



Česká zemědělská univerzita v Praze



Ústřední komise Biologické olympiády

BIOLOGICKÁ OLYMPIÁDA

49. ročník

školní rok 2014–2015

Studijní text

k tématu: Život stromu

kategorie C a D

Marcela Zajíčková, Stanislav Urban, Miroslav Suk, Michaela Burešová

Praha 2014

Milí soutěžící,

jak je již patrné z názvu tématu 49. ročníku BiO (šk. r. 2014/2015), budete se tentokrát zabývat převážně **dřevinami**. Budete sledovat život stromu od klíčení semen, přes postupný růst až po stáří a zánik. Seznámíte se i s ostatními organismy, které celý život stromu provázejí, ať už jsou to další rostliny, živočichové nebo houby – jejich společenstvo funguje jako jeden dokonale sehraný celek.

Jak postupovat v přípravě na BiO:

1. **V přípravě na BiO** (platí to zejména pro školní kola!) tentokrát využijete **především vaše učebnice přírodopisu. Tam si sami vyhledáte odpovědi na všechna témata a pojmy, které jsou v následujícím studijním textu označené rámečkem**, a proto není třeba je zde blíže vysvětlovat.
2. **Věci obtížnější** nebo ve školních učebnicích méně časté jsou uvedeny **ve studijním textu**. Zejména pro krajská kola je vhodné využít uvedené odkazy a doporučenou literaturu.
3. Předpokladem úspěšného zvládnutí BiO je **dobrá znalost organismů, zejména dřevin**, uvedených v seznamu.

Témata a pojmy pro přípravu na BiO

Srovnání rostlin nahosemenných a krytosemenných (jednoděložných a dvouděložných) – hlavní znaky – charakteristika

Dřeviny a byliny – rozdíly

Dřeviny

Všechny **jehličnany**, stejně jako všechny druhy některých čeledí **krytosemenných dvouděložných rostlin** (například čeledi břízovitých, bukovitých, vrbovitých, jilmovitých a jiných) zahrnují výhradně **dřeviny**. Některé dřeviny jsou, společně s bylinami, zastoupeny i v dalších čeledích dvouděložných rostlin – např. v růžovitých (hloh, jablň, jeřáb, ostružiník, růže...) nebo bobovitých (trnovník...). Vzácněji se byliny i dřeviny vyskytují v témže rodu (mochna, pivoňka). **Dřeviny jsou víceleté rostliny, jejichž nadzemní části druhotně tloustnou a dřevnatějí, postupně vytvářejí kmeny a větve kryté kůrou (borkou). Typickými představiteli dřevin jsou stromy a keře.**

Rozdělení dřevin:

Stromy – mají kmen a rozvětvenou korunu.

Keře – se rozvíjejí hned od země, větvičky jsou celé dřevnaté a vytrvalé – např. bez, brslen, dřín, líska, růže, skalník... Vlivem rozdílných podmínek prostředí se mohou některé druhy vyskytovat jak ve formě stromu, tak i keře – jalovec, tis, bez, vrba.

Keříky – jsou hustě rozvětvené přímo nad zemí, nižší, často i poléhavé, vytrvalé dřeviny – brusnice borůvka, brusnice brusinka, vřes, některé vrby a zakrslé břízy, lýkovec... (patří sem i poloparazitické keříky rostoucí na jiných dřevinách – jmelí, ochmet).

Polokeře – jsou vytrvalé rostliny s dřevnatými větvemi ve spodní části a bylinnými (dužnatými) stonky v části vrcholové, které nepřezimují – brčál, devaterník, janovec, kručinka, některé pivoňky...

Popínavé dřevnaté liány – jsou rostliny vyžadující oporu – břečťan, plamének

Podle dalších kritérií se dřeviny rozlišují:

- na jehličnaté a listnaté,
- na opadavé a neopadavé (vždyzelené)
- podle původu
- podle užitečnosti atd.

Jehličnany a listnáče – určování – důležité znaky (např. tvary listů, a to i mezi zástupci jednoho rodu, postavení listů, pupeny listnáčů, plody atd.) – dřeviny opadavé a vždyzelené – vzrůst, siluety a stáří – výskyt (stanoviště)

Dendrologie je nauka o dřevinách, tedy o stromech a keřích (z řeckého *dendron* – strom, *logos* – slovo, nauka).

Arboretum je sbírka živých dřevin (našich i cizokrajných), které jsou často uspořádány parkovým způsobem.

Vývoj jehličnatých a listnatých dřevin

Koncem prvohor (před více než 300 mil. lety) tvořily některé dřevité stromovité **kaprad'orosty** společně s primitivními nahosemennými rostlinami, tedy i s prvními **jehličnany**, rozsáhlé porosty. Postupným zuhelnatěním jejich zbytků se vytvořily dnešní černouhelné pánve. Největšího rozvoje dosáhly jehličnany až ve druhohorách a na rozdíl od dalších nahosemenných rostlin (cykasů, jinanů) tvoří dodnes souvislé lesy. **Listnáče** jako krytosemenné rostliny se na Zemi objevily až v době dinosaurů (druhohory – křída – zhruba před 140 mil. lety).

Rozmnožování nahosemenných a krytosemenných dřevin – rozdíly

Stavba květů listnáčů a šištic jehličnanů

Rozdíl mezi květem a květenstvím (jehněda, hrozen, lata,...)

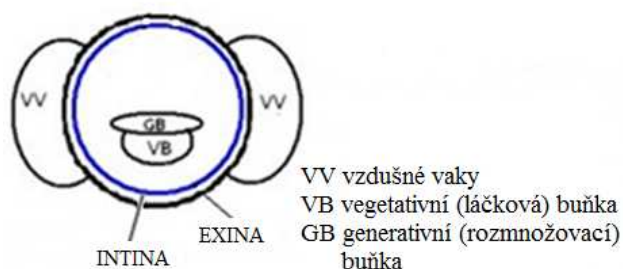
Květy jednopohlavné a oboupohlavné – samosprašnost a cizosprašnost

Dřeviny jednodomé a dvoudomé

Pohlavní (generativní) a nepohlavní (vegetativní) rozmnožování

Opylení a oplození rostlin

Pyl (pylové zrno) vzniká v prašnicích tyčinek. Zralá pylová zrna jsou krytá **dvěma obaly**. Vnější obal (exina) je silnější, odolný, nerozpustný ve vodě a někdy má na povrchu různé hrboly, háčky a výrůstky. V exině jsou klíční otvory (póry), kterými při klíčení pylu vyrůstá pylová láčka, která **obsahuje samčí pohlavní buňky**. Vnitřní obal (intina) je tenčí.



Obrázek 1 Pylové zrno jehličnanů (1)

Různé druhy stromů a keřů mají pylová zrna odlišného tvaru (nejčastěji je to koule nebo elipsoid), velikosti (největší pylová zrna jsou u nahosemenných) i barvy (žlutá, oranžová až červená).

Poměrně velká hranatá **pylová zrna jehličnanů** jsou hladká (to je běžné u **větrosnubných** rostlin) a jsou většinou opatřena dvěma vzdušnými vaky, které jim umožňují dolet na větší vzdálenost (zejména u borovic to mohou být až stovky kilometrů). Tvarově jsou si pylová zrna našich jehličnanů (borovice, smrk, jedle) podobná a liší se spíše velikostí. Modřín (a u nás nepůvodní douglasky) však vzdušné vaky nemají.

Pylová zrna listnáčů jsou menší, nemají vzdušné vaky, ale jsou lehká, někdy lepkavá a vnější vrstva vybíhá v ostny, háčky nebo lišty. Takové přizpůsobení najdeme u mnoha **rostlin hmyzosnubných**.

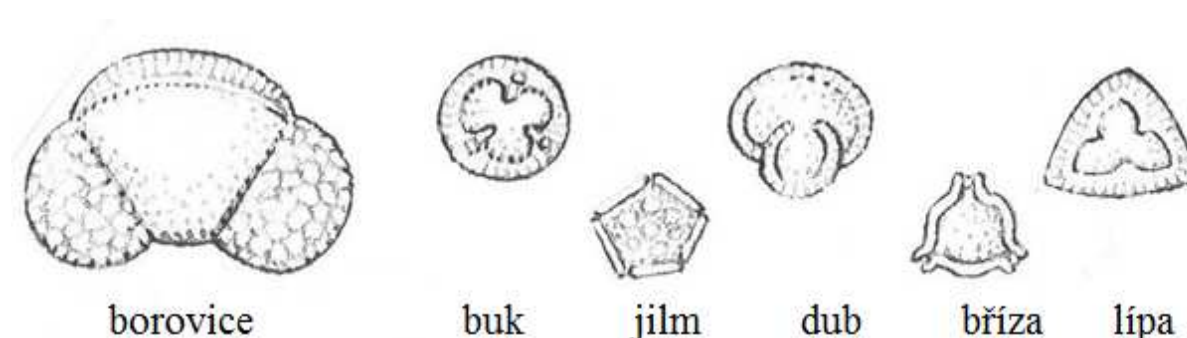
Pyl může být přenášen i ptáky, jinými živočichy, vodou nebo uměle.

Pyl je i důležitým zdrojem potravy, zvláště pro včely.

Díky odolné exině vydrží pylová zrna bez poškození ve vhodném prostředí tisíce i miliony let. I na některých místech naší krajiny, nejčastěji na rašeliništích, tak „zakonzervovaný“ pyl různých rostlin umožňuje zjistit, jak vypadalo druhové složení lesa (a nejen jeho) v dávné minulosti a jak se během tisíciletí měnilo.

Tímto výzkumem se zabývá **pylová analýza** (palynologie).

(Velké množství pylu ve vzduchu, především na jaře, působí potíže lidem, kteří trpí alergickými onemocněními. Mezi nejčastější alergeny patří pyl břízy, olše, habru a lísky.)



Obrázek 2 Zjednodušený náčrt pylových zrn (2)

Plody a semena

Vznik plodů a semen

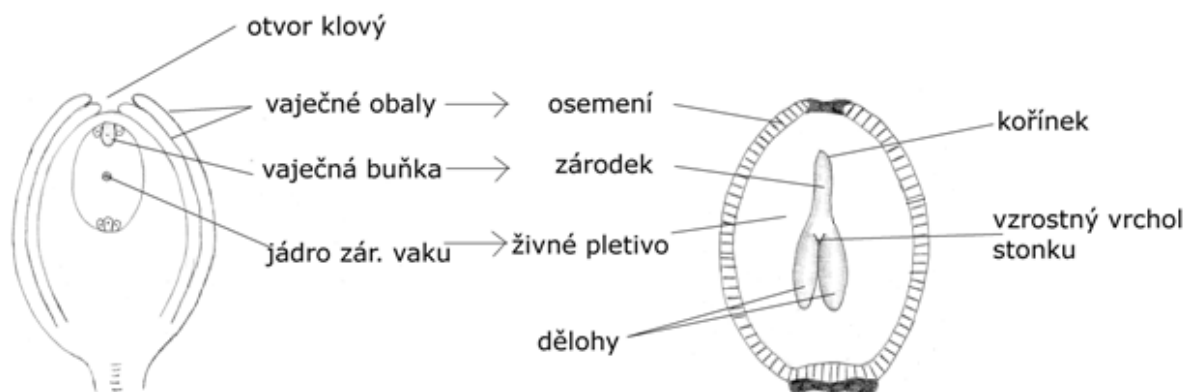
Morfologie semen a plodů

Druhy plodů listnáčů (nažka, tobolka, oříšek ...)

Zdřevnatělé nebo zdužnatělé šištice se semeny jehličnanů

Způsoby rozšiřování plodů a semen

Stavba semen (osemení, zárodek, dělohy, živná pletiva ...)



Obrázek 3 Schéma přeměny oplozeného vajíčka v semeno (3)

Život dřevin – vývin rostlin

Klíčivost semen

Rostliny často vytvářejí velké množství **semen**, ale většina z nich odumírá ještě dřívě, než se dostane do podmínek, které jsou pro klíčení a existenci druhu příznivé. Schopnost semene zahájit růst označujeme pojmem **klíčivost**. Vyjadřuje se v procentech, to znamená, kolik semen ze sta vzklíčí (nízkou klíčivost má např. bříza – 20 %, naopak u semen smrku a borovic je to až 95 %).

Semena dřevin si uchovávají klíčivost různě dlouhou dobu: lehká semena některých listnáčů klíčí pouze krátce po dozrání semen, neboť mají malou zásobu živin. Když opustí mateřskou rostlinu, musí vyklíčit během krátké doby (vrby, topoly, jilmy, břízy). Naproti tomu semena mnoha jehličnanů si uchovávají klíčivost pět let i déle. V průměru si semena dřevin uchovávají klíčivost mezi třemi a patnácti lety. Obecně lze říci, že většina dřevin vykazuje nejlepší klíčivost na jaře příštího roku.

Z vyklíčených semen pak jen malá část semenáčků obstojí v konkurenci na stanovišti (odhadují se 2 %).

Podmínky a postup klíčení

Základními **podmínkami klíčení** jsou **voda**, **vzduch** a **teplota** – světlo není rozhodující, ale může u některých rostlin klíčení podporovat. Teplota při klíčení se liší – některé druhy dřevin mohou klíčit v širokém rozmezí teplot, u jiných druhů je požadavek na teplotu poměrně vyhraněný.

U některých druhů dřevin vznikají z **dozrálých semen** při vhodných podmínkách klíční rostliny po celou sezonu, u jiných jen v určitém období. K dřevinám, jejichž semena klíčí již po několika týdnech po dozrání, patří například olše, břízy, jilmy a vrby.

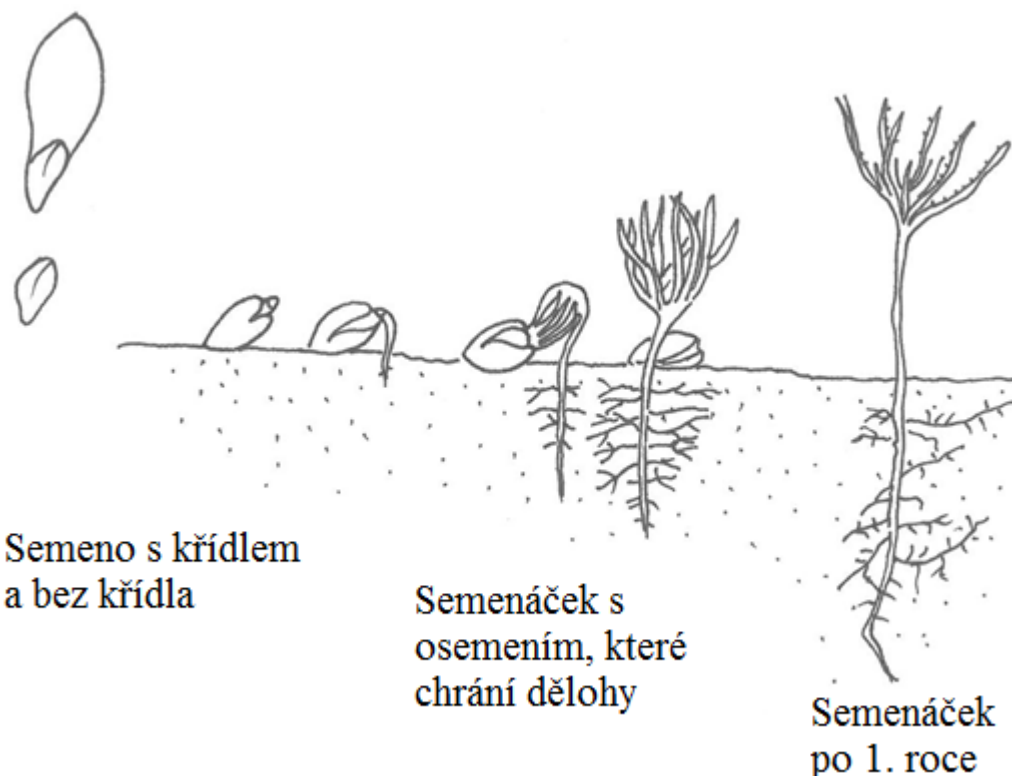
Semena většiny našich dřevin však nemohou vyklíčit hned, ale potřebují tzv. **klíční odpočinek** (dormanci), kterým překonávají nepříznivé roční období (nejčastěji od podzimu do jara příštího roku). Některá tzv. **přeléhavá semena**, např. borovice, klíčí až na podzim druhého roku. Půldruhého roku trvá období klidu u lípy, habru, někdy i jasanu a javoru. U tisu je to až několik roků.

Semena některých dřevin jsou tzv. „tvrdosemenná“ a nemohou vyklíčit, pokud není porušeno osemení, např. mechanicky. Jiná semena musí z těchto důvodů projít zaživacím ústrojím ptáků a jiných živočichů.

Pro potřeby pěstování dřevin ze semen se používá postup označovaný jako **stratifikace** (vrstvení). Protože semena některých dřevin nesnášejí delší skladování v suchu, musíme **napodobit poměry v přírodě** (vlhko, přemrznutí, porušení tvrdého osemení...). V domácích podmínkách se stratifikace provádí tak, že se semena narovnají mezi vrstvy vlhkého písku do jakékoliv nádoby (např. květináče) a zakopou dostatečně hluboko do země. Tím se zabrání nejen ztrátě klíčivosti, ale může se tak případným regulováním teploty i přerušit pro pěstování nevhodně dlouhý klíční odpočinek. K předseťové přípravě semen patří i mechanické, případně chemické porušování tvrdého nepropustného osemení (trnovník...) – tzv. skarifikace.

Postup klíčení smrku ztepilého

Semeno přijímá vodu – vyrůstá malý kořínek (ve směru zemské tíže, tedy do půdy), zakoření a vyrůstá semenáček schopný se samostatně žít.



Obrázek 4 Klíčení smrku ztepilého (4)

Klíční rostliny (semenáčky)

Klíční rostlina je v podstatě vyvinutý zárodek, který je založen již v semenu a vyklíčením postupně nabývá podoby mladé rostliny – u dřevin se označuje jako **semenáček**.

Klíční rostliny, na rozdíl od klíčících semen, potřebují k životu kromě vody (a později i v ní rozpuštěných anorganických látek), vzduchu a tepla také dostatek světla.

Semena klíčí dvěma způsoby.

a) Podzemní (hypogeické) klíčení: Některé listnáče s těžkými dělohami klíčí podzemně (hypogeicky) – dělohy zůstávají v semenu pod povrchem půdy, nezelenají (dub, líska, jírovec...), vyživují semenáček zásobními látkami a neprovádějí

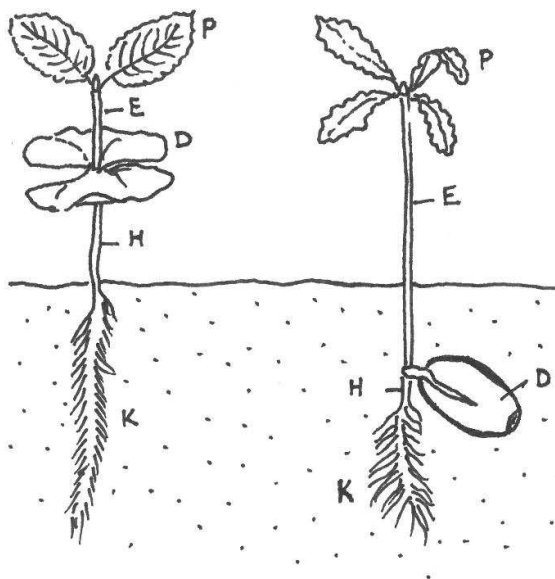
fotosyntézu. Z prvního stonkového pupenu (plumuly) založeného uprostřed mezi dělohami vyrůstá nadděložní stonkový článek nesoucí první listy.

b) Nadzemní (epigeické) klíčení: Jehličnany a většina listnáčů klíčí nadzemně (epigeicky) – po upevnění kořínku v půdě dělohy (což jsou vlastně první listy založené již v semenu) prorážejí půdu a v podobě klíčnic neboli děložních listů se vynoří nad zemí a zezelenají, začínají provádět fotosyntézu a dokonce i poněkud rostou. Jejich růst a trvání bývá omezené a po vytvoření většího počtu listů provádějících fotosyntézu zasychají a opadávají.

Počty děloh: klíčící rostliny **listnáčů** mají pouze **dvě dělohy** stojící proti sobě. Děložní listy listnáčů se liší od listů dospělých stromů, mají také jinou funkci a jsou pro každý druh (rod) stromu charakteristické velikostí a tvarem.

Klíčící rostliny **jehličnanů** mají **tři až patnáct děloh** (nejčastěji šest až osm) většinou uspořádaných **v přeslenu** – vyrůstají pod vzrostným vrcholem okolo stonku téměř ve stejné výši. Výjimkou jsou rostliny cypřišovitě a tis, u nichž stojí proti sobě pouze dvě dělohy. Tvarem se děložní listy podobají jehlicím, ale zpravidla se od nich liší zbarvením a okrajem (bývá pilovitý).

klíčení epigeické
buk



klíčení hypogeické
dub

Obrázek 5 Typy klíčení (5)

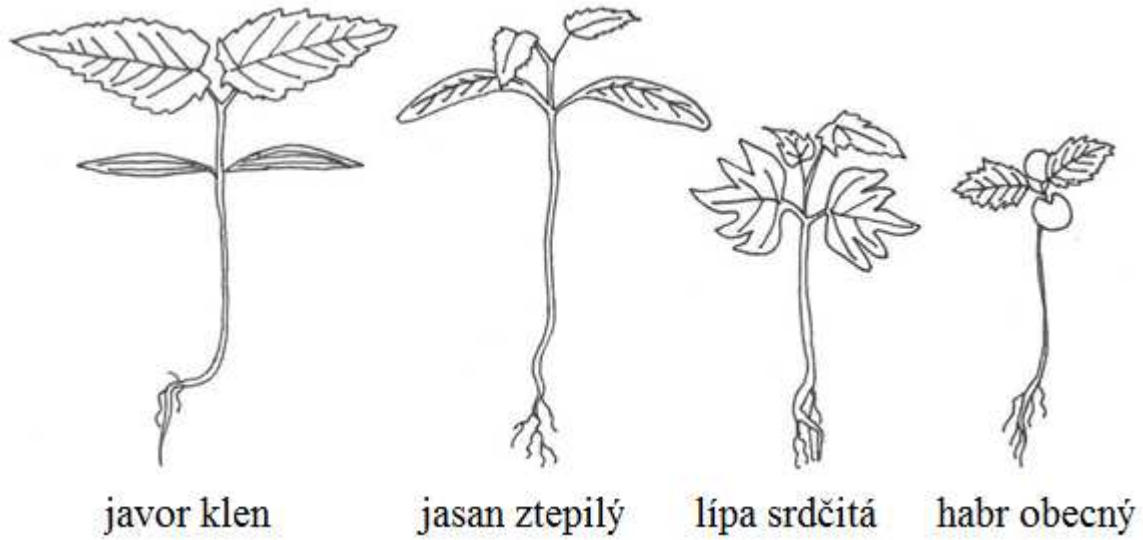
P – prvotní listy (zpravidla se liší od listů a jehlic dospělé rostliny tím, že mají jednodušší tvar, jsou menší)

D – dělohy (vždy se liší od pozdějších listů a jehlic)

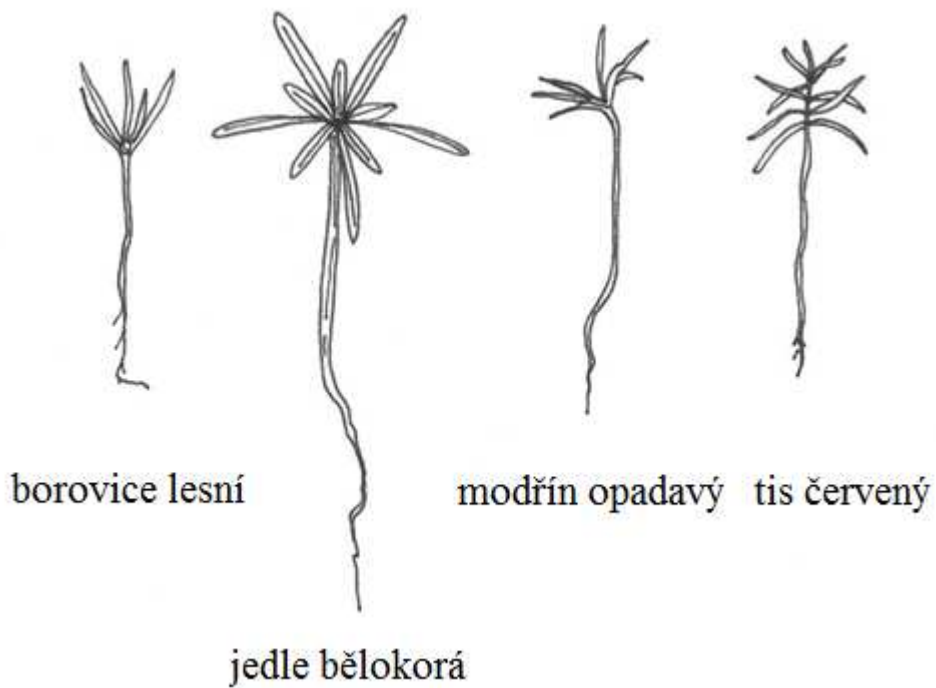
E – první nadděložní stonkový článek (epikotyl)

H – podděložní článek (hypokotyl)

K – kořeny



Obrázek 6 Semenáčky listnáčů (6)



Obrázek 7 Semenáčky jehličnanů (7)

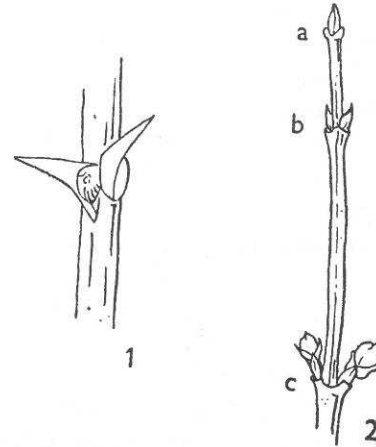
Fotografie některých semenáčků naleznete i na <http://www.botanickafotogalerie.cz>

Pupeny

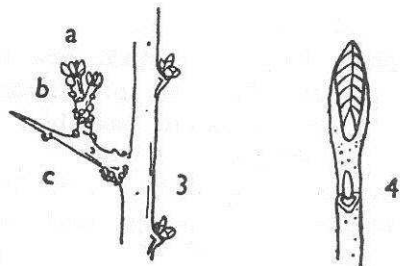
Pupeny obsahují přezimující zárodek letorostů, listů nebo květů.

Poznávání pupenů nejběžnějších listnáčů (následující obrázky objasňují některé pojmy).

- 1 – **skrytý pupen** trnovníku s dvěma trny
 2 – pupeny dřínu
 a) **koncový** (vrcholový) **pupen**
 obsahující vzrostný vrchol (základ **letorostu**)
 b) **pupeny listové** (obsahují základy listů), zde jsou postaveny **vstřícně** (na rozdíl od postavení **střídavého**)
 c) **pupeny květní** (obsahují základy květů)



Obrázek 8 Pupeny I. (8)

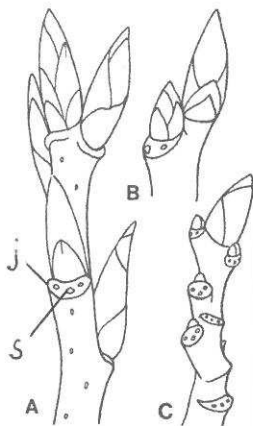


- 3 – pupeny trnky
 a) nahloučené pupeny květní
 b) zkrácená větévka
 c) **kolec**

- 4 – **nahý pupen** kaliny tušalaj

Obrázek 9 Pupeny II. (9)

Pupeny dřevin jsou až na výjimky (jako jsou nahé pupeny kaliny tušalaj a polonahé pupeny bezu černého) chráněny obalnými dřevnatými **šupinami**. **Byliny** mají **pupeny nahé**.



Větvička topolu černého (A) a topolu osíky (B, C) s pupeny a **jizvami**

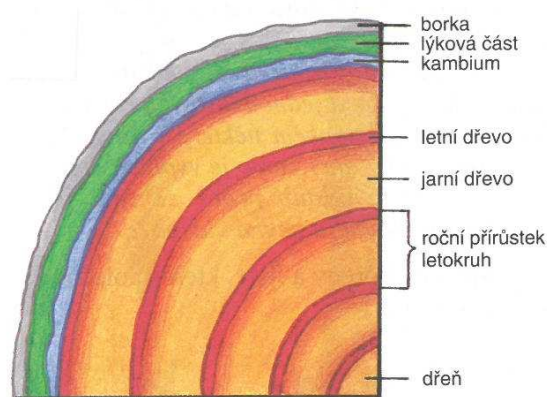
Pod pupeny na kůře mladších větví jsou patrné jizvy (j) po opadlých listech a v nich stopy (s), což jsou zřetelné zbytky po cévních svazcích.

Obrázek 10 Pupeny III. (10)

Morfologie a anatomie dřevin

Kořen, stonek, list – **základní** charakteristika – stavba, funkce a význam

Příčný řez stonkem listnatých a jehličnatých dřevin



Obrázek 11 Řez kmenem dřeviny (11)

Listnaté a jehličnaté dřeviny mají cévní svazky uspořádané v kruhu kolem vnitřní dřevě. Jsou schopné druhotného tloustnutí, což umožňuje druhotné dělivé pletivo **kambium**. Kambium produkuje dostředivě (směrem dovnitř) dřevo (xylém), odstředivě (směrem ven) lýko (floém). Na jaře kambium odděluje velké buňky s tenkou stěnou, v létě jsou vytvořené buňky menší, se silnější stěnou. Proto je **dřevo jarní** světlejší, měkčí a širší než **dřevo letní**. Rozhraní mezi buňkami letního dřeva a prvními buňkami jarního dřeva následujícího roku je na příčném řezu dobře patrné jako tzv. **letokruh**. Pomocí letokruhů lze velmi přesně určit stáří stromu, i to, zda období růstu probíhalo příznivě či nepříznivě. Letokruhy se tak stávají jakýmsi historickým i meteorologickým kalendářem.

Fotosyntéza

Průběh a podmínky fotosyntézy

Anorganické a organické látky

Dýchání rostlin (kdy a čím dýchají)

Dnešní život na Zemi je téměř výlučně závislý na **zelených rostlinách**, které svou schopností **fotosyntézy** poskytují základ **obživy** celé živočišné říše i člověka a přitom ještě uvolňují do ovzduší **kyslík**.

Ze suchozemských rostlin jsou to hlavně dřeviny.

Život stromu

Dlouhověkost je typickým znakem stromu. Stromy žijí v průměru podstatně déle než jiné rostliny nebo většina živočichů a rostou po celý život.

V prvních letech musí **semenáček** obstát v **konkurenci** dalších rostlin. Tyto roky jsou pro malý stromek nejkritičtější. Není to jenom nedostatek světla, ale také boj o místo a živiny v půdě, která je prorostlá spleť kořenů dalších rostlin. Když se stromek prodere výš, kde je **světla** dostatek, zrychlí se jeho **růst**. Čím je strom starší, tím má větší šanci dožít se vysokého věku. Do růstu (neboli během **fáze růstové**) musí mladý strom vložit většinu získané energie a teprve potom dochází i k tvorbě semen (někdy i po mnoha letech), tedy k **rozmnožování**. Vzrostlé starší stromy mají nesrovnatelně více zásobních látek, uložených ve kmene, než stromy mladší a malé. Strom roste postupně do **výšky** i do **šířky**. **Druhotná kůra – borka** během přirůstání kmene do šířky (tloušťnutí) získává **podobu charakteristickou** pro jednotlivé druhy dřevin. Například u buku je hladká, u borovice na povrchu postupně praská a odlupuje se. Vlastní dřevo tvořící podstatnou opěrnou část kmene je vlastně mrtvou hmotou – živá část je omezená jen na tenkou vrstvu lýka.

Důležitou součástí života stromu je také soužití s některými druhy hub (viz mykorhiza).

Postupně strom vstupuje do **rovnovážné fáze**. Ta může trvat desetiletí. V tomto období strom již neroste tak rychle, avšak hmoty zatím ještě neubývá. Roční přírůstek během vegetačního období kryje přibližně ztráty způsobené např. ulomenými větvemi nebo odumřelými kusy kmene.

V posledním období života (**fáze odbourávací**) strom vykazuje všechny znaky stárnutí a posléze i rozkladu. Kmen zevnitř často práchniví a je vykotlaný. Velké větve se ulamují. V místech lomu mohou do kmene vnikat dřevokazné houby, řada mikroorganismů a drobní živočichové, kteří urychlují rozklad. Z tvrdého dřeva se nakonec stane dřevo měkké, **trouchnivějící**. Tyto procesy mohou probíhat u ještě stojícího stromu, většinou se ale naplno rozeběhnou, když strom padne. Tlením padlého kmene a větví vzniká **humus**, rozkladem se postupně uvolňují minerální látky, které strom během svého života nashromáždil, a koloběh se uzavírá. Z půdy strom vzešel a půdou se po svém zániku zase stane.

Život stromu můžeme popsat i pomocí jedné jediné chemické rovnice – **rovnice fotosyntézy**.

Kdyby ona sama byla určující pro život, mohly by stromy, vlastně všechny rostliny, neustále růst a vytvářet biomasu. Avšak i rostliny musí, stejně jako živočichové, **dýchat**. Přitom se rovnice fotosyntézy obrátí. Energie zachycená fotosyntézou se opět využije. Pouze rostliny jsou schopny během růstu produkovat více energie, než spotřebovávají. Avšak právě pouze když rostou. **Růst znamená nadbytek organické produkce, tedy převahu fotosyntézy nad dýcháním. V rovnovážné fázi spotřebovávají stromy právě tolik, kolik samy vyprodukují.** V tomto stavu nedodávají ani žádný přebytek kyslíku vzdušnému obalu Země, protože opět vdechnou právě tolik kyslíku, kolik jej uvolní při fotosyntéze. Lesy, které už nerostou, již tedy nepřispívají k zachování zásoby kyslíku ve vzduchu. V **odbourávací fázi** stromy ztrácejí hmotu a **převažuje u nich spotřeba nad produkcí**.

Příklady stárí našich stromů

Vrby v lužních lesích dosahují stárí více než 40 let – již po 30 letech se však projevují příznaky stárnutí. **Olše** a **topoly** se dožívají o něco vyššího stárí. Vysokého věku dosahují pomalu rostoucí tvrdé dřeviny. **Duby** jsou ještě po několika stoletích v plné životní síle. **Lípy** vypadající mnohem křehčeji je ještě překonávají (jako maximální stárí lip se uvádí 1 900 roků). Pozoruhodně vysokého věku dosahují

jabloně (200 let) – pokud se nejedná o vysoce vyšlechtěné odrůdy. **Smrk ztepilý** může dosáhnout stáří 350 až 400 let a výšky až 50 metrů (v zapojeném porostu začíná vytvářet semena asi od 60. roku a plodné roky se opakují po 4 až 6 letech). **Borovice lesní** dosahuje stáří až 300 let (tam, kde není konkurence, se dožije i 500 roků). V zapojeném porostu začíná produkovat semena asi od 30. až 40. roku, na volném prostranství od 15 roků. **Jedle** může dosáhnout stáří až 500 let.

Funkce stromu v přírodě

Produkuje kyslík a spotřebovává oxid uhličitý.

Zvyšuje vlhkost prostředí, zadržuje vodu v krajině.

Zpevňuje a chrání půdu.

Vyrovňuje rozdíly v teplotách ovzduší.

Snižuje prašnost.

Tlumí hluk.

Poskytuje životní prostor a zdroj potravy mnoha organismům.

Zvyšuje rozmanitost krajiny. A jiné...

Druhy lesů

Převážná část území ČR náleží k biomu opadavého listnatého lesa mírného pásma. Opadavé listnaté a smíšené lesy původně pokrývaly většinu našeho území. Na našem území můžeme rozlišit různé druhy lesů, i když jsou samozřejmě výrazně pozměněné v důsledku lidské činnosti. Jejich skladba závisí na nadmořské výšce, matečné hornině, půdním podkladu, podnebí, množství vody a světla.

Základní druhy původních lesů:

1. **Lužní les** – v nížinách (do 205–350 m n. m.) v blízkosti řek; převládají vrba, topol, olše (dále od vody roste např. dub letní, jasan ztepilý).

2. **Doubravy a habřiny** – v nížinách a pahorkatinách (do 500 m n. m.); převládají dub, habr (připojují se lípa, javor, líska).

3. **Bučiny** – v pahorkatinách a vrchovinách (do 800 m n. m.); převládají buk, jedle.

4. **Horské smrčiny** – v horských oblastech (do 1 300 m n. m.); smrk, jeřáb ptačí, javor klen.

5. **Kosodřeviny** – v nejvyšších nadmořských výškách (1 300–1 800 m n. m.), převládající dřevinou je borovice kleč.

Většina současných lesů v ČR je obhospodařována člověkem a uvedenému přirozenému členění neodpovídá. Území, kde se v současnosti nachází původní lesy, jsou dnes většinou zákonem chráněna.

V současnosti se v hospodářských lesích uplatňuje hlavně pěstování **monokultur**, porostů, kde roste pouze jediný druh dřeviny (většinou smrk nebo borovice). Do monokultur jsou vybírány druhy, které rychle rostou a mají hospodářsky využitelné dřevo. Smrk na většinu našeho území přirozeně nepatří (viz text o původních lesích), a v monokulturách s ním se tak daří jen malému množství lesních organismů. Bylinné patro je chudé, z hmyzu převládá jen několik druhů potravně vázaných na smrk a jejich predátorů. Monokultury tak snadněji podléhají lesním kalamitám.

Lesní patra

Les je společenství mnoha rostlin vytvářejících několik pomyslných pater. Nejčastěji rozlišujeme patro **stromové**, **keřové**, **bylinné** a **mechové**. Jednotlivá patra se

v různé míře překrývají, přesné hranice mezi nimi neexistují. Podobně jako v nadzemním prostoru lesa existuje **patrovitost i v prostoru půdním**, kde se uplatňují vzájemné vlivy kořenových systémů, podhoubí, přichytných vláken atd.

Hrabanka

Takto je označována vrstva **organických zbytků a opadu** na povrchu lesních půd v různém stupni rozkladu (humifikace). Je hlavním zdrojem humusotvorného materiálu v lesních půdách a její složení se výrazně liší podle druhů dřevin, pod nimiž se nachází. Nešetrným odstraňováním hrabanky se ochuzuje půda o humus i bakterie, a zároveň o anorganické látky, zvyšuje se výpar, půda pojme méně vody i vzduchu.

Průměrná doba přirozeného rozkladu listového opadu v listnatém a jehličnatém lese se liší.

Za 1–2,5 roku se rozloží listy většiny listnatých dřevin, u buku jsou to až 3 roky. Rozklad jehličí trvá od 3 do 5 let. Anorganické látky se z opadaného jehličí uvolňují velmi pomalu a půda pod nimi je, na rozdíl od lesa listnatého, minerálně chudá a kyselá.

Příklady rostlin, živočichů a dalších organismů v lesních patrech (viz Seznam organismů)

Přirozený les

Hlavním nositelem ekologické stability krajiny jsou právě dřeviny a jejich společenstva – lesy. **Původní přirozené lesy**, ve kterých převládají **přírodní vlivy**, se u nás vyskytují pouze ojediněle na malých územích, která jsou dnes chráněná.

Lesy s menšími zásahy člověka, které se blíží těm přirozeným, se označují jako **přechodné** nebo také **přírodě blízké**. Je snahou, aby se v nich hospodařilo tak, aby byly příštím pokolením odevzdány v takovém stavu, v jakém byly k užívání od předků převzaty.

Většina našich lesů je však činností člověka výrazně ovlivněna a přetvořena – jedná se o **lesy kulturní neboli umělé**.

Přirozené lesy jsou výsledkem dlouhodobého vývoje a svým složením jsou v rovnováze s prostředím, ve kterém existují. Vyznačují se **různorodou a různověkou** skladbou dřevin a podrostu. Často se jedná o porosty smíšené. Mají za určitých **podmínek prostředí** (klimatických, půdních, vodních a dalších) **ustálené složení společenstev** rostlinných, živočišných i dalších organismů v **rovnovážném stavu**, ten však není neměnný, ale vyvíjí se. U nás je můžeme najít např. na Šumavě nebo části lužních lesů na Břeclavsku.

Oproti tomu **kulturní lesy** jsou silně poznamenány činností člověka a jsou u nás nejvíce zastoupeny. Různé druhy dřevin, zejména smrk, jsou v nich často pěstovány v **nepřirozených podmínkách** (např. v nížinách, v monokulturách), proto hůře rostou a snadněji podléhají dřevokaznému hmyzu. Jejich **druhová rozmanitost je malá**.

Umělé lesy slouží především k produkci dřeva. Přesto i tyto kulturní smrčiny mají význam, protože vedle hospodářské produkce dřeva napomáhají ochraně půdy před vodní a větrnou erozí, ovlivňují koloběh vody, mírní výkyvy počasí a často slouží jako jediné útočiště pro řadu druhů zvířat. Mají i krajinářský, estetický a rekreační význam pro člověka.

Pěstování lesa

semeno – semenáček – sazenice – výsadba sazenic – ochrana před zvěří a zaplevelením – prořezávka – odrůstání lesa – probírka – těžba stromů – odvoz a zpracování – výsadba nového lesa

Veškeré dění v lesním hospodaření, od pěstování sazenic lesních stromů až po těžbu, se označuje **obmýtná doba**.

Ze **semene** vyroste **mladý semenáček** (využívá se i **roubování**). Aby se semenáček v konkurenci trav uchytil, musí v lesní půdě dobře zakořenit. O semenáčky pečují v **lesní školce**. Pěstují se zde různé druhy semenáčků a sazenic. Liší se velikostí, stářím nebo způsobem pěstování podle toho, kam budou v lese vysazeny. Snahou je vypěstovat les zdravý a kvalitní, se správným podílem listnatých a jehličnatých dřevin. Sazenice se **chrání proti okusu** zvěře. Natírají se **repelenty**, které zvěř odpuzují – ošklivě páchnou a nechutnají dobře. Nebo se na jednotlivé sazenice nasazují **ochranné obaly**. Někdy je nutné oplotit celou paseku. Říká se jí pak **oplocenka**.

Z mladého lesa se vyřezávají špatně rostoucí, nemocné, poškozené a „zahušťující“ stromky. Tento proces se označuje jako **prořezávka**. Takto prořezaný les dobře roste. K **růstovým fázím jehličnatého lesa** patří např.: **mlazina**, **tyčkovina**, **tyčovina** a **kmenovina**. Kolem 40. roku věku lesníci opět zasahují a provádějí **probírku**, během které odstraňují další nemocné stromy nebo ty, které ostatním brání v růstu. Když stromy dosahují 90–100 let, začnou **se těžit**. Na takto vzniklých pasekách se podle lesního zákona musí do dvou let vysadit nový les. Lesníci většinou nemusí na celé pasece vysadit nové stromky, protože část jich vyrostе sama z napadaných semen z okolních stromů. Proto by se vždy při těžbě měly nechat některé zdravé, dobře vyvinuté plodící stromy, tzv. **výstavky (výběrové stromy)**. Dochází tak k **přirozené obnově lesa**.

V **listnatých lesích** dochází k **přirozenému zmlazování** i tak, že některé druhy stromů – duby, habry, lípy... vytvářejí tzv. **výmladky**. Ze spících nebo nahodilých pupenů vyrůstají nové prýty (stonky) na kořenech, kmenech nebo na pařezech a z nich pak noví jedinci. Výmladky vytvářejí i některé semenáčky po okusu zvěří.

Život na stromě – organismy vázané na stromy

Houby

Mykorrhiza

Mnohé houby rostou pod určitými druhy stromů. Dokonce se podle toho i jmenují, např. **kozák habrový**, **hřib dubový**, **klouzek modřínový**, **křemenáč březový**. Podhoubí těchto hub žije v soužití s kořeny stromů. Pomáhá zásobovat stromy vodou s rozpuštěnými anorganickými látkami a naopak od nich získává část organických látek pro svůj život, protože houby fotosyntézu provádět nemohou. Je to **vzájemně prospěšný vztah**, typ symbiózy, kterému říkáme **mykorrhiza**.

Jiné houby dřevo rozrušují. Označují se jako **houby dřevokazné**. Nacházíme je na trouchnivějících větvích, pařezech či kmenech nebo přirůstají i ke kmenu živého stromu. Podhoubí těchto parazitických hub proniká do kmene a způsobuje trouchnivění (tlení) dřeva. Patří mezi ně **troudnatec kopytovitý**, **choroš šupinatý**, **václavka obecná**, **hlíva ústříčná**, **outkovka pestrá** a další.

Jiné houby napadají i živé listy. Například houba **svraštělka javorová** vytváří na listech javoru tmavé kruhové skvrny.

Lišejníky

Jsou příkladem soužití houbových vláken a řas nebo sinic. Často osídlují i nehostinná stanoviště. Na stromech jsou pevně uchyceny k podkladu. Mnohé z nich bývají ukazateli čistoty ovzduší – např. nápadná provazovka.

Doupné stromy

Duté a odumřelé kmeny stojících stromů jsou nezbytné pro vývoj mnoha organismů. Jako **doupné stromy** jsou označovány ty, které mají dobře vyvinuté přirozené dutiny. Dutiny ve stromech vznikají jednak vydlabáním, které většinou pochází od **datlovitých ptáků**, jako je např. **datel černý**, **žluna zelená** či **strakapoudi**, anebo důsledkem narušení jádrového dřeva kmene hnilobou. Doupné stromy umožňují hnízdění mnoha druhů ptáků, jsou útočištěm pro různé druhy savců a především pro velké množství bezobratlých. V neposlední řadě poskytují prostor k životu pro různé druhy lišejníků, mechů a hub. Také jejich půdotvorná funkce po jejich rozpadu má velký význam v koloběhu živin v ekosystému lesa.

V každé fázi stárnutí a rozpadu stromu na něm můžeme nalézt jiné společenstvo organismů. Z velké většiny zastávají funkci přirozené biologické ochrany lesa i okolní krajiny.

Řada ptačích druhů si nedokáže sama vydlabat hnízdní dutinu, a tak jsou ptáci odkázáni na doupné stromy, ponechané v lesních porostech. Jedná se například o **holuby doupňáky**, **krutihlavy**, **sýkory**, **brhlíky**, **lejsky**, **rehky**, **šoupálky**, **kulíšky**, **puštíky**, **sýce**, **sýčky** a jiné. Pro brhlíka je typické, že si velikost vletového otvoru upravuje blátem.

Stromy s dutinami mají ve velké oblibě také **plši**, **myšice**, **veverky**, **kuny** a mnohé druhy **netopýrů**, kteří v nich nalézají letní úkryt.

V některých oblastech se doupné stromy značí modrými rovnoramennými trojúhelníky.

Když stromy stáří odumřou, dřevo trouchnívá a různí bezobratlí, mikroorganismy a houby je úplně rozloží. Anorganické látky, které kdysi strom načerpal, se do půdy vrátí.

Rozkladači (destruenti, dekompozitoři) jsou organismy, které postupně rozkládají odumřelou organickou hmotu na látky jednodušší. Konečnou fází je přeměna organické hmoty (biomasy) až na anorganické látky. Rozkladače tak můžeme rozdělit na dvě skupiny. První dělá „hrubší“ práce – rozmělnuje a drtí odumřelá těla stromů na větší zbytky. Patří k nim početné druhy hlístic, kroužkoců (například žížaly), pavoukoců, hmyzu a dalších členovců (třeba chvostokoci nebo mnohonožky). Druhá skupina rozkládá organické látky chemickou cestou a převádí je na látky anorganické. Představují ji především bakterie, houby a prvoci.

Hmyz

Starým trouchnivějícím dřevem se živí larvy mnoha druhů brouků, například pestrobarevných **tesaříků** s dlouhými tykadly nebo **krasců**. Bez trouchnivých buků a dubů by také zcela vymizel náš největší brouk, **roháč obecný**. Při trávení tuhého rostlinného materiálu larvám pomáhají symbiotické bakterie, které si předávají z generace na generaci. Dospělci se živí pylem, mízou nebo potravu vůbec nepřijímají – jejich život je mnohem kratší (pár týdnů), než období larev (i několik let). Zcela jiné jsou poměry u **střevlíkovitých**. Mezi ně patří i jeden z našich nejkrásnějších druhů, **krajník pižmový**, jehož štít i krovky mají nádherný kovový lesk. Larvy těchto střevlíků sice žijí v půdě a jsou dravé, avšak brouci sami, na rozdíl od velkých střevlíků, loví potravu zejména v korunách stromů. Za svého života (dožívá se až 4 let) zkonzumuje krajník až 400 housenek – hlavně bekyní. I když tak jednoduché to v přírodě není. Střevlíci nedělají rozdíl mezi hojnými nebo vzácnými druhy. **Staré myšlení o užtku a škodě je tak překonáno**. Ve starém dřevě se ukrývají rovněž draví brouci **drabčící** a **pestrokrovečníci**. Z trouchnivějícího a starého dřeva vyrábějí **sršni** a **vosy** papírová hnízda. Složitý systém chodeb a komůrek si uvnitř suchých pařezů budují velcí **mravenci dřevokazové**.

Mezi hmyzem – a dalšími bezobratlými – najdeme hodně specialistů vázaných na určité dřeviny.

Žlabatka dubová patří k blanokřídlému hmyzu. Samička, a později také larva, vylučuje do listů látky podporující dělení buněk rostlinného pletiva. Tak způsobují u listnatých dřevin vznik zvláštního útvaru, který označujeme jako **hátku** (v tomto případě duběnkou), v níž larva prodělává a dokončuje svůj vývoj. Každý druh hátkotvorného organismu způsobuje vznik hátky charakteristického tvaru a velikosti. Vznik hálek vyvolává i celá řada dalších živočichů. Podle vzhledu i polohy hálek na rostlině lze většinou určit, o který druh se jedná. Hátky představují jakýsi kompromis mezi rostlinou a žlabatkou – larvám skýtají potravu, ochranu a vhodné podmínky k vývoji a rostliny se vytvořením hálek brání rozsáhlejšímu poškození svých pletiv.

Přemnožení hmyzu

Z velkého množství lesního hmyzu na sebe někdy upozorní docela nepatrná část tím, že jsou poškozeny stromy nebo se ocitnou v nebezpečí celé lesy, pak mluvíme o **kalamitách**. K přemnožení hmyzu nebo hub dochází vlivem přírodních, především povětrnostních podmínek (polomy, sucho, mírná zima...) nebo v důsledku neuváženého hospodaření člověka (výsadba **monokultur**, nevhodně zvolený druh stromu pro určitou oblast...).

V **přírozených lesích** s různorodou a různověkou skladbou dřevin a podrostu funguje **přírozená rovnováha a schopnost přírozené obnovy**, pomocí které lze zvládnout i kalamitní situace. Stromy jsou v takových podmínkách v tak dobrém stavu, že na okus hmyzem nereagují nijak zvlášť citlivě. Po nadměrném rozmnožení druhů, které by mohly kalamitu způsobit (například bekyně nebo lýkožrout) dojde k namnožení dravých (střevlíci, krajníci, slunéčka, vosy) a cizopasných druhů hmyzu (lumci, lumčící), jejichž larvy parazitují v larvách, kuklách nebo vajíčkách býložravých druhů. K likvidaci přispívají také mravenci lesní, hmyzožraví ptáci nebo rejsci a netopýři. V populaci přemnoženého hmyzu se snadno šíří virová, bakteriální nebo houbová onemocnění. Přemnožení populace ustupuje a lesní společenstvo se vrací do původního rovnovážného stavu.

I masová množení hmyzu patří tedy k přirozeným procesům v lese. Nemusí být projevem porušené struktury nebo dokonce signálem toho, že by člověk musel zasáhnout, aby lesy zachoval. Tam, kde je to nutné, se jedná čistě o produkci dřeva. Lesy by se znovu obnovily a vypořádaly se svými predátory i bez přičinění člověka. To, co potřebují, je více přirozenosti a méně řídicích zásahů ze strany člověka. Tam, kde ovšem byly velkoplošně přeměněny v monokultury, není se co divit potížím s jejich stálostí. Stromy jsou tam nejen choulostivější, co se týká hmyzu, budou také hůře odolávat vichřicím nebo ovlivňovat vodní bilanci krajiny méně příznivě a méně trvale než les blízký lesu přirozenému.

Zástupci hmyzu způsobující nejčastěji hmyzí kalamity

Lýkožrout smrkový

Způsobuje z pohledu člověka v lesním hospodářství největší škody především v oblastech rozsáhlých **smrkových monokultur**. Brouk je 4,5–5,5 mm dlouhý, lesklý, hnědé nebo hnědočerné barvy. Lýkožrout smrkový napadá převážně smrkové porosty starší 60 let. Vybírá si přednostně fyziologicky oslabené stromy, vývraty, zlomy nebo stromy pokácené. Při přemnožení však napadá i stromy zcela zdravé, které dokáže zahubit za několik málo týdnů.

Nejlepší ochranou je preventivní odstraňování pro kůrovce atraktivního dříví (vývraty a zlomy z větrných kalamit atd.) a používání lapacích zařízení – lapáků a lapačů. **Lapáky** jsou pokácené a odvětvené zdravé kmeny přikryté větvemi. Po náletu brouků se kontroluje stadium vývoje larev a ve vhodném okamžiku se lapáky zlikvidují. **Feromonové lapače** jsou odchyťová zařízení lákající kůrovce pomocí feromonových odparníků. Lesníci lapač pravidelně obcházejí a stav kůrovců kontrolují. Proto zjistí, když hrozí jejich přemnožení, a mohou začít les bránit.

Bělokaz jilmový

Brouk, který roznáší výtrusové stadium houby, jež způsobuje u jilmů grafiózu. Ta má za následek jejich odumírání.

Klikoroh borový

Brouk s hlavou zakončenou silným noscem, na jehož konci jsou lomená tykadla. Samičky kladou na jaře a v létě vajíčka do kůry kořenů převážně borových pařezů, kde se v lýku a ve dřevě vyvíjejí bělavé larvy. Většina brouků se líhne až po přezimování larev na jaře a ihned intenzivně okusují kůru a lýko právě vysazených sazenic různých jehličnatých dřevin. Kůra bývá trychtýřovitě vyhlodána až na dřevo, napadené sazenice silně roní pryskyřici, někdy se kříví a při větším poranění hynou. V červenci brouci naletují na starší borovice a okusují větévky a výhony v korunách stromů.

Bekyně mniška

Motýl, který vedle lýkožrouta smrkového nejvážněji napadá smrkové monokultury. Napadá také borovice, modřiny, jedle, buky a v kalamitním stavu i jiné dřeviny. Vhodné podmínky k přemnožení vytváří teplé a suché počasí. Samičky tohoto motýla kladou vajíčka na šupiny kůry, vajíčka přezimují a na jaře se líhnou velmi žravé housenky, které ožírají nejprve nové smrkové výhonky, později i staré jehlice. Bekyně mniška se může šířit dvěma způsoby. První je naklazení vajíček na hostitelský strom, z vajíček se pak líhnou housenky, které požírají jehličí.

Druhý způsob je, že housenky se při mírném větru zapředou vláknou a nechají se unášet. Překonávají tak velké vzdálenosti a dostanou se na nová, ještě nenapadená území.

Dospělí motýli nepřijímají potravu a žijí krátce, 9 až 14 dní.

Mezi **přirozené predátory** bekyně mnišky patří brouci (krajník pižmový a další střevlíkovití), mravenci, lumci, lumčiči i některé druhy ptáků (kukačka). Kukačce nevadí ani dlouhé housenčí chlupy.

Obaleč dubový

je motýl, jehož **housenky** napadají především doubravy, kde způsobují při přemnožení silné **holožíry**. Motýl se rojí v červnu a červenci a samičky kladou vajíčka na kůru v korunách dubů. Housenky se líhnou v dubnu následujícího roku, když stromy začínají rašit. Ihned se zavrtávají do rašících pupenů a později okusují i listy, které stáčejí, spřádají je a v těchto zámočcích se kuklí.

Klíněnka jírovcová

je druh k nám zavlečeného malého motýla, který napadá jírovce. Jelikož na území České republiky nemá mnoho přirozených predátorů a je schopen rozmnožovat se 3krát až 4krát za rok, dochází k jeho kalamitnímu výskytu. To má za následek decimování listů jírovce maďalu, které následkem toho opadávají dříve než na podzim. Napadený strom tak může přijít o 70 až 100 % listů. Na druhou stranu dosud nebylo prokázáno, že by napadení klíněnkou způsobilo přímo úhyn zdravého stromu.

Obojživelníci a plazi

Z našich **obojživelníků** lze pozorovat na dřevinách především **rosničku zelenou**, která pravidelně šplhá asi do metrové výšky na křoviny nebo nižší stromy, aby tam hledala potravu nebo se na listech obrácených ke slunci vyhřívala. Z **plazů** je to pak **užovka stromová**, která velmi obratně šplhá do výšky i několika metrů.

Ve škvírách pod kořeny nacházejí úkryt ještěrky.

Potravní řetězce – příklady

Dřeviny – co možná v učebnicích nenajdete

Pionýrské dřeviny

Rychle rostoucí a zcela nenáročná a velmi odolná dřevina, které jako první obsadí volná stanoviště (např. paseky) a vytvoří na nich brzy souvislý keřový nebo stromový porost, označujeme pojmem pionýrské dřeviny. Používají se při zalesňování neplodných ploch a vývratišť, zpevňují svážná území i břehy vodotečí. Vysazují se i jako **přípravné dřeviny** do náhradních porostů v imisemi postižených oblastech i všude tam, kde jiné dřeviny selhávají. Mezi tyto dřeviny patří zejména některé druhy bříz, jeřábů, topolů (osika), vrb, olší i jiné.

Trnovník akát

Je jednou z mála dřevin čeledi bobovitých krytosemenných dvouděložných rostlin. Pochází ze Severní Ameriky, kde tvoří součást lesů v pahorkatinách. Do Evropy se dostal v 17. století, kdy byl pěstován jako lesnická dřevina (má odolné, houževnaté dřevo) i jako medonosný strom, a tak téměř zdomácněl. Akát patří mezi pionýrské

dřeviny, je však považován za problematického vetřelce – **invazní rostlinu**, která rychle osídluje nová území, např. chudé travnaté plochy, a potlačuje původní druhy.

Jmelí bílé a ochmet evropský

Na stromech můžeme najít také **poloparazitické dřevnaté rostliny**. Nejvíce známé je vždyzelené **jmelí bílé**, které roste na celé řadě listnatých i jehličnatých stromů. Kořenové útvary (haustoria) jmelí zarůstají do dřeva a odnímají hostiteli vodu s rozpuštěnými anorganickými látkami. Plodem jsou nepravé bobule s bílým lepkavým sladkým oplodím. Semena jsou schopna klíčit až po průchodu trávicím ústrojím ptáků, především **drozda brávníka**. Vyklíčí jen semena, která se s trusem zachytí ve větvích „hostitelských stromů“. Semena spadlá na zem nevyklíčí.

Jmelí se podobá další poloparazitická opadavá rostlina – **ochmet evropský** (plodem jsou žluté bobule), která roste hlavně na dubech. Protože obě rostliny jsou zelené a probíhá u nich fotosyntéza, vytvářejí si organické látky samy.

Jinan dvoulaločný (*Ginkgo biloba*)

Je jediným žijícím zástupcem třídy jinanů. Ty patří společně s jehličnany a cykasy k **nahosemenným rostlinám**.

Jinan je prastarou dřevinou (reliktem, tj. pozůstatkem z minulých geologických dob – v tomto případě z křídy), která se ve volné přírodě východní Asie už téměř nevyskytuje. Byl však pěstován a kultivován v čínských chrámových zahradách jako posvátný strom a odtud se v 18. století dostal do Evropy. Na rozdíl od dnešního jinanu dvoulaločného dosahovaly jeho druhohorní předchůdci téměř celosvětového rozšíření a značné rodové a druhové rozmanitosti.

Jedná se o **dvoudomý opadavý** strom s širokou listovou čepelí a vějířovitou žilnatinou. Opylení zprostředkuje vítr a vzniklá zralá semena velikosti žluté třešně (semenná peckovice) vydávají nepříjemný zápach, protože jejich dužnaté osemení obsahuje kyselinu máselnou.

Naše původní dvoudomé jehličnany:

Tis červený

Jedná se o dvoudomý keř nebo strom, jehož semena jsou uložena v **pohárkovitém červeném míšku**, který jako jediný z celé rostliny není jedovatý. Zralý sladký míšek požírají zejména ptáci, kteří pak semena trusem rozšiřují. Jedná se o pomalu rostoucí dřevinu snášející **silné zastínění** i průmyslové exhalace. Tis červený je **v ČR zákonem chráněný**.

Jalovec obecný

Je to dlouhověký dvoudomý keř, vzácněji strom. Jeho **bobulovité zdužnatělé šištice**, vzniklé srůstem tří šupin, uzavírají semena. V době zralosti, tj. druhým až třetím rokem, mají šištice modročernou barvu. Jalovec je jehličnanem s **vysokými nároky na světlo**. Pro svou odolnost se řadí k pionýrským dřevinám. **V ČR je poddruh jalovec obecný nízký zákonem chráněný**.

Zdroje a doporučená literatura

- Aas G., Riedmiller A. (2005): Kapesní atlas, stromy. Slovart, Praha
- Anděra M. (2004): Encyklopedie naší přírody. Slovart, Praha
- Červenka M., Cigárová K. (1989): Klíč k určování dřevin podle pupenů a větvíček. SPN, Praha
- Dobroruková J. a kol. (2008): Přírodopis, 100 námětů pro tvořivou výuku. Scientia, Praha
- Chmelař J. (1981): Dendrologie s ekologií lesních dřevin. SPN (pro VŠZ Brno), Praha
- Jeník J., Pecina P. (1986): Život lesů. Albatros, Praha
- Krüssmann G. (1978): Evropské dřeviny. SZN, Praha
- Kubát K. a kol. (1998): Botanika. Scientia, Praha
- Kvasničková D. a kol. (1995): Poznáváme život - přírodopis pro 6. roč., 2. část. Fortuna, Praha
- Lhotská M., Kropáč Z. (1985): Kapesní atlas semen, plodů a klíčnicích rostlin. SNP, Praha
- Martinovský J., Pozděna M. (1983): Klíč k určování stromů a keřů. SPN, Praha
- Patočka K., Pospíšil A. (1989): Náš les. Albatros, Praha
- Pokorný J. (1963): Jehličnany lesů a parků. SZN, Praha
- Pokorný J., Fér F. (1964): Listnáče lesů a parků. SZN, Praha
- Reichholf J. (1999): Les. IKAR, Praha
- Reichholf J. (1999): Žít a přežít v přírodě. IKAR, Praha
- Spohnovi M. a R. (2013): Stromy Evropy. Beta – Dobrovský, Ševčík, Ostrava
- Úředníček L., Maděra P. a kol. (2001): Dřeviny České republiky. Matice lesnická (pro MZLU Brno), Písek
- Větvíčka V. (2004): Stromy. Aventinum, Praha
- http://cs.wikipedia.org/wiki/Kl%C3%AD%C4%8Den%C3%AD_semene
- <http://cs.wikipedia.org/wiki/Semeno>
- http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/texty-organologie-morfologie_semena
- http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/texty-organologie-tycinka_pylova
- www.botanickafotogalerie.cz
- www.botany.cz
- www.googleobrazky.cz
- www.mezistromy.cz/cz/les/zivocichove-v-lese/
- www.stromy.info/stratifikace-osiva-a-manipulace-se-stratifikovany-m-osivem/

Zdroje obrázků

- (1) <http://www.botanika-puchnerova.estranky.cz/img/picture/20/Pylov%C3%A9-zrno--jehli%C4%8Dnany.JPG>
- (2) Patočka K. (1989): *Náš les*. Albatros, Praha
- (3) http://biomach.wz.cz/img_bot_vyssi10.jpg
- (4) originál podle Jeník J., Pecina P. (1986): *Život lesů*. Albatros, Praha a Chmelař J. (1981): *Dendrologie s ekologií lesních dřevin*. SPN, Praha
- (5) originál podle http://studentka.sms.cz/index.php?P_id_kategorie=76308P
- (6) originál podle Pokorný J. (1964): *Listnáče lesů a parků*. SZN, Praha
- (7) originál podle Chmelař J. (1981): *Dendrologie s ekologií lesních dřevin*. SPN, Praha
- (8) Pokorný J. (1964): *Listnáče lesů a parků*. SZN, Praha
- (9) Pokorný J. (1964): *Listnáče lesů a parků*. SZN, Praha
- (10) Pokorný J. (1964): *Listnáče lesů a parků*. SZN, Praha
- (11) Kvasničková D. a kol. (1995): *Poznáváme život - přírodopis pro 6. roč., 2. část*. Fortuna, Praha

BIOLOGICKÁ OLYMPIÁDA

49. ročník

Školní rok 2014–2015

Studijní text k tématu: Život stromu

kategorie C a D

Autoři: Ing. Marcela Zajíčková

Mgr. Stanislav Urban

Mgr. Miroslav Suk

Mgr. Michaela Burešová

Vydal: Česká zemědělská univerzita v Praze

Praha 2014