznik dvou rovnocenných větví; pseudomonopodium.

Postranní větvení: monopodiální a sympodiální.

Monopodiální: hlavní stonk stále pokračuje v růstu; podpůrný list je na stejné straně jako větev.

Sympodiální: hlavní stonk ukončuje růst, mohutnější postranní větve ho přerůstají; monochazium je sympodiálně větvený stonk se střídavými listy, dichazium s listy střídavými.

Metamorfózy stonku. Oddenek, rozdíly proti kořenům; oddenkové hlízy; cibule, podpučí; stonkové hlízy; fylokládia, kladodia; kaudex; makroblasty, brachyblasty; kolce; stonkové úponky.

Význam: potraviny, koření, léčiva, dřevo, lýko, pryskyřice, třísloviny, přadná vlákna, korek aj.

Délka života rostlin (doba trvání ontogeneze)

Byliny jednoleté (včetně efemerních), dvouleté (včetně ozimů) a víceleté plodící jen jednou (monokarpní); vytrvalé plodící vícekrát (polykarpní).

Dřeviny vždy vytrvalé; sympodiálně větvené s "bohatší" korunou než u monopodií. Stáří zjišťováno podle letokruhů (využití v dendrochronologii), naše stromy 100-400 let; problémy u tropických dřevin. Obtíže s odhadem stáří keřů.

Životní formy: podle umístění obnovovacích meristémů, tj. většinou pupenů: epifyty, fanerofyty, chamaefyty, hemikryptofyty, kryptofyty (geofyty, helofyty, hydrofyty), terofyty.

List (phylloma)

Postranní orgán omezeného růstu, zakládající se exogenně na stonku. Funkce: fotosyntéza, transpirace, výměna plynů. Fylogenetický vývoj: telomová teorie; planace, kladodifikace, syntelomizace.

Ontogeneze listu: exogenně, z buněk tuniky, někdy i korpusu; tvar a velikost závisí na činnosti meristému vrcholového (apikálního), okrajových (marginálních) a vmezeřeného (interkalární, bazální).

Vnější stavba asimilačního listu: palisty, řapík, čepel.

Palisty prchavé, opadavé, vytrvalé; palisty vmezeřené, velikostí a tvarem připomínající listy, ale bez úžlabního pupene; botka rdesnovitých; trny akátu.

Řapík: stopkovitá část listu, natáčí čepel ke světlu; u dol. listů často delší; někdy rozšířen v pochvu; listy řapíkaté a přisedlé.

Listová pochva: dolní část listu aspoň zčásti objímající lodyhu; lipnicovité: na rozhraní pochvy a čepele jsou někdy ouška a jazýček.

Čepel. Podle stavby: bifaciální (dorziventrální), unifaciální, ekvifaciální. Podle členění: jednoduchá, složená.

Jednoduché listy celistvé mají čepel celokrajnou nebo zubatou, bez zářezů (a úkrojků). Jednoduché listy členěné dlanitě nebo peřeně; podle hloubky zářezů: (peřeno- nebo dlanito-)laločný, -klaný, -dílný, -sečný; listy znožené.

Složené listy se skládají z lístků; listy zpeřené: sudozpeřené, lichozpeřené, listové vřetenó; dlanitě složené listy: trojčetné, pětičetné až mnohočetné. Někdy problém rozlišit lístek a úkrojek (kapradiny, miříkovité).

Tvar čepele jednoduchého celistvého listu (nebo lístku složeného listu): nitkovitý, čárkovitý, jehlicovitý, podlouhlý, eliptický, okrouhlý, kopinatý, obkopinatý, vejčitý, srdčitý, ledvinitý, kosníkovitý, střelovitý, hrálovitý, štítnatý; význam předpony ob-. Souměrnost čepele.

Vnitřní stavba bifaciálního listu: svrchní pokožka krytá kutikulou a zpravidla s průduchy (viz krycí pletiva), základní pletivo (mezofyl, tvořený palisádovým a houbovým parenchymem), vodivá pletiva (kolaterální cévní svazky), spodní pokožka. Monofaciální list.

Žilnatina listu: soubor cévních svazků v listu; jediná žilka (jehličnany), vidličnatá (jen jinan a některé kapradiny), rovnoběžná, souběžná, zpeřená, dlanitá znožená; anastomózy; vztah mezi tvarem čepele, tvarem pokožkových buněk a žilnatinou.

Okraj čepele jednoduchého listu nebo lístku listu složeného: celokrajný, zubatý, pilovitý, vroubkovaný, chobotnatý, vykrajovaný.

Složení listu v pupenu (vernace): složená, plochá, nadvinutá, podvinutá, circinátní, zmuchlaná. Vzájemná poloha listů (i korunních lístků) v pupeni: šroubovitá, otevřená, chlopnovitá, zkroucená, sestupná. Různočetnost (heterofylie), nestejnoleplost (anizofylie).

Listeny jsou listy v květenství, stojící zpravidla v mediáně; toulec áronovitých, zákrov úboru hvězdicovitých, plevky na lůžku úboru, obaly a obalíčky miříkovitých, plevy a pluchy v kláscích lipnicovitých.

Listence: zpravidla párovité, leží v transverzále (např. na stopce květu violky).

Postavení listů (i jiných orgánů) na stonku: nepravidelné (některé plavuně), střídavé, vstřícné, přeslenité (způsobené zkrácením internodií). Střídavé: genetická spirála, ortostichy, divergence; parastichy.

Trvání listů na dřevinách: každoročně opadávají (odlučovací vrstva v řapíku, listová jizva na stonku) nebo vytrvávají několik až mnoho let (vždyzelené rostliny).

Přeměny (metamorfózy) listu: trny (listy kaktusů, palisty akátu), ostny bodláků a pcháčů; úponky; lapací zařízení masožravých rostlin; listeny, listence a šupiny.

Rozmnožování rostlin: nepohlavní (apomixie), pohlavní.

Nepohlavní: fragmentace a regenerace (oddělení oddenků, šlahounů, rozpad trsů); hřížení; očkování a roubování; pacibulky; rozmnožovací pupeny (na listech Bryophyllum); nepravá živorodost; výhody nepohlavního množení v pěstitelství; klon. Rozmnožování sporami: stélkaté rostliny, cévnaté výtrusné (kaprad'orosty). Agamospermie (viz dále).

Pohlavní: splynutí haploidní samčí pohlavní buňky (obrveného spermatozoidu nebo častěji neobrvené spermatické buňky) s buňkou vaječnou; diploidní zygota. Střídání haploidní a diploidní jaderné fáze. Střídání generací (rodozměna): generace haplobiontů (haploidní, pohlavní generace, produkující gamety) se střídá s generací diplobiontů (diploidní, nepohlavní generace, produkující spory); heteromorfní rodozměna.

Střídání generací a pohlavní rozmnožování u **stejnovýtrusých** (izosporních) **kaprad'orostů**. Samostatně existující zelený sporofyt rozlišen na kořeny, stonek a listy; listy asimilační (trofofyly) a nesoucí výtrusnice (sporangiofory, sporofyly); ve výtrusnicích (sporangích) dochází při redukčním dělení ke vzniku výtrusů (spor). Samostatně existující zelený nebo (u plavuní) nezelený gametofyt (prvoklíček, prokel), který vyklíčil ze spory; pelatky (antheridia), aktivně ve vodním prostředí pohyblivé obrvené samčí gamety (spermatozoidy); zárodečníky (archegonia), vaječná buňka; po splynutí diploidní zygota.

Střídání generací a pohlavní rozmnožování u **různovýtrusých** (heterosporních) **kaprad'orostů** (vranečky, "vodní kapradiny"). Rozdíly: sporofyt nese mikrosporofyly s mikrosporangii, po redukčním dělení vznik mikrospor; dále nese megasporofyly s megasporangii, po redukčním dělení vznik megaspor. Gametofyt: mikroprothalam, antheridium, spermatozoidy; megaprothalam, archegonium, vaječná buňka.

Pohlavní rozmnožování **semenných rostlin**. Různovýtrusé rostliny. Hlavní rozdíly proti kaprad'orostům: rozmnožovací částice (diaspory) jsou diploidní mnohobuněčná semena; gametofyt zcela závislý na sporofytu; transport bezbrvých spermatických buněk k vaječné buňce pylovou láčkou (výjimka: některé nahosemenné, viz dále).

Pohlavní rozmnožování **nahosemenných**. Sporofyt je rostlina, na ní samčí a samičí šišťice (odděleného pohlaví). Samčí šišťice: mikrosporofyly (tyčinky), 2 nebo více mikrosporangii (prašná pouzdra) s mikrosporami (pylem). Samičí šišťice s podpůrnými a semennými šupinami, na svrchní straně semenné šupiny 2 vajíčka s jedním obalem; otvor klovy (mikropyle).

Vývoj samčího gametofytu jehličnanů: v mladém prašném pouzdru vzniká pylotvorné pletivo (archespor), z něj tapetum a sporogenní tkáň, z ní redukčním dělením pyl. Dělení uvnitř pylového zrna (vlastní samčí gametofyt): prothaliové buňky (brzy zanikají), buňka vegetativní a generativní; z buňky generativní vzniká b. nástěnná a spermatogenní, z ní 2 buňky spermatické (u cykasů a jinanů mnohobrvé spermatozoidy).

Vývoj samičího gametofytu jehličnanů. V nucelu mateřská buňka megaspor; redukčním dělením jedna funkční megaspora (mladý zárodečný vak); dělením jádra vznikne haploidní primární endosperm, v něm se diferencují 2 archegonia s vaječnou buňkou. Přenos pylu větrem; polinační kapka; časové oddálení opylení a oplození. Vznik semene u nahosemenných.

Pohlavní rozmnožování **krytosemenných**: redukce gametofytu; bez archegonií, antheridií a prothaliových buněk.

Květ. Květní lůžko, květní obaly, tyčinky, pestíky; má charakter strobilu; euanthiová a pseudanthiová teorie. Souměrnost květu: souměrný (monosymetrický, zygomorfní); pravidelný (polysymetrický, aktinomorfní); dvoustranně souměrný (bisymetrický; roviny mediána a transversála); nesouměrný. Vůně květů, vztah k opylovačům. Šálivé květy. Funkce květu: zajištění generativního rozmnožování. Pohlavnost květů: oboupohlavné (monoklinické), jednopohlavné (diklinické); sterilní; rostliny mnohomanželné (polygamní); nefunkční rudimenty druhého pohlaví v jednopohlavných květech.

Uspořádání květních orgánů na květním lůžku: acyklické (ve šroubovici); spirocyklické, cyklické (v kruzích); nejčastěji v 5 (pentacyklické) nebo 4 (tetracyklické) kruzích; podle počtu lístků obalů, tyčinek a pestíků v jednom kruhu jsou u dvouděložných nejčastější květy pětičetné (pentamerické), u jednoděložných trojčetné (trimerické); nestejnočetné (anizomerické) květy. Střídání (alterance) květních orgánů u cyklických květů.

Květní vzorec; smluvené značky, způsob zápisu srůstání květních orgánů, příslušnosti orgánů k různým kruhům, polohy semeníku apod. Květní diagram: odlišení P, K a C a vyjádření polohy semeníku pomocí šrafování; listen a listenec; orientace květu atd.

Květní obaly (periant)

Nerozlišené, **okvětí** (perigon), lístky obalu \pm stejné, květy stejnoobalné (homochlamydní), často u jednoděložných. Okvětí velké, barevné, nápadné, květy entomogamní; nebo nenápadné, velmi redukované, květy anemogamní; okvětní lístky volné (choritepalní) nebo srostlé (syntepalní).

Rozlišené na kalich a korunu, květy různobalné (heterochlamydní); časté u dvouděložných. **Kalich** (calyx, K), často zelený; z lístků volných (chorisepalní) nebo srostlých (synsepalní); kališní trubka a cípy; zvětšení kalicha za plodu (mochyně), přeměna v chmýr (některé hvězdicovité). **Koruna** (corolla, C) zpravidla barevná, z lístků volných (choripetalní) nebo srostlých (sympetalní); korunní trubka a lem, někdy dále členěný; souměrné jazykovité a zpravidla pravidelné trubkovité květy hvězdicovitých; C baňkovitá, nálevkovitá, zvonkovitá, šklebivá atd.; pavéza, křídla, člunek (u bobovitých), pyskatá koruna s horním a dolním pyskem (hluchavkovité); nehet a čepel korunních lístků choripetalních synsepalních květů; pravidelné (aktinomorfí), dvoustranně souměrné (bisymetrické), souměrné (zygomorfí) a nesouměrné (asymetrické) květy (souměrnost určována zpravidla podle květních obalů, především C nebo P); barva květů, chromoplasty; vůně. Někdy chybí kalich (asepalní květy), koruna (apetalní) nebo kalich i koruna (bezobalné, nahé, achlamydní); vztah mezi redukcí obalů a způsobem přenosu pylu.

Nektária květní (florální) a mimokvětní (extraflorální); květní nektária stonkového a listového původu; nektária na rudimentech květních orgánů; napojení na floém.

Tyčinka: nitka, prašník, spojidlo (konektiv), prašné pouzdro, prašný váček, pyl. Soubor tyčinek v květu (andreceum); -mocné, -bratré; podle otvírání introrsní, extrorsní, laterální; štěrbinou nebo víčkem. Fylogeneze: z mikrosporofylů předků semenných rostlin; pův. široké, s 3 listovými stopami.

Mikrosporogeneze – v prašníku; archespor, tapetum, mateřská buňka mikrospor; mitóza; haploidní pylové zrno (mikrospora); pylová zrna jednotlivá, v tetradách, brylky. Pylové zrno: exina, intina; povrch exiny u anemo- a entomogamních rostlin; apertury. Dvoubuněčné a trojbuněčné pylové zrno.

Mikrogametogeneze: vývoj spermatozoidů a spermatických buněk; pylová láčka funguje jako haustorium, transport spermatických buněk k zárodečnému vaku ve vajíčku; spermatozoidy doputují samy aktivně, i když láčka vzniká také (TREE 8: 18-19, 1993). Trojbuněčné nebo vyklíčené dvoubuněčné pylové zrno je samčí gametofyt krytosemenných rostlin.

Plodolist (karpel): fertilní list krytosemenných nesoucí vajíčka a srůstající v pestík; semeník, styloidium ("čnělka" tvořená jedním pestíkem), čnělka (srostlá z více plodolistů), blizna; semeník svrchní, polospodní, spodní; plodolisty se vyvinuly z megasporofylů nahosemenných. Soubor plodolistů v květu (gyneceum).

Apokarpní gyneceum; břišní a hřbetní šev. Cenokarpní gyneceum; srůstání stylodií v čnělku; gyneceum synkarpní, placentace nákoutní (axilární); g. parakarpní, placentace nástěnná (parietální); g. lyzikarpní, střední sloupek v semeníku, placentace středová (centrální) nebo spodinová (bazální).

Vajíčko (ovulum) odpovídá megasporangiu; nucelus; (0-)1-2 vaječné obaly (integumenty) s otvorem kloovým (mikropyle); vaječné poutko; chaláza. Vajíčko přímé (atropické), obrácené (anatropické), příčné (kampylotropické).

Megasporogeneze: mateřská buňka megaspor poblíž mikropyle; redukční dělení, ze 4 buněk (megaspor) se vyvíjí jedna, mateřská buňka zárodečného vaku.

Megagametogeneze: dělení jádra mateřské buňky zárodečného vaku, dvoujaderný mladý již polarizovaný zárodečný vak; po dalších děleních až osmijaderný; vaječná buňka; pomocné buňky (synergidy); protistojné buňky (antipody), někdy se dále dělí; centrální buňka zárodečného vaku zprvu zpravidla dvoujaderná, pak diploidní. Zárodečný vak je samičí gametofyt; vyvíjí se ve vajíčku, tedy zcela závislý na pletivech sporofytu.

Opylení: přenos pylu na bliznu – živočichy (zoogamie), větrem (anemogamie), vodou (hydrogamie).

Zoogamie: barevné květy, zpravidla květní obaly nebo tyčinky, nektar, vůně; opylení hmyzem (entomogamie) nejrozšířenější, i u primitivních krytosemenných, někdy těsné vztahy mezi opylovačem a rostlinou; opylování ptáky (ornitogamie) jen v tropech, dostatek nektaru, ale bez vůně; opylování kaloni (chiropterogamie) v tropech, v noci kvetoucí zapáchající květy s množstvím pylu; výjimečně jsou opylovači i vačnatci, měkkýši aj.

Anemogamie: početné malé květy, redukce květních obalů; redukce počtu vajíček v semeníku; laločnatá nebo pérovitá blizna; dlouhé nitky tyčinek, kloubem připojený prašník; tendence k jednopohlavným květům až dvoudomým rostlinám; některé stromy rozkvétají před olistěním.

Hydrogamie: odvozená a vzácná; redukované květní obaly, jednopohlavné květy.

Klíčení pylu; období receptivity blizny; láčka prorůstá k vajíčku čnělkou a placentou, do vajíčka otvorem kloovým (porogamie) nebo jinudy (aporogamie); buď chalázou (chalazogamie) nebo obaly (mezogamie); nese dvě spermatické buňky.

Oplození: u krytosemenných vždy dvojité; spermatická buňka přes synergidu oplodní vaječnou buňku; diploidní zygota; druhá spermatická buňka splyne s diploidním jádrem centrální buňky, základ triploidního endospermu (živné pletivo). Polyembrionie: oplození také synergid nebo antipod. Samosprašnost (autogamie), trvale zavřené (kleistogamní) květy; geitonogamie; cizosprašnost (alogamie), otevírající se (chasmogamní) květy.

Inkompatibilita vnitrodruhová, mezidruhová, mezirodová. Gametofytická a sporofytická inkompatibilita (Briggs et Walters 2001: 150-157); sporofytická: suché blizny, trojbuněčná pylová zrna, dvojtvárnost květů (různočnělečnost, heterostylie); gametofytická: dvoubuněčná pylová zrna; květy stejně utvářené. Časově posunuté

dozrávání blizen a prašníků (dichogamie): dříve dozrávají prašníky (protandrie, proterandrie), hvězdicovité; dřív blizny (protogynie, proterogynie), plamének.

Semeno: osemení (testa), zárodek (embryo), živné pletivo (endosperm). Osemení z vaječných obalů; blanité, kožovité, sklerenchymatické (sklerotesta), dužnaté; trichomy napomáhající anemochorii. Jizva po mikropyle (cikatrikula); místo kde semeno přisedalo k poutku (pupek, hilum); místo, kde obrácené nebo příčné vajíčko bylo srostlé s poutkem (raphe). Masité výrůstky různého původu ("masíčko"), význam pro šíření semen živočichy, zvláště mravenci (myrmekochorie).

Zárodek se vyvíjí uvnitř semene ze zygoty, první dělení je zpravidla příčné; apikální a bazální buňka; velmi malý zárodek např. u parazitů, nevyvinutý u vstavačovitých. Plumula (pírko); radikula (kořínek); dělohy (cotyledones) nejčastěji 2 (cykasy, jinany, cypřišovité, dvouděložné), u trav jediná (štítek, scutellum); zásobní látky. Endosperm: z oplozené centrální buňky zárodečného vaku; jaderný, buněčný a helobiální endosperm; někdy velmi redukován (vstavačovitě) nebo téměř spotřebován zárodkem; perisperm.

Agamospermie: vznik semen (a plodů) nepohlavně, bez předchozího splynutí gamet; redukční (nedědičná), vznik haploidních rostlin; neredukční (dědičná, stálá), semen a diploidní rostliny z neredukované megasporie (diplosporie, generativní aposporie), nebo z běžné somatické buňky (aposporie, somatická aposporie). Diplosporie podle vlivu samčího gametofytu: pseudogamie, semigamie, partenogeneze, androgeneze. Taxonomické problémy.

Klíčení semen. Podmínky: voda, kyslík, určité množství tepla a někdy světlo. Klíčící odpočinek (dormance); tvrdosemennost, "fyziologická zralost" semene. Délka zachování klíčivosti; typy rostlin podle dormance a délky klíčivosti.

Klíčení u dvouděložných: nadzemní (epigeické) – kořínek, hypokotyl, dělohy nad zemí často zelené; podzemní (epigeické): kořínek, epikotyl, vzrostný vrchol. Klíčení jednoděložných: radikula, hypokotyl, plumula, jediná děloha; trávy: koleoptile (blaná pochva obalující plumulu), štítkovitá děloha, záhy adventivní kořeny.

Květenství (inflorescentia): soubor květů na rostlině; větveno květenství; listen (list v květenství); květenství jednoduchá a složená (z dílčích květenství); frondózní s listeny velkými připomínajícími listy; brakteózní s šupinovitými listeny; nahé bez listenů.

Tradiční členění květenství. **Hroznovitá** (racemózní, monopodiální) s hlavním větvenem, které není přerůstáno větvemi, rozkvétá odzdoła nebo od obvodu ke středu: lata, chocholík, hrozen, klas, jehněda, palice, klásek, okolík, strboul, úbor; lůžko úboru, zákrovní listeny, plevka. **Vrcholičnatá** (cymózní, sympodiální) s hlavním větvenem zkráceným, postranní větve ho přerůstají a větví se podobně; mnohoramenný vrcholík, vidlan, vijan, vějířek, šroubel, srpek. Složená květenství homotaktická a heterotaktická.

Moderní členění květenství. Květenství hroznovitě a vrcholičnatě větvená (odpovídá hroznovitým a vrcholičnatým květenstvím). Květenství otevřená (**polytelní**) nemají terminální květ; uzavřená (**monotelní**) s terminálním květem. Obdobně mohou být větveny i postranní větve (parakládia). Základní jednoduchá květenství: hrozen, klas, palice, okolík, hlávka, úbor. Všechna jsou polytelní, bez terminálního květu; pokud končí květem, jedná se o redukováný typ složeného monotelního květenství (např. uzavřený hrozen, botryoid hyacintu), ostatní charakteristiky stejné. Základní složená květenství: složený hrozen, složený klas,

klásek, složený okolík, lata, thyrsus, thyrsoid (“vidlan”); všechna jsou monopodiální. Monochaziálně větvená (postranní) květenství jednoramenných vrcholků: vijan, šroubel, vějířek, srpek Synflorescence: kvetoucí část rostliny

Plod (fructus), mnohobuněčný rozmnožovací útvar krytosemenných; vyvíjí se ze semeníku nebo celého pestíku nebo i z (částí) dalších květních orgánů srůstajících s pestíkem (kalich, báze květních obalů, tyčinek); oplodí (perikarp): epikarp, mezokarp, endokarp; plody se otvírají, neotvírají (zpravidla jednosemenné plody) nebo rozpadají na jednosemenné části. Otvírání plodů: ventricidní (na břišním švu pestíku apokarpního gynecea), přehrádkosečné (septifrágní), pouzdrosečné (lokulicidní), některé tobolky víčkem nebo děrami.

Apokarpní plody z apokarpního gynecea; jednotlivé nebo souplodí (více plodů z jednoho květu); otvírající se: měchýřek, lusk, zaškrcovaný lusk (“struk”); neotvírající se: bobule (blanitý epikarp, dužnatý endokarp), peckovice (blanitý epikarp, dužnatý mezokarp, sklerenchymatický endokarp), nažka. Souplodí apokarpních plodů: souplodí měchýřků (blatouch, šácholan), nažek (jahodník; v češuli: růže), peckoviček (ostružiník).

Cenokarpní plody z cenokarpního gynecea; otvírají se nebo se neotvírají; oplodí suché nebo dužnaté.

Otvírající se s oplodím (většinou) suchým: tobolka synkarpní, parakarpní, lyzikarpní (podle typu gynecea), vzácně i dužnaté; tobolky přehrádkosečné, pouzdrosečné nebo se otvírající víčkem, zuby nebo děrami; šešule a šešulka s 2 chlopněmi, rámečkem a blanitou přepážkou.

Neotvírající se dužnaté: bobule (zvláštní případy: plody citrusů, paprika), peckovice (také ořešák a kokosový ořech), oříšek, nažka (někdy křídlaté, s chmýrem nebo v čišce), obilka nahá nebo okoralá. Rozpadavé cenokarpní plody: poltivé se rozpadají na jednosemenné jednoplodolistové plůdky (javor, miříkovité, kakostovité); lámavé se dělí na jednosemenné části pocházející z části plodolistu (struk, tvrdky).

Heterokarpie (různoplodost).

Plodenství: soubor plodů z květenství; volné, sdružené.

Šíření semen, neotvírajících se plodů nebo (částí) plodenství

vzduchem (anemochorie): chlupy, křídla, nepatrné rozměry a váha; stepní běžci;

vodou (hydrochorie), schopnost diaspor plavat;

živočichy (zoochorie): na povrchu těla pomocí háčků, ostének, v blátě na nohách brodivých ptáků apod. (epizoochorie); zaživačím traktem (endozoochorie); šíření ptáky (ornitochorie), mravenci (myrmekochorie). činností člověka (antropochorie)

“vlastními silami” rostliny (autochorie): “vystřelování” semen z tobolek (netýkavky), rozhazování semen z tobolek na větrem rozkývaných lodyhách (mák); zavrtávání plodů hygroskopickými pohyby (kavyl);

člověkem (antropochorie): úmyslné (kulturní a okrasné rostliny), neúmyslné (plevele, zavlékání diaspor s transportem zboží apod.).

Literatura

Přehled nejdůležitější zahraniční literatury: Slavíková 2002. Některé drobnější práce jsou zkráceně citovány v textu.

- Briggs D. et Walters S. M. (2001): Proměnlivost a vývoj rostlin. – UP, Olomouc.
Dostál J. (1966): Morfologická terminologie. – In: Flóra Slovenska 1: 27-532. – Vydavateľstvo SAV, Bratislava. [Velmi obsáhlý slovensko-latinský bohatě ilustrovaný slovník.]
Hudák J. a kol. (1991): Biologie rostlin. – Slov. pedagog. nakl., Bratislava.
Kincl L. a kol. (1997): Biologie rostlin. – Fortuna, Praha.
Kubát K. a kol. (1998, 2003): Botanika. – Scientia, Praha.
Luxová M. (1974): Anatomie a morfologie rostlin. – SZN, Praha.
Rosypal S. a kol. (2003): Nový přehled biologie. – Scientia, Praha.
Slavíková Z. (2002): Morfologie rostlin. – Karolinum, Praha.
Pazourek J. et Votrubová O. (1997): Atlas of plant anatomy. – Peres Publishers, Prague.

Obecná botanika:

<http://botanika.bf.jcu.cz/morfologie/>
www.biolib.cz/cz/glossary/dir356/chl/ [výkladový slovník]
<http://www.ewa.cz/index.php?sekce=199&d=1>

Ekologie:

botanika.nikde.cz/geob.htm [především Kovář: Geobotanika – úvod ...]
<http://www.sci.muni.cz/botany/tichy/Popbiol1/>
<http://botany.natur.cuni.cz/cz/studium/ekologie.php>
www.pef.czu.cz/pef/kbi/php/studium/ekro/index.php

Základy ekologie rostlin

Kurz Základy ekologie rostlin je přednášen v rámci kurzu Obecná botanika a s ním také zkoušen. Další informace a ilustrace, vysvětlující a doplňující kapitoly uvedené v sylabu, jsou v citované literatuře.

Základní literatura

Slavíková J. (1986): Ekologie rostlin. – SPN Praha. [Také jako skriptum.]

Další literatura

- Begon M., Harper J. L. et Townsend C. R. (1997): Ekologie. Jedinci, populace a společenstva. – UP Olomouc.
Kovář P. (2002): Geobotanika. Úvod do ekologické botaniky. – Karolinum Praha.
Kubíková J. (1999): Ekologie vegetace střední Evropy. Díl 1. - Karolinum Praha.
Moravec J. a kol. (1994): Fytocenologie. – Academia Praha.
Moravec J. a kol. (1995): Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. – Muzeum Litoměřice.
Prach K. (2001): Úvod do vegetační ekologie (geobotaniky). – JČU České Budějovice.

1. Základní pojmy a termíny

Ekosystém: systém, v němž existují vedle sebe společenstva všech organismů s komplexem všech fyzikálních a chemických faktorů, které vytvářejí životní prostředí

organismů. Vlastnosti: termodynamicky otevřený systém, dotovaný sluneční energií. Výměna látek (voda, vzduch, organické i anorganické látky atd.) s okolními ekosystémy. Schopnost autoregulace, autoreprodukce a vývoje.

Geobiocenóza (= biogeocenóza): někdy chápáno jako synonymum pro ekosystém, někdy se používá jen pro suchozemské ekosystémy.

Biocenózy (“živá složka” geobiocenózy) je možné dělit na fytocenózy, zoocenózy atd. (zpravidla pro snadnější přístupy ke studiu).

Biotop (= stanoviště): prostředí určité biocenózy, dané vzájemným působením abiotických faktorů (energie, voda, minerální látky, tj. klima, geologické poměry a další faktory) a biotických faktorů.

Lokalita: topograficky určené místo výskytu rostliny nebo společenstva.

Nika: soubor všech faktorů prostředí, které organismus využívá pro svůj život (včetně reprodukce).

Biom: velká ekologická jednotka zahrnující soubory ekosystémů navzájem si blízkých strukturou a podmínkami prostředí (makroklimatem), např. tropický deštný les, step.

Vegetace (= rostlinstvo) určitého území: soubor (všech) rostlinných společenstev v daném území.

Flóra (= květena): výčet rostlinných druhů daného území.

Podle použitých metod nebo objektu studia lze hovořit např. o ekologii rostlin, ekologii člověka, krajinné ekologii, produkční ekologii atd. **Autekologie** se zabývá studiem jedinců (populace, druhu), **synekologie** se věnuje společenstvům.

Ekologické limity: každý druh může existovat jen v určitých hranicích působení jednotlivých faktorů stanoviště. Rozsah (šíře, tolerance) faktoru, ještě snesitelný pro daný organismus, je označovaná jako ekologická amplituda druhu. Při optimálních hodnotách všech významných faktorů (ekologické optimum) rostlina produkuje největší množství biomasy, produkce se snižuje směrem k hodnotám blížícím se k ekologickému pesimu. Podle míry tolerance lze rozlišovat rostliny euryekní (široká ekologická amplituda, rostliny obvykle hojně) a stenoekní (úzká amplituda, rostliny vzácné).

Zákon substituce faktorů: faktor, který je v pesimu, může být do omezené míry nahrazen “přebytkem” faktoru jiného (např. při nižším příkonu světla může být dosaženo stejné produkce fotosyntézy zvýšením obsahu CO₂).

Zákon o relativní stálosti stanoviště (“zákon předstihu”): makroklimatické podmínky mohou být nahrazeny podmínkami mikroklimatickými. K jihu orientovaný svah na lokalitě nacházející se víc na severu může mít stejný příkon tepelné energie jako jižnější lokalita na rovině; proto na jižních svazích mohou růst teplomilné rostliny, jejichž centrum výskytu leží jižněji.

2. Záření

Rozhodující zdroj: sluneční záření. Solární konstanta (množství energie dopadající na povrch sluncem ozářené atmosféry Země): $1,38 \text{ kJ} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Od povrchu atmosféry a mraků se odrazí asi 33%. Další 16% je absorbováno atmosférou a přeměněno v teplo. Povrchem Země je pohlceno asi 47% energie ze solární konstanty; reálné číslo je velmi závislé na oblačnosti a čistotě ovzduší. Hustota ozáření vodorovného povrchu Země se mění s denní dobou, ročním obdobím, nadmořskou výškou a se zeměpisnou šířkou; směrem od rovníku klesá (záření proniká silnější vrstvou vzduchu a nedopadá kolmo na povrch).

Ultrafialové (krátkovlnné) záření je z větší části pohlceno ozónosférou a atmosférou; na horách víc; má morfogenní účinky, omezuje prodlužovací růst a může působit destruktivně. Oblast viditelného záření se téměř překrývá s oblastí fotosynteticky aktivního

záření (přímo využitelné záření pro fotosyntézu). Infračervené (dlouhovlnné) záření je pohlcováno rostlinami i půdou a mění se v teplo.

Skutečný příkon energie na konkrétní místo na zemském povrchu je závislé nejen na jeho geografické poloze (zeměpisné šířce) a momentálních vlastnostech atmosféry, ale také na úhlu sklonu svahu a jeho orientaci ke světovým stranám. Na severní polokouli dostávají severní svahy méně energie než jižní; východní a západní by měly být symetrické. Někdy jsou západní svahy "teplejší", protože část energie dopadající ráno na východní svahy se spotřebuje na odpaření rosy, jindy naopak východní, protože odpoledne se často zvyšuje oblačnost a prší (hlavně na horách). Lokálně může dojít k významnému zvýšení příkonu energie na jižní svahy odrazem od vodní hladiny na jejich úpatí.

Adaptace rostlin na záření: **Heliofyty** (slunobytné, světlomilné rostliny) rostou na zcela nezastíněných stanovištích: pouště, stepi, vodní rostliny s plovoucími listy.

Heliosciofyty snášejí plné oslunění i zastínění různého stupně, nezřídka stačí i méně než 30% oslunění. V hlubším stínu obvykle nekvetou. **Sciofyty** (stínobytné, stínomilné rostliny) rostou vždy na zastíněných místech, někdy je kolem 1% ozáření (např. některé kapradiny a mechorosty); často byliny v podrostu dřevin.

Podle lokalizace v koruně stromů lze odlišit **listy slunného a stinného typu**. Slunné listy (listy z větší části dne na přímém slunci) mají menší plochu, tlustší mezofyl (delší buňky palisádového parenchymu, víc vrstev), víc mechanických pletiv a průduchů.

Rostliny jsou **poikilotermické**, tj. nemají vnitřní regulaci teploty. Přesto se teplota jejich těla často odlišuje od teploty okolního vzduchu. Zpravidla je vyšší (vliv přímého ozáření), někdy (především v noci) může být nižší (rosa, jinovatka).

Teplotní optimum a limity jsou u různých rostlin velmi různé. Rostliny eurytermní snášejí velké rozsahy teplot (zpravidla -5 až $+55^{\circ}$), stenotermní výrazně menší. Při překročení limitních teplot dochází k poškození protoplazmy buněk.

Podle nároku na teplo se rozlišují **termofyty**, teplobytné (teplomilné) rostliny; **psychrofyty**, chladnobytné (chladnomilné) rostliny a **kryofyty**, žijící na sněhu (stélkaté, většinou řasy).

Různé části zemského povrchu se velmi liší v kolísání teplot v průběhu dne nebo během roku. V kontinentálních stepích kolísá denní teplota i o $10-15^{\circ}$, v oceánských územích o $5-10^{\circ}$ a v tropických deštných lesích ještě méně.

Výškový teplotní gradient. Se stoupající nadmořskou výškou klesá průměrná roční teplota. Ve stř. Evropě přibližně platí, že každých 100 metrů převýšení se mění průměrná roční teplota asi o $0,5^{\circ}\text{C}$. Vliv rozdílných teplot je určující pro rozšíření dřevin, které určují charakter přirozené vegetace. Výškovou stupňovitost vegetace můžeme v našich klimatických podmínkách vyjádřit následujícím schématem:

stupeň doubrav a dubohabrových lesů: 7 až 10°C , nížiny až pahorkatiny, do 400-500 m n. m.

stupeň bučin: 4 až 7°C , podhůří, do 800 až 1100 m

stupeň smrčín: 1 až 4°C , hory, asi mezi 1000 až 1500 m

stupeň klečových porostů: 0 až 2°C , subalpínský stupeň, mezi 1400 a 1800 m n. m.

stupeň alpínských holí: 0 až -4°C , nad 1800 m n. m.

Mohutnější pohoří mívají hranice vegetačních stupňů posunuty výš než izolované vrchy. Dna hlubokých úzkých údolí bývají chladnější než horní části svahů, zvláště když je omezen odtok studeného vzduchu; teplomilnější rostliny i jejich společenstva jsou tedy ve vyšších nadmořských výškách (zvrát vegetačních stupňů).

3. Atmosféra

3.1 Kyslík

Ve vzduchu konstantně 21% objemových; do ovzduší se dostal asi až jako produkt fotosyntézy, v ovzduší je ho pro rostliny vždy dostatek. Deficit může být v půdě (nižší obsah kyslíku v půdním vzduchu). Adaptace rostlin na často nebo trvale zaplavené půdy: dýchací kořeny, chůdovité kořeny, aerenchym, přizpůsobení enzymatických systémů.

3.2 Oxid uhličitý

V současnosti je v ovzduší 0,034 obj. %, víc ho je vázáno v organické hmotě (včetně fosilních paliv) a prostřednictvím živočichů i v karbonátových sedimentech. CO₂ je jediný přímý zdroj uhlíku pro tvorbu biomasy zelených rostlin. Zpět do ovzduší se dostává:

- půdním dýcháním mikro- i makroorganismů při rozkládání organických zbytků,
- dýchání živých makroorganismů,
- produkt spalování (včetně spalování fosilních paliv).

Pozvolné zvyšování jeho koncentrace může vyvolat tzv. skleníkový efekt, jehož následkem by bylo zvýšení teploty vzduchu v atmosféře.

Koncentrace CO₂ může být v hustém porostu ve dne nižší než ve volném ovzduší.

3.3 Znečištění atmosféry

Ovzduší může být znečištěno látkami "přírodními" (sopečné plyny a popílek, prach při prašných bouřích, pyl anemogamních rostlin) nebo produkovanými člověkem. Kontaminující látky je možné dělit podle skupenství:

- Tuhé emise (prach, popílek, saze)
- Plynné a kapalné emise (SO₂, CO, oxidy dusíku, amoniak, sloučeniny chlóru, rtuti aj., některé organické látky). Vysoké koncentrace SO₂ místy zvyšovaly po vyplavení z ovzduší i kyselost půd.

Vysoké koncentrace škodlivin v ovzduší kulminovaly v 70. letech minulého stol. V současnost je znečištění ovzduší (i povrchových vod) nesrovnatelně menší.

Tuhé emise ovlivňují negativně rostliny mechanickým ucpáváním nebo překrytím průduchů s následným omezením výměny plynů a fotosyntézy. Rozpustné složky z tuhých emisí pronikají do pletiv a působí zde toxicky. Toxické látky (např. těžké kovy) se dostávají z kontaminovaných půd do rostlin a tím i do potravního řetězce.

Vysoký obsah SO₂ byl s největší pravděpodobností příčinou rozvrácení jehličnatých lesů v severní polovině Čech i jinde. Příčinou bylo snížení intenzity fotosyntézy, nelze vyloučit ani oslabení mykorrhizy následkem změn v půdě narušování voskových povlaků na listech působením kyselých dešťů. K nejcitlivějším dřevinám patří jedle a smrk obecný, relativně odolnější jsou listnáče (shazují každoročně listí) a z jehličnanů tis, borovice černá a smrk pichlavý.

4. Hydrosféra

Voda je nezbytná pro většinu životních pochodů jako univerzální rozpouštědlo i jako chemická látka. Živá pletiva suchozemských rostlin obsahují zpravidla kolem 80-90% vody.

Atmosférické srážky vertikální: déšť, sníh
horizontální: mlha, rosa.

4.1 Déšť

V ČR průměrně kolem 500-600 mm za rok (výška vodního sloupce z vertikálních srážek), minimum okolí Žatce (440 mm), max. až přes 2000 mm (Beskydy). Významné je rozložení srážek během roku.

Skutečné množství srážek na konkrétním místě může být modifikováno několika faktory:

1. Reliéfem terénu; ze strmých svahů voda rychleji oteče, v prohlubních se zadržuje.
2. Orientací svahu; návětrný svah pohoří je zpravidla vlhčí než závětrný. Dešťový stín.
3. Nadmořskou výškou; vyšší polohy jsou na srážky bohatší. Při klesající teplotě vzduchu dochází k kondenzaci vzdušné vlhkosti a ke srážkám.
4. Fyzikálními a chemickými vlastnostmi půdy, především její zrnitostí a chemickými vlastnostmi.
5. Strukturou porostu rostlin. Koruna smrku zachytí velké množství srážkové vody (na každé jehlici je kapka, která se může vypařit a nedopadne tak na půdu).

4.2 Sníh

Sněhová pokrývka je pro rostliny a rostlinstvo významná z několika důvodů:

1. Zdroj vláhy v půdě.
2. Tepelný izolátor. Již 50 cm hluboká vrstva chrání dobře proti promrznutí půdy.
3. Velmi vysoká relativní vzdušná vlhkost pod sněhem chrání rostliny před vyschnutím.
4. Mechanickým poškozováním rostlin.
 - Prudký vítr unášející sněhové krystaly poškozují pupeny na návětrné straně kmenů, takže větve mohou vyrůst jen na straně závětrné (vlajkové formy stromů).
 - Sněhové laviny se uvolňují často na stejném místě (lavinové dráhy); před kolonizací hor představovaly lavinové dráhy jedno z mála přirozených bezlesí v lesem porostlém území.
 - Polomy, mechanicky poškozující dřeviny; vznikají uložením velké vrstvy vlhkého sněhu, jinovatky nebo námrazy v korunách stromů.

Nerovnoměrné ukládání sněhu v horách (závěje až převisy a “vyfoukané” plochy) je podmíněno činností větru a geomorfologií terénu (oroanemografické systémy). Některé rostliny a jejich společenstva vyhledávají místa s vysokou sněhovou pokrývkou (rostliny **chionofilní**, “sněhomilné”), jiné místa bez sněhu (**chionofobní**).

4.3 Horizontální (kondenzační) srážky

Jedná se o mlhu a rosu, v zimních měsících o jinovatku a námrazu. Mlha se tvoří ve vzduchu na kondenzačních jádrech, nejčastěji prachových částicích. Rosa se kondenzuje za určitých teplotních podmínek na různých předmětech (včetně rostlin a půdy). Silná jinovatka a námraza může vést k mechanickému poškození dřevin (polomy).

V našich klimatických podmínkách mají horizontální srážky jako zdroj vody obvykle malý význam.

4.4 Příjem vody rostlinou

Většina suchozemských cévnatých rostlin přijímá vodu především z půdy kořeny. Dostupnost vody je závislá mj. na fyzikálních a chemických vlastnostech půdy. Část vody je adsorbovaná na půdní částice (voda adsorpční) příliš velkými silami, takže je pro kořeny nedostupná. Voda kapilární je dostupná tehdy, pokud jsou půdní kapiláry silnější než 0,2 μm ; hlavní zdroj vláhy. V půdních pórech silnějších než 10 μm již voda prosakuje vlivem gravitace dolů mimo dosah kořenů (voda gravitační).

Proudění vody může být i opačné, kapilárami vzlíná podzemní voda vzhůru.

Podle nároků na stanovištní vlhkost je možné rozlišit:

- **hydrofyty**, vodní rostliny,
- **hygrofyty**, rostliny mokrých až bahnitých půd
- **mezofyty**, rostliny vlhkých až mírně vlhkých půd
- **xerofyty**, rostliny suchých stanovišť.

Jako **xerothermní** jsou označovány rostliny suchých a teplých stanovišť.

Některé příklady anatomických, morfologických a fyziologických adaptace rostlin na nedostatek vody:

1. Zvětšení kořenové soustavy nebo vhodný typ soustavy kořenů (hluboký křulový kořen nebo naopak kořeny těsně při povrchu půdy).
2. Zvýšení "savé síly" kořenů.
3. Xeromorfni stavba listů a stonku (silná kutikula, voskové povlaky, husté odění, malé ponořené průduchy atd.).
4. Snížení transpirační plochy až po úplnou absenci listů; stáčení čepelí listů hranou k dopadajícímu záření.
5. CAM metabolismus (otvírání průduchů a získání CO₂ jen v noci, fotosyntéza světla při zavřených průduchách).
6. Přetrvávání období sucha v dormantním stavu (jako semena, oddenky, cibule apod.) nebo s opadanými listy.

Vodní (a bahenní) v zemi kořenující rostliny rostou často v litorálním (pobřežním) pásmu vodních ploch. V rámci litorálu je možné rozlišit ještě:

- sublitorál, omezený nízkou letní hadinou,
- eulitorál, nad sublitorálem po úroveň vysoké hladiny,
- epilitorál na již nezaplavovaných půdách, přechod k suchozemskému biotopu.

Vodní rostliny (hydrofyty) mohou být

submerzní (ponořené) s listy pod hladinou vody; kořenují v zemi (stolístek) nebo bezkořenné (bublinatka); kvetou pod vodou (růžkatec) nebo nad hladinou (bublinatka, stolístek); přijímají plyny i živiny celým povrchem těla, cévní svazky redukovány až chybějí.

Přizpůsobení změněnému spektru světla po průchodu vodou.

natantní (vzplývavé) s listy plovoucími po hladině; plovoucí listy často celokrajné a tuhé, ponořené často členěné; kořenují v zemi (leknín) nebo celé rostliny plavou (kotvice); fotosyntéza jako u suchozemských rostlin, průduchy na svrchní straně listu

emerzní (vynořené) s listy ve vzduchu nad vodou. Osidlují pobřeží vod (eulitorál); adaptace na kolísání vody (časté zaplavení).

Submerzní a natantní rostliny se často intenzivně vegetativně rozmnožují a rozšiřují.

5. Pedosféra

Vlastnosti půd jsou pro většinu terrestrických rostlin velmi důležité jako zdroj minerálních látek a jako medium k jejich ukotvení.

Půda vzniká zvětráváním matečné horniny, podílí se na tom také hydrologické poměry, činnost živých organismů i rozkladné produkty jejich odumřelých těl. Hlavní složky, určující chemické a fyzikální vlastnosti půd, jsou:

- minerální látky, pocházející ze zvětralé matečné horniny,
- organické látky, vzniklé rozkladem odumřelých organismů a exkrementy živočichů (také žížaly a chvostokoci)

5.1 Koncentrace vodíkových iontů

Půdní reakce je do značné míry určována vlastnostmi mateřské horniny. Půdy na vápencích jsou zpravidla alkalické (bazické), s pH vyšším než 7. Půdy na horninách chudých na vápnité ionty jsou zpravidla kyselé (pod pH 6,7), např. na kvádrových pískovcích.

Půdní reakce může být změněna (stát se kyselější) např. vyplavením kationtů nebo tvorbou surového humusu, který také přispívá k ochuzování půdy o minerální látky a tím i ke snižování pH. Na okyselení prostředí se významně podílely i imise oxidů síry do ovzduší. Obecně platí, že půdy neutrální až bazické (pH 7 a vyšší) jsou floristicky bohatší než půdy kyselé.

Podle nároků na půdní reakci můžeme rozdělit rostliny na **acidofyty** (acidofilní rostliny), rostoucí na půdách do pH 6,7 (kostřava ovčí, bika hajní), **neutrofyty** na půdách \pm s pH 7 (většina), **bazifyty** = alkalofyty: pH 7,2 a vyšší: pěchava vápnomilná, třemdava bílá.

Nejnižší pH je na vrchovištích a na haldách obsahujících sloučeniny síry, nejvyšší pH půdy (až kolem pH 12) v okolí alkalických pramenů a slané půdy.

5.2 Biotopy na vápenci a příbuzných horninách

Jsou zpravidla druhově velmi bohaté. Kromě "neutrálních" druhů zde rostou rostliny vápnomilné (vápnobytné, kalcifyty), které na jiných horninách nerostou, např. plesnivec alpský (protěž), hořec Clusiův. Kalcifobní (vápnostřezné) rostliny se horninám s vápníkem vyhýbají: brusinka, vřes, rosnatka okrouhlolistá.

Kalcifyty jsou současně i alkalofyty (bazifyty), kalcifobní rostliny naopak acidofyty.

5.3 Biotopy na hadci

Hadec (serpentinit) je převážně křemičitan železnatohořečnatý s menším podílem vápenatých a dalších iontů. Jeho větráním vznikají půdy s vysokým obsahem uhličitanu hořečnatého, malým zastoupením vápníku a přítomností železa a těžkých kovů. Půdy na hadcích jsou pro mnoho rostlin jedovaté.

Některé rostliny jsou na hadcový substrát natolik specializované, že jinde nerostou (obligátní **serpentinofyty**). U nás jsou velmi vzácné, např. sleziník hadcový a rožec kuříčkovitý (endemit hadců u Mariánských Lázní).

5.4 Biotopy na slaných půdách

Půdy se zvýšenou koncentrací solí (chloridů, síranů, uhličitanu sodného atd.) jsou běžné při mořském pobřeží (alespoň v dosahu vodní tříště vznikající při vlnobití). Ve vnitrozemí vznikají jen za určitých podmínek:

- Výpar významně převažuje srážky. Voda vztlínající z hloubky vynáší na povrch soli, které po jejím odpaření zůstávají. Časté u bezodtokých depresí, např. ve středoasijských pouštích.
- Poblíž minerálních pramenů v suchých oblastech. V Čechách především při z. a jz. okraji Českého středohoří a Soos u Františkových Lázní, na jv. Moravě Nesyt a další lokality.
- Krajnice solených vozovek.

Rostliny, rostoucí jen na slaniskách, se označují jako obligátní **halofyty**, rostliny snášející vyšší obsah solí (ale rostoucí i jinde, např. na půdách s vysokým obsahem Ca) jsou fakultativní halofyty. Ostatní rostliny (většina) se slaniskům vyhýbají (halofobní rostliny).

Adaptace na zvýšený obsah solí v půdě:

- vylučování nadbytečných solí na povrch listů (např. sivěnka přímořská), nebo do speciálních "žlázek" na listech, které praskají a sůl se z nich odplavuje,
- koncentrování solí v buňkách starých listů, listy posléze opadají,
- sukulentní stavba těla; dužnaté rostliny mají menší transpiraci a tím i přísun solí.

Odvodněním slaných luk, které začalo koncem 19. stol. a bylo téměř dokončeno v 70. letech 20. stol., zanikla stanoviště pro halofilní druhy; mnoho z nich je zvláště v Čechách na pokraji vyhynutí nebo už vyhynuly.

5.5 Biotopy podle obsahu dusíkatých látek

Dusík mohou rostliny přijímat jen v anorganických látkách jako nitrát NO_3^- nebo amonný ion NH_4^+ . Přístupné dusíkaté látky jsou často limitující pro výskyt některých druhů rostlin.

Dusíkaté látky se do půdy dostávají:

- z dusíkatých látek v ovzduší; ty mohou vznikat přímou oxidací dusíku při elektrických výbojích (blesku), při spalování fosilních paliv (uhlí, benzínu) a ze sopečných plynů.
- Činností mikroorganismů, schopných vázat vzdušný dusík (některé bakterie a sinice); na kořenech bobovitých rostlin vytvářejí "hlízky" bakterie převážně rodu *Rhizobium*, na olších a dalších dřevinách aktinomycety (rod *Frankia*).
- Mineralizací odumřelé organické hmoty.
- Dusíkatými hnojivými (NPK, močovina atd.).

Rostliny vyžadující zvýšený obsah dusíkatých látek v půdě jsou **nitrofyty** (nitrofilní rostliny); často se jedná o rostliny rumištní (merlíky, lebedy, šťovík tupolistý, kopřiva) nebo vyhledávající humózní vlhké lesní půdy, např. v sušších lesích (kakost smrdutý, bršlice). Na substrátech s nedostatkem dusíkatých látek rostou rostliny **nitrofobní**. Masožravé rostliny (např. rosnatka) jsou schopné získávat dusíkaté látky z těl ulovených živočichů.

5.6 Oligotrofní písčiny

Písčiny tvořené křemitým pískem (bez vápence) mají specifické fyzikální a chemické vlastnosti.

- Nízký podíl jílnatých částic a tedy vysoký podíl hrubých (nekapilárních) pórů; jsou dobře provzdušněné, ale hlavně ve svrchních vrstvách rychle vysychají. Mají nízkou tepelnou vodivost, při oslunění se rychle a značně přehřívají.
- Jsou obvykle kyselé, nezřídka pH 4-6.
- Mohou být pohyblivé a vytvářet písčité převěje a duny různých velikostí.

Rostliny písčin jsou přizpůsobeny přehřívání povrchu, nedostatku vláhy v povrchových vrstvách písku (kořenová soustava buď velmi mělká nebo naopak hluboká, časté efemery) a možnému pohybu písku (zasypání).

6. Vzájemné vztahy mezi jedinci a populacemi rostlin

Mezi rostlinami (stejných i odlišných druhů) navzájem i mezi rostlinami a živočichy se v každém ekosystému vytvářejí vztahy (interakce, koakce). Nejčastější případy:

- **Konkurence** (kompetice) o živiny, světlo nebo jiný obtížně dostupný faktor prostředí, nutný pro existenci rostliny.

- **Alelopatie**: vylučování látek, které brání klíčení, vývoji nebo omezují růst jiných rostlin (někdy včetně jedinců vlastního druhu); do půdy se dostávají jako výměšky z kořenů nebo výluhy z odumřelých nadzemních částí, nejčastěji listů. Poměrně časté (pelyňky, merlíky atd.), alelopaticky působí antibiotika produkovaná některými plísněmi a houbami (*Penicillium*).

- Vylučování látek, které "nechutnají" nebo jsou **jedovaté** pro jiné organismy, především parazity a býložravce (obránná funkce); fytoncidy toxické pro bakterie a plísně obsahuje např. česnek a cibule.

- Vylučování látek lákajících opylovače nebo přenašeče semen či plodů (**komunikační funkce**).
- **Trofické interakce** (vztahy potravní): mykorrhiza ektotrofní a endotrofní, symbióza hlízkových bakterií, lichenismus, saprofytismus.
- **Parazitismus** je častý u hub. Úplný parazitismus (holoparaziti, přijímající vodu i asimiláty od hostitele) je u cévnatých rostlin vzácný (např. zárazy, podbílek, kokotice). Poloparaziti (hemiparaziti) jsou zelené fotosyntetizující rostliny, čerpající z dřevní části cévního svazku hostitele vodu a minerální látky (např. zástupci rodů jmelí, černýš, světlík). Paraziti mohou být vázáni jen na úzký výběr hostitelů (ochmet téměř jen na dubech) nebo je spektrum široké (podbílek nebo jmelí na mnoha rodech dřevin).
- **Epifytismus**: jedna rostlina roste na jiné, aniž by na ní parazitovala; významné především pro snadnější dostupnost světelného záření. Obtíže se získáváním vody (jen ze srážek), proto se významněji uplatňuje v tropických deštných lesích; u nás téměř jen mechorosty a lišejníky.

6.1 Mezidruhová konkurence

Vlastnosti, zvýhodňující druh v mezidruhové konkurenci:

- rychlé klíčení a růst v raných fázích obsazování stanoviště,
- delší úsek vegetačního období, využívaný rostlinou, umožňuje udržení nadzemního i kořenového prostoru,
- vytrvalé rostliny jsou úspěšnější než jednoleté,
- větší výška a produkce většího množství biomasy,
- schopnost regenerace nadzemních částí rostlin (po okusu, kosení, požáru atd.),
- bohatý kořenový systém a větší savá síla kořenů.

6.2 Vnitrodruhová konkurence

Konkurují si jedinci s \pm stejnou genetickou výbavou. Při mezidruhové konkurenci může dojít až k úplnému potlačení či vyhynutí jedné z populací, u vnitrodruhové k redukci hustoty populace. Zákon o **konstantním konečném výnosu populace**: celková biomasa populace na jednotku plochy je na konkrétním stanovišti stálá. Může jí být dosaženo buď velkým počtem drobnějších jedinců nebo menším počtem jedinců větších (samožředování populace).

V zemědělství: jednocení řepy apod.

7. Vzájemné vztahy mezi rostlinami a živočichy

Vztahy mohou být pro rostlinu pozitivní (opylování, rozšiřování diaspor), negativní (narušování biomasy) nebo indiferentní.

7.1 Trofické vztahy

Rostliny jsou primární producenti, tvoří potravu býložravcům. Pravidelná intenzivní pastva zvířat i zvěře ovlivňuje rostlinstvo tím, že:

- podporuje druhy rostlin, které snadno regenerují nebo se vegetativně šíří, především trávy, jetel plazivý, pryskyřník plazivý atd.,
- nepřímo podporuje druhy pro herbivora jedovaté nebo z jiných důvodů nepoživatelné odstraněním konkurence jiných bylin (pryšce, ocún, pelyňky, hlaváček jarní),
- zabraňuje nástupu dřevin a přirozené obnově lesa,
- podporuje druhy s vyššími nároky na dusíkaté látky (kontryhele, šťovíky) a potlačuje rostliny citlivé na jejich vyšší koncentraci (arnika).

Kořenové systémy mohou být narušeny rytím (černá zvěř), činností hryzců a částečně i krtků.

Fytofágní hmyz může při přemnožení významně ovlivnit vegetaci a flóru (obaleč dubový, klíněnka), někdy i dlouhodobě (sarančata, mniška). Housenky a larvy hmyzu vyžírající květy a mladé plody mohou významně snížit produkci semen.

7.2 Zoogamie

Zoogamie (přenos pylu živočichy), zvláště entomogamie, je velmi starý vztah, objevující se již u prvních kvetoucích rostlin. Ve zvláštních případech se vyvinuly speciální mechanismy, umožňující opylování některých rostlin jen určitým rodem či druhem hmyzu (dostatečná délka sosáku; produkce látek blízkých feromonům u některých tořičů atd.). V tropických oblastech přenášejí pyl i obratlovci (kolibříci, výjimečně i savci).

7.3 Zoochorie

Epizoochorie: transport diaspor na povrchu těla; diaspory často s háčky nebo jinými výrůstky, někdy transportovány s bahnem na nohách brodivých ptáků. **Endozoochorie:** zažívacím traktem; průchod semen trávicí soustavou často významně zvyšuje jejich klíčivost.

7.4 Netrofické vztahy

Stavba hnízd; velké kolonie ptáků citelně poškozují sběrem materiálu na stavbu hnízd vegetaci v okolí (rackové); vysoká nitrifikace pod hnízdními stromy (havrani, kormoráni). Krtiny a kupovitá mraveniště vytvářejí v louce specifická stanoviště, umožňující existenci jednoletkám a zčásti i výběžkatým bylinám, hlavně trávám.

8. Vliv člověka na vegetaci

První cílené zásahy do krajiny a do vegetace jsou ve stř. Evropě asi 6000 let staré. Původní, člověkem neovlivněná rostlinná společenstva, nyní již ve stř. Evropě prakticky neexistují. Přírozená nebo přírodě blízká společenstva byla sice člověkem ovlivněna, ale příliš se neliší od vegetace původní. V současné krajině významně převažují porosty kulturní, pro jejichž existenci musí být vydávána energie (např. kosení a orání polí); v případě jejich neobhospodařování postupně zarůstají křovinami a přecházejí zpátky v les (sukcese).

Intenzivním zemědělským využíváním krajiny se zmenšila diverzita biotopů; nejčastější příčinou bylo odvodnění krajiny, likvidací mezí a remízků na nich. Některé typy stanovišť téměř zmizely: slané louky, mokré louky, slatiny.

Na antropogenních (člověkem vytvořených) stanovištích převažují začátkem sukcese jednoleté plevelné a ruderalní druhy; pokud není sukcese blokována (např. oráním pole), objevují se později druhy vytrvalé a dřeviny.

Nepůvodní rostliny, které se dostaly do Evropy před objevením Ameriky (konec 15. stol.), se nazývají archeofyty, rostliny pozdějšího původu jako neofyty. Mezi archeofyty jsou známé polní plevely (chrpa modrák, koukol, mák vlčí).

9. Strategie rostlinných populací

Termínem "strategie" se rozumí soubory vlastností, které se osvědčují jako výhodné pro úspěšnou existenci populace v čase a v prostoru. Úspěšnost se obvykle měří produkcí

biomasy; optimálním stanovištěm pro taxon je takové, na kterém jí vyprodukuje největší množství.

Úspěšnost populace je daná tím, jak je schopná reagovat na podmínky, dané stanovištěm, na kterém roste. Grime (1979), jehož klasifikace strategií se nejčastěji používá, považuje za rozhodující dva soubory faktorů:

1. **stres** = nedostatek živin a dalších faktorů (voda, světlo, teplo atd.), ovlivňujících tvorbu biomasy
2. **disturbance** = narušování již vytvořené biomasy (okus, kosení, a jiné mechanické poškození).

Podle míry uplatnění těchto skupin limitujících faktorů je teoreticky možné rozlišit čtyři kombinace:

1. malý stres a velká disturbance,
2. malý stres a malá disturbance,
3. velký stres a malá disturbance,
4. velký stres a velká disturbance.

V podmínkách, kdy jsou oba soubory faktorů pro rostliny nepříznivé (4), nemůže populace žádného druhu existovat.

ad 1: Stanoviště s dostatkem živin, ale permanentním narušováním, osídlují **ruderalní strategové (R-strategové)**. Stanoviště jsou narušována např. orbou, zemními pracemi, navážkami materiálu, sesuvy apod. R-strategové mají obvykle následující vlastnosti:

- velká produkce rychle klíčivých diaspor, šířených často anemochorně; přetrvávání klíčivých semen a plodů v semenné bance,
- rychlý růst, vysoká produkce biomasy,
- krátký životní cyklus, nezřídka jde o jednoleté byliny,
- vysoký podíl vyprodukované biomasy je uložen do semen a plodů.

Patří sem jednoleté plevele a rumištní rostliny (lebedy, merlíky, mák vlčí, kokoška) a jednoleté kulturní rostliny, především obilí.

ad 2: Nenarušovaná stanoviště s dostatkem živin osídlují **konkurenční strategové (C-strategové)**. Mají zpravidla následující vlastnosti:

- dlouhověkost,
- relativně značná výška rostlin, velká plocha asimilačního aparátu, bohaté větvení nadzemních i podzemních částí rostliny,
- malý podíl roční produkce biomasy je ukládán do semen a plodů, většina je ve vegetativních částech a v zásobních orgánech,
- velké množství biomasy na podzim odumírá (opad).

Typickými zástupci jsou dřeviny (buk, dub, smrk apod.) lesních porostů.

ad 3: Nenarušovaná stanoviště s nedostatkem živin osídlují **stres snášející strategové (S-strategové)**. Nedostatek živin je limitujícím faktorem pro tvorbu biomasy. Společné vlastnosti S-strategů:

- pomalý růst, malá produkce,
- vytrvalé rostliny (dřeviny i byliny, lišejníky),
- květy a plody netvoří každým rokem, často se množí vegetativně,
- listy jsou často malé, jehlicovité, neopadavé, někdy sukulentní,
- podíl produkce biomasy uložené do semen je nízký.

Mezi S-strategy patří např. rostliny kyselých skalních výchozů a písčín (borovice lesní, borůvky, brusnice,), slanomilné rostliny a lišejníky severských tunder.

Tyto “primární strategie” se mohou libovolně kombinovat.

10. Ekologie společenstev

Rostlinné společenstvo (fytocenóza) je soubor jedinců a populací rostlin rostoucích společně na určitém stanovišti, jsou ovlivňovány prostředím stanoviště, ovlivňují se navzájem a do jisté míry modifikují prostředí, ve kterém rostou. Nejedná se tedy o náhodný soubor druhů; zpravidla platí, že v určitém území se na určitém typu stanoviště setkáváme s podobnými soubory druhů, které představují stejné společenstvo.

O druhovém složení společenstva rozhoduje především:

- flóra daného území, která určuje, jaké druhy jsou k dispozici;
- ekologické požadavky jednotlivých druhů;
- faktory prostředí;
- stáří společenstva, tj. doba, která uplynula od začátku tvorby společenstva.

Prostorová struktura společenstva

Při popisu vertikální struktury společenstva studujeme výšku nad zemí, ve které je soustředěna hlavní biomasa asimilačních orgánů rostlin (většinou listů). Rozlišuje se:

- stromové patro (E_3); je tvořeno dřevinami vyššími než 3 m,
- keřové patro (E_2); tvoří ho dřeviny 1-3 m vysoké, někdy sem bývají řazeny i keřky a semenáče stromů o něco nižší,
- bylinné patro (E_1): byliny, keřky a semenáče stromů nižší než 1m,
- přízemní patro (E_0): mechové a lišejníkové

Horizontální strukturou se rozumí distribuce populací ve směru rovnoběžném s povrchem půdy, tedy mozaika jedinců a populací společenstva. Může se vyjádřit jako početnost (abundance), hustota (denzita), sociabilita nebo disperze (rozmístění) populace. Nejčastěji zaznamenávanou charakteristikou je **pokryvnost** druhových populací. Vyjadřuje, jaký podíl (v %) z celkové studované plochy kryje při svislé projekci populace každého druhu (tj. kolik % povrchu půdy by zastínily prýty každého druhu při kolmém osvětlení). Nejčastěji se používá sedmičlenná Braun-Blanquetova kombinovaná stupnice pokryvnosti a početnosti:

r – druh velmi vzácný, většinou jeden jedinec s nepatrnou pokryvností

+ - druh vzácný, s malou pokryvností

1 – druh početný s malou pokryvností(1-5%) nebo méně početný s pokryvností větší, ale vždy menší než 5%

2 – druh s pokryvností 5-25%

3 – druh s pokryvností 25-50%

4 – druh s pokryvností 50-75%

5 – druh s pokryvností 75-100%

Pokryvnost se odhaduje a zapisuje pro všechny zjištěné druhy. Součet pokryvností všech druhů zpravidla přesahuje 100%, protože listy rostlin nejsou v jedné rovině. Odhad pokryvnosti se zapisuje pro každé patro zvlášť. Výsledkem je tzv. **fytocenologický snímek**, jehož součástí je také topografické určení místa (případně zaměření GPS), velikost snímkové plochy, datum, autor zápisu a případně nadmořská výška a geologický substrát.

11. Vývoj rostlinných společenstev

Rostlinná společenstva se v průběhu času mění, vyvíjejí. Snadno je možné sledovat především následující změny:

- **sezónní změny**, závislé na změnách počasí v průběhu roku;
- **sukcese vegetace**. Sukcese je postupné a nevratné střídání společenstev. **Primární** sukcese probíhá na místech, kde není vytvořena půda a tedy ani zásoba diaspor (navážky, výsyvky po těžbě uhlí). **Sekundární** sukcese je na místech s již aspoň částečně vytvořenou půdou, kde již nějaká vegetace byla (např. zarůstání úhorů křovinami).

Závěrečným stadiem sukcese je společenstvo, které je za daných podmínek prostředí ± stabilní (**klimax**). Na většině území střední Evropy jsou klimaxovými společenstvy lesy.