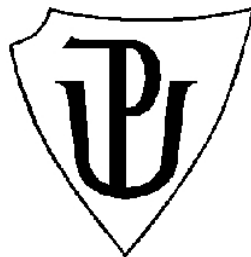


**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**  
**PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA**

Katedra botaniky



**Diplomová práce**

**DUB LETNÍ (*Quercus robur*) VE VÝUCE**  
**NA STŘEDNÍCH ŠKOLÁCH**

Bc. Petra Macháčková

2. ročník prezenčního studia

obor: Matematika – Biologie

Vedoucí práce: PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Ph. D.

Olomouc

2012

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracovala samostatně podle metodických pokynů vedoucího práce a použila pouze literaturu uvedenou v příloženém seznamu.

V Olomouci dne :

.....

Bc. Petra Macháčková

## Poděkování

Děkuji panu PaedDr. Ing. Vladimíru Vinterovi, Ph.D., za odborné vedení diplomové práce, poskytování cenných rad a materiálních podkladů.

# BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

<b>Jméno a příjmení:</b>	Petra Macháčková
<b>Název práce:</b>	Dub letní ( <i>Quercus robur</i> ) ve výuce na středních školách
<b>Typ práce:</b>	Diplomová práce
<b>Pracoviště:</b>	Katedra botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci
<b>Vedoucí práce:</b>	PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Ph.D.
<b>Rok obhajoby práce:</b>	2012

## **Abstrakt:**

Předložená diplomová práce si klade za cíl vytvořit literární rešerši zabývající se dubem letním a zhotovit fotodokumentaci anatomických a morfologických znaků generativních a vegetativních orgánů dubu letního (*Quercus robur*). Hlavním cílem diplomové práce je pojmout dub letní jako modelovou dřevinu, vytvořit výukové CD, pracovní sešit pro učitele středních škol a následně zhotovit a verifikovat na toto téma didaktický test.

<b>Klíčová slova:</b>	dub letní, anatomie, morfologie, vegetativní orgány, generativní orgány, didaktické kategorie, citlivost didaktického testu, reliabilita didaktického testu
<b>Počet stran:</b>	67
<b>Počet příloh:</b>	3
<b>Jazyk:</b>	Český

# BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION

**Autor's first name and surname:** Petra Macháčková  
**Title:** The teaching of *Quercus robur* in secondary schools.  
**Type of thesis:** Master thesis  
**Department:** Department of Botany, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc  
**Supervisor:** PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Ph.D.  
**The year of presentation:** 2012

**Abstract:**

The purpose of this master thesis is to create a summary of literature concerning in *Quercus robur* and photographs of anatomical and morphological characters of vegetative and generative organs of *Quercus robur*. The main aim is to present *Quercus robur* as a model woody plant, create an educational CD, a workbook for teachers of secondary schools, make a didactic test about *Quercus robur* and verify them.

**Keywords:** *Quercus robur*, anatomy, morphology, vegetative organs, generative organs, didactic categories, reliability of didactic test, sensivity of didactic test

**Number of pages:** 67  
**Number of appendices:** 3  
**Language:** Czech

# OBSAH

<b>A. ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>B. TEORETICKÁ ČÁST S PŘEHLEDEM LITERATURY.....</b>	<b>9</b>
<b>I. Historie dubu .....</b>	<b>9</b>
1. <i>Symbol dubu v dobách antických Řeků a Římanů.....</i>	<i>9</i>
2. <i>Kult dubu u Keltů, Germánů a Slovanů .....</i>	<i>10</i>
3. <i>Pojetí dubu v křesťanství.....</i>	<i>10</i>
<b>II. Botanická charakteristika dubu letního (<i>Quercus robur</i>) .....</b>	<b>12</b>
1. <i>Zařazení dubu letního do systému .....</i>	<i>12</i>
2. <i>Rozšíření dubu letního.....</i>	<i>15</i>
2.1 <i>Globální rozšíření dubu letního .....</i>	<i>16</i>
2.2 <i>Rozšíření dubu letního na území ČR .....</i>	<i>16</i>
3. <i>Ekologie dubu letního .....</i>	<i>18</i>
3.1 <i>Adaptace dubu letního na světelné poměry stanoviště .....</i>	<i>18</i>
3.2 <i>Adaptace dubu letního na vodní poměry stanoviště .....</i>	<i>19</i>
3.3 <i>Adaptace dubu letního na klimatické podmínky stanoviště .....</i>	<i>19</i>
4. <i>Vývoj dubu letního.....</i>	<i>19</i>
5. <i>Pěstování dubu letního v lesních školkách.....</i>	<i>20</i>
6. <i>Hospodářský význam dubu letního .....</i>	<i>22</i>
<b>C. METODIKA PRÁCE.....</b>	<b>25</b>
<b>D. VÝSLEDKY .....</b>	<b>27</b>
<b>I. Anatomie a morfologie orgánů dubu letního (<i>Quercus robur</i>).....</b>	<b>27</b>
1. <i>Kořen.....</i>	<i>27</i>
1.1 <i>Morfologie kořene dubu letního .....</i>	<i>27</i>
1.2 <i>Anatomie kořene dubu letního.....</i>	<i>28</i>
2. <i>Stonek (kmen).....</i>	<i>30</i>
2.1 <i>Morfologie stonku (kmene) dubu letního .....</i>	<i>30</i>
2.2 <i>Anatomie stonku (větví) dubu letního .....</i>	<i>30</i>

3. <i>List</i> .....	34
3.1 Morfologie listu dubu letního .....	34
3.2 Anatomie listu dubu letního.....	35
4. <i>Anatomie a morfologie generativních orgánů dubu letního</i> .....	37
<b>II. Didaktická část</b> .....	<b>40</b>
1. <i>Pracovní sešit a výukové CD</i> .....	<b>40</b>
1.1 Zařazení výukového materiálu do RVP a využití mezipředmětových vztahů.....	40
1.2 Didaktické zásady .....	41
1.3 Motivace .....	41
1.4 Konstruktivismus .....	42
2. <i>Didaktický test</i> .....	<b>43</b>
2.1 Druhy didaktických testů .....	43
2.2 Vlastnosti didaktického testu .....	44
2.3 Plánování a konstrukce didaktického testu .....	44
2.4 Charakteristika výzkumného vzorku .....	45
2.5 Ověřování didaktického testu .....	46
2.5.1 Obtížnost testových úloh .....	46
2.5.2 Citlivost testových úloh.....	47
2.5.3 Analýza nenormovaných odpovědí .....	53
2.5.4 Reliabilita didaktického testu .....	54
<b>E. DISKUSE</b> .....	<b>56</b>
1. <i>Pracovní sešit a výukové CD</i> .....	<b>56</b>
2. <i>Didaktický test</i> .....	<b>57</b>
<b>F. ZÁVĚR</b> .....	<b>62</b>
<b>G. LITERATURA</b> .....	<b>65</b>
<b>H. PŘÍLOHY</b> .....	<b>68</b>

## A. ÚVOD

*Kdo miluje přírodu, miluje i stromy, jsou nám mnohdy blíže než leckterý jiný život, jako by mluvily řečí, která je srozumitelná jen tomu, kdo jí naslouchá celou duší...*

Dub letní patří mezi velice známou a rozšířenou dřevinu na území ČR. Představuje poměrně snadno preparovatelnou dřevinu, která je v mnoha směrech typickým představitelem dvouděložných listnatých dřevin, čímž splňuje požadavky kladené na didaktický typ. Jelikož je dub letní dřevina, která je na mnoha místech díky své dlouhověkosti prohlášena za přírodní i historickou památku a má i široké hospodářské využití. Je tedy s podivem, že tato dřevina je z didaktického hlediska u nás tolik opomíjená. Proto jsem se rozhodla v rámci své diplomové práce vytvořit didaktický materiál, nejen pro učitele, ale i pro studenty středních škol.

Předložená diplomová práce, která tematicky navazuje na bakalářskou práci, je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části diplomové práce jsem se zaměřila na historii dubu letního, na jeho rozšíření v rámci ČR i ve světě, ale i na jeho ekologii a ontogenezi, jak v přírodních podmínkách, tak v lesních školkách.

Praktická část je rozdělena na dvě stěžejní kapitoly. První kap. popisuje anatomii a morfologii jednotlivých orgánů dubu letního na základě pořízené fotodokumentace. V didaktické části, která je součástí druhé kapitoly, je jeden z mých hlavních cílů zpracovat a vytvořit pracovní sešit a výukové CD. Při tvorbě tohoto didaktického materiálu byl kladen důraz na využití mezipředmětových vztahů (z oblasti matematiky, geografie, dějepisu, chemie, atd.) a respektování didaktických zásad. Efektivita vyučování se obecně neobejde bez aktivní účasti studentů, proto jsem se v této části zaměřila na možné využití motivace a konstruktivismu v hodinách biologie. Mým druhým stěžejním cílem bylo vytvořit didaktický test. Tento test byl zaměřen na charakteristické znaky dubu letního. Cílem vytvořeného testu nebylo pouze ověřit, do jaké míry dokáží studenti střední školy využít své teoretické znalosti z botaniky a aplikovat je na dub letní, ale i verifikovat vlastnosti navrženého didaktického testu.



## **B. TEORETICKÁ ČÁST S PŘEHLEDEM LITERATURY**

### **I. Historie dubu**

Dub byl v dějinách lidstva uctíván snad nejvíce ze všech listnatých stromů. Často je také zmiňován v pohádkách, legendách, pověstech i lidových písních mnoha národů. Lidé v něm viděli hlavně symbol síly, mohutnosti a dlouhověkosti. Je to strom, který byl v minulosti považován za krále lesa, proto jsou dodnes listy a žaludy dubu znakem lesníků. Také na náměstích, rozcestích či vesnických návších bylo zvykem vysadit dub, pod kterým se pak řešily nejdůležitější záležitosti, vynášely se rozsudky a na jeho větvích se obvykle věšeli provinilci. (Čeman, 2001)

#### **1. Symbol dubu v dobách antických Řeků a Římanů**

Už ve starověkém Římě, polyhistor Gaius Plinius Secundus (23 – 79 n. l.) ve svém díle *Naturalis historia* (Přírodověda) popisuje duby jako stromy „*nedotčené staletími, stejně staré jako vesmír, ohromující svým nesmrtelným osudem*“ a také jako „*největší div světa*“. (Čeman, 2001, s. 176) Jeho představa pravděpodobně vycházela z dlouhověkosti dubů, která byla v minulosti lidmi velice obdivována. Také fakt, že kořeny dubu většinou zasahují do země tak hluboko, jak široká je jeho koruna v lidech vyvolával dokonalou představu symbolu boha, jehož síly zasahují stejnou mírou do nebes, země i podsvětí.

Římané uctívali v podobě dubu rostoucího na Kapitolu (náboženském středisku Římanů) nejvyššího boha Jupitera. Jeho žaludy pak nazývali *juglans*, tzv. Jupiterův plod a věřili, že se z nich na zemi zrodili muži. (Čeman, 2001)

Tento strom byl rovněž symbolem svrchovanosti. Jak ve svém *Florariu* popisuje A. Cattabiani (2006), z dubových listů se splétaly občanské věnce, které byly udělovány jen za odvážné činy, jako například za záchranu lidského života nebo zabití nepřitele. Lidé, kteří byli odměněni tímto věncem, pak měli výsadu sedat si na místa blízko senátorů a zároveň se tak osvobodili od veškerých daní. Věncem z dubových lístků byl zobrazován také na znacích starověkých králů Alby Longy a jejich následovníků.

Dub však nebyl v oblibě pouze u Římanů, také u Řeků se dub těšil mimořádné lásky a úctě. Zasvětili jej bohu Slunce, vědy a umění, Apollónovi. V antickém Řecku

měl dub velký význam i v oblasti věštění. V dubovém háji v Dódónu, v jedné z nejstarších řeckých věštíren, se nacházel Diův posvátný dub, který odpovídal na kladené otázky šuměním svých listů či šepotem posvátných výhonků. (Čerman, 2001)

## 2. Kult dubu u Keltů, Germánů a Slovanů

V tradici Keltů byl dub považován za nejposvátnější strom ze všech, obvykle spojován s bohem Taranisem<sup>1</sup>. Vzniklé spojení mezi bohem hromu, Taranisem, a dubem však nebylo náhodné, již ve starověku bylo známo, že duby jsou zasahovány bleskem mnohem častěji než jiné stromy. Hlavní příčinou je jejich kořenový systém, který proniká velmi hluboko až do vodonosných vrstev půdy, čímž vzniká uzemnění. (Čerman, 2001) Všechny části stromu považovali Keltové za posvátné a věřili v jejich nadpřirozenou moc, proto si nikdo nedovolil vzít si z něj cokoliv, aniž by výměnou nezanechal nějaký dar. (Cattabiani, 2006) Podle legend si druidové pořizovali z dubových větví své kouzelné hole či hůlky. V keltském stromovém kalendáři představuje dub den, na který připadá jarní rovnodennost, tj. 21. březen<sup>1</sup>.

Stejně jako Keltové, také Germáni dub zasvětili svému nejvyššímu bohu, Donarovi (Odinovi) a tato úcta se dochovala až do dnešních dob, kdy je dub považován za německý národní strom a symbol německého národa<sup>2</sup>. Německo však není jediným státem, který přijal dub za svůj národní strom, stejná situace je ve státech jako Velká Británie či Spojené státy americké. (Marinelli, 2005)

I když v dnešní době je národním stromem Slovanů lípa, symbolem prvních Slovanů byl právě dub. Ti věřili, že duby rostly již před samotným stvořením světa. Největší a nejmohutnější jedince pak nechali zasvětit hlavnímu pohanskému bohu Perunovi. (Čerman, 2001)

## 3. Pojetí dubu v křesťanství

A. Cattabiani (2006) uvádí, že v raných fázích křesťanství duby vzbuzovaly odpor, jelikož byly spojovány s pohanstvím. Je známo, že křesťanští evangelizátoři, počínaje sv. Martinem až po sv. Bonifáce, posvátné stromy vyvraceli z kořenu

---

<sup>1</sup> ŠTRÁFELDA, J. *Dub a jeho znamení* [online]. 29. 11. 2005, [cit. 2010-2-12]. Dostupné na: <<http://www.shaman.cz/keltove/stromoskop/znameni-dub.htm>>.

<sup>2</sup> TRYŠČUK, P. *Slovanská lípa – vznik jednoho symbolu* [online]. 2. 12. 2006, [cit. 2010-2-13]. Dostupné na: <<http://www.slovane.cz/rservice.php?akce=tisk&cislocianku=2006120001>>.

či káceli. Došlo tak ke zničení stovek dubů, od Litevska až po Galii. Když křesťanství zvítězilo nad posledním pohanským odporem, začalo se o dubu smýšlet s větší laskavostí. Vzniklo mnoho symbolů, počínaje symbolem nesmrtelnosti, neboť jeho dřevo se považovalo díky svým vlastnostem za nezničitelné. Na rukojetích kordů se potom dub vyjímal taktéž jako symbol síly a zdatnosti rytíře.

Díky své odolnosti a dlouhověkosti se také na našem území zachovaly duby, které jsou chráněné a prohlášené za přírodní i historickou památku, jako například Oldřichův dub v Peruci. (Spohn M., Spohn R., 2008)

## II. Botanická charakteristika dubu letního (*Quercus robur*)

V této části se zaměřuji na podrobnější popis charakteristik dubu letního (*Quercus robur*). Jsem si vědoma toho, že na danou problematiku lze nahlížet z různých úhlů pohledu. Zaměřila jsem se proto jen na ty charakteristiky, které jsem ve své práci považovala za klíčové.

### 1. Zařazení dubu letního do systému

Dub letní (*Quercus robur* L., syn. *Quercus pedunculata* Ehrh.), jak uvádí J. Novák a M. Skalický (2007), lze zařadit do systému rostlin:

**Říše:** *Plantae* (rostliny)

**Oddělení:** *Magnoliophyta* (rostliny krytosemenné)

**Třída:** *Magnoliopsida / Dicotyledonae* (dvouděložné rostliny)

**Řád:** *Fagales* (bukotvaré)

**Čeleď:** *Fagaceae* (bukovité)

**Rod:** *Quercus* (dub)

Rod *Quercus*, jehož název se podle J. Koblížka (Koblížek, 2000) někdy odvozuje z keltského slova *quer* (krásný) a *cuez* (strom), tvoří okolo 300 až 600 druhů. Areál tohoto rodu je rozšířený zejména v teplejších oblastech severní polokoule od Ameriky (až do Kolumbie) přes Evropu, severní Afriku, Asii až po Malajský poloostrov. (Úřadníček, Chmelař, 1998)

Na našem území jsou běžně rozšířeny čtyři druhy rodu *Quercus*:

- ∞ dub letní (*Quercus robur*)
- ∞ dub zimní (*Quercus petraea*)
- ∞ dub cer (*Quercus cerris*)
- ∞ dub pýřitý (*Quercus pubescens*). (Slávik, 2004)

Rod *Quercus* je však velmi problematický při determinaci. L. Úřadníček a J. Chmelař (1998) uvádí, že teprve v poslední době, tj. na přelomu 60. a 70. let

20. století, byly na našem území rozlišeny další druhy dubů (*Quercus virgiliana*, *Q. polycarpa*, *Q. dalechampii*).

Mezi hlavní příčiny obtížného určování rodu *Quercus* podle I. Musila (Musil, 2005, s. 27) patří:

- ∞ Mimořádně velký počet taxonů, vzniklý mj. obrovským areálem rodu s různorodými stanovišti.
- ∞ Velká morfologická proměnlivost druhů, u nás zejména u *Quercus robur*, *Q. petraea*.
- ∞ Poměrně snadný vznik kříženců u některých taxonomických skupin, či přechodných forem. I když ke křížení nedochází zdaleka tak často, jak se dříve někteří autoři domnívali.
- ∞ Nedostatečné systematické a taxonomické zpracování především u drobných druhů.

V současné době existuje vedle přírodní formy dubu letního také mnoho jeho okrasných kultivarů, které můžeme najít zejména v městských parcích nebo botanických zahradách. Ty se často od přírodní formy dubu letního liší tvarem a zbarvením svých listů nebo celkovým vzrůstem (habitem) (Koblížek, 2000). Mezi nejčastější kultivary dubu letního patří:

∞ *Quercus robur* 'Argenteomarginata'

- strom vysoký do 20 m
- listy (obr. 1) malé, často mělce laločnaté, vrchol čepele dosti široký, okraj nepravidelně, ale souvisle bíle lemovaný



**Obr. 1:** Listy *Quercus robur* 'Argenteomarginata'.

∞ *Quercus robur* 'Argenteovariegata'

- strom vysoký do 20 m

- nepravidelně bíle skvrnité listy, zčásti s růžovými skvrnami a pruhy

∞ *Quercus robur* 'Atropurpurea'

- strom vysoký do 10 m, někdy i keř vysoký kolem 3m
- listy (obr. 2) menší tmavě purpurově červené (v mládí) až hnědé (Nurseries, 2007)



**Obr. 2:** Listy *Quercus robur* 'Atropurpurea'.

∞ *Quercus robur* 'Concordia'

- menší strom, vysoký okolo 16 m, někdy nepravidelně polokruhovitý keř
- trvale zlatožluté listy (Burnie, Greig, 2008)

∞ *Quercus robur* 'Cristata'

- menší strom vysoký kolem 12 m
- listy (obr. 3) menší, zkroucené, nesymetrické, kadeřavé, laločnaté, hustě nahloučené na koncích větví (Horáček, 2007)



**Obr. 3:** Listy *Quercus robur* 'Cristata'.

∞ *Quercus robur* 'Fastigiata'

- strom vysoký okolo 12 m s charakteristickou kuželovitou až válcovitou korunou
  - všechny větve přísně vystoupavé
- (Burnie, Greig, 2008)

∞ *Quercus robur* 'Filicifolia'

- řídký strom vysoký do 10 m
- listy hluboce peřenosečné, s laloky čárkovitými, na okraji kadeřavými

∞ *Quercus robur* 'Pectinata'

- řídký strom vysoký do 10 m
  - listy podobné předchozímu kultivaru, ale úzké a hluboce vykrajované laloky jsou rovné, nekadeřavé a často širší.
- (Nurseries, 2007)



Obr. 4: Listy *Quercus robur* 'Pectinata'.

∞ *Quercus robur* 'Salicifolia'

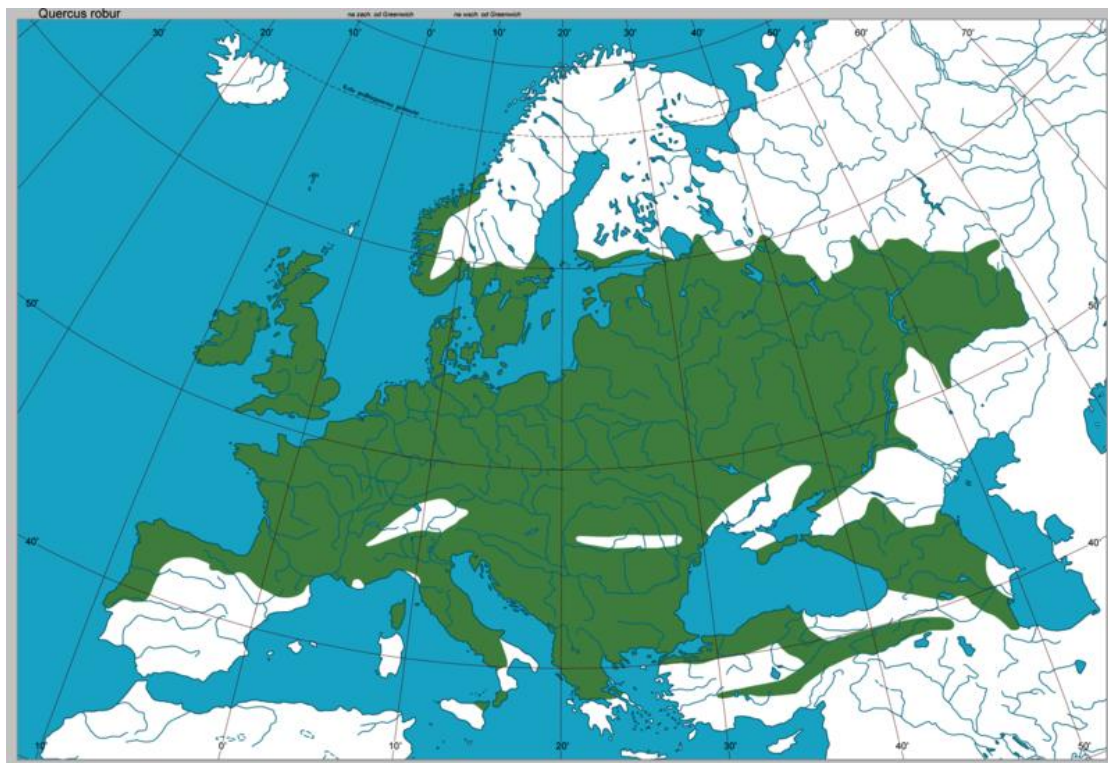
- strom vysoký do 16 m s širokou korunou
  - listy podlouhle eliptické, celokrajné, někdy s mírně zvlněnou až slabě a řídkce zubatou čepelí
- (Horáček, 2007)

## 2. Rozšíření dubu letního

V následujících podkapitolách se krátce zmíním o rozšíření dubu letního v rámci Evropy a ČR.

## 2.1 Globální rozšíření dubu letního

Dub letní je dřevina s evropským areálem, rozšířená po celém kontinentu s výjimkou chladného severu a severovýchodu (obr. 5). Na severu, ve Skandinávii, zasahuje do teplé, přímořské části Norska, jižního Švédska i do nejj jižnějších částí Finska. V Norsku rozšíření dubu letního představuje přibližně 20 km pruh podél pobřeží Atlantského oceánu, vcelku zasahuje asi 150 km severněji než dub zimní. Z oblasti Finského zálivu postupuje přes celou evropskou část Ruska na východ až k Uralu. Odkud se hranice rozšíření posunuje přes stepní oblast na jihu evropské části Ruska k ústí Dněpru do oblasti Černého moře. Jižněji, v pásmu suchých stepí se už dub letní vyskytuje. Dále jej můžeme najít v oblasti Kavkazu (až ke Kaspickému jezeru) a v Malé Asii. Na jihu zabírá celý Balkánský a Apeninský poloostrov, kromě nejj jižnějších částí. Na západě se areál dubu letního rozprostírá v severní polovině Pyrenejského poloostrova, ve Francii i na Britských ostrovech. (Úřadníček, Chmelař, 1998)



Obr. 5: Mapa rozšíření dubu letního (*Quercus robur*)

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:QuercusRobur\\_ZasiegGatunku01.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:QuercusRobur_ZasiegGatunku01.png)

## 2.2 Rozšíření dubu letního na území ČR

První jedinci rodu *Quercus* se na našem území byli známi již před 12 000 lety. Díky hlavním migračním směrům od jihu a jihovýchodu se začali objevovat



na území jižní Moravy. Během oteplení (před 11 000 lety) duby postupně opouštějí oblast Moravy, řídce se nachází pouze v jižní části Českomoravské vrchoviny, a postupně pronikají do jižních Čech až k Vltavě. Toto rozšíření přetrvává dalších 2 000 let, kdy výskyt dubu končí prakticky v severovýchodním Maďarsku. Na Moravu se dub vrací až po 3 000 letech, kdy se podél toku řeky Moravy šíří dále na sever až do Polska. Od západu začíná pronikat nový migrační proud podél Labe a Ohře do středních a severozápadních Čech. Následné šíření dubu má poměrně rychlý průběh (šířil se rychlostí až 500 m za rok), zůstává neobsazena pouze jihozápadní část Čech za bariérou Šumavy a Českého lesa až ke střední Vltavě. V této době se dub šíří už ve třech hlavních migračních proudech - od jihovýchodu ze Slovenska, od jihu podél řeky Moravy a od západu v Pooohří a Polabí. Dalších 2 000 let se postupně zvětšuje areál i jeho zastoupení a v této době (zhruba před 5 000 lety) dub zaujímá v našich zemích vůbec nejrozsáhlejší území. Posléze (asi před 3 000 lety) však začíná pozvolna ustupovat v širokém pásu od jihozápadu Čech k severovýchodu, tj. od Šumavy a Českého lesa k Orlickým horám a Broumovskému výběžku. Útlum dubových porostů v této oblasti byl zapříčiněn hlavně nástupem maximálního rozšíření jedlí. V Polabí a Pooohří, kam jedle pro nevhodná stanoviště nepronikala, si dub zachoval dominantní postavení. Na začátku našeho letopočtu ústup dubu pokračuje, dominantní postavení si udržuje pouze ve středních Čechách kolem Labe a Ohře<sup>3</sup>. Díky zásahu člověka (vlivem intenzivnějšího osidlování) tak došlo podle L. Úradníčka a J. Chmelaře (Úradníček, Chmelař, 1998) k postupnému mýcení lužních lesů na rovinách kolem řek a k jejich přeměně na vysoce úrodnou půdu. Souběžně s likvidací lužních lesů byl dub letní vysazován stále ve větší míře v nižších polohách mimo lužní les, zvláště na územích nehodící se pro zemědělství. Proto se dnes setkáváme s umělými porosty dubu letního také v pahorkatinách.

L. Úradníček a P. Maděra (2009) uvádí, že v dnešní době dub letní roste na území ČR většinou v nižších polohách. Zde má převážně pásovitý charakter, daný průběhem toků větších řek. V Čechách je to zejména oblast středního a dolního Polabí, Pooohří a Třeboňské pánve, na Moravě úvaly Hornomoravský, Dolnomoravský a Dyjsko - svratecký.

---

<sup>3</sup> *Dub letní (Quercus robur)/LIDOVĚ „KŘEMELÁK“* [online]. 12. 2. 2010, [cit. 2010-3-1]. Dostupné na: <<http://www.mezistromy.cz/cz/les/rostliny-v-lese/listnate-stromy/dub-letni>>.

Podle katalogu biotopů České republiky (Chytrý, Kučera a Kočí [eds.], 2001) roste dub letní v následujících biotopech (mimo jedinců soliterních a rostoucích v parcích nebo botanických zahradách):

- ∞ **L2 – lužní lesy:** především tvrdý luh – jilmové nebo topolové doubravy (dub letní snáší dočasné zamokření půdy, např. při jarních povodních).
- ∞ **L3 – dubohabřiny:** společně s habrem obecným (*Carpinus betulus*), dubem zimním (*Quercus petraea*), javorem babykou a lípou srdčitou. V nížinách a pahorkatinách na celém území ČR. Místy tvoří dubohabřiny rozsáhlé porosty.
- ∞ **L5 – bučiny:** především kyselé acidofilní bučiny.
- ∞ **L6 – teplomilné doubravy:** světlé lesy v teplejších a sušších oblastech s dubem letním (*Quercus robur*), zimním (*Quercus petraea*), pýřitým (*Quercus pubescens*) a na jižní Moravě vzácně s dubem cerem (*Quercus cerris*). Jiné druhy stromů jsou vzácně přimíšeny.
- ∞ **L7 – acidofilní doubravy:** druhově chudé lesy na kyselých půdách s dominantním dubem letním (*Quercus robur*) nebo zimním (*Quercus petraea*).

### 3. Ekologie dubu letního

#### 3.1 Adaptace dubu letního na světelné poměry stanoviště

Podle M. Slávika (Slávik, 2004) je dub letní považován za světlomilnou dřevinu, má dokonce ještě větší nároky na světlo než dub zimní (*Quercus petraea*). Nasvědčuje tomu také rozmístění listů, které tvoří jakoby svazečky na konci větví a vytvářejí tzv. listovou mozaiku. Tím je zapříčiněn nedostatek listů uvnitř koruny, který však umožňuje existenci jiných dřevin v nižších patrech.

Zastínění shora dub letní snáší pouze v mládí, ke zmlazení dubu je třeba silného prosvětlení nebo nejlépe holé plochy. V pokročilé fázi vývoje pak v porostech přichází vhod boční zastínění jinými dřevinami, čímž je zabráněno intenzivní tvorbě výmladků, jejichž vznik na kmeni je podmíněn zvýšeným přístupem světla. (Úředníček, Chmelař, 1998)

### 3.2 Adaptace dubu letního na vodní poměry stanoviště

Vzhledem k požadavkům na vláhu rozděluje M. Slávik (2004) dub letní na dva ekotypy:

#### 1. *Stepní ekotyp*

Méně rozšířený a hospodářsky nevýznamný ekotyp se schopností růst na mělkých, v létě silně vysychavých půdách s hladinou spodní vody mimo dosah kořenů. Takové podmínky jsou charakteristické pro lesostepní lokality.

#### 2. *Lužní ekotyp*

Běžně rozšířený ekotyp, se značnými nároky na vláhu, vyskytující se zejména v lužních lesích. Snáší dobře jarní záplavy před obdobím rašení a to v maximální délce okolo 10 - 14 dní. Delší záplavy jsou pro tento druh už nežádoucí, proto roste na trochu vyvýšených místech mimo dosah vysoké vody. Dobře se mu daří dokonce i na sprašcích a to hlavně díky mohutnému křovitému kořenu, který dokáže získat vodu z několikametrové hloubky.

### 3.3 Adaptace dubu letního na klimatické podmínky stanoviště

Dub letní je ke klimatickým podmínkám dosti lhostejný, z čehož vyplývá i jeho značně rozsáhlé areálové rozpětí (viz kap. 2.1 Globální rozšíření dubu letního).

Z klimatických činitelů jsou pro dub letní nejvíce ohrožující pozdní mrazy, které poškozují čerstvě vyrašené prýty. S takovým poškozením se však lehce vyrovnává v podobě nových výhonků, rašících ze spících pupenů. (Úředníček, Chmelař, 1998)

M. Slávik (2004) ve svém skriptu podotýká, že dub letní je také dosti odolný vůči nečistotám ovzduší, tudíž se mu obstojně daří v podmínkách velkých měst.

## 4. Vývoj dubu letního

Tato dřevina je poměrně náročná na půdu. Roste nejlépe na hlubokých, hlinitých půdách, které můžeme najít hlavně v lužních lesích. Dobře se mu také daří na půdách sprašových, bohatých jílovitých půdách s vysokou hladinou spodní vody nebo i trvale zamokřených, ale ještě dostatečně provzdušněných půdách, vystavených jarním záplavám. (Musil, 2005)

Dub letní začíná plodit v úctyhodném věku, L. Úředníček a J. Chmelař (1998) uvádí, že u volně rostoucích jedinců to bývá mezi 40. a 50. rokem, v porostu kolem 70. roku života. Semenné roky se v porostu dostavují po 3 – 6 letech, přičemž se střídá

období se slabou a bohatou úrodou. Velké protáhlé žaludy s typickou dlouhou stopkou číšky dozrávají a vypadávají na podzim.

Klíčení žaludů je podzemní, tedy hypogeické. Ze zásobních látek žaludu se vyvíjí kůlový kořínek, který už kolem 1. roku života může dosahovat (podle povahy půdy) až do délky 1 m. (Roček, Gross, 2000) Načervenalé primární listy semenáčků v počtu 5 – 8 se podobají listům dospělé dřeviny. V prvních 3 – 5 letech roste dub letní do výšky velmi pomalu a dosáhne velikosti přibližně jen 20 – 30 cm. (Úředníček, Chmelař, 1998) V deseti letech podle R. Čemana (Čeman, 2001) se růst kmene stabilizuje a roční přírůstek dosahuje 30 – 40 cm. Přibližně ve 120 – 200 letech se růst této dřeviny do výšky zastaví, ale růst kmene do šířky trvá po celý život. (Roček, Gross, 2000) Je skoro až neuvěřitelné, že pokud se dub dožije 500 let (ojediněle až 1000 let), sahá jeho koruna do výšky přibližně 40 metrů a kořeny zasahují až do hloubky 70 či 100 metrů. (Čeman, 2001)

## 5. Pěstování dubu letního v lesních školkách

Lesní školkařství se vyvíjelo současně s lesním semenářstvím. Zpočátku se na volné plochy v porostech vysévaly semena, posléze docházelo k vyzvedávání semenáčků a k jejich vysazování na parcelách, tzv. semeništích. Brzy z těchto semenišť vznikaly plochy sloužící po delší dobu k pěstování sadebního materiálu, tzv. lesní školky. Postupně docházelo k ohrazování, vnitřnímu členění těchto školek a propracovávaly se modernější pracovní postupy. (Roček, Gross, 2000) V dnešní době se pracuje v lesních školkách s prostokořenným sadebním materiálem, kterými jsou semenáčci, sazenice, poloodrostky a odrostky generativního a vegetativního původu. Ty se pěstují v různých substrátech na záhonech a pro potřeby obnovy lesa a zalesňování se vyzvedávají s obnaženými kořeny. (Poleno, 1994)

Lesní školky můžeme rozdělit na 3 základní druhy<sup>4</sup>:

- ⊗ **Školky oblastní (Sdružené školky)**, jejichž výměra přesahuje 100 ha. Součástí tohoto typu lesní školky je vždy specializovaná část, určená například pro pěstování semenáčků plnosíjemi. Při větší výměře působí oblastní školky jako samostatné školkařské závody.

---

<sup>4</sup> *Pěstování sadebního materiálu* [online]. 2. 2. 2010, [cit. 2010-2-24]. Dostupné na: <[http://tvlesak.me.cz/borova\\_siska/materialy/pestovani\\_lesa/zakladani.doc](http://tvlesak.me.cz/borova_siska/materialy/pestovani_lesa/zakladani.doc)>.

- ∞ **Školky centrální** jsou školky s rozlohou nad 8 ha, produkující sazenice jen pro vlastní potřebu a v menší míře pro prodej.
- ∞ **Školky jednotlivé** se rozprostírají na rozloze menší než 8 ha a slouží k pěstování sazenic pro nejbližší okolí školky.

Většina semen v lesních školách se vysévá v jarním období, ale semena dubu, buku a některých druhů borovic se vysévají zpravidla na podzim. Semena se vysévají do proužků nebo do rýh. Hloubka výsevu závisí na velikosti semene a půdních poměrech. Obecně však platí zásada, že semena by se neměla vysévat hlouběji, než kolik sama měří.<sup>4</sup> L. Úřadníček a J. Chmelař (1998) ve svém skriptu zmiňují, že naklíčené žaludy bývají při vysévání mnohdy poškozeny odlomením kořínku. Za těchto okolností se pak místo kulového kořene vytváří tzv. *panohový kořen*. Zasychající žaludy trpí ve zvýšené míře plísněmi a jejich klíčivost tím rychle klesá.

Existuje mnoho postupů, jak pěstovat semenáčky dubu letního. Pro zkrácení zápisu způsobu pěstování dubu letního se často používají následující vzorce: **1-1, 1-2, f 1, 1-0**<sup>5</sup>.

V prvním případě byl jednoletý semenáček dubu letního na počátku druhého roku podřezán a ještě rok dopěstován na stejném záhoně. Druhý vzorec v pořadí popisuje podřezání jednoletého semenáčku na jaře druhého roku, který zůstává na daném záhoně ještě další dva roky. Předposlední vzorec se týká pěstování jednoletých semenáčků ve fóliovém krytu, tzv. *Plug - systém*.<sup>6</sup> Tato školkařská technologie je charakteristická tím, že v řízeném prostředí fóliovníků jsou ve vícebuňkových sadbovačích předpěstovány máloobjemové semenáčky, které jsou i s kořenovým balem školkovány na počátku léta na volné záhony a dopěstovány pro podzimní výsadbu nebo pro výsadbu ve druhém roce po vysetí. Výhodou této metody jsou výsadbyschopné sazenice s pravidelným a bohatým kořenovým systémem, vypěstované v kratším (nejdéle dvouletém) cyklu, bez deformací kořenového systému<sup>7</sup>.

<sup>5</sup> Vysvětlivky k vzorci pěstování dubu letního: **číslo** ve vzorci značí věk rostliny (součet čísel udává celkový věk rostliny), – podřezávání, **f** pěstování rostliny ve fóliovém krytu.

<sup>6</sup> *Lesoškolky - Prostokořenná sadba* [online]. 9. 2. 2010, [cit. 2010-2-21]. Dostupné na: <<http://lesoskolky.cz/vyroba-prostokoreenna-sadba.html>>.

<sup>7</sup> *Aktuality ze světa: „PLUG“ – Systém také pro pěstování sazenic dubu* [online]. 8. 2. 2010, [cit. 2010-2-21]. Dostupné na: <<http://lesprace.silvarium.cz/content/view/1709/162/>>.

Zmíněné podřezávání sazenic dubu letního přispívá k vypěstování sazenic s bohatým kořenovým systémem, rozvětveným spíše do šířky než do hloubky a to bez přesazení. Hloubka podřezání závisí na věku semenáčku. (Roček, Gross, 2000)

## 6. Hospodářský význam dubu letního

Dub letní má v našem lesním hospodářství (spolu s dubem zimním) velmi významné postavení a představuje po buku nejvýznamnější listnatou dřevinu našich lesů. (Hejný, Slavík, 1990)

Největší hospodářské využití dubu letního představuje jeho dřevo, které pravděpodobně díky svým vlastnostem dalo vzniku lidovému označení „křemelák“. (Čeman, 2001) Kruhovitě pórovité dřevo s mohutným žlutohnědým až tmavě hnědým jádrem, úzkou bělí a výraznými dřevnými paprsky má v dnešní době mnohostranné využití při výrobě dýh, jako stavební dříví, v řezbářství, soustružnictví, k výrobě pražců, parket, vinných sudů a nábytku. (Úřadníček, Maděra, 2009) Dubové dřevo je husté, těžké, tvrdé, velmi pevné, ale zároveň skvěle pružné, dobře se štípe a poměrně málo sesychá. (Kavina, 1932) Nejvyužívanější vlastností tohoto dřeva je však jeho trvanlivost v anaerobních podmínkách pod vodou, která je umožněna díky velkému obsahu tříslovin. Ty zamezují hnití dřeva, proto je hojně využíváno ve vodním stavitelství. Dlouhým uložením dubového dřeva ve vodě dochází k přeměně tříslovin ve flobafény, které způsobují tmavnutí dřeva, aniž by však ztratilo na svých vlastnostech. (Úřadníček, Chmelař, 1998) Můžeme se s ním setkat pod názvem „mořený dub“ a mnohdy nahrazuje vzácné ebenové dřevo. Známý je také „černý dub“, který se objevuje při těžbě hnědého uhlí. Takové kmeny ležely pod zemí tisíce let a jsou vysoce ceněny v nábytkářském průmyslu. (Čeman, 2001) Díky jeho mimořádné trvanlivosti v anaerobním prostředí umožnila tato dřevina vytvořit dosud nejdelší souvislou chronologickou řadu v Poryní, a to až do doby přibližně 5000 let př. n. l., tedy období, kdy se duby po poslední době ledové poprvé dostaly do Evropy. Jakékoliv dubové dřevo, které se dnes v Poryní najde, je možné s touto letokruhovou řadou srovnat a zjistit na rok přesně, kdy rostlo.<sup>8</sup> U nás tato chronologická řada pokrývá zatím období 462 n. l. – 2004 n. l.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> VELINSKÝ, F. *Co skrývají letokruhy* [online]. 21. 12. 2003, [cit. 2010-3-25]. Dostupné na: <<http://www.21stoleti.cz/view.php?cisloclanku=2003122104>>.

<sup>9</sup> RYBNÍČEK, M. *Standardní dubová chronologie* [online]. 25. 6. 2007, [cit. 2010-3-25]. Dostupné na: <[http://www.dendrochronologie.cz/aktualita\\_35](http://www.dendrochronologie.cz/aktualita_35)>.

Velký význam mají také žaludy dubu letního. Obsahují kromě tříslovin značné množství škrobu, dále cukry, bílkoviny a olej. Pražením obsah tříslovin klesá, takže žaludy jsou požitelné. (Úředníček, Chmelař, 1998) Archeologové podle nálezů starých pět tisíc let zjistili, že ze žaludů se pekli chléb. V minulosti se ze žaludů vyráběl také inkoust a v době nouze je lidé jedli. Pražené a rozemleté žaludy byly dříve jednou z kávovin ("žaludová káva"), jež má počátek v 18. stol. v Prusku. Vylisované žaludy (pokrutiny) se dnes používají jako krmivo pro hospodářská zvířata. V Číně se z nich vyrábí škrob, mouka a alkohol. (Čeman, 2001)

Také kůra dubu letního má značné využití. Používá se jako protikrvácivý prostředek a má i protizánětlivé účinky. Odvar z dubové kůry se může použít ke koupelím při omrzlinách, otocích, popáleninách a zejména proti pocení nohou. Kůra z mladších porostů se používá k výrobě třísla a mnohdy se také užívá jako droga. (Úředníček, Maděra, 2009)

Duby patří mezi stromy, které hostí největší počet druhů hmyzu ze všech našich dřevin. Ve dřevě, lýku a kůře se vyvíjí na 100 druhů larev brouků a to i velmi vzácných a ohrožených jako např.: roháč obecný (*Lucanus cervus*), zdobenec (*Gnorimus variabilis*), zlatohlávek skvostný (*Cetonishema aeruginosa*), krajník hnědý (*Calosoma inquisitor*) a vzácný druh kovaříka (*Lacon querceus*). (Konvička, Kuras, 2006) Housenky nejméně 300 druhů motýlů ožirají jejich listy, na kterých se objevuje na 100 druhů různých hálek, v nichž se vyvíjí larvy žlabatek. Nejčastěji se na listech dubu letního objevují háčky žlabatky dubové (*Cynips quercusfolii*). (Eisenreich a kol., 2003)

Háčky (obr. 6), na dubu nazývané „duběnky“, vznikají působením růstových faktorů (podobajících se fytohormonům dubu) obsažených ve slinách larev. Představují určitý kompromis, kdy dubem vytvořená háčka skýtá žlabatce ochranu, zdroj potravy, vhodné podmínky pro vývoj a dub tak omezí škodlivé působení larvy žlabatky na určitou únosnou míru a zabrání rozsáhlejšímu poškození svých pletiv. (Pilátová, 2012)



**Obr. 6:** Tvorba hálek na listech a větvích dubu letního (*Quercus robur*).



## C. METODIKA PRÁCE

Součástí diplomové práce je rovněž vytvoření fotodokumentace anatomických a morfologických znaků vegetativních a generativních orgánů dubu letního.

Při zhotovování dočasných preparátů jsem postupovala podle metodiky uvedené v knize *Rostliny pod mikroskopem – Základy anatomie cévnatých rostlin* (Vinter, 2009). Se sběrem materiálu jsem začala na začátku dubna 2010. Sesbírané objekty jsem umístila do polyethylenových lahviček s již připraveným konzervačním médiem a každou lahvičku jsem opatřila řádným popiskem. Ke konzervaci materiálu jsem použila glycerol – etanol (3 díly 70% etanolu : 1 díl glycerolu), který změkčuje materiál, je tudíž výhodný při řezání tvrdších objektů (např. dřeva nebo sklerenchymatických pletiv), a nemusí se vypírat. Následně jsem z tohoto materiálu zhotovila v ruce tenké řezy pomocí bezové duše. Řezy jednotlivými objekty jsem vedla jak příčným (transverzálním), tak podélným (longitudinálním) směrem. Takto vytvořené řezy jsem přenesla štětečkem na podložní skličko do kapky vody. Pro zvýraznění pozorovaných struktur jsem použila barvení safraninem (barví červeně sklerifikované a lignifikované buněčné stěny, popřípadě při vyšší koncentraci i celulosní buněčné stěny a buněčné organely), genciánovou violetí (barví modře sklerifikované a lignifikované buněčné stěny) a chlórzinkjódem (roztok 20 g  $ZnCl_2$  + 7 g KI + 1,5 g I v 10 ml destilované  $H_2O$ , který barví celulosu a škrob fialově, zdřevnatělé buněčné stěny žlutohnědě). Před samotným mikroskopováním jsem uzavřela objekt mezi podložní a krycí skličko tak, že pozvolným sklápěním krycího sklička jsem eliminovala přítomnost nežádoucích bublin. Pro pozorování stomat umístěných na abaxiální straně listů dubu letního jsem zhotovila otiskový preparát pomocí laku na nehty (mikroreliefová metoda).

Pro zdokumentování morfologických znaků vegetativních i generativních orgánů dubu letního jsem použila digitální fotoaparát Panasonic Lunix DMC – FX50. Fotografie jsou pořizovány převážně v lužním lese Království, s přírodní rezervací o rozloze více než 600 ha, která se nachází u obce Grygov, asi 7 km jižně od Olomouce, v Sadech Jiřího Wolkera, zábřežském městském parku, a také v arboretu Žampach, které se v lokalitě podhůří Orlických hor.

Fotografický materiál byl dále využit při tvorbě výukového CD, zaměřeného na dub letní, jako na zástupce dvouděložných listnatých dřevin. K tvorbě tohoto výukového materiálu jsem použila Microsoft Office Powerpoint 2007. Postup při tvorbě animací v tomto programu jsem studovala primárně z publikace PowerPoint

v pohybu (Fellnerová, Vinter, 2010). Statistické zpracování výsledků didaktického testu bylo provedeno v programu Microsoft Office Excel 2007.

## D. VÝSLEDKY

První kapitola praktické části diplomové práce se věnuje popisu anatomických a morfologických charakteristik jednotlivých orgánů dubu letního, který už byl z části zpracován v bakalářské práci. Následující kapitola praktické části diplomové práce je věnována didaktickému rozpracování vytvořeného výukového materiálu, určeného pro učitele a studenty středních škol, který je zaměřen na dub letní, jako na modelový organismus.

### I. Anatomie a morfologie orgánů dubu letního (*Quercus robur*)

#### 1. Kořen

##### 1.1 Morfologie kořene dubu letního

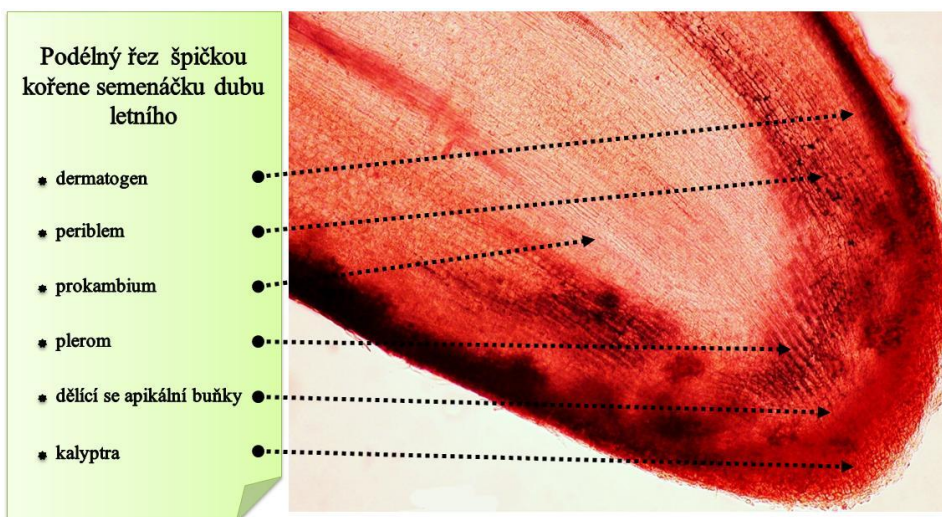
Pro dub letní je typické rozlišení kořenové soustavy na kořen hlavní (kúllový) a kořeny vedlejší, tzv. *allorhizie* (obr. 7), která je charakteristickou soustavou dvouděložných rostlin. Pro zvětšení absorpčního povrchu kořenů slouží *kořenové vlášení* (rhiziny), umožňující získávat vodu a živiny z mikroskopických půdních pórů.



**Obr. 7:** Kúllový kořen semenáčku dubu letního (*Quercus robur*).

## 1.2 Anatomie kořene dubu letního

Apikální meristémy (obr. 8) kořene (*dermatogen*, *periblem*, *plerom*) jsou chráněny *kalyptrou* (čepičkou), která vylučuje sliz usnadňující lepší průnik kořene půdou, a také registruje směr působení zemské tíže.

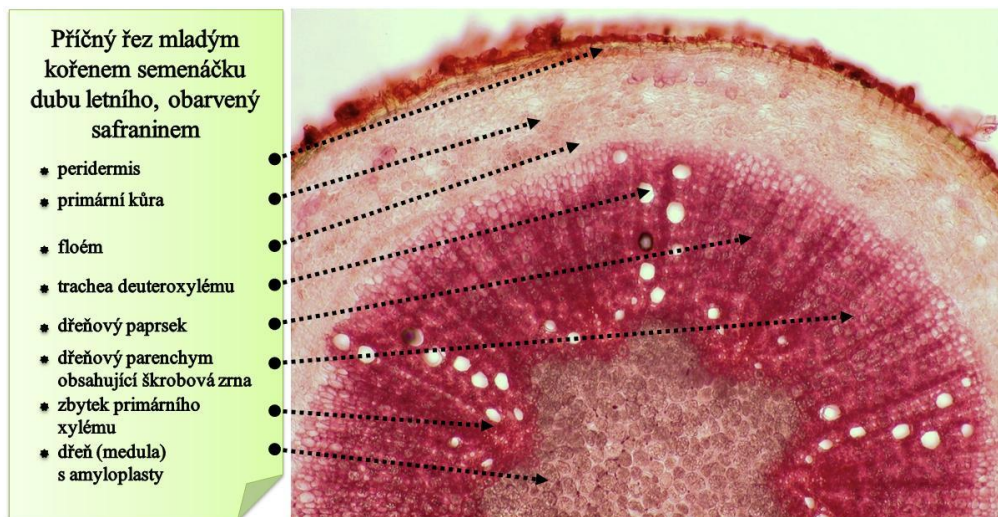


**Obr. 8:** Podélný řez špičkou kořene semenáčku dubu letního (*Quercus robur*).

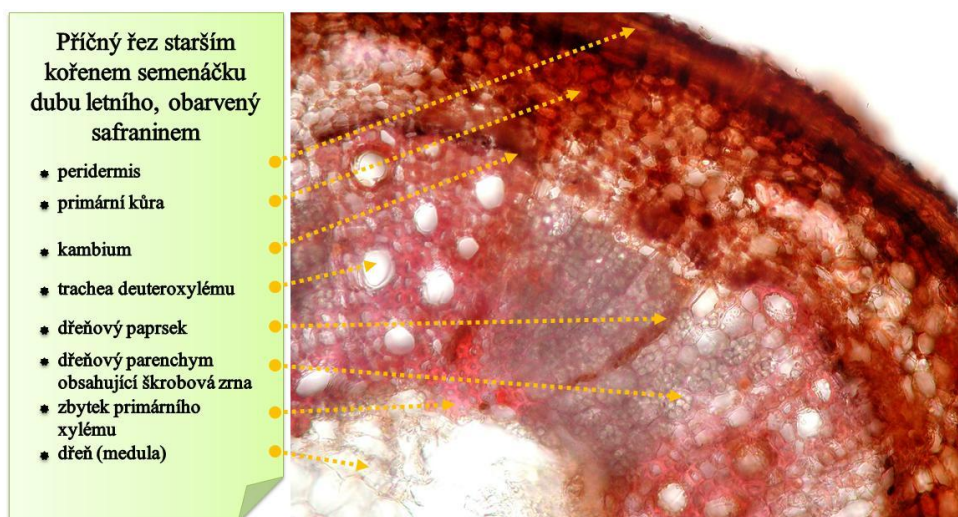
Primární anatomická stavba kořene by se dala rozdělit na jednovrstevnou pokožku kořene, tzv. *rhizodermis* (s četnými kořenovými vlásky), *primární kůru* (cortex), tvořenou z vnější *exodermis*, střední *mezodermis* a vnitřní *endodermis*. Cortex obklopuje *střední válec* (centrální cylindr) s radiálním cévním svazkem tzv. *aktinostélé*.

Sekundární anatomická stavba kořene dubu letního je na povrchu složena z mnohvrstevného krycího pletiva (obr. 9, 10) s korkovými vrstvami, tzv. *peridermis* (druhotná kůra). Na ni navazuje základní pletivo tvořící *primární kůru* (cortex). Otevřený cévní svazek (obr. 9, 10) je zde tvořen *deuterofloém*, který je často zpevněn mechanickým sklerenchymatickým pletivem, vrstvou *kambia* a *deuteroxylém*. Deuteroxylém centripetálním směrem často přechází ve zbytkový *primární xylém* (obr. 9, 10) a dále pak v *medulu* (dřeň) (obr. 9, 10). Mezi cévními svazky, které v sekundární stavbě vytváří *pseudoeustélé*, se nachází hojně vyvinutý *mezisvazkový parenchym* (obr. 9, 10, 11). V jeho buňkách a parenchymatických buňkách dřene se ukládají četné *amyloplasty* (obr. 9, 10, 11), které slouží jako zásobárny škrobu.

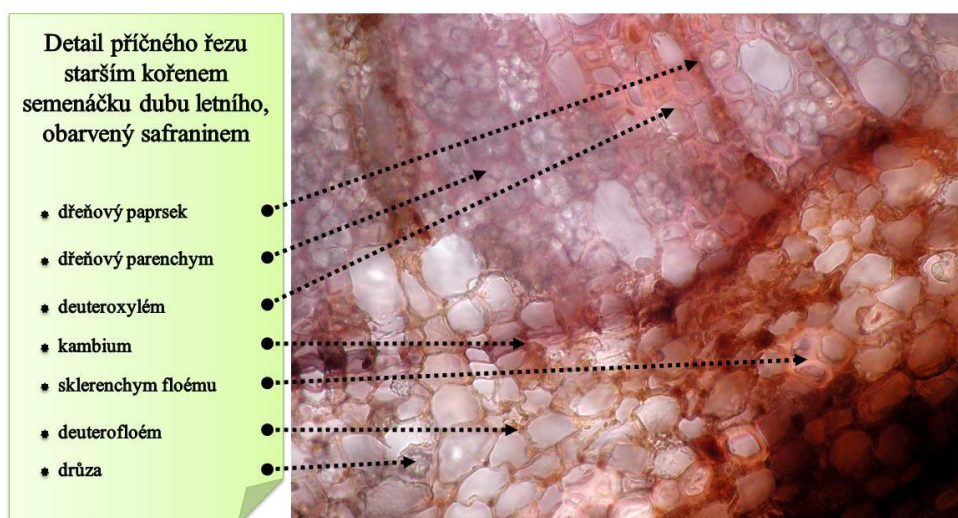




**Obr. 9:** Příčný řez mladým kořenem semenáčku dubu letního (*Quercus robur*).



**Obr. 10:** Příčný řez mladým kořenem semenáčku dubu letního (*Quercus robur*).

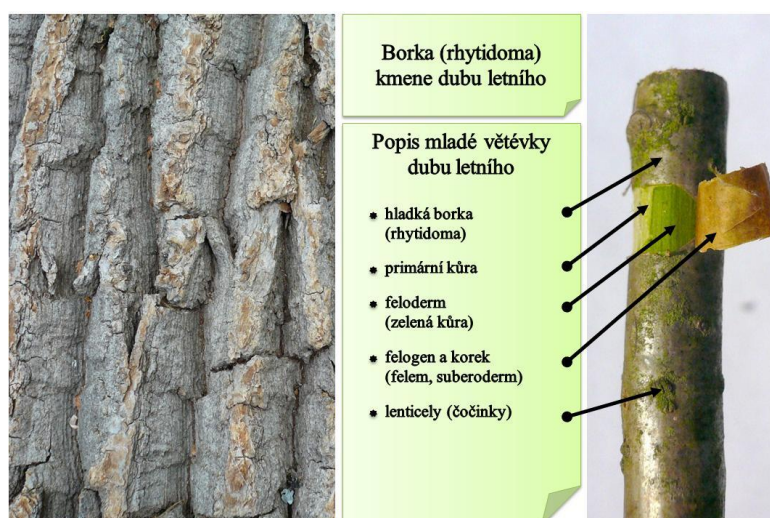


**Obr. 11:** Detail příčného řezu mladým kořenem semenáčku dubu letního (*Quercus robur*).

## 2. Stonek (kmen)

### 2.1 Morfologie stonku (kmene) dubu letního

Kmen dubu letního je válcovitý s hrubě rozpukanou *borkou*, která je hnědošedé až tmavošedé barvy (obr. 12, vlevo). Letorosty dubu letního mají hladkou olivově hnědošedou borku s drobnými okrouhlými *lenticelami* (obr. 12, vpravo). Jejich větvení je *holoblastické* (postranní) a *monopodiální*, charakteristické tím, že vedlejší větve nepřerůstají větev hlavní.



Obr. 12: Borka kmene a popis mladé větévky dubu letního (*Quercus robur*).

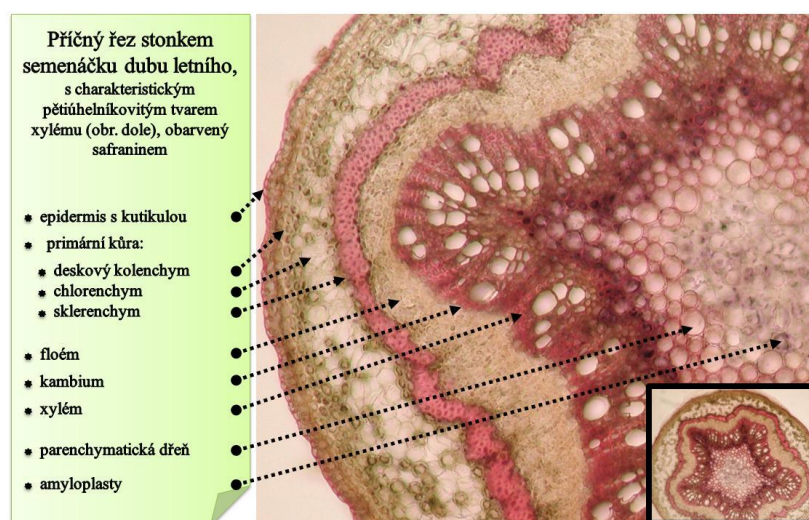
### 2.2 Anatomie stonku (větví) dubu letního

Primární anatomická stavba (obr. 13) mladého stonku (větévky) dubu letního je tvořena ze stejných typů pletiv jako tomu bylo u kořene. Na povrchu stonku je jednovrstevná pokožka, tzv. *epidermis*, ve které se nachází *průduchy* (stomata). Pod ní se nachází několikavrstevná *primární kůra* (cortex), obklopující *centrální cylindr* (střední válec). Ve středním válci se dělením buněk prokambia vyvíjí primární vodivá pletiva, do kruhu upořádané kolaterální cévní svazky, vytvářející *eustélé*.

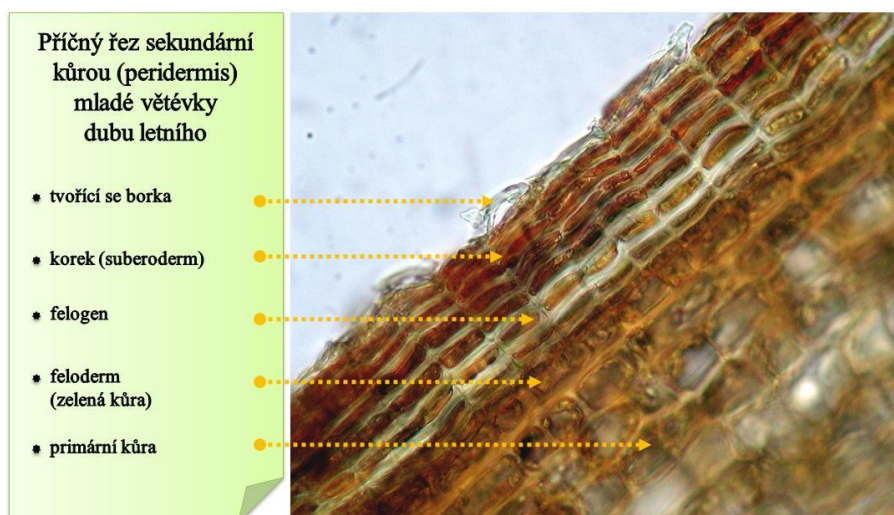
Při druhotném tloušťnutí stonku (větve) dubu letního odumírající *epidermis* nahrazuje *sekundární kůra* (peridermis, periderm) (obr. 14), která vzniká činností sekundárního meristému, *felogenu*. Ten funguje dvoustranně, centrifugálně vznikají vrstvy *korku* (felem, suberoderm) a centripetálně vrstvy *zelené kůry* (feloderm). Suberoderm se u dubu letního zakládá diskontinuálně, tj. tvoří ho překrývající se vrstvy miskovitého tvaru. Peridermis je tedy tvořena ze 3 základních vrstev (obr. 12, 14): felem, felogen a feloderm. V důsledku suberinizace buněčných stěn



odumírají všechna pletiva ležící vně od nejmladší vrstvy felemu a vytváří tak soubor odlupujících se primárních a sekundárních krycích pletiv, *borku* (rhytidomu) (obr. 14, 17). Jelikož peridermis je díky vrstvám korku nepropustná pro plyny a páry, vnitřní pletiva jsou provětrávána za pomoci tzv. *lenticel* (čočinek) (obr. 12, vpravo). Výplň lenticel je totiž tvořena *merenchymem*, jehož četné interceluláry jsou propojeny s intercelulárami dřevných paprsků.

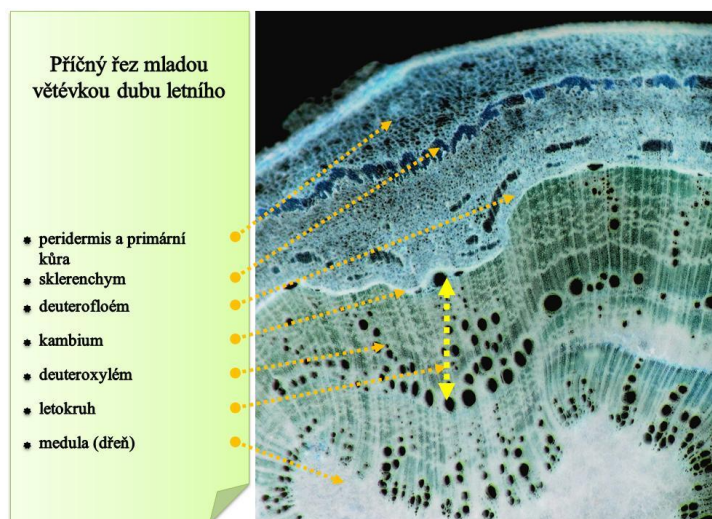


**Obr. 13:** Příčný řez sekundární kůrou mladé větévky dubu letního (*Quercus robur*).

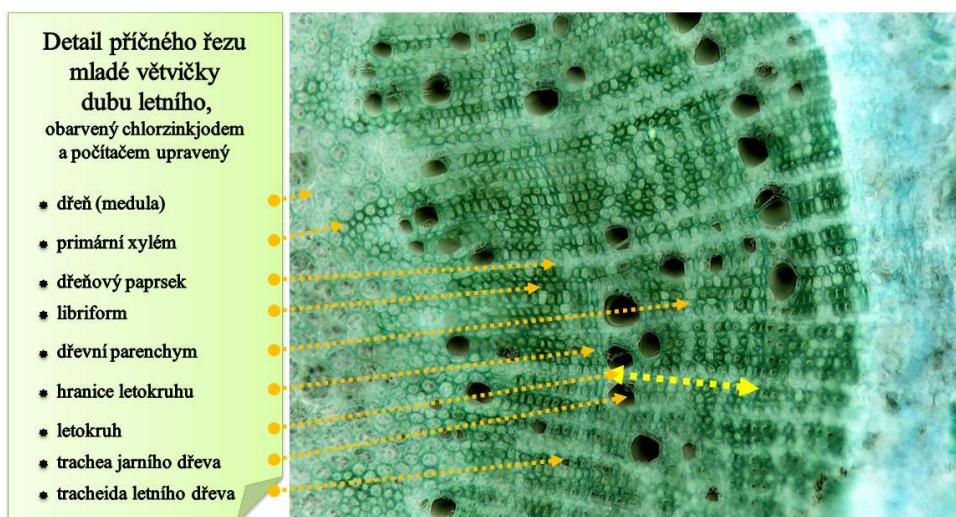


**Obr. 14:** Příčný řez sekundární kůrou mladé větévky dubu letního (*Quercus robur*).

Pod peridermis se stejně jako v sekundární stavbě kořene i u stonku nachází zbytek *primární kůry* (cortex) (obr. 14, 15), jejíž stavba je zpevněna mechanickými pletivy. Činností *kambia* (obr. 15, 16) vzniká centrifugálně *sekundární lýko* (deuterofloém) a centripetálně *sekundární dřev* (deuteroxylém), který se na příčném řezu mladou větévkou vyznačuje charakteristickým pětiúhelníkovitým tvarem (obr. 13, dole).



Obr. 15: Příčný řez dvouletou větvíčkou dubu letního (*Quercus robur*).

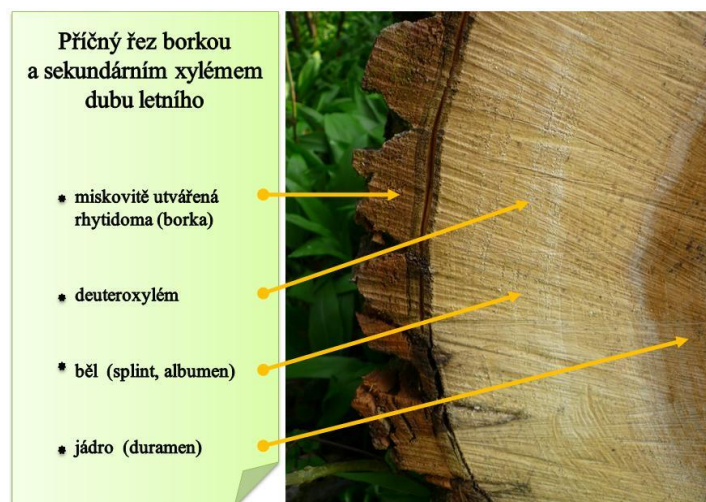


Obr. 16: Detail příčného řezu mladé větvíčky dubu letního (*Quercus robur*).

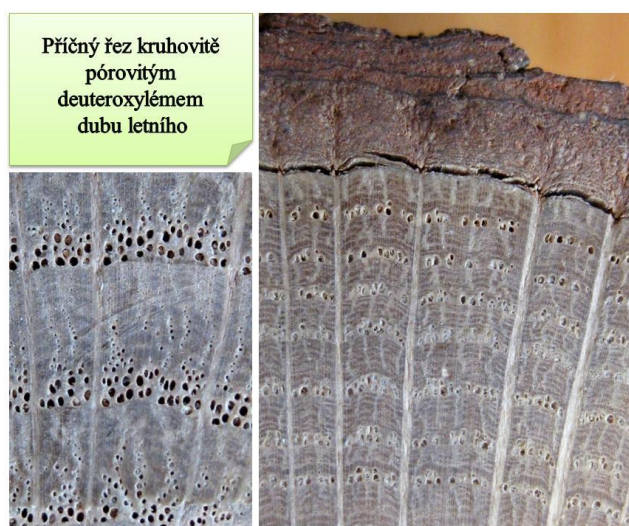
*Heteroxylní kruhovitě pórovité dřevo* (obr. 17) dubu letního s hnědým až červenohnědým *jádrem* (duramen) a poměrně úzkou *bělí* (splint, albumen) se vyznačuje velkými *trachejemi*, které se nachází v jarním dřevě (obr. 16, 19). Jsou viditelné pouhým okem (obr. 18) v nápadném kruhovitém prstenci na příčném řezu kmenem (větví). Naproti tomu v letním dřevě (obr. 16, 19) jsou vodivými elementy jak *tracheje*, které jsou ovšem menšího rozměru než tomu bylo v dřevě jarním, tak dlouze protažené silnostěnné *tracheidy*. Stěny trachejí bývají schodovitě zesílené (obr. 20). Vyskytují se s perforacemi jednoduchými (obr. 21), kde došlo k rozpuštění příčných buněčných stěn i se zachovanými zbytky sekundární buněčné stěny, která vytváří příčné lišty, tzv. *perikladia*. Přírůstek jarního a letního dřeva za vegetační sezónu vytváří pak vytváří *letokruh* (obr. 15, 16, 19). Mikroskopická stavba dřeva



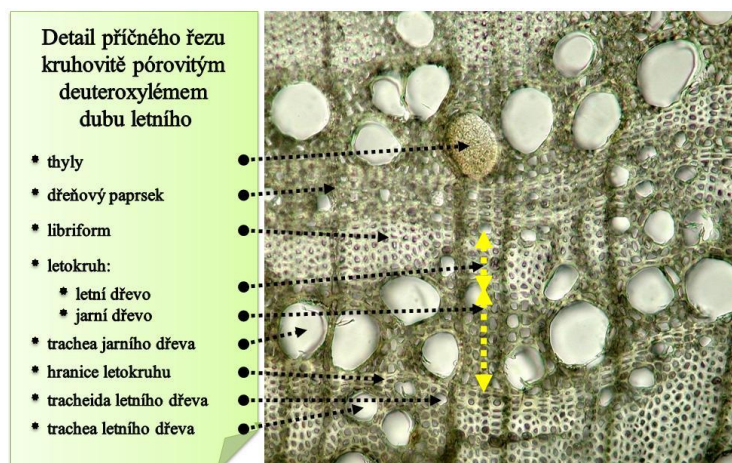
dubu letního (obr. 16, 19) je charakteristická také bohatě zastoupenými tlustostěnnými *libriformními vlákny* a víceřadými širokými *dřeňovými paprsky* (obr. 18).



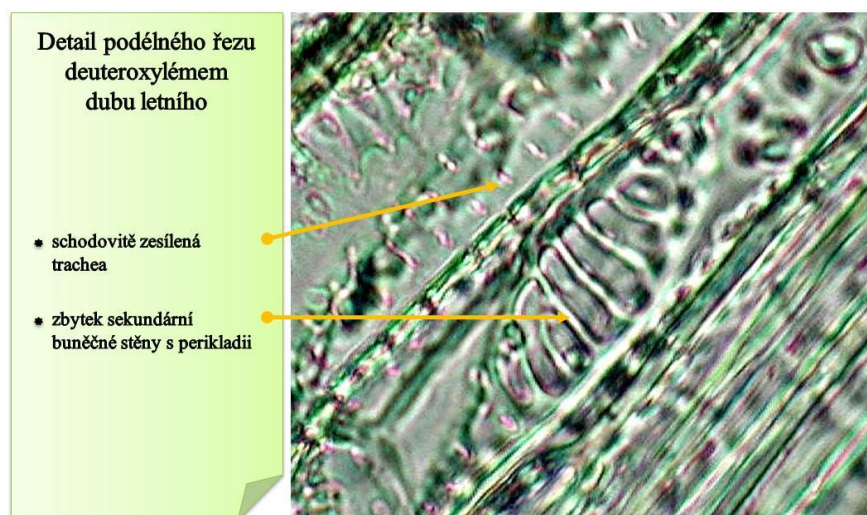
**Obr. 17:** Přičný řez borkou a sekundárním xylémem dubu letního (*Quercus robur*).



**Obr. 18:** Přičný řez kruhovitě pórovitým deuteroxylémem dubu letního (*Quercus robur*) s širokými dřeňovými paprsky, které jsou viditelné pouhým okem.



**Obr. 19:** Detail přičného řezu deuteroxylémem dubu letního (*Quercus robur*).



Obr. 20: Detail podélného řezu deuterokylémem dubu letního (*Quercus robur*).



Obr. 21: Detail podélného řezu deuterokylémem dubu letního (*Quercus robur*).

### 3. List

#### 3.1 Morfologie listu dubu letního

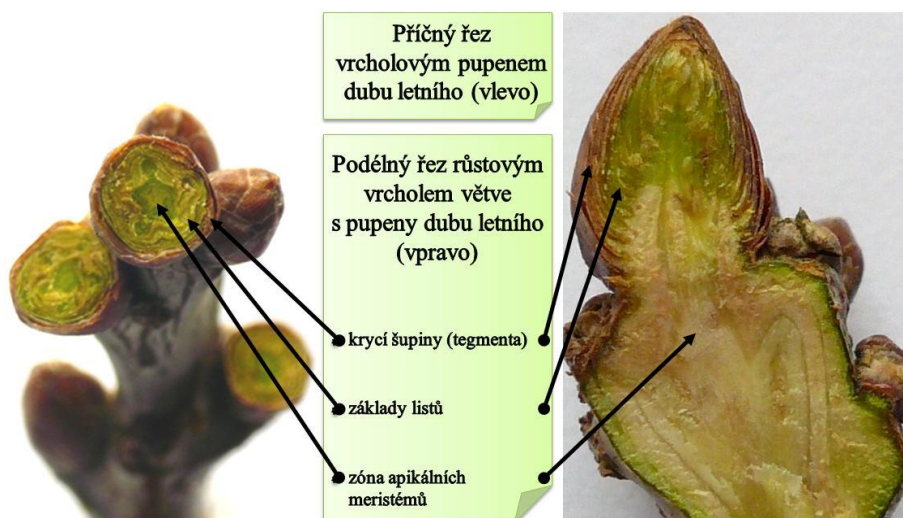
Světle hnědé pupeny (gemmy) na větvích dubu letního jsou vejcovitého tvaru (obr. 22), porostlé *krycími šupinami* (tegmeny) s pýřitými okraji. Velký koncový pupen je obklopen několika postranními pupeny, jejichž postavení na stonku je spirálovité.

Listová *vernace* (složení listu v pupenu) u dubu letního je *složená*, tj. list v pupenu je přeložený podél střední žilky oběma lícními částmi těsně k sobě.

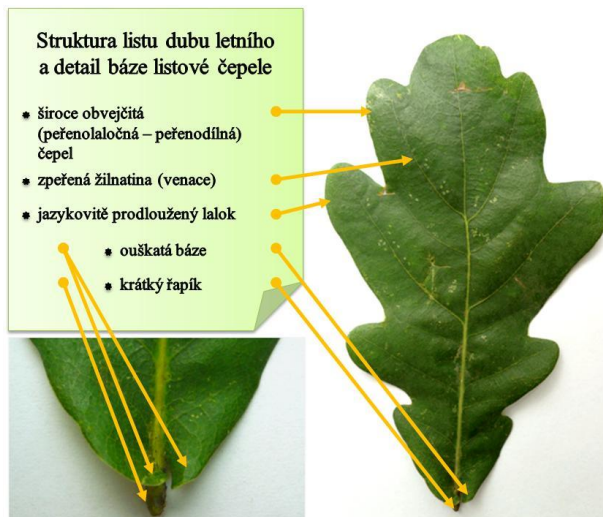
Postavení listů u dubu letního na stonku je *střídavé*. Střídavé listy po sobě vyrůstající však nesvírají divergenční úhel  $180^\circ$ , ale svírají úhel  $144^\circ$  a vytváří tak vzestupnou šroubovici.



Samotné listy (obr. 23) jsou *krátce řapíkaté*, lysé, s čepelí (laminou) široce *obvejčitou*, nepravidelně *peřenolaločnou až peřenodílnou*, na bázi *ouškatou* a se *zaokrouhleným vrcholem*. *Zpeřená žilnatina* (venace) čepel vyběhá do 5 – 6 – (7) párů nepravidelných laloků, z nichž ty nejspodnější jsou malé a okrouhlé, 3. a 4. pár jazykovitě prodloužený a apikální laloky jsou vejčité, široce zaokrouhlené.



**Obr. 22:** Příčný řez vrcholovým pupenem a podélný řez růstovým vrcholem větévky dubu letního (*Quercus robur*).

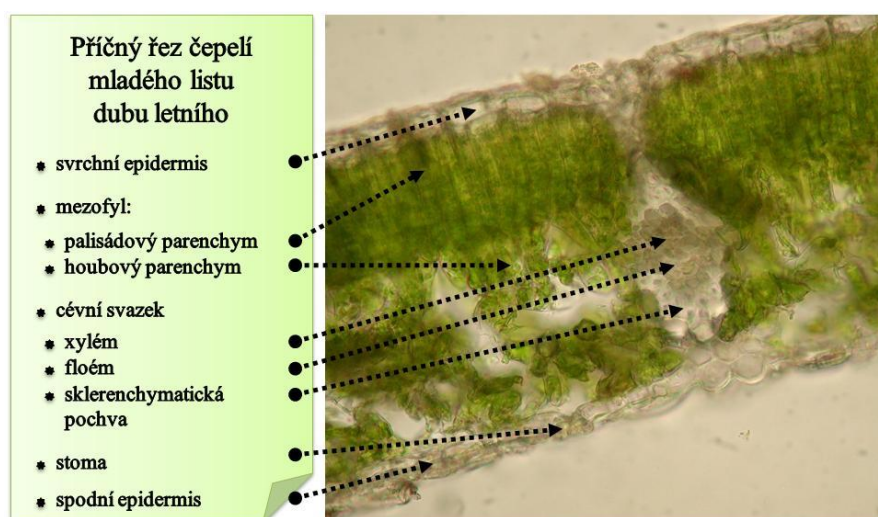


**Obr. 23:** Struktura listu dubu letního (*Quercus robur*) a detail báze listové čepel.

### 3.2 Anatomie listu dubu letního

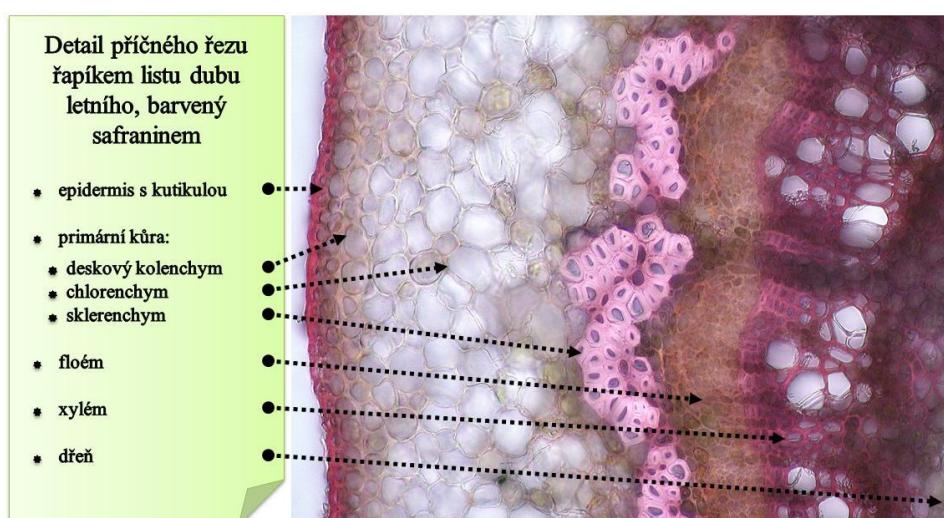
Anatomická stavba listu dubu letního (obr. 24) je tvořena z jednovrstevné *svrchní, spodní epidermis* (obsahující stomata), *mezofylu* a *cévních svazků*. Základní pletivo, *mezofyl* lze rozlišit na *palisádový parenchym*, tvořeným jednou vrstvou buněk válcovitého tvaru (s chloroplasty) orientovaných kolmo k povrchu listu a na *houbový*

*parenchym*, složený z buněk nepravidelného tvaru a četných intercelulár. Cévní svazky, vytvářející v listové čepeli dubu letního listovou žilnatinu (venaci). *Dřevní část cévního svazku* je orientovaná ke svrchní straně listu, *lýková část cévního svazku* ke spodní straně listu a pro zpevnění listu jsou cévní svazky obklopené *sklerenchymatickými pochvami*. List dubu letního lze tedy zařadit podle anatomické stavby mezi list *bifaciální* (dorzoventrální), s rozlišenou abaxiální a adaxiální stranou.



**Obr. 24:** Příčný řez čepelí listu dubu letního (*Quercus robur*).

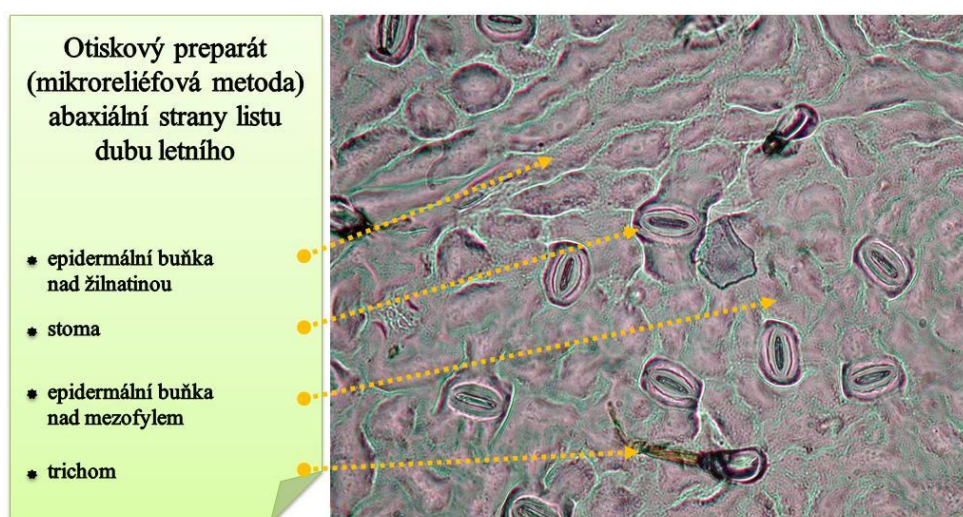
Krátký řapík listu dubu letního je na povrchu krytý jednovrstevnou *epidermis* s *kutikulou* (obr. 25). Pod ní se vytváří *primární kůra* zpevněná mechanickými pletivy (*kolenchym*, *sklerenchym*), ve které je uloženo poměrně velké množství *fytolitů*. Cévní svazek, probíhající řapíkem listu dubu letního je *kolaterálního* typu.



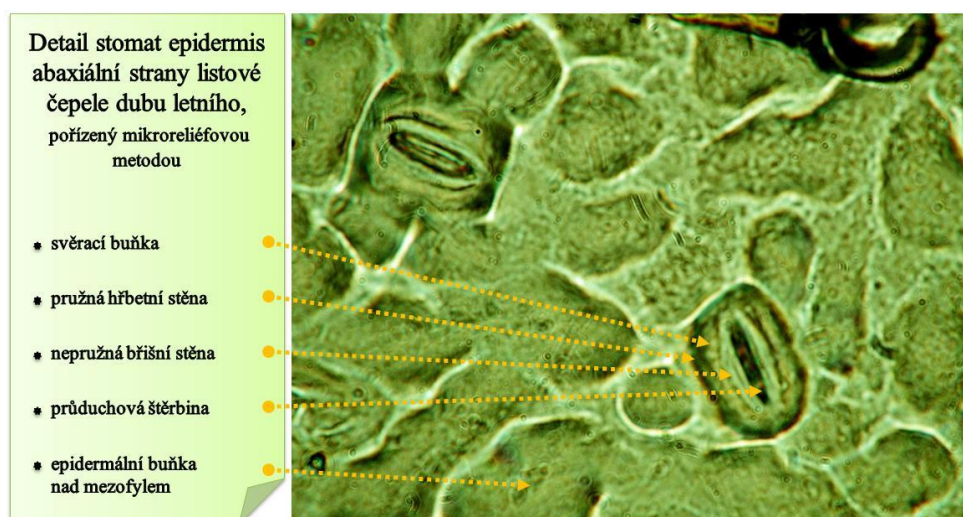
**Obr. 25:** Detail podélného řezu řapíkem listu dubu letního (*Quercus robur*).



Průduchy (stomata) (obr. 26, 27) jsou umístěná na *abaxiální* straně listu dubu letního (*hypostomatický* typ listu), jsou *faneroporní* (stomata leží ve stejné rovině s epidermis) a *anomocytická* (epidermální buňky obklopující stomata se neliší od ostatních buněk epidermis). Stoma (obr. 27) tvoří dvě *svěrací buňky* (*cellulae claudentes*), které otevírají a uzavírají *průduchovou štěrbinu* (*porus stomatalis*), čímž zajišťují výměnu plynů mezi ovzduším a mezofylem listu a stomatární transpiraci.



Obr. 26: Otiskový preparát abaxiální strany listu dubu letního (*Quercus robur*).

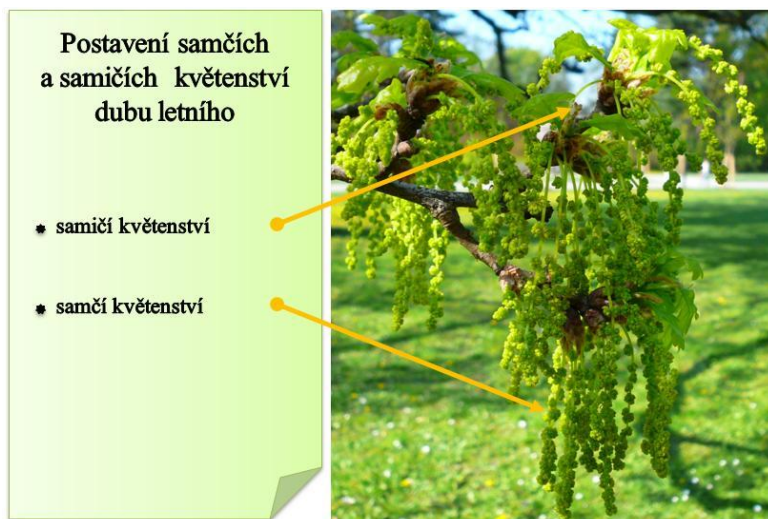


Obr. 27: Detail stomat epidermis abaxiální strany listové čepele dubu letního (*Quercus robur*).

## 4. Anatomie a morfologie generativních orgánů dubu letního

Dub letní je jednodomou dřevinou, která začíná kvést od koncem dubna až do května. Spolu s rašícími listy vyrůstají z pupenů také samčí a samičí květenství.

V samčí *jehnědovitém* květenství (obr. 28, 29) sedí každý prašnický květ za podpůrným listenem a je tvořen z 5 – 8 čárkovitě kopinatých brvitých cípů *okvětí* a 6 – 8 *tyčinek*. V každém prašném pouzdře pak dozrávají *trizonokolpátní* pylová zrna (obr. 29, vlevo), která jsou na bliznu pestíkových květenství přenášena za pomoci větru (*anemogamie*).



**Obr. 28:** Postavení samčích a samičích květenství dubu letního (*Quercus robur*).

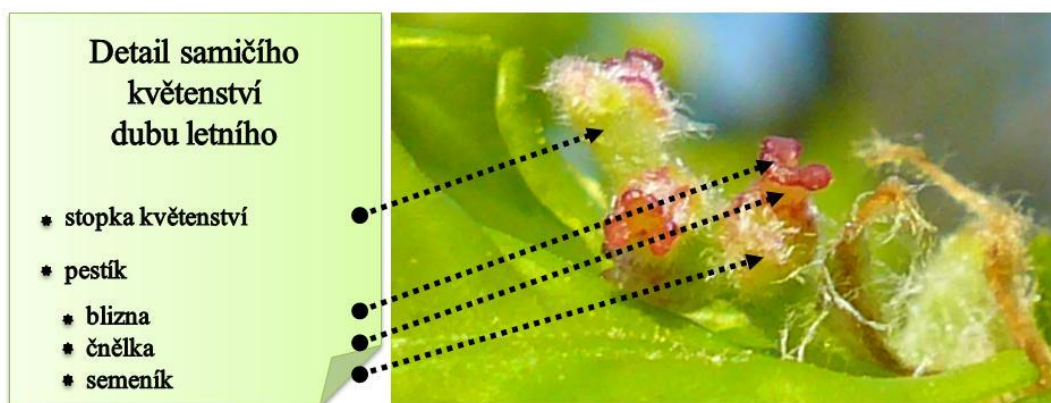


**Obr. 29:** Detail podélného řezu deuteroylémem dubu letního (*Quercus robur*).

Základním typem pestíkových květenství u čeledi bukotvarých byl *trojkvětý vidlan*, který se zachoval pouze u kaštanovníku (*Castanea*), postupně došlo k jeho redukci. U buku lesního (*Fagus sylvatica*) se vyvinuly pouze 2 květy a k největší redukci došlo u dubu letního (*Quercus robur*), kde každý pestíkový květ v samičím květenství představuje vlastně jediný vyvinutý květ z původně trojkvětého vidlanu. Pestíkové květenství vytváří *řídský chudoklas*. Jednotlivý květ (obr. 30) je tvořen z 5 – 7 laločného *okvětí* a *pestíku*. Pestík se skládá ze 3 *čnělek* přitisklých k sobě, velké karmínové *blizny* a svrchního semeníku. Gyneceum je *cenokarpické*,

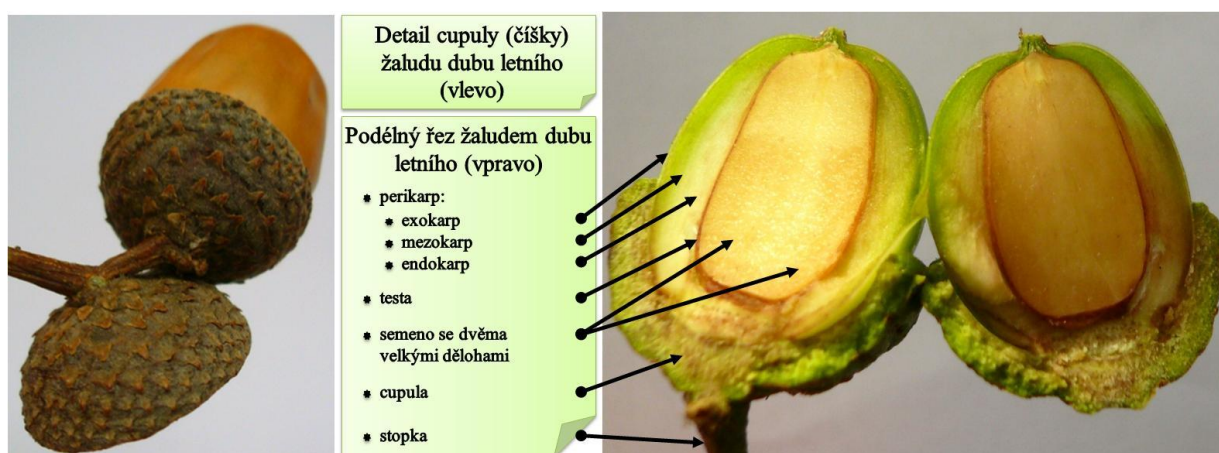


*synkarpické, trimerické s axilární placentací*. Vajíčka, která vyrůstají po dvou ve vnitřních koutech 3 pouzdrého semeníku jsou *bitegmická* a *ananropická*.



**Obr. 30:** Detail podélného řezu deuteroxylémem dubu letního (*Quercus robur*).

Plod dubu letního patří mezi *jednosemenný, cenokarpický, suchý, nepukavý* plod, který nazýváme *nažka* (žalud). Srůstem listenců postranních květů redukovaného vidlanu (původně trojvětého) vzniká miskovitý útvar, *číška* (cupula). Tenkostěnná číška dubu letního (obr. 31) má *šupiny těsně přitisklé*, ploché, šedavě pýřité se srostlými okraji. Špičky šupin jsou volné a zbarvené dohněda. Žaludy dubu letního (obr. 31, vlevo) jsou podlouhle *elipsoidního tvaru*, umístěny většinou po 2 – 3 na dlouhé stopce. Uvnitř žaludu (obr. 31, vpravo) se nachází dvě *velké dělohy*, naplněné zásobními látkami a obalené hnědým *osemením* a *kožovitým oplodím*.



**Obr. 31:** Detail podélného řezu deuteroxylémem dubu letního (*Quercus robur*).

## II. Didaktická část

### 1. Pracovní sešit a výukové CD

Jedním z cílů mé diplomové práce bylo vytvořit pracovní sešit a výukové CD. V následujících kapitolách jsem pracovní sešit (viz příloha č. 3 Praktická cvičení z anatomie a morfologie dubu letního) a výukové CD (viz příložené CD) rozpracovala po didaktické stránce.

#### 1.1 Zařazení výukového materiálu do RVP a využití mezipředmětových vztahů

V rámci RVP lze tento výukový materiál zařadit do vzdělávací oblasti Člověk a příroda, vzdělávací obor biologie. Pracovní sešit i výukové CD jsou vytvořeny tak, aby v nich byly využity i mezipředmětové vztahy, jež žákům ujasňují chápání souvislostí a vztahů mezi jednotlivými poznatky.

Při seznámení studentů s poznatky o původu a rozšíření dubu letního v ČR i ve světě může být využito mezipředmětového vztahu s geografii, zatímco kapitola o historii dubu letního nebo dendrochronologii se dá vhodně propojit se humanitním vzdělávacím oborem dějepis, který v rámci RVP patří do vzdělávací oblasti Člověk a společnost.

Mezipředmětový vztah k fyzice můžeme uplatnit při výkladu vodního režimu nebo fyzikálních vlastností dřeva dubu letního (tvrdost, pružnost, měrná hmotnost, štípatelnost, trvanlivost, aj.).

Ve školní praxi mnohdy opomíjeným je mezipředmětový vztah k matematice, která je zařazena do vzdělávací oblasti Matematika a její aplikace. V pracovním sešitě je tento mezipředmětový vztah uplatněn při výpočtu divergenčního úhlu<sup>10</sup>, který charakterizuje vzájemné postavení listů na stonku (větvi) dubu letního a také při výpočtu plochy listu dubu letního<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> viz. příloha: kap. II.3 List, Téma: Morfologie listu dubu letního, 3. Úkol: Střídavé postavení listů na stonku (větvi) dubu letního.

<sup>11</sup> viz. příloha: kap. II.3 List, Téma: Morfologie listu dubu letního, 4. Úkol: Stanovení plochy listu dubu letního.



Mezipředmětový vztah k chemii můžeme uplatnit při probírání fotosyntézy a dýchání u rostlin. Průběh fotosyntézy u dubu letního si mohou studenti ověřit v rámci praktických úkolů zaměřených na důkaz vzniku škrobu v listech<sup>12</sup> a zjišťování významu průduchů<sup>13</sup>.

## 1.2 Didaktické zásady

I když pojetí didaktických zásad se neustále mění a vyvíjí, při tvorbě výukového CD i pracovního sešitu jsem se snažila respektovat následující nejvýznamnější didaktické zásady, které uvádí Vinter (2009) ve své Příručce pro začínající učitele:

- ⌘ *zásada vědeckosti,*
- ⌘ *zásada přiměřenosti a srozumitelnosti,*
- ⌘ *zásada názornosti,*
- ⌘ *zásada soustavnosti a posloupnosti,*
- ⌘ *zásada trvalosti,*
- ⌘ *zásada spojení školy se životem a spojení teorie s praxí,*
- ⌘ *zásada individuálního přístupu k žákům,*
- ⌘ *zásada respektování mezipředmětových vztahů,*
- ⌘ *zásada hygieny a bezpečnosti výuky.*

## 1.3 Motivace

Motivace tvoří jednu z důležitých podmínek pro proces učení. Jinými slovy můžeme říci, že se jedná o souhrn činitelů, které podněcují, směřují a udržují aktivitu člověka, jsou vnitřní hybnou silou činnosti člověka. (Urbanovská, 2006)

Pracovní sešit i výukové CD jsem koncipovala tak, aby probíraná látka byla pro studenty co nejpřitažlivější. Proto je výukové CD doplněné o mnoho mikroskopických fotografií, schematických obrázků a animací, jež mají vést nejen k větší názornosti probíraného učiva, ale také k větší motivaci studentů. Motivace studentů pro určitou činnost se zvyšuje i v případě, kdy mají možnost pracovat ve skupině s ostatními. Učitel tak může v rámci zopakování probraného učiva rozdělit

---

<sup>12</sup> viz příloha: kap. II.3 List, Téma: Fotosyntéza u dubu letního, 1. Úkol: důkaz vzniku škrobu v listech při fotosyntéze (SACHSOVA ZKOUŠKA)

<sup>13</sup> viz příloha: kap. II.3 List, Téma: Fotosyntéza u dubu letního, 2. Úkol: Význam průduchů listů dubu letního pro fotosyntézu

třídu do několika skupin a jednotlivým skupinám zadat pár otázek k zodpovězení. Pro tento účel na konci každé kapitoly ve výukovém CD následuje několik otázek určených pro opakování, ale i rozšíření probraného učiva.

Při vypracovávání jednotlivých úkolů v pracovním sešitě se pak studenti učí nejen vyhledávat, uspořádat a prezentovat informace z různých zdrojů, ale také aplikovat teoretické poznatky (získané v hodině základního typu) při řešení praktických úkolů, využívat při řešení úkolů poznatků i z dalších oborů (viz kap. 1.1 Zařazení výuk. materiálu do RVP a využití mezipř. vztahů), pracovat s určovacími klíči, spolupracovat ve vytvořených skupinách, aktivně se zapojovat do vedených diskuzí a tím práci na zadaných úkolech činit příjemnější, zajímavější a zábavnější.

Jako modelovou rostlinu (dřevinu) jsem si vybrala dub letní (*Quercus robur*), který splňuje požadavky kladené na didaktický typ. Představuje velice známou, na území ČR hojně zastoupenou a poměrně snadno preparovatelnou dřevinu, která je v mnoha směrech typickým představitelem dvouděložných listnatých dřevin. Jelikož je dub letní dřevina, která je na mnoha místech díky své dlouhověkosti prohlášena za přírodní i historickou památku a má i široké hospodářské využití, myslím, že může být pro studenty velmi zajímavé, dozvědět se o ní více informací.

## 1.4 Konstruktivismus

V současné době, v souvislosti se zavedením kurikulární reformy, probíhá snaha o inovaci pojetí učení, učiva i vyučování a to prostřednictvím proudu, který se nazývá konstruktivismus. (Kalhous, Obst, 2009)

Konstruktivismus vnímá žáka jako aktivního tvůrce a samostatně myslící bytost, která si konstruuje vlastní poznávání na základě svých předchozích zkušeností (prekonceptů) svým osobitým způsobem. Učitelé jsou zde pouhými rádci, pomocníky (facilitátory), kteří pomáhají žákům s nalézáním informací, nabízí jim možnost práce s mnoha zdroji, kontrolují jejich činnost, směřují je k danému cíli a zároveň respektují jejich individuální rozdíly. Učení je v konstruktivismu pojímáno jako přirozená a v podstatě nepřetržitá aktivita žáků, při které není kladen důraz na pouhé zapamatování faktů (memorování), ale hlavně na jejich aktivní porozumění. Výsledkem výuky není pouze znalost, ale také schopnost k ní dospět a obhájit ji vůči kontroverzním poznatkům, případně svou znalost pod tlakem silnějších argumentů revidovat. (Nezvalová a kol., 2010)

Pracovní sešit i výukové CD jsou sestaveny takovým způsobem, aby mohly být využity i konstruktivistické hodině. Výukový materiál je přehledně zpracovaný,

jednotlivá témata na sebe logicky navazují a vzájemně se doplňují. Ke každému tématu je vytvořeno několik praktických a teoretických úloh, na kterých mohou studenti pracovat v rámci skupinové výuky nebo samostatné práce, kdy učitelé jsou pouhými pozorovateli a studenti samostatně aktivně a tvořivě pracují. Řešení jednotlivých úloh mohou probírána také při řízené diskuzi se studenty. Ke každému úkolu je protokol již vytvořen, jen bych doporučila, aby si studenti spolu s učitelem v první hodině praktických cvičení stanovili pravidla a stupnici pro hodnocení splněných protokolů.

## 2. Didaktický test

Pojem didaktický test není v odborné literatuře přesně definován. Byčkovský (1982) definuje didaktický test jako „nástroj systematického zjišťování (měření) výsledků výuky“. Většina autorů se však shoduje, že se jedná o zkoušku, jejíž cílem je objektivně určit úroveň zvládnutí učiva u určité skupiny osob. Na rozdíl od běžné zkoušky se didaktický test liší tím, že je navržen, ověřen, hodnocen a interpretován podle určitých, předem stanovených pravidel. (Kalhous a Obst, 2009)

### 2.1 Druhy didaktických testů

V pedagogické praxi existuje velké množství didaktických testů různé kvality a různého druhu (tab. 1). Jednotlivé typy didaktických testů se od sebe liší jednak svými specifickými vlastnostmi a také charakterem informací, které nám poskytují. Jednu z možných klasifikací didaktických testů navrhl Byčkovský (1982):

**Tab. 1:** Druhy didaktických testů podle Byčkovského (1982).

KLASIFIKAČNÍ HLEDISKO	DRUHY TESTŮ		
měřená charakteristika	rychlosti		úrovně
dokonalost přípravy testu a jeho příslušenství	standardizované	kvazistandardizované	nestandardizované
povaha činnosti testovaného	kognitivní		psychomotorické
míra specifičnosti učení zjišťovaného testem	výsledků výuky		studijních předpokladů
interpretace výkonu	rozlišující (relativního výkonu)		ověřující (absolutního výkonu)
časové zařazení do výuky	vstupní	průběžné (formativní)	výstupní
tematický rozsah	monotematické		polytematické (souhrnné)
míra objektivity skórování	objektivně skórovatelné	kvaziobjektivně skórovatelné	subjektivně skórovatelné

## 2.2 Vlastnosti didaktického testu

Mezi základní vlastnosti dobrého didaktického testu patří validita (platnost), reliabilita, objektivita a srovnatelnost, senzibilita (citlivost) a praktičnost.

Validita didaktického testu vyjadřuje stupeň přesnosti, se kterým test měří hodnocené vědomosti nebo dovednosti. Test je považován za validní, pokud ověřuje právě ty znalosti a dovednosti, pro které byl zkonstruován. Aby didaktický test byl dostatečně validní, musí mít vysokou reliabilitu. (Vinter, 2009)

Reliabilitou didaktického testu označujeme míru přesnosti a spolehlivosti testu. K posouzení míry reliability testu slouží koeficient reliability, který nabývá hodnot od 0 (pro případ naprosté nespolehlivosti a nepřesnosti) až po hodnoty blízké 1 (pro případ dokonalé spolehlivosti a přesnosti didaktického testu). (Chráska, 1999)

Pokud je didaktický test správně konstruovaný, umožňuje nám poskytnout objektivní, a tudíž i srovnatelné výsledky, které vychází ze znalostí a dovedností jednotlivých studentů.

Citlivost didaktického testu nám pak vypovídá o schopnosti testu rozlišovat mezi studenty s různým stupněm znalostí a dovedností. (Vinter, 2009)

Poslední výše zmíněnou vlastností didaktického testu je jeho dostatečná praktičnost, která vychází z požadavků na jeho jednoduché použití a zároveň snadnou a rychlou opravu výsledků a to ve srovnání s jinými způsoby zkoušení. (Chráska, 1999)

## 2.3 Plánování a konstrukce didaktického testu

Didaktický test, který jsem v rámci své diplomové práce vytvořila (viz příloha), by se dal kategorizovat jako test nestandardizovaný a kognitivní.

Během plánování didaktického testu jsem se zaměřila nejprve na stanovení cíle a tematického obsahu didaktického testu. Následně v rámci konstrukce testu jsem určila typ (tab. 2) a počet testových úloh, s ohledem na reliabilitu testu, která vzrůstá se zvětšujícím se počtem úloh (minimální použitelná hranice je zhruba 10 úloh) použitých v didaktickém testu. Posledním krokem při konstruování didaktického testu bylo stanovení časové náročnosti testu a sestavení testového archu, do něhož budou studenti zapisovat řešení jednotlivých úloh. (Chráska, 2003)

Cílem vytvořeného didaktického testu bylo ověřit, do jaké míry dokážou studenti využít své teoretické znalosti z botaniky a aplikovat je na dub letní, jako na zástupce dvouděložných listnatých dřevin. Aby vytvořený didaktický test byl

dostatečně reliabilní, ale zároveň odpovídal požadavku snadné použitelnosti a praktičnosti, sestavila jsem didaktický test z 15 testových uzavřených úloh s výběrem odpovědí (multiple – choice), na jejichž vypracování měli studenti 20 minut.

**Tab. 2:** Klasifikace testových úloh podle Byčkovského (1982).

<b>testové úlohy:</b>		<b>výhody:</b>	<b>nevýhody:</b>
<b>UZAVŘENÉ</b> (studenti odpověď netvoří, vybírá si z předložených možností)	<b>s výběrem odpovědí</b> (nabídka několika odpovědí, z nichž je jedna správná, nejpřesnější nebo nesprávná odpověď popř. je několik správných odpovědí tj. vícenásobné odpovědi)	- ověření znalosti izolovaných fakt - rychlé vyhodnocení - malá možnost odhadnutí správné odpovědi	- obtížnější konstrukce - časová náročnost
	<b>dichotomické</b> (nabídka 2 možných odpovědí, z nichž pouze 1 je správná)	- velmi snadná konstrukce - časová úspornost	- vysoká pravděpodobnost uhádnutí správně odpovědi
	<b>přiřazovací</b> (výběr a přiřazení pojmů podle stanovených kritérií)	- testují chápání jevů ve vzájemných souvislostech - snadné opravování	- časová náročnost - riziko 2 různých správných řešení
	<b>uspořádací</b> (řazení údajů, dat, jednoduchých tvrzení podle stanovených kritérií)	- testují chápání jevů ve vzájemných souvislostech - velmi snadno se obměňují	- problém se skórováním nesprávných odpovědí
<b>OTEVŘENÉ</b> (student odpověď vytváří sám)	<b>s širokou odpovědí (esej testy)</b> (studenti tvoří rozsáhlejší odpověď)	- ověřují komplexní vědomosti nebo dovednosti - snadná konstrukce	- problém objektivního skórování
	<b>se stručnou odpovědí (produkční a doplňovací)</b> (studenti tvoří krátkou odpověď)	- snadná konstrukce - neumožňují tipování odpovědí	- problém objektivního skórování

## 2.4 Charakteristika výzkumného vzorku

Didaktický test zaměřený na dub letní vyplňovaly dvě třídy studentů třetího ročníku gymnázia Zábřeh v rámci biologického semináře. Didaktický test měl k dispozici každý student. Didaktické testy byly předávány k vyplnění pouze osobně, takže bylo možné reagovat na případné dotazy studentů. Na vyplnění didaktického testu měli studenti 20 minut. Celkem tak didaktický test vyplnilo 50 studentů. Po ukončení didaktického testu proběhlo jeho vyhodnocení a obeznámení studentů

se správným řešením. Následné statistické zpracování výsledků didaktického testu jsem prováděla v programu Microsoft Office Excel 2007.

## 2.5 Ověřování didaktického testu

Při ověřování vlastností vytvořeného didaktického testu jsem se nejprve zaměřila na analýzu vlastností jednotlivých testových úloh, neboť na jejich kvalitě závisí kvalita testu jako celku.

### 2.5.1 Obtížnost testových úloh

Při analyzování obtížnosti jednotlivých testových úloh se vypočítává *hodnota obtížnosti Q* nebo *index obtížnosti P*.

Hodnota obtížnosti  $Q$  udává procentuální vyjádření z celkového počtu testovaných studentů, kteří danou úlohu řešili chybně nebo ji vynechali. Pro výpočet hodnoty obtížnosti platí vztah:

$$Q = 100 \frac{n_n}{n} \quad (1)$$

kde  $n_n$  je počet testovaných studentů, kteří v dané úloze odpověděli nesprávně nebo ji úplně vynechali a  $n$  udává celkový počet testovaných studentů. (Chráska, 1999)

Index obtížnosti  $P$  naopak vyjadřuje procentuální vyjádření z celkového počtu testovaných studentů, kteří danou úlohu řešili správně a je vyjádřen vztahem

$$P = 100 - Q \quad (2)$$

Koníček a kol. (2007) uvádí, že úlohy s hodnotou obtížnosti  $Q$  menší než 20 jsou považovány za příliš snadné a naopak za velmi obtížné se pokládají úlohy dosahující hodnotu obtížnosti větší než 80. Nejvhodnější vlastnosti pak mají testové úlohy s hodnotou obtížnosti kolem 50.

V případě ověřovaného didaktického testu jsem hodnotu a index obtížnosti každé testové úlohy vypočítala pomocí výše uvedených vzorců (1) a (2) a to pro celý vzorek testovaných studentů (tj.  $n = 50$ ). Z níže uvedené tabulky (tab. 3) lze vyčíst, že vypočítané hodnoty obtížnosti se pohybují v rozmezí od 12 (nejsnadnější úloha č. 1) do 72 (nejobtížnější úlohy č. 9 a 15). Podle terminologie, kterou používá Koníček a kol. (2007) můžeme konstatovat, že žádná z testových úloh není

pro testované studenty velmi obtížná a pouze úlohu č. 1 bychom mohli z pohledu testovaných studentů označit za úlohu příliš snadnou.

**Tab. 3:** Hodnoty obtížnosti a indexy obtížnosti jednotlivých testových úloh didaktického testu zaměřeného na dub letní.

<i>úloha č.</i>	<i>n<sub>n</sub></i>	<i>Q (%)</i>	<i>P (%)</i>
1	6	12	88
2	19	38	62
3	26	52	48
4	26	52	48
5	19	38	62
6	11	22	78
7	33	66	34
8	16	32	68
9	36	72	28
10	26	52	48
11	21	42	58
12	27	54	46
13	18	36	64
14	33	66	34
15	36	72	28

### 2.5.2 Citlivost testových úloh

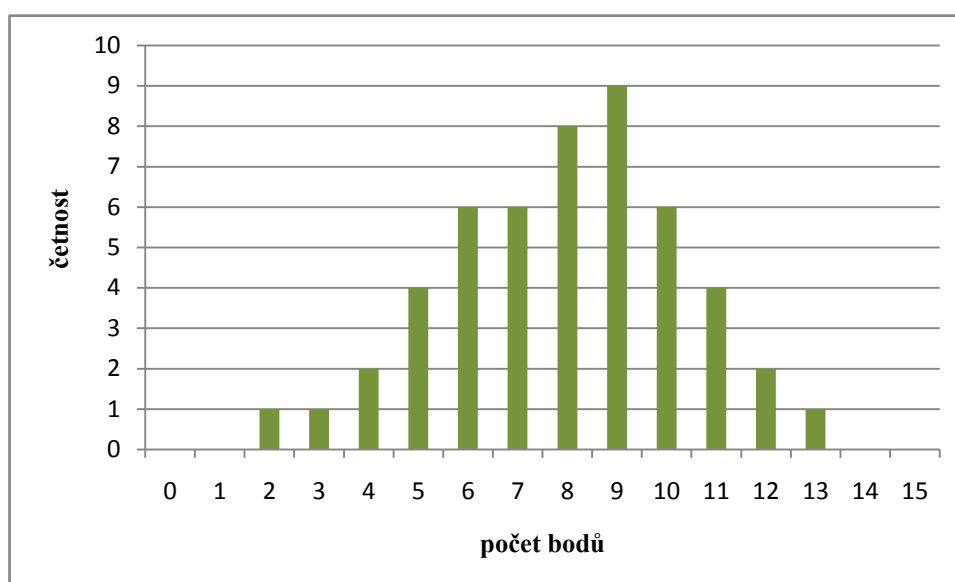
Citlivost testové úlohy lze jednoduše popsat jako schopnost úlohy rozlišit mezi výkonnostně horšími a lepšími respondenty. Jinak řečeno testová úloha je citlivá tehdy, jestliže testovaní, kteří dosáhli celkově lepšího skóre v didaktickém testu, vykazují také vyšší úspěšnost při řešení dané testové úlohy. Naopak testovaní, jež dosáhli celkově horšího skóre, by měli mít při řešení dané úlohy také nižší úspěšnost. Proto je také často citlivost testových úloh označována jako rozlišovací nebo diskriminační hodnota. (Kalhous a Obst, 2009)

Koeficient citlivosti úloh lze vypočítat pomocí různých metod, např. určením:

1. koeficientu citlivosti ULI,
2. tetrachorického koeficientu,
3. bodově biserálního koeficientu citlivosti.

Všechny výše uvedené koeficienty mohou nabývat hodnot od -1 přes 0 do +1, přičemž platí, že čím vyšší hodnotu koeficient nabývá, tím lepší má zkoumaná úloha rozlišovací schopnost. Pokud koeficient dosahuje hodnoty 0, znamená to, že úloha vůbec nerozlišuje mezi vědomostmi studentů. Záporná hodnota koeficientu ukazuje, že úloha zvýhodňuje spíše studenty s horšími vědomostmi a naopak kladná hodnota koeficientu vypovídá o zvýhodňování studentů s lepšími vědomostmi. (Chráška, 2003)

Před samotným výpočtem výše zmíněných koeficientů citlivosti jednotlivých testových úloh ověřovaného didaktického testu jsem si rozdělila seřazený vzorek testovaných studentů podle celkového počtu dosažených bodů (obr. 32) na dvě poloviny, horní, tvořenou ze skupiny studentů, kteří v celkově lepších výsledků (L) a dolní, tvořené ze skupiny studentů, kteří dosáhli celkově horších výsledků (H).



**Obr. 32:** Histogram četností počtu bodů dosažených v didaktickém testu zaměřeného na dub letní z celkem 50 – ti testovaných.

### **1. Koeficient citlivosti ULI**

Koeficient citlivosti ULI (upper-lower-index) představuje nejjednodušší ukazatel citlivosti testových úloh, který vychází z rozdílu mezi obtížností testové úlohy ve skupině prospěchově lepších a horších studentů. Tento koeficient je vyjádřen vztahem:

$$d = \frac{n_L - n_H}{0,5 N} \quad (3)$$



kde  $d$  vyjadřuje velikost koeficientu ULI,  $n_L$  je počet studentů z lepší skupiny (L), kteří danou úlohu řešili správně,  $n_H$  představuje počet studentů z horší skupiny (H), kteří danou úlohu řešili správně a  $N$  udává celkový počet testovaných studentů. (Koníček a kol., 2007)

Dostatečná citlivost testové úlohy je však závislá nejen na číselné hodnotě koeficientu citlivosti, ale také na obtížnosti dané úlohy. Pro úlohy s hodnotou obtížnosti  $Q$  v intervalu 30 – 70 je požadovaná hodnota  $d \geq 0,25$  a u úloh s hodnotou obtížnosti v intervalu 20 – 30 nebo 70 – 80 je požadovaná hodnota  $d \geq 0,15$ . (Chráška, 1999)

Koeficienty citlivosti ULI, vypočítané pro všechny úlohy ověřovaného didaktického testu podle výše uvedeného vzorce (3) uvádí tab. 4. V níže uvedené tabulce je pro snadnou interpretaci hodnot koeficientu citlivosti ULI doplněn sloupec, který uvádí již dříve vypočítané hodnoty obtížnosti jednotlivých úloh  $Q$  (tab. 3). Vypočítané hodnoty koeficientu ULI, jak je z tab. 4 patrné, vypovídají u většiny testových úloh o jejich dostatečné citlivosti. Pouze u šesti úloh (č. 2, 3, 4, 7, 8 a 11), které jsou označeny hvězdičkou, jsou tyto hodnoty nepříjemně nízké.

**Tab. 4:** Koeficient citlivosti ULI pro jednotlivé testové úlohy didaktického testu zaměřeného na dubletní pro  $N = 50$ .

<i>úloha č.</i>	$n_L$	$n_H$	$Q$ (%)	$d$
1	23	21	12	0,08
2	18	13	38	0,20*
3	14	10	52	0,16*
4	15	9	52	0,24*
5	21	10	38	0,44
6	24	15	22	0,36
7	11	6	66	0,20*
8	16	18	32	- 0,08*
9	9	5	72	0,16
10	19	5	52	0,56
11	16	13	42	0,12*
12	16	7	54	0,36
13	20	12	36	0,32
14	15	2	66	0,52
15	9	5	72	0,16

## 2. Tetrachorický koeficient citlivosti

Tetrachorický koeficient spolehlivosti  $r_{tet}$  je ve srovnání s předchozí metodou výpočtu koeficientu citlivosti spolehlivější, avšak mnohem pracnější na výpočet. Pro každou testovou otázku je třeba sestavit tzv. tetrachordickou (čtyřpolní) tabulku (obr. 33),

		odpověď	
		+	-
skupina	L	<b><i>a</i></b>	<b><i>b</i></b>
	H	<b><i>c</i></b>	<b><i>d</i></b>

**Obr. 33:** Schéma tetrachordické (čtyřpolní) tabulky.

kde ***a*** (***b***) udává počet studentů z lepší skupiny (L), kteří odpověděli v dané úloze správně (špatně nebo neodpověděli) a ***c*** (***d***) pak vyjadřuje počet studentů z horší skupiny (H), kteří odpověděli v dané úloze správně (špatně nebo neodpověděli). (Koníček a kol., 2007)

Hodnota tetrachorického koeficientu je vyjádřena vztahem:

$$r_{tet} = \cos\left(180 \frac{\sqrt{bc}}{\sqrt{bc} + \sqrt{ad}}\right) \quad (4)$$

a podle Chráska (Chráska, 1999) by měla u vyhovujících testových úloh být  $r_{tet} \geq 0,15$ .

Koeficienty citlivosti  $r_{tet}$  pro všechny úlohy ověřovaného didaktického testu byly vypočítané podle výše uvedeného vzorce (4). Jak je z tab. 5 patrné, koeficienty citlivosti vypovídají u většiny testových úloh o jejich dostatečné citlivosti. Pouze u úlohy č. 8 je hodnota tetrachorického koeficientu nepřijatelně nízká (označená hvězdičkou).

**Tab. 5:** Tetrachorický koeficient citlivosti pro jednotlivé testové úlohy didaktického testu zaměřeného na dub letní.

úloha č.	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	$\sqrt{bc}$	$\sqrt{ad}$	$\frac{\sqrt{bc}}{\sqrt{bc} + \sqrt{ad}}$	$180 \frac{\sqrt{bc}}{\sqrt{bc} + \sqrt{ad}}$	<i>r<sub>tet</sub></i>
1	23	2	21	4	6,48	9,59	0,40	72,58	0,30
2	18	7	13	12	9,54	14,70	0,39	70,85	0,33
3	14	11	10	15	10,49	14,49	0,42	75,58	0,25
4	15	10	9	16	9,49	15,49	0,38	68,36	0,37
5	21	4	10	15	6,32	17,75	0,26	47,29	0,68
6	24	1	15	10	3,87	15,49	0,20	36,00	0,81
7	11	14	6	19	9,16	14,46	0,39	69,84	0,34
8	16	9	18	7	12,73	10,58	0,55	98,28	-0,14*
9	9	16	5	20	8,94	13,42	0,40	72,00	0,31
10	19	6	5	20	5,48	19,49	0,22	39,48	0,78
11	16	9	13	12	10,82	13,86	0,44	78,91	0,19
12	16	9	7	18	7,94	16,97	0,32	57,36	0,54
13	20	5	12	13	7,75	16,12	0,32	58,41	0,52
14	15	10	2	23	4,47	18,57	0,19	34,93	0,82
15	9	16	5	20	8,94	13,42	0,40	72,00	0,31

### **3. Bodově biseriální koeficient citlivosti**

Bodově biseriální koeficient citlivosti  ${}_b r_{bis}$  je další možnou variantou stanovení citlivosti testové úlohy. Pro výpočet bodově biseriálního koeficientu platí vztah:

$${}_b r_{bis} = \frac{\bar{X}_s - \bar{X}_n}{S_{sn}} \sqrt{0,01P(1 - 0,01P)} \quad (5)$$

kde  $\bar{X}_s$  je průměrný počet bodů u studentů, kteří danou testovou úlohu řešili správně,  $\bar{X}_n$  představuje průměrný počet bodů u studentů, kteří danou testovou úlohu řešili špatně,  $S_{sn}$  je směrodatná odchylka vypočítaná ze všech testových výsledků a  $P$  je index obtížnosti testové úlohy. (Chráška, 2003)

Bodově biseriální koeficienty citlivosti všech úloh ověřovaného didaktického testu uvádí tab. 6. Pro výpočet bodově biseriálních koeficientů jednotlivých testových úloh byla použita hodnota směrodatné odchylky  $s_{sn} = 2,41$ , vypočítaná ze všech

testových výsledků z tab. 9 dle vzorce (6)<sup>14</sup>. Aby byla testová úloha vyhovující, musí podle Chráska (Chráska, 1999) vykazovat bodově biseriální koeficient citlivosti  $b r_{bis} \geq 0,20$ . Tento požadavek je splněn u většiny testových úloh ověřovaného didaktického testu, kromě úlohy č. 8, kde je hodnota bodově biseriálního koeficientu nepřijatelně nízká (označená hvězdičkou).

**Tab. 6:** Bodově biseriální koeficient citlivosti pro jednotlivé testové úlohy didaktického testu zaměřeného na dub letní.

úloha č.	$\bar{X}_s$	$\bar{X}_n$	$P$	$\sqrt{0,01P(1 - 0,01P)}$	$b r_{bis}$
1	8,5	6,5	88	0,32	0,27
2	8,42	7,1	62	0,48	0,27
3	8,92	7,00	48	0,50	0,40
4	8,75	7,15	48	0,50	0,33
5	8,71	6,63	62	0,49	0,42
6	8,63	5,63	78	0,41	0,52
7	8,94	7,39	34	0,47	0,30
8	7,88	8,00	68	0,47	- 0,02*
9	8,73	7,57	28	0,45	0,22
10	9,25	6,69	48	0,50	0,53
11	8,48	7,14	58	0,49	0,27
12	8,74	7,22	46	0,50	0,31
13	8,62	6,67	64	0,48	0,39
14	9,59	7,06	34	0,47	0,50
15	9,14	7,44	28	0,45	0,32

<sup>14</sup> Směrodatnou odchylku lze vypočítat podle vzorce:

$$s_{sn} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum n_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (6)$$

kde  $\bar{x}$  je aritmetický průměr výsledků studentů v testu,  $n$  celkový počet testovaných studentů,  $x_i$  jednotlivé dosažené počty bodů a  $n_i$  vyjadřují počty studentů, kteří dosáhli výsledků  $x_i$ . (Chráska, 2003)

### 2.5.3 Analýza nenormovaných odpovědí

Analýzou nenormovaných odpovědí se podle Byčkovského (1982) rozumí rozbor vynechaných a nesprávných odpovědí.

V případě ověřovaného didaktického testu se analýzou vynechaných odpovědí nebudeme hlouběji zabývat, jelikož počet studentů s vynechanými odpověďmi byl velmi malý.

Při rozboru nesprávných odpovědí, postačí překontrolovat atraktivnost jednotlivých distraktorů (nesprávných odpovědí), tj. zda studenti vybírali při řešení jednotlivých testových úloh ze všech nabídnutých možností. (Chráška, 2003) Jak je patrné z tab. 7, u každé testové úlohy ověřovaného didaktického testu byly všechny navržené distraktory pro testované studenty dostatečně atraktivní.

**Tab. 7:** Analýza nesprávných odpovědí v didaktickém testu zaměřeném na dub letní.  
(\* správná odpověď)

<i>úloha č.</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
1	2	1	3	44*
2	7	11	31*	1
3	24	24*	1	1
4	13	2	24*	11
5	17	1	1	31*
6	39*	9	1	1
7	18	10	17*	5
8	4	34*	5	7
9	10	14*	12	14
10	24*	5	11	10
11	5	2	29*	14
12	23*	13	5	9
13	10	32*	1	7
14	11	17*	10	12
15	14*	9	10	17

#### 2.5.4 Reliabilita didaktického testu

Důležitou vlastností didaktického testu je jeho reliabilita. Jak již bylo popsáno výše (viz kap. 2.2 Vlastnosti didaktického testu) jsou českými ekvivalenty tohoto cizího pojmu výrazy spolehlivost a přesnost.

Pojem spolehlivost didaktického testu vyjadřuje, že pokud bychom opakovaně testovali stejnou skupinu studentů, výsledky všech opakovaných měření by měly být v podstatě stejné. Pojem přesnost didaktického testu vyjadřuje vliv chyb na kvalitu testování. Pokud je požadován test s co nejvyšší přesností, je třeba zajistit, aby počet chyb a jejich závažnost byla co nejnižší.

Reliabilita didaktického testu je vyjádřena koeficientem, který lze získat pomocí několika metod, které se od sebe liší v závislosti na druhu didaktického testu. (Kalhous a Obst, 2009)

Pro výpočet koeficientu reliability ověřovaného didaktického testu jsem zvolila Kuderův – Richardsonův vzorec, jehož hodnota musí dosahovat pro malý počet úloh hodnoty nejméně 0,6, aby byl didaktický test dostatečně reliabilní.

Kuder – Richardsonův vzorec má tvar:

$$r_{kr} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s^2}\right) \quad (7)$$

kde  $k$  je počet úloh v testu,  $p$  je relativní četnost<sup>15</sup> studentů, kteří řešili danou úlohu správně,  $q = 1 - p$  je relativní četnost studentů, kteří řešili danou úlohu špatně a  $s$  je směrodatná odchylka vyhovující vztahu (6). (Jeřábek, Bílek, 2010)

Před samotným výpočtem koeficientu reliability bylo nutné určit aritmetický průměr a směrodatnou odchylku. Pro výpočet těchto charakteristik u ověřovaného didaktického testu jsem sestavila tab. 8. Samotné výpočty byly provedeny pomocí následujících vzorců (6) a (8)<sup>16</sup>. Po dosazení hodnot z níže uvedených tabulek vyšel aritmetický průměr  $\bar{x} = 7,94$  a směrodatná odchylka  $s = 2,41$ .

---

<sup>15</sup> Relativní četnost studentů ( $p$ ), kteří řešili danou úlohu správně, se vypočítá tak, že počet správných odpovědí ( $n_s$ ) vydělíme počtem testovaných studentů ( $n = 50$ ).

<sup>16</sup> Výpočet aritmetického průměru byl proveden pomocí následujícího vzorce:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum n_i \cdot x_i \quad (8)$$

kde  $n$  je celkový počet testovaných studentů,  $x_i$  jednotlivé dosažené počty bodů a  $n_i$  představují počty studentů, kteří dosáhli výsledků  $x_i$ . (Chráška, 2003)

Z Kuder – Richardsonova vzorce tak pro 15 testových úloh vyšel koeficient reliability

$$r_{kr} = 0,60.$$

**Tab. 8:** Hodnoty  $p$  a  $q$  pro Kuderův – Richardsonův vzorec (tabulka vlevo). Hodnoty pro výpočet směrodatné odchylky pro výsledky testování. (tabulka vpravo)

<i>úloha</i> č.	$n_s$	$p$	$q$	$pq$
1	44	0,88	0,12	0,10
2	31	0,62	0,38	0,24
3	24	0,48	0,52	0,25
4	24	0,48	0,52	0,25
5	31	0,62	0,38	0,24
6	39	0,78	0,22	0,17
7	17	0,34	0,66	0,22
8	34	0,68	0,32	0,22
9	14	0,28	0,72	0,20
10	24	0,48	0,52	0,25
11	29	0,58	0,42	0,24
12	23	0,46	0,54	0,25
13	32	0,64	0,36	0,23
14	17	0,34	0,66	0,22
15	14	0,28	0,72	0,20
$\Sigma$				<b>3,28</b>

$x_i$	$n_i$	$n_i(x_i - \bar{x})^2$
0	0	0
1	0	0
2	1	35,28
3	1	24,40
4	2	31,05
5	4	34,58
6	6	22,58
7	6	5,30
8	8	0,03
9	9	10,11
10	6	25,46
11	4	37,46
12	2	32,97
13	1	25,60
14	0	0
15	0	0
$\Sigma$	<b>50</b>	<b>284,82</b>

## **E. DISKUSE**

Z výsledků mé bakalářské práce vyplynulo, že na rozdíl od morfologické charakteristiky jednotlivých orgánů dubu letního, která je popisována ve většině publikací, jejich anatomické charakteristice je věnována v odborné literatuře stále malá pozornost. Dub letní je unikátní nejen svým jedinečným dřevem, jehož anatomickými znaky se zabývá např. K. Kavina (1932), ale i ostatními vegetativními a generativními orgány. Na tento nedostatek jsem se zaměřila v bakalářské práci, ve které bylo hlavním cílem na základě pořízené fotodokumentace popsat základní anatomické a morfologické znaky jednotlivých orgánů dubu letního. Z těchto výsledků jsem vycházela v praktické části své diplomové práce, podrobněji je rozpracovala a obohatila o další fotodokumentaci. Tento materiál se stal podkladem pro vytvoření pracovního sešitu a výukového CD pro učitele a studenty středních škol.

V následující části diskuze se zaměřím na didaktické zpracování dubu letního, konkrétně se jedná o pracovní sešit, výukové CD a didaktický test.

### **I. Pracovní sešit a výukové CD**

Vytvořením pracovního sešitu (viz příloha č. 3 Praktická cvičení z anatomie a morfologie dubu letního) a výukového CD (viz přiložené CD) se nabízí otázka, jak mohou učitelé a studenti středních škol s tímto materiálem pracovat po didaktické stránce. Odpověď na tuto otázku bude součástí následující diskuze, kde se postupně zaměřím na hlavní didaktické kategorie.

Pracovní sešit i výukové CD jsou koncipovány tak, aby mohly být využity moderní metody a formy výuky, které podporují motivaci (viz kap. 1.3 Motivace) a větší aktivitu studentů ve výuce.

Výukové CD, sloužící pro teoretický úvod a seznámení studentů s danou problematikou, učitelé nejvíce uplatní v hodinách základního typu. Tradiční informačně receptivní metoda výkladu, která je mezi učiteli stále velmi oblíbená, je sice efektivní z hlediska rychlého seznámení studentů s novým učivem, avšak její nevýhodou je nedostatečná zpětná vazba a pouhá reprodukce předkládaného učiva. Nedostatky této metody jsem se proto snažila částečně kompenzovat zařazením aktivizujících a motivačních prvků ve výukovém CD. Za každým probíraným celkem jsem vytvořila několik problémových otázek a úkolů. Učitelům se tak naskýtá možnost využít tyto otázky a úkoly v rámci metody problémového výkladu, rozhovoru nebo práce s informačními zdroji (odborná literatura, internet). U studentů těmito



metodami podpoří kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní a sociální. Doprovodné animace a fotografický materiál, jež jsou součástí výukového CD, umožňují učitelům oživit souvislý výklad o metodu demonstračního výkladu ve výukovém CD.

Pracovní sešit může být učiteli využit jak v rámci biologických laboratorních prací, botanických exkurzí, ale i skupinové výuky. Tematické celky pracovního sešitu, navazující na výukové CD, se skládají z několika praktických úkolů, které byly cíleně vytvořeny s ohledem na aktivizaci studentů. Při tvorbě praktického sešitu bylo pamatováno i na didaktické zásady (viz kap. 1.2 Didaktické zásady), které by měla tato pomůcka splňovat za použití nejrůznějších vyučovacích metod. Nejčastější aktivizující metodou, se kterou se studenti setkají při plnění jednotlivých úkolů je experiment. Výhodou této metody je, že u studentů rozvíjí kompetence k samostatnému řešení zadaných úkolů, vytváří kladný vztah k vědě a badatelství a propojuje teorii s praxí. Učitelé by však měli pamatovat na zásadu hygieny a bezpečnosti výuky a studenty v první hodině praktických cvičení důkladně seznámit s bezpečností práce a zásadami první pomoci. Další metoda, která je v praktických úkolech hojně zastoupena je metoda pozorování. Součástí každého úkolu je vždy několik doplňujících otázek. Tyto otázky mohou učitelé studentům zadat jako samostatnou práci a u studentů tímto způsobem podpořit kompetence k učení a řešení problémů.

Pracovní sešit i výukové CD jsou uplatnitelné i v rámci skupinové výuky. Tato aktivní forma výuky u studentů rozvíjí kompetence k řešení problémů, kompetence k vzájemné týmové spolupráci a komunikaci.

Pracovní sešit i výukové CD jsou vytvořeny tak, aby bylo možné využít mezipředmětových vztahů (viz kap. 1.1 Zařazení výukového materiálu do RVP a využití mezipředmětových vztahů). Zároveň mohou posloužit jako podpůrný materiál pro projektové vyučování a díky přehledně a logicky na sebe navazujícím tematickým celkům je lze využít i v konstruktivistické hodině (viz kap. 1.4 Konstruktivismus).

## **II. Didaktický test**

Jak už jsem v úvodní části své diplomové práci zmiňovala, cílem praktické části nebylo pouze ověřit, do jaké míry dokáží studenti střední školy využít své teoretické znalosti z botaniky a aplikovat je na dub letní, ale i verifikovat vlastnosti

navrženého didaktického testu. V této části bych stručně okomentovala výsledky, které vyplynuly z ověřování vlastností vytvořeného didaktického testu.

### **1. Znalosti studentů střední školy o dubu letním**

Ověřovaný didaktický test byl sestaven z 15 testových úloh, různé obtížnosti. Úlohy č. 2 – č. 7 byly zaměřené přímo na hlavní charakteristiky dubu letního, tj. na rozeznání typu borky (úloha č. 2), tvaru listů a postavení plodů (úloha č. 3), rozmístění pupenů (úloha č. 4), typu květenství (úloha č. 7), plodu (úloha č. 6) a zařazení do systému rostlin (úloha č. 5). Ostatní testové úlohy ověřovaly znalosti z obecné botaniky, které byly aplikované na dub letní.

Jak je z tab. 3 patrné, z hlavních charakteristik dubu letního činil studentům největší problém poznat, který typ květenství můžeme najít u dubu letního (úloha č. 7). Z tab. 7 lze vyčíst, že z 50-ti testovaných studentů odpovědělo na tuto úlohu správně pouze 17 studentů. Nejčastější odpovědí studentů byla *varianta a*, tj., že květenstvím dubu letního je hrozen. Jelikož dub letní je monoická dřevina, jehož samčí květenství tvoří převislé jehnědy a samičí květenství chudoklas, který se však v nabízených variantách nevyskytoval, je možné, že se jím někteří studenti nechali mýlit a proto vybrali květenství, které bylo z nabízených variant chudoklasu nejvíce podobné. Další úlohy, týkající se hlavních charakteristik dubu letního, v nichž studenti nejvíce chybovali, byly úlohy č. 3 a č. 4. Správnou odpověď v obou úlohách uvedlo pouze 24 studentů. U testové úlohy č. 4, která byla zaměřena na výběr charakteristického typu pupenů dubu letního, byla správná odpověď zároveň tou nejčastěji zvolenou odpovědí (tab. 7). Pouze 13 studentů si pupeny dubu letního spletlo s pupeny jasanu ztepilého, tj. *variantou a* (tab. 7). V úloze č. 3, kde bylo úkolem studentů poznat charakteristický list dubu letního nejen podle tvaru listové čepele, ale také podle postavení plodů, se počet správných odpovědí, shodoval s druhou nejčastěji zvolenou *variantou a*. Zde studenti zaměnili list dubu letního s listem dubu zimního. Tento výsledek akorát potvrdil moji domněnku, že si studenti většinou pro odlišení dubu zimního od dubu letního zapamatují pouze znaky na listu těchto zástupců, kterými jsou odlišná délka řapíku a tvar listové báze, ale na jejich charakteristické postavení plodů přitom často zapomenou.

Z testových úloh, které byly zaměřené na ověření znalostí z obecné botaniky (tj. úlohy č. 1, 8 – 15) studenti nejvíce chybovali v úlohách č. 9 a č. 15, jak je patrné z tab. 3. Na rozdíl od úlohy č. 15, u které byla její poměrně vysoká obtížnost pro studenty předpokladatelná (z tohoto důvodu byla také tato úloha zařazena až

na konci didaktického testu), byl pro mě docela překvapující výsledek úlohy č. 9. V této testové úloze měli studenti vybrat správnou odpověď z nabízených alternativ odpovídajících si částí oplozeného vajíčka při jeho přeměně v semeno. Jak je z tab. 7 patrné, četnosti jednotlivých alternativ jsou docela vyrovnané, což je možné vysvětlit tím, že jednotlivé distraktory byly navrženy správně a byly pro studenty stejně atraktivní.

## **2. Obtížnost testových úloh**

Podle výše uvedené terminologie, kterou užívá Koníček a kol (2007) lze z vypočítaných hodnot obtížnosti jednotlivých testových úloh (uvedených v tab. 3) ověřovaného didaktického testu, označit většinu testových úloh z pohledu testovaných studentů za středně obtížné. Žádnou z testových úloh nemůžeme označit podle Koníčka (Koníček a kol., 2007) jako velmi obtížnou a pouze úloha č. 1, jejíž hodnota obtížnosti je menší než 20, může být považována za úlohu velmi snadnou. Tato úloha, ve které měli studenti vybrat správný název nauky zabývající se studiem dřevin, byla správně zařazena jako úvodní úloha didaktického testu, jak ostatně potvrdila i vypočtená hodnota obtížnosti (tab. 3).

Na základě vypočítaných obtížností jednotlivých testových úloh (tab. 3) ověřovaného didaktického testu (viz příloha č. 1 Didaktický test – Dub letní) byly v konečné úpravě didaktického testu (viz příloha č. 2 Upravený didaktický test – Dub letní) jednotlivé testové úlohy seřazeny podle vzrůstající obtížnosti.

## **3. Citlivost testových úloh**

Citlivost jednotlivých testových úloh ověřovaného didaktického testu byla ověřována podle tří různých koeficientů citlivosti.

Podle koeficientu citlivosti ULI (upper-lower-index), který představuje nejjednodušší a zároveň nejméně přesnou metodu ze všech tří použitých ukazatelů citlivosti testových úloh, byly u šesti testových úloh (úlohy č. 2, 3, 4, 7, 8 a 11) vypočítané hodnoty citlivosti v závislosti na jejich obtížnosti nepříjemně nízké (tab. 4). Chráska (1999) ve svém skriptu uvádí, že by měly tyto úlohy, které dosahovaly obtížnosti v intervalu od 30 – 70, dosahovat pro svou dostatečnou citlivost hodnot koeficientu citlivosti aspoň 0,25. Koeficient citlivosti ULI však u úlohy č. 2 dosahoval hodnoty 0,20, u úlohy č. 3 hodnoty 0,16, u úlohy č. 4 hodnoty

0,24, u úlohy č. 11 hodnoty 0,12 a u úlohy č. 8 dokonce záporné hodnoty -0,08, jak udává tabulka 4.

Při výpočtu tetrachorického a bodově biseriálního koeficientu citlivosti, které představují ve srovnání s předchozí metodou přesnější výpočet citlivosti jednotlivých testových úloh, se ukázalo, že vypočítané hodnoty obou koeficientů citlivosti u většiny testových úloh ověřovaného didaktického testu, kromě úlohy č. 8 (tab. 5 a 6), vypovídají o jejich dostatečné citlivosti. Možnou příčinou, proč byly pomocí koeficientu citlivosti ULI některé úlohy označené za nedostatečně citlivé, může být poměrně nízký celkový počet respondentů. Tento údaj je totiž, na rozdíl od vzorců pro tetrachorický (4) a bodově biseriální koeficient (5), pro výpočet koeficientu citlivosti ULI (3) nezbytný.

Za nejcitlivější testové úlohy (tj. úlohy, které nejlépe dokáží rozlišit mezi studenty s lepšími a horšími vědomostmi) vytvořeného didaktického testu by se daly označit testové úlohy č. 6 (kde bylo úkolem studentů pojmenovat plod dubu letního), č. 10 (testující studenti, ve které části kořene vznikají kořenové vlásky), a č. 14 (zaměřená na zařazení fotosyntézy mezi anabolické nebo katabolické reakce), které vykazují vysoké hodnoty u všech tří koeficientů citlivosti (tab. 4, 5, 6).

Jediná testová úloha č. 8, v níž měli studenti vybrat, která z nabízených možností není součástí zralého zárodečného vaku, byla pomocí výpočtu všech tří koeficientů citlivosti označena za nedostatečně citlivou. Její záporná hodnota, kterou dosahovala tato úloha u všech tří vypočítaných koeficientů citlivosti (tab. 4, 5, 6), vypovídá o tom, že tuto úlohu řešili úspěšně spíše studenti s horšími celkovými výsledky v didaktickém testu. Možné vysvětlení tohoto jevu může spočívat v tom, že studenti s lepšími celkovými výsledky se možná snažili dospět ke správné odpovědi zopakováním si jednotlivých částí zralého zárodečného vaku, takže potenciální odpověď hledali ve zbylých třech variantách a nikoli v pylové láčce. Studenti s celkovými horšími výsledky odpověď často pouze typovali, přičemž většinou byli úspěšní. V zájmu vytvoření didaktického testu, který by dostatečně citlivě rozlišoval mezi studenty s lepšími a horšími vědomostmi, jsem se rozhodla tuto otázku z konečné úpravy didaktické testu (viz příloha č. 2 Upravený didaktický test – Dub letní) vyloučit.

#### **4. Reliabilita testu**

Přestože vypočítaná reliabilita u nestandardizovaných didaktických testů má, vzhledem k malým počtům studentů, z nichž byla vypočítána, jen omezenou platnost

a výsledky většinou dosahují nižších hodnot, než by byly získány na velkých vzorcích, i tak představuje cennou informaci o vytvořeném testu.

Reliabilita ověřovaného nestandardizovaného testu byla vyjádřena pomocí Kuder – Richardsonova vzorce a dosáhla hodnoty 0,6. Podle kritéria, že dostatečně reliabilní didaktický test s malým počtem testových úloh (tj. do 15 úloh) musí nabývat hodnoty Kuder – Richardsonova vzorce aspoň 0,6, které uvádí ve svém skriptu Chráska (1999), můžeme vytvořený didaktický test označit za dostatečně reliabilní.

## F. ZÁVĚR

Hlavním cílem předložené diplomové práce bylo pojmout dub letní jako modelovou dřevinu, vytvořit výukové CD, pracovní sešit pro učitele středních škol a následně zhotovit a verifikovat na toto téma didaktický test.

V teoretické části bylo dílčím cílem vytvořit literární rešerši, zabývající se dubem letním. V praktické části bylo dílčím cílem zhotovit fotodokumentaci anatomických a morfologických znaků generativních a vegetativních orgánů dubu letního (*Quercus robur*). Praktická část byla rozdělena na dvě hlavní části, na didaktickou část a na botanickou část.

V botanické části jsem se zaměřila na podrobnější popis a rozpracování anatomických a morfologických charakteristik jednotlivých orgánů dubu letního na základě pořízené fotodokumentace.

V didaktické části jsem si kladla za cíl zpracovat a vytvořit pracovní sešit a výukové CD pro učitele a studenty střední škol. Z diskuze vyplynulo, že dub letní je vhodným modelovým organismem pro studium a výuku morfologické a anatomické stavby vegetativních i generativních orgánů. Věřím, že vytvořený pracovní sešit a výukové CD nalezne uplatnění nejen jako vhodná didaktická pomůcka v klasických hodinách biologie, ale také v rámci integrované výuky v jiných předmětech. Dalším z cílů didaktické části bylo vytvoření didaktického testu, který byl zaměřen na charakteristické znaky dubu letního. Didaktický test vyplňovaly dvě třídy studentů třetího ročníku gymnázia Zábřeh v rámci biologického semináře. Celkem didaktický test vyplnilo 50 studentů. Cílem navrženého testu bylo zjistit, do jaké míry dokáží studenti střední školy využít své teoretické znalosti z botaniky a aplikovat je na dub letní, ale i verifikovat vlastnosti navrženého didaktického testu. Výsledky ukázaly, že největší problém, z pohledu hlavních charakteristik dubu letního, pro studenty činilo určit, jaký typ květenství se vyskytuje u dubu letního. Jako nejčastější odpověď z nabízených alternativ uváděli, že se jedná o hrozen. Této chyby se pravděpodobně dopustili z důvodu možné záměny chudoklasu s hroznem. Nejmenší problém měli studenti s určením typu plodu dubu letního, jelikož na většině středních škol je plod dubu letního uváděn učiteli jako modelový příklad nažky. Z testových úloh, které byly zaměřeny na ověření znalostí z obecné botaniky studenti nejvíce chybovali ve dvou úlohách. Jednak v úloze, kde měli studenti vybrat správné tvrzení o asimilačním a transpiračním proudu a v úloze, ve které měli za úkol vybrat z nabízených alternativ odpovídajících si částí oplozeného vajíčka při jeho přeměně

v semeno. Chyby v první úloze byly očekávatelné, proto také byla tato úloha zařazena jako těžší úloha na konci didaktického testu. Výsledky druhé úlohy byly pro mě překvapivé, jelikož četnosti nabízených alternativ byly vyrovnané. Jako možné vysvětlení lze uvést, že nabízené odpovědi byly pro studenty stejně atraktivní, což svědčí o tom, že jednotlivé distraktory byly správně navržené. Nejlehčí otázkou z oblasti obecné botaniky byla otázka, ve které měli studenti vybrat správný název nauky zabývající se studiem dřevin. Z hlediska vypočítané obtížnosti testové úlohy, byla vyhodnocena z pohledu studentů jako nejsnazší, tudíž byla správně zařazena jako úvodní úloha didaktického testu. Většina úloh ověřovaného didaktického testu byla označena z pohledu studentů za středně obtížné. Žádná z testových úloh nebyla označena jako velmi obtížná. U didaktického testu byla zjišťována i citlivost testových úloh, která byla ověřována podle tří různých koeficientů citlivosti. Za nejcitlivější testové úlohy (na základě všech tří koeficientů citlivosti) vytvořeného didaktického testu byly označeny testové úlohy, ve kterých měli studenti za úkol pojmenovat plod dubu letního, označit, v jaké kořenové zóně vznikají kořenové vlásky a zařadit fotosyntézu mezi anabolické nebo katabolické reakce. Za nedostatečně citlivou testovou úlohu byla pomocí všech tří koeficientů citlivosti označena úloha, v níž studenti vybírali, která z nabízených možností není součástí zralého zárodečného vaku. Vypočítaná záporná hodnota citlivosti vypovídala o tom, že úlohu řešili úspěšně spíše studenti s horšími celkovými výsledky v didaktickém testu. Možné vysvětlení tohoto jevu mohlo spočívat v tom, že studenti s lepšími celkovými výsledky se pravděpodobně snažili dospět ke správné odpovědi myšlenkově složitější cestou, zatímco studenti s celkovými horšími výsledky odpověď často pouze typovali, přičemž většinou byli v typování úspěšní. Ačkoli stanovení reliability nebylo u ověřovaného nestandardizovaného testu nezbytné, přesto byla pomocí Kuder – Richardsonova vzorce vypočítána. Na základě vypočítané hodnoty byl ověřovaný didaktický test označen za dostatečně reliabilní. Konečná úprava didaktického testu byla vytvořena na základě vypočítaných obtížností jednotlivých testových úloh, přičemž v zájmu zachování dostatečné citlivosti didaktického testu byla úloha s nedostatečnou citlivostí z testu vyřazena a ostatní testové úlohy byly seřazeny podle vzrůstající obtížnosti.

Vzhledem k rozsahu diplomové práce nebylo možné pojmut danou problematiku v celé její šíři. Jsem si tudíž vědoma určitých omezení. Výsledky verifikace didaktického testu mohou být odlišné od standardizovaných didaktických testů, prováděnými odborníky. Práce nabízí řadu nových podnětů. Vzhledem k stále

častějšímu zavádění ICT do škol, by jedním z podnětů mohlo být využití vytvořeného didaktického materiálu jako základ pro e-learning.



## G. LITERATURA

1. *Aktuality ze světa: „PLUG“ – Systém také pro pěstování sazenic dubu* [online]. 8. 2. 2010, [cit. 2010-2-21].  
Dostupné na: <<http://lesprace.silvarium.cz/content/view/1709/162/>>.
2. BURNIE, G., GREIG, D. *Botanica – The illustrated A – Z of over 10 000 gardens plants and how to cultivate them*. 1. vyd. American Map Corporation, 2008. 1024 s. ISBN 978-08-416-0261-8.
3. BYČKOVSKÝ, P. *Základy měření výsledků výuky. Tvorba didaktického testu*. 1. vyd. Praha : České vysoké učení technické, 1982. 149 s.
4. CATTABIANI, A. *Florarium – Mýty, legendy a symboly spjaté s květinami a rostlinami*. 1. vyd. Volvox Globator, 2006. 784 s. ISBN 80-7207-595-0.
5. ČEMAN, R. *Živý svět – rostliny: geografická encyklopedie*. 1. vyd. Bratislava: Mapa Slovakia Bratislava, 2001. 335 s. ISBN 80-8067-046-3.
6. *Dub letní (Quercus robur) / LIDOVĚ „KŘEMELÁK“/* [online]. 12. 2. 2010, [cit. 2010-3-1]. Dostupné na: <<http://www.mezistromy.cz/cz/les/rostliny-v-lese/listnate-stromy/dub-letni>>.
7. EISENREICH, W. a kol. *Kapesní průvodce přírodou – Zvířata a rostliny*. 1. vyd. Praha: Svojtka, 2003. 310 s. ISBN 80-7237-223-8.
8. FELLNEROVÁ, I., VINTER, V. *PowerPoint v pohybu: aplikace ve fyziologii: od fyziologie k medicíně*. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2010. 56 s. ISBN 978-80-7305-101-3.
9. HEJNÝ, S., SLAVÍK, B. *Květena České republiky 2*. 1. vyd. Praha: Academia, 1990. 540 s. ISBN 80-200-1089-0.
10. HORÁČEK, P. *Encyklopedie listnatých stromů a keřů*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2007. 747 s. ISBN 978-80-251-1708-8.
11. CHYTRÝ, M., KUČERA, T. a KOČÍ, M. (eds.) *Katalog biotopů České republiky*. 1. vyd. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2001. 307 s. ISBN 80-86064-55-7.
12. CHRÁSKA, M. *Didaktické testy: příručka pro učitele a studenty učitelství*. 1. vyd. Brno : Paido, 1999. 91 s. ISBN 80-85931-68-0.
13. CHRÁSKA, M. *Metody sběru a statistického vyhodnocování dat v evaluačních pedagogických výzkumech*. 1. vyd. Praha: Votobia, 2003. 155 s. ISBN 80-7220-164-6.

14. JEŘÁBEK, O., BÍLEK, M. *Teorie a praxe tvorby didaktických testů*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2010. 92 s. ISBN 978-80-244-2494-1.
15. KALHOUS, Z., OBST, O. a kol. *Školní didaktika*. 2. vyd. Praha : Portál, 2009. 447 s. ISBN 978-80-7367-571-4.
16. KAVINA, K. *Anatomie dřeva*. 1. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství. Československé republiky, 1932. 296 s.
17. KOBLÍŽEK, J. *Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků*. 1. vyd. Tišnov: Sursum, 2000. 445 s. ISBN 80-85799-87-1.
18. KONÍČEK, L. a kol. *Hodnocení výsledků vzdělávání: praktická část*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2007. 48 s. ISBN 978-80-7368-393-1.
19. KONVIČKA, O., KURAS, T. *Staré stromy a jejich hmyzí obyvatelé*. Živa. č.4, 2006. ISSN 0044-4812.
20. *Lesoškolky - Prostokořenná sadba* [online]. 9. 2. 2010, [cit. 2010-2-21]. Dostupné na: <<http://lesoskolky.cz/vyroba-prostokoreenna-sadba.html>>.
21. MARINELLI, J. *Plant – The ultimate visual reference to plants and flowers of the world*. 1. vyd. DK ADULT, 2005. 512 s. ISBN 978-07-5660-589-6.
22. MUSIL, I. *Listnaté dřeviny: Přehled dřevin v rámci systému rostlin krytosemenných (Lesnická dendrologie 2)*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2005. 216 s. ISBN 80-213-1367-6.
23. NEZVALOVÁ, D. a kol. *Integrace v přírodovědném vzdělávání*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2010. 68 s. ISBN 978-80-244-2540-5.
24. NOVÁK, J., SKALICKÝ M. *Botanika II.: systém rostlin*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2007. 215 s. ISBN 978-80-213-1688-1.
25. NURSERIES, H. *The Hillier Manual of Trees and Shrubs*. 3. vyd. David and Charles, 2007. 512 s. ISBN 978-07-1532-664-0.
26. PATŘIČNÝ, M. *Dřevo krásných stromů*. 3. vyd. Praha: Grada Publishing, 2005. 144 s. ISBN 978-80-247-1193-5.
27. *Pěstování sadebního materiálu* [online]. 2. 2. 2010, [cit. 2010-2-24]. Dostupné na: <[http://tvlesak.me.cz/borova\\_siska/materialy/pestovani\\_lesa/zakladani.doc](http://tvlesak.me.cz/borova_siska/materialy/pestovani_lesa/zakladani.doc)>.
28. PILÁTOVÁ, J. *Duběnkový inkoust. Historie má srdce*. Vesmír. č. 91, 2012. ISSN 1214-4029.
29. POLENO, Z. *Lesnický naučný slovník. Díl 1, A-O*. 1. vyd. Praha: Agrospoj, 1994. 743 s. ISBN 80-7084-111-7.
30. *Quercus robur, dub letní* [online]. 31. 12. 2006, [cit. 2010-2-20]. Dostupné na: <<http://databaze.dendrologie.cz/index.php?menu=5&id=1095>>.

31. ROČEK, I., GROSS, J. *Lesní hospodářství*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2000. 134 s. ISBN 80-213-0586-7.
32. RYBNÍČEK, M. *Standardní dubová chronologie* [online]. 25. 6. 2007, [cit. 2010-3-25]. Dostupné na: <[http://www.dendrochronologie.cz/aktualita\\_35](http://www.dendrochronologie.cz/aktualita_35)>.
33. SLÁVIK, M. *Lesnická dendrologie*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2004. 80 s. ISBN 80-213-1242-4.
34. SPOHN M., SPOHN R. *Stromy: nový průvodce přírodou*. 1. vyd. Praha: Knižní klub, 2008. 255 s. ISBN 978-80-242-2044-4.
35. ŠTRÁFELDA, J. *Dub a jeho znamení* [online]. 29. 11. 2005, [cit. 2010-2-12]. Dostupné na: <<http://www.shaman.cz/keltove/stromoskop/znameni-dub.htm>>.
36. TRYŠČUK, P. *Slovanská lípa – vznik jednoho symbolu* [online]. 2. 12. 2006, [cit.2010-2-13]. Dostupné na: <<http://www.slovane.cz/rsevice.php?akce=tisk&cislocclanku=2006120001>>.
37. URBANOVSKÁ, E. *Sociální a pedagogická psychologie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006. 97 s. ISBN 80-244-1410-4.
38. ÚŘADNÍČEK, L., CHMELAŘ, J. *Dendrologie lesnická, Část 2 – Listnáče 1. (Angiospermae)*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1998. 119 s. ISBN 80-7157-169-5.
39. ÚŘADNÍČEK, L., MADĚRA, P. *Dřeviny České republiky*. 2. vyd. Brno: LESNICKÁ PRÁCE, s. r. o. , 2009. 366 s. ISBN 978-80-87154-62-5.
40. VELINSKÝ, F. *Co skrývají letokruhy* [online]. 21. 12. 2003, [cit. 2010-3-25]. Dostupné na: <<http://www.21stoleti.cz/view.php?cislocclanku=2003122104>>.
41. VINTER, V. *Rostliny pod mikroskopem – Základy anatomie cévnatých rostlin*. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2009. 191 s. ISBN 978-80-244-2223-7.
42. VINTER, V. *Příručka pro začínající učitele biologie*. 1. vyd. Šumperk: Trifox, 2009. 243 s. ISBN 978-80-904309-4-5.

## **H. PŘÍLOHY**

### **SEZNAM PŘÍLOH :**

- 1. Didaktický test – Dub letní**
- 2. Upravený didaktický test – Dub letní**
- 3. Praktická cvičení z anatomie a morfologie dubu letního  
(*Quercus robur*)**

# 1. DIDAKTICKÝ TEST – DUB LETNÍ

datum: \_\_\_\_\_ třída: \_\_\_\_\_ muž/žena: \_\_\_\_\_

## Instrukce:

- didaktický test je **anonymní**, tudíž se **NEPODEPISUJ!**
- řádně vyplň datum, třídu a pohlaví
- odpověď, kterou považuješ za **správnou**, zřetelně **zakroužkuj!**

1. *Dub letní je vůdčí dřevinou našich lužních lesů, dubohabřin, bučin či doubrav.*

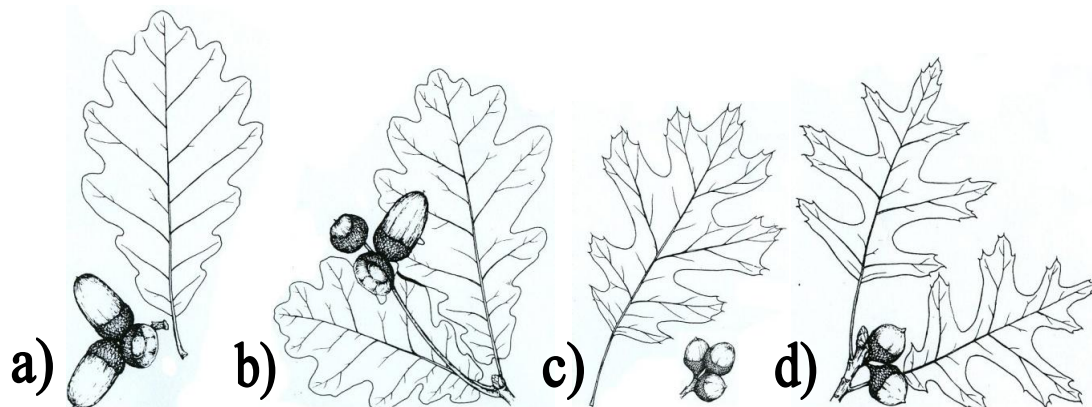
*Jak se nazývá nauka, která se zabývá studiem dřevin?*

- a) bryologie
- b) histologie
- c) fytoecologie
- d) dendrologie

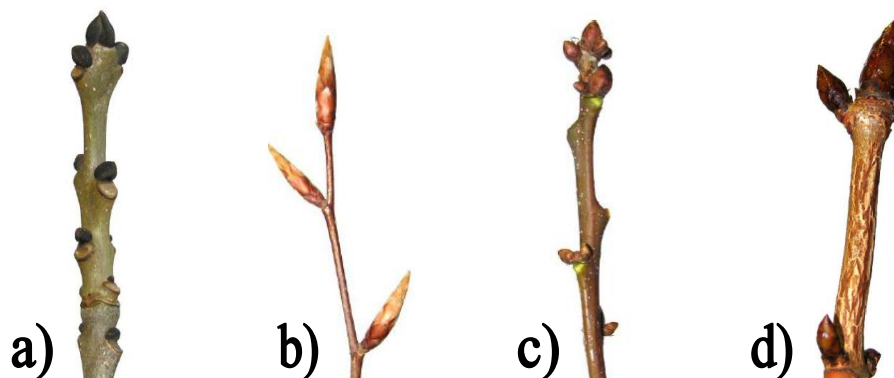
2. *Který z níže uvedených obrázků znázorňuje borku dubu letního?*



3. *Který z níže uvedených obrázků listů patří dubu letnímu?*



4. *Který z níže uvedených typů pupenů patří dubu letnímu?*



5. *Do jaké čeledi řadíme dub letní?*

- a) dubovité
- b) břízovité
- c) lískovité
- d) bukovité

6. *Plodem dubu letního je:*

- a) nažka
- b) oříšek
- c) obilka
- d) měchýřek

7. *Jaký typ květenství najdeme u dubu letního?*

- a) hrozen
- b) lata
- c) jehněda
- d) vidlan

8. *Samičí květenství dubu letního obsahuje v každém semeníku vajíčko, ve kterém je uložen zárodečný vak. Vyber, která z uvedených možností NENÍ součástí zralého zárodečného vaku:*

- a) vaječná buňka
- b) pylová láčka
- c) jádro zárodečného vaku ( 2n )
- d) protistojné buňky

9. *Vyberte správnou odpověď odpovídajících si částí oplozeného vajíčka při jeho přeměně v semeno.*

- a) vaječné obaly → živné pletivo
- b) zygota → embryo
- c) jádro zárodečného vaku → osemení
- d) otvor klový → pupek

**10.** Díky mohutnému křovému kořenu dokáže dub letní získat vodu i z několikametrové hloubky. **V jaké části kořene vznikají kořenové vlásky?**

- a) v zóně absorpční
- b) v zóně dělivé
- c) v zóně prodlužovací
- d) na povrchu kořenové špičky

**11.** Dřevo dubu letního má díky svým vlastnostem široké hospodářské využití. Jeho mimořádná trvanlivost v anaerobním prostředí umožnila vědcům vytvořit dosud souvislou letokruhovou řadu sahající až do doby přibližně 5000 let př. n. l. **Letokruhy dubu letního vznikají činností:**

- a) xylému
- b) floému
- c) kambia
- d) felogénu

**12.** List dubu letního je na příčném řezu tvořen ze svrchní a spodní pokožky, palisádového a houbového parenchymu, průduchů a cévních svazků. **Pro HOUBOVÝ parenchym listu platí (v porovnání s palisádovým parenchymem), že:**

- a) je tvořen buňkami nepravidelného tvaru s menším množstvím chloroplastů a velkými mezibuněčnými prostory
- b) je tvořen buňkami nepravidelného tvaru s větším množstvím chloroplastů a většími mezibuněčnými prostory
- c) je tvořen protáhlými, přibližně rovnoběžně uspořádanými buňkami s četnými chloroplasty
- d) je tvořen protáhlými, přibližně rovnoběžně uspořádanými buňkami s velkým množstvím chloroplastů a malými mezibuněčnými prostory

**13.** V listech dubu letního probíhají významné fyziologické procesy, jako jsou transpirace, výměna plynů nebo fotosyntéza. **Za jakých podmínek dochází k otevření průduchů?**

- a) při snížení obsahu vody ve vakuolách svěracích buněk
- b) při zvýšení obsahu vody ve vakuolách svěracích buněk
- c) jen zrána a večer, bez ohledu na obsah vody ve svěracích buňkách
- d) pouze v noci, kdy nehrozí nebezpečí nadměrné ztráty vody transpirací

**14. Fotosyntézu, která probíhá v listech dubu letního, řadíme mezi reakce:**

- a) anabolické, při nichž dochází k rozkladu složitých organických sloučenin na jednodušší, energie se uvolňuje
- b) anabolické, které slouží k syntéze složitých organických sloučenin, energie se při nich spotřebovává
- c) katabolické, které slouží k syntéze složitých organických sloučenin, energie se při nich spotřebovává
- d) katabolické, při nichž dochází k rozkladu složitých organických sloučenin na jednodušší, energie se uvolňuje

**15. Vodivou soustavu vegetačních orgánů dubu letního tvoří soubor cévních svazků. Ty umožňují transport vody a v ní rozpuštěných látek za pomoci transpiračního a asimilačního proudu. Vyberte pravdivé tvrzení:**

- a) asimilační proud je veden sítkovicemi, z listů na místo spotřeby (zásobní orgány, meristémy)
- b) transpirační proud je veden cévy nebo cévicemi z listů na místo spotřeby (zásobní orgány, meristémy)
- c) asimilační proud je veden cévy nebo cévicemi z listů na místo spotřeby (zásobní orgány, meristémy)
- d) transpirační proud je veden sítkovicemi z kořene do stonků a listů



## 2. UPRAVENÝ DIDAKTICKÝ TEST – DUB LETNÍ

datum: \_\_\_\_\_ třída: \_\_\_\_\_ muž/žena: \_\_\_\_\_

### Instrukce:

- didaktický test je **anonymní**, tudíž se **NEPODEPISUJ!**
- řádně vyplň datum, třídu a pohlaví
- odpověď, kterou považuješ za **správnou**, zřetelně **zakroužkuj!**

---

1. *Dub letní je vůdčí dřevinou našich lužních lesů, dubohabřin, bučin či doubrav.*

***Jak se nazývá nauka, která se zabývá studiem dřevin?***

- a) bryologie
- b) histologie
- c) fytoecnologie
- d) dendrologie

2. ***Plodem dubu letního je:***

- a) nažka
- b) oříšek
- c) obilka
- d) měchýřek

3. *V listech dubu letního probíhají významné fyziologické procesy, jako jsou transpirace, výměna plynů nebo fotosyntéza. Za jakých podmínek dochází k otevření průduchů?*

- a) při snížení obsahu vody ve vakuolách svěracích buněk
- b) při zvýšení obsahu vody ve vakuolách svěracích buněk
- c) jen zrána a večer, bez ohledu na obsah vody ve svěracích buňkách
- d) pouze v noci, kdy nehrozí nebezpečí nadměrné ztráty vody transpirací

4. ***Který z níže uvedených obrázků znázorňuje borku dubu letního?***



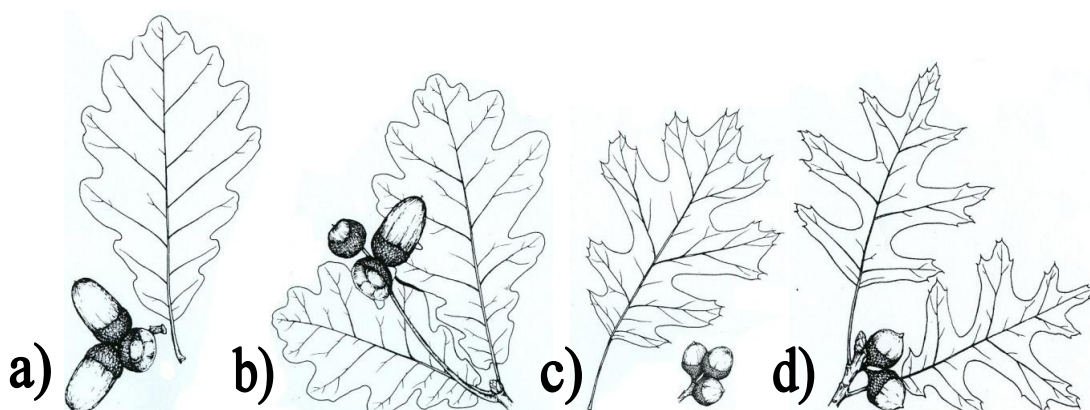
5. *Do jaké čeledi řadíme dub letní?*

- a) dubovité
- b) břízovité
- c) lískovité
- d) bukovité

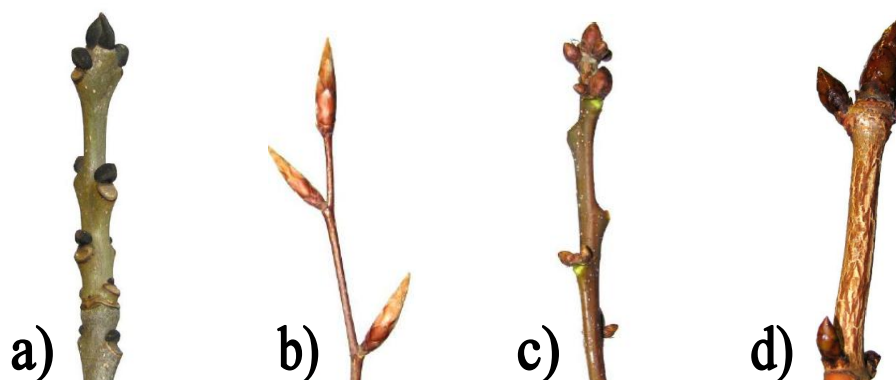
6. *Dřevo dubu letního má díky svým vlastnostem široké hospodářské využití. Jeho mimořádná trvanlivost v anaerobním prostředí umožnila vědcům vytvořit dosud souvislou letokruhovou řadu sahající až do doby přibližně 5000 let př. n. l. Letokruhy dubu letního vznikají činností:*

- a) xylému
- b) floému
- c) kambia
- d) felogénu

7. *Který z níže uvedených obrázků listů patří dubu letnímu?*



8. *Který z níže uvedených typů pupenů patří dubu letnímu?*



9. Díky mohutnému kůlovému kořenu dokáže dub letní získat vodu i z několikametrové hloubky. V jaké části kořene vznikají kořenové vlásky?

- a) v zóně absorpční
- b) v zóně dělivé
- c) v zóně prodlužovací
- d) na povrchu kořenové špičky

10. List dubu letního je na příčném řezu tvořen ze svrchní a spodní pokožky, palisádového a houbového parenchymu, průduchů a cévních svazků. Pro HOUBOVÝ parenchym listu platí (v porovnání s palisádovým parenchymem), že:

- a) je tvořen buňkami nepravidelného tvaru s menším množstvím chloroplastů a velkými mezibuněčnými prostory
- b) je tvořen buňkami nepravidelného tvaru s větším množstvím chloroplastů a většími mezibuněčnými prostory
- c) je tvořen protáhlými, přibližně rovnoběžně uspořádanými buňkami s četnými chloroplasty
- d) je tvořen protáhlými, přibližně rovnoběžně uspořádanými buňkami s velkým množstvím chloroplastů a malými mezibuněčnými prostory

11. Jaký typ květenství najdeme u dubu letního?

- a) hrozen
- b) lata
- c) jehněda
- d) vidlan

12. Fotosyntézu, která probíhá v listech dubu letního, řadíme mezi reakce:

- a) anabolické, při nichž dochází k rozkladu složitých organických sloučenin na jednodušší, energie se uvolňuje
- b) anabolické, které slouží k syntéze složitých organických sloučenin, energie se při nich spotřebovává
- c) katabolické, které slouží k syntéze složitých organických sloučenin, energie se při nich spotřebovává
- d) katabolické, při nichž dochází k rozkladu složitých organických sloučenin na jednodušší, energie se uvolňuje

**13. Vyberte správnou odpověď odpovídající si částí oplozeného vajíčka při jeho přeměně v semeno.**

- a) vaječné obaly → živné pletivo
- b) zygota → embryo
- c) jádro zárodečného vaku → osemení
- d) otvor klový → pupek

**14. Vodivou soustavu vegetačních orgánů dubu letního tvoří soubor cévních svazků. Ty umožňují transport vody a v ní rozpuštěných látek za pomoci transpiračního a asimilačního proudu. Vyberte pravdivé tvrzení:**

- a) asimilační proud je veden sítkovicemi, z listů na místo spotřeby (zásobní orgány, meristémy)
- b) transpirační proud je veden cévy nebo cévicemi z listů na místo spotřeby (zásobní orgány, meristémy)
- c) asimilační proud je veden cévy nebo cévicemi z listů na místo spotřeby (zásobní orgány, meristémy)
- d) transpirační proud je veden sítkovicemi z kořene do stonků a listů

**3. PRAKTICKÁ CVIČENÍ Z ANATOMIE  
A MORFOLOGIE DUBU LETNÍHO (*Quercus robur*)**



# OBSAH

ÚVOD .....	5
<b>I. ZÁKLADY MIKROSKOPICKÉ TECHNIKY .....</b>	<b>6</b>
I. 1 Světelná a elektronová mikroskopie .....	6
I. 2 Mikroskopické potřeby .....	6
I. 3 Mikroskopické preparáty .....	7
I. 4 Konzervace rostlinného materiálu .....	8
I. 5 Zhotovení řezů vegetativních a generativních orgánů dubu letního .....	8
I. 6 Typy barvení .....	8
I. 7 Postup při mikroskopování .....	8
I. 8 Kreslení mikroskopických objektů .....	9
<b>II. PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
<b>II. 1 KOŘEN .....</b>	<b>10</b>
<i>Téma: Kořenová soustava semenáčku dubu letního .....</i>	<i>10</i>
1. Úkol: Typ kořenové soustavy semenáčku dubu letního .....	10
2. Úkol: Srovnání kořenové soustavy semenáčku dubu letního a cibule kuchyňské. ....	11
<i>Téma: Růstové zóny kořene semenáčku dubu letního .....</i>	<i>12</i>
1. Úkol: Popis růstových zón na příčném řezu kořenem semenáčku dubu letního. ....	12
<i>Téma: Primární vnitřní stavba kořene semenáčku dubu letního .....</i>	<i>13</i>
1. Úkol: Popis příčného řezu kořene semenáčku dubu letního v primární stavbě. ....	13
2. Úkol: Amyloplasty na příčném řezu kořene semenáčku dubu letního. ....	14
<i>Téma: Přejít kořene semenáčku dubu letního k sekundární vnitřní stavbě....</i>	<i>15</i>
1. Úkol: Popis sekundární vnitřní stavby kořene semenáčku dubu letního na příčném řezu. ....	15
2. Úkol: Peridermis na příčném řezu kořenem semenáčku dubu letního. ....	16
<b>II. 2 STONEK (KMEN) .....</b>	<b>17</b>
<i>Téma: Morfologie stonku (kmene) dubu letního .....</i>	<i>17</i>
1. Úkol: Morfologie stonku (větvi) dubu letního .....	17
2. Úkol: Borka (rhytidoma) kmene dubu letního .....	18
3. Úkol: Průchod vzduchu lenticelami .....	19

<b><i>Téma: Primární vnitřní stavba stonku dubu letního.....</i></b>	<b>21</b>
1. Úkol: Popis příčného řezu stonkem semenáčku dubu letního v primární stavbě. ....	21
2. Úkol: Srovnání příčného řezu stonkem v primární stavbě mezi jednoděložnou a dvouděložnou rostlinou. ....	22
<b><i>Téma: Přejchod stonku dubu letního k sekundární vnitřní stavbě.....</i></b>	<b>23</b>
1. Úkol: Popis sekundární vnitřní stavby stonku na příčném řezu větví dubu letního. ....	23
2. Úkol: Peridermis na příčném řezu starší větévkou dubu letního. ....	25
3. Úkol: Letokruhy dubu letního.....	26
4. Úkol: Vedení vody mladou větévkou dubu letního .....	28
5. Úkol: Příčný řez kmenem (větví) dubu letního .....	29
<b>II. 3 LIST .....</b>	<b>31</b>
<b><i>Téma: Morfologie listu dubu letního.....</i></b>	<b>31</b>
1. Úkol: Morfologie listové čepele dubu letního. ....	31
2. Úkol: Srovnání morfologie listu dubu letního a dubu zimního. ....	32
3. Úkol: Střídavé postavení listů na stonku (větví) dubu letního.....	33
4. Úkol: Stanovení plochy listu dubu letního .....	35
5. Úkol: Pupeny dubu letního .....	37
<b><i>Téma: Anatomie listové čepele dubu letního.....</i></b>	<b>38</b>
1. Úkol: Popis vnitřní stavby listové čepele dubu letního. ....	38
2. Úkol: Srovnání příčného řezu sciofitním a heliofitním listem dubu letního. ....	40
3. Úkol: Určení strany listů dubu letního, kde se jsou průduchy.....	42
4. Úkol: Otiskový preparát pokožky listu dubu letního.....	43
5. Úkol: Srovnání anatomické stavby listu a umístění průduchů u vybraných zástupců. ....	44
<b><i>Téma: Fotosyntéza u dubu letního .....</i></b>	<b>46</b>
1. Úkol: Důkaz vzniku škrobu v listech při fotosyntéze (SACHSOVA ZKOUŠKA) .....	46
2. Úkol: Význam průduchů listu dubu letního pro fotosyntézu.....	48
<b><i>Téma: Transpirace u dubu letního .....</i></b>	<b>49</b>
1. Úkol: Důkaz transpirace .....	49
2. Úkol: Stanovení rychlosti transpirace u dubu letního.....	50



<i>Téma: Anatomie řapíku listu dubu letního</i> .....	51
1. Úkol: Popis vnitřní stavby řapíku listu dubu letního .....	51
<b>II. 4 KVĚT</b> .....	<b>52</b>
<i>Téma: Květenství dubu letního</i> .....	52
1. Úkol: Studium květenství dubu letního. ....	52
2. Úkol: Samčí květ dubu letního. ....	53
3. Úkol: Pyl dubu letního. ....	54
4. Úkol: Samičí květ dubu letního. ....	55
<b>II. 5 PLOD</b> .....	<b>57</b>
<i>Téma: Plod dubu letního</i> .....	57
1. Úkol: Studium plodu dubu letního.....	57
<b>PŘÍLOHY</b> .....	<b>59</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA</b> .....	<b>65</b>

# ÚVOD

Praktická cvičení z anatomie a morfologie dubu letního mohou využít učitelé i studenti ve výuce biologie na středních školách, ale také při praktických cvičeních z anatomie a morfologie rostlin na školách vysokých.

Vytvořit si reálnou představu o určité struktuře z pouhého jejího teoretického popisu je mnohdy velmi obtížné pro každého z nás, tím spíše, pokud jsou struktury mikroskopické. Proto by měla být výuka rostlinné anatomie a morfologie doprovázena nejen botanickými exkurzemi po okolí, aby studenti získali reálnou představu o morfologii běžných zástupců naší flory, ale také mikroskopickým pozorováním a cvičením, při kterých by se studenti naučili dané struktury pozorovat, hodnotit a zakreslovat přímo z mikroskopu.

Proto jsem se rozhodla napsat příručku praktických cvičení, zaměřenou převážně na rostlinnou anatomii a morfologii, jejíž součástí je i výukové CD. Jako modelovou rostlinu jsem si vybrala dub letní (*Quercus robur*), který splňuje požadavky kladené na didaktický typ, jelikož je to velice známá, na území ČR hojně zastoupená a poměrně snadno preparovatelná dřevina, která je v mnoha směrech typickým představitelem dvouděložných listnatých dřevin.

Praktická příručka vytváří s CD didaktický celek. CD slouží pro teoretický úvod a seznámení se s danou problematikou, je doplněné o mnoho mikroskopických fotografií (vytvářených na světelném mikroskopu Olympus BX 40 i na elektronovém mikroskopu), schematických obrázků a animací, jež vedou k větší názornosti probírané látky. Praktická příručka navazuje na teoretický výklad, po kterém by měli být studenti schopni samostatně nebo ve dvojicích plnit jednotlivé úlohy k právě probranému tématu.

V rámci jednotlivých praktických úkolů budou studenti pracovat se žiletkou, nožem, krycími a podložními sklíčky. Při práci s těmito mikroskopickými pomůckami může lehce dojít k poranění, proto by měli být studenti v úvodní hodině praktických cvičení důkladně seznámeni s bezpečností práce a zásadami první pomoci.

# I. ZÁKLADY MIKROSKOPICKÉ TECHNIKY

Před samotným praktickým mikroskopováním je důležité se nejprve seznámit se základy mikroskopické techniky. V následujících podkapitolách si postupně objasníme rozdíl mezi světelnou mikroskopií a elektronovou mikroskopií. Popíšeme si, jaké pomůcky budeme během našeho mikroskopování potřebovat. Vysvětlíme si pojem preparát a zaměříme se na jednotlivé typy preparátů. Dále se obeznámíme se způsobem tvorby vhodných řezů rostlinnými orgány a typy barvení, které nám zvýrazní pozorované struktury. Na závěr této první kapitoly se zaměříme na techniku překreslování mikroskopických objektů do protokolu.

## I. 1 Světelná a elektronová mikroskopie

Základní pozorovací metodou, kterou budeme používat v rámci našeho mikroskopování je světelná mikroskopie v procházejícím světle, kdy světlo prochází skrz pozorovaný objekt, proto musí být vytvořené preparáty co nejtenčí.

V rámci výukového CD jsou u některých témat zařazené pro větší názornost i snímky z elektronového mikroskopu. Elektronová mikroskopie (transmisní a rastrovací) je v dnešní době ve vědě velmi populární a hojně využívanou pozorovací metodou, jelikož má na rozdíl od světelné mikroskopie v procházejícím světle až 1000x větší rozlišovací schopnost a poskytuje komplexnější informace o pozorovaném objektu (např. povrch objektu, tvar, ...).

## I. 2 Mikroskopické potřeby

Kromě světelných mikroskopů budeme během našeho mikroskopování potřebovat tyto mikroskopické potřeby:

- podložní a krycí sklíčka
- preparační jehla, pinzeta, jemný štěteček na přenášení pozorovaných objektů (např. tenkých řezů), skalpel a nůžky k hrubší přípravě rostlinného materiálu, žiletky ke zhotovení jemných tenkých řezů, válečky bezové duše (parenchym z odumřelého bezu černého)
- hodinová sklíčka k barvení preparátů, Petriho misky na vodu (glycerol), skleněná tyčinka, kapátko
- sepraný plátěný hadřík k čištění podložních a krycích sklíček
- filtrační papír k odsátí přebytečné vody mezi krycím a podložním sklíčkem

- bezbarvý lak na nehty ke zhotovení otiskových preparátů, izolepa
- nelinkované papíry formátu A4 a psací potřeby (středně tvrdé tužky, guma, propisky, lihové fixy pro popis podložních sklíček aj.)
- krabička na celou mikroskopickou soupravu

### I. 3 Mikroskopické preparáty

Abychom mohli pozorovat rostlinný materiál pod mikroskopem, je třeba zhotovit z něho preparáty, tj. vhodně upravené části rostlinných orgánů k mikroskopickému pozorování. Při mikroskopování budeme používat dva typy mikroskopických preparátů:

#### A. DOČASNÝ (PŘECHODNÝ) PREPARÁT

Při vypracovávání zadaných úkolů použijeme nejčastěji dočasných preparátů, zhotovených z živého materiálu (nativní preparát), jejichž médiem bude voda (tzv. vodní preparát), popř. glycerol.

Postup při přípravě dočasného preparátu:

1. Objekt, který chceme pozorovat, přeneseme do kapky vody (glycerolu), umístěné ve středu podložního sklíčka.
2. Objekt přikryjeme krycím sklíčkem a to tak, že si krycí sklíčko přiložíme opatrně na okraj kapky a zvolna jej spouštíme. Nikdy nepokládáme krycí sklíčko najednou celou plochou na objekt, protože by se v preparátu vytvořily bubliny, které jsou nežádoucí.

Během zhotovování dočasných preparátů musíme dát pozor na to, aby:

1. pozorované objekty ležely ve středu krycího sklíčka a vzájemně se nepřekrývaly,
2. prostor mezi krycím a podložním sklíčkem byl vyplněn vhodným množstvím vody (glycerolu), abychom zabránili vzniku vzduchových bublin popř. „plávání“ krycího sklíčka na uzavíracím médiu.

#### B. TRVALÝ PREPARÁT

Trvalé preparáty, v nichž je objekt uzavřen v trvalém průhledném médiu (kanadský balzám, parafín), jsou oproti dočasným preparátům kvalitnější a trvanlivější, ovšem jejich příprava je náročná na čas, finance i přístrojové vybavení.

## **I. 4 Konzervace rostlinného materiálu**

Abychom měli rostlinný materiál k dispozici po celý rok, uložíme nasbírané vegetativní a generativní orgány dubu letního do vhodného konzervačního činidla. Pro naše mikroskopování, budeme využívat glycerol etanol (3 díly 70% etanolu : 1 díl glycerolu), který změkčuje materiál (např. při řezání dřeva větvičky dubu) a nemusíme ho vypírat.

## **I. 5 Zhotovení řezů vegetativních a generativních orgánů dubu letního**

Podle orientace řezů rozlišujeme řezy na podélné (longitudiální) a příčné (transverzální). Většinu řezů budeme provádět volně žiletkou v bezové duši, kdy si malý kousek pletiva upevníme do podélně rozpůlené bezové duše a po prvním srovnávacím řezu vedeme následně jedním tahem několik co nejtenčích řezů.

## **I. 6 Typy barvení**

Pro zvýraznění pozorovaných struktur si vytvoříme barvené preparáty. Preparáty budeme barvit nejčastěji Lugolovým roztokem (jodjodkálíum), který nám obarví cytoplazmu do hnědé a škrob do tmavofialové barvy a safraninem, jež nám zbarví červeně skarifikované a lignifikované buněčné stěny (při vyšší koncentraci dokonce i celulosní buněčné stěny a buněčné organely).

## **I. 7 Postup při mikroskopování**

Při samotném mikroskopování postupujeme podle následujícího postupu (platí pro mikroskop Olympus CX 31, pro ostatní modely postupujeme podobně):

- zvolíme vhodný okulár a nastavíme nejméně zvětšující objektiv,
- pomocí kondenzoru a clony nastavíme vhodné osvětlení,
- preparát upevníme do svorek křížového vodiče a pozorovaný objekt umístíme nad střed horní kondenzované čočky,
- makrometrickým šroubem přiblížíme čelní čočku objektivu na minimální vzdálenost k preparátu (sledujeme ze strany), makrometrickým šroubem nahrubo zaostříme, doostříme mikrošroubem, upravíme clonou osvětlení,
- nastavíme si rozestup okulárů, pootočením zaostřovacího kroužku okuláru vyrovnáme případnou oční vadu, takže pozorovaný objekt vidíme oběma očima stejně,

- pomocí křížového vodiče posunujeme preparátem tak dlouho, dokud nevybereme vhodné místo k pozorování a umístíme ho do středu zorného pole,
- nastavíme silněji zvětšující objektiv, upravíme aperturu kondenzoru, doostříme a upravíme osvětlení,
- pozorované struktury dokumentujeme kresbou (viz kap. I.7 Kreslení mikroskopických objektů), které kreslíme do vytvořených pracovních listů (protokolů) spolu s udáním zvětšení, při kterém jsme dokumentovanou strukturu pozorovali,
- po ukončení mikroskopování nastavíme nejméně zvětšující objektiv.

## **I. 8 Kreslení mikroskopických objektů**

Mikroskopické objekty kreslíme ostrou středně tvrdou tužkou na nelinkovaný papír formátu A4. Kresba vyžaduje určitou kreslířskou dovednost a zručnost. Objekty kreslíme vždy jedním tahem, nešrafujeme, netečkujeme a nestínujeme. Mějte na paměti, že obrázek musí být vždy dostatečně velký a musí být zachovány poměry délky a šířky kresleného objektu. Při kreslení zdůrazňujeme podstatné struktury, nepodstatné nezakresluje. Vytvořený obrázek popisujeme propiskou.

## II. PRAKTICKÁ ČÁST

### II. 1 KOŘEN

#### *Téma: Kořenová soustava semenáčku dubu letního*

#### *1. Úkol: Typ kořenové soustavy semenáčku dubu letního*

##### Potřeby:

- materiál: vitální nebo konzervovaný (v glycerolu) kořen semenáčku dubu letního (*Quercus robur*)

##### Provedení:

Vitální nebo konzervovaný kořen semenáčku dubu letního si rozprostřete na pracovní stůl a pozorně si prohlédněte kořenový systém této rostliny.

- a) Určete typ kořenového systému semenáčku dubu letního.
- b) Schematicky nakreslete tento kořenový systém a popište jeho hlavní části.

##### Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Jaké funkce plní kořen semenáčku dubu letního?
- Jakou funkci mají kořenové vlásky?
- K čemu slouží postranní kořeny?
- Je tento typ kořenové soustavy typický pro dvouděložné rostliny?
- Existují rostliny, které nemají kořeny?

##### Nákres:



## 2. Úkol: Srovnání kořenové soustavy semenáčku dubu letního a cibule kuchyňské.

### Potřeby:

- materiál: vitální nebo konzervovaný (v glycerolu) kořen semenáčku dubu letního (*Quercus robur*), kořen cibule kuchyňské (*Allium cepa*) nebo jiné jednoděložné rostliny

### Provedení:

Vitální nebo konzervovaný kořen semenáčku dubu letního a kořen cibule kuchyňské (jednoděložné rostliny) si rozprostřete na pracovní stůl a pozorně si je prohlédněte.

- a) Srovnajte kořenový systém semenáčku dubu letního a cibule kuchyňské (jednoděložné rostliny)
- b) Schematicky nakreslete tyto kořenové systémy a popište jejich hlavní části.

### Nákres:

## ***Téma: Růstové zóny kořene semenáčku dubu letního***

**1. Úkol: Popis růstových zón na příčném řezu kořenem semenáčku dubu letního.**

### Potřeby:

- materiál: vitální nebo konzervovaný (v glycerolu) kořen semenáčku dubu letního (*Quercus robur*)
- potřeby k mikroskopování, bezová duše

### Provedení:

Z mladší části kořene (vitálního, konzervovaného) semenáčku dubu letního si pomocí bezové duše vytvořte aspoň 3 podélné řezy. Pod mikroskopem pak vyberte ten nejtenčí a použijte ho na vytvoření vodního preparátu. Pro pozorování a posléze zhotovení nákresu podélného řezu kořenem si nastavte nejprve nejmenší zvětšení.

- a) Nakreslete podélný řez kořenem.
- b) Vyznačte v nákresu jednotlivé růstové zóny kořene.

### Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Jakou funkci mají jednotlivé růstové zóny kořene?
- V které růstové zóně kořene se zakládají postranní kořeny?
- V jaké růstové zóně je největší koncentrace kořenového vlášení?
- Jakou funkci má kořenová čepička (kalyptra)? Pokuste se jí naznačit do nákresu.

### Nákres:

## ***Téma: Primární vnitřní stavba kořene semenáčku dubu letního***

*1. Úkol: Popis příčného řezu kořene semenáčku dubu letního v primární stavbě.*

### Potřeby:

- materiál: vitální nebo konzervovaný (v glycerolu) kořen semenáčku dubu letního (*Quercus robur*)
- reagenty: zředěný roztok safraninu
- potřeby k mikroskopování, bezová duše

### Provedení:

Z mladší části kořene (vitálního, konzervovaného) semenáčku dubu letního si pomocí bezové duše vytvořte aspoň 3 příčné řezy. Pod mikroskopem pak vyberte ten nejtenčí, který ponořte na 3 minuty do zředěného roztoku safraninu a následně z takto obarveného preparátu vytvořte vodní preparát. Pro pozorování a posléze zhotovení nákresu výseče příčného řezu kořenem si nastavte nejprve nejmenší zvětšení. Následně nákres cévních svazků vytvořte při použití objektivu s větším zvětšením.

- a) Nakreslete a popište výseč z příčného řezu kořenem.
- b) Schematicky nakreslete cévní svazek a popište jeho části.

### Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Jakou má funkci rhizodermis kořene a mezi jaký typ pletiva patří?
- Popište, v čem se rhizodermis odlišuje od epidermis stonku?
- Jaký typ cévního svazku se nachází v primární stavbě kořene dubu letního?
- Z jakých vodivých elementů se skládá dřevo (xylém) a lýko (floém) cévního svazku?

### Nákres:

## 2. Úkol: Amyloplasty na příčném řezu kořene semenáčku dubu letního.

### Potřeby:

- materiál: vitální nebo konzervovaný (v glycerolu) kořen semenáčku dubu letního (*Quercus robur*)
- reagenty: Lugolův roztok
- potřeby k mikroskopování, bezová duše

### Provedení:

Z mladší části kořene (vitálního, konzervovaného) semenáčku dubu letního si pomocí bezové duše vytvořte aspoň 3 příčné řezy. Pod mikroskopem pak vyberte ten nejtenčí, který ponořte do kapky Lugolova roztoku a vytvořte tak barvený preparát. Při pozorování fialově zbarvených amyloplastů si nastavte větší zvětšení.

- a) Schematicky nakreslete tvar několika amyloplastů v buňce.

### Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- K čemu slouží amyloplasty?
- Proč se amyloplasty barví Lugolovým roztokem do modrofialové barvy?

### Nákres:

## ***Téma: Přejchod kořene semenáčku dubu letního k sekundární vnitřní stavbě***

*1. Úkol: Popis sekundární vnitřní stavby kořene semenáčku dubu letního na příčném řezu.*

### Potřeby:

- materiál: vitální nebo konzervovaný (v glycerolu) kořen semenáčku dubu letního (*Quercus robur*)
- reagentie: zředěný roztok safraninu
- potřeby k mikroskopování, bezová duše

### Provedení:

Ze starší části kořene (vitálního, konzervovaného) semenáčku dubu letního si pomocí bezové duše vytvořte aspoň 3 příčné řezy. Pod mikroskopem pak vyberte ten nejtenčí, který ponořte na 3 minuty do zředěného roztoku safraninu a následně z takto obarveného preparátu vytvořte vodní preparát. Pro pozorování a posléze zhotovení nákresu výseče příčného řezu kořenem si nastavte nejprve nejmenší zvětšení. Následně nákres cévních svazků vytvořte při použití objektivu s větším zvětšením.

- a) Nakreslete a popište výseč z příčného řezu kořenem.
- b) Schematicky nakreslete cévní svazek a popište jeho části.

### Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Jak se změní při přechodu kořene do sekundární stavby uspořádání cévních svazků?
- Porovnejte typy cévních svazků v primární a sekundární stavbě kořene.
- Co způsobuje sekundární tloušťnutí kořene?

### Nákres:

## 2. Úkol: Peridermis na příčném řezu kořenem semenáčku dubu letního.

### Potřeby:

- materiál: vitální nebo konzervovaný (v glycerolu) kořen semenáčku dubu letního (*Quercus robur*)
- potřeby k mikroskopování, bezová duše

### Provedení:

Ze starší části kořene (vitálního, konzervovaného) semenáčku dubu letního si pomoci bezové duše vytvořte aspoň 3 příčné řezy. Pod mikroskopem pak vyberte ten nejtenčí a použijte ho na vytvoření vodního preparátu. Při pozorování peridermis si nastavte větší zvětšení.

- a) Schematicky nakreslete a popište výseč z příčného řezu peridermis kořene.

Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Jakou má funkci peridermis kořene a mezi jaký typ pletiva patří?
- Z jakých 3 částí se peridermis skládá?
- Kde se při přechodu kořene do sekundární stavby nachází rhizodermis?

### Nákres:

## II. 2 STONEK (KMEN)

### *Téma: Morfologie stonku (kmene)dubu letního*

1. Úkol: *Morfologie stonku (větví) dubu letního.*

Potřeby:

- materiál: vitální větevka dubu letního (*Quercus robur*)

Provedení:

Pozorujte způsob, jakým jsou uspořádané mladší větve u dubu letního.

- a) Popište a schematicky nakreslete, jakým způsobem jsou uspořádané mladší větve u dubu letního?

Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Jmenujte, jaké jsou základní funkce stonku.
- V literatuře zjistěte, co jsou to palisty.
- Můžeme palisty najít na některých větvkách dubu letního?

Nákres:

## 2. Úkol: Borka (*rhytidoma*) kmene dubu letního

### Potřeby:

- materiál: kmen dubu letního (*Quercus robur*), místních dřevin nebo fotografie borky těchto dřevin
- lupa

### Provedení:

V rámci exkurze do okolního lesa, parku (nebo z fotografií) si pozorně prohlédněte borku (*rhytidomu*) kmene dubu letního a borku mladších větví. Následně ji porovnejte s borkou místních dřevin (např.: buk (*Fagus*), lípa (*Tilia*), bříza (*Betula*), borovice (*Pinus*), smrk (*Picea*), platan (*Platanus*)).

- a) Srovnajte borku kmene dubu letního s borkou mladších větví.
- b) Popište, jak se od sebe liší tyto borky v barvě a tvaru borky a tvaru lenticel.
- c) Porovnejte borku kmene dubu letního s borkou ostatních dřevin.
- d) Popište charakteristické znaky borky, podle kterých vybrané dřeviny poznáte i v zimě.

### Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Jakým způsobem vzniká borka (*rhytidoma*) dubu letního?
- Vysvětlíte, co to jsou lenticely a jaký mají význam?
- Dub patří mezi dřeviny, které hostí největší počet druhů hmyzu ze všech našich dřevin. Pomocí internetu (odborné literatury) najděte aspoň 4 druhy hmyzu, jejichž larvy se vyvíjí ve dřevě, lýku nebo kůře dubu. Pokuste se tyto zástupce systematicky zařadit.

### Závěr:



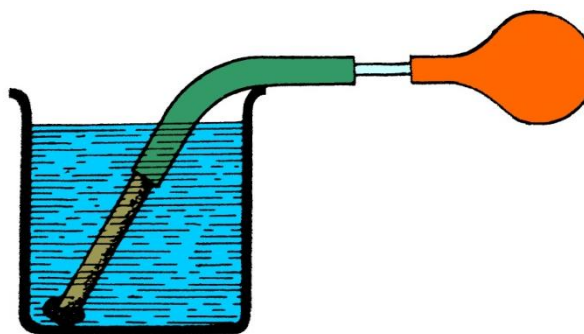
### 3. Úkol: Průchod vzduchu lenticelami.

#### Potřeby:

- materiál: vitální větévka dubu letního (*Quercus robur*)
- kádinka s vodou
- roztavený vosk (parafín)
- provázek nebo drátek
- gumová hadička
- skleněná trubička
- hustilka nebo balónek

#### Provedení:

Větvičku dubu letního (síly o něco menší než je průměr gumové hadičky), uřežte v místě mezi dvěma uzlinami. Jednu řeznou plochu předem namočte do roztaveného parafínu (vosku), abyste zabránili unikání vzduchu touto cestou. Druhý konec větvičky navlhčete a pak na ni navlečte gumovou hadičku s balónkem (hustilkou), kterou ještě převažte provázkem (drátkem). Takto upravenou větvičku dubu letního ponořte do kádinky s vodou (viz obr. 1) a začněte balónkem (hustilkou) pumpovat vzduch do větvičky ponořené ve vodě.



**Obr. 1:** Aparatura pro průchod vzduchu lenticelami. (Gardičová, 1967, upraveno)

- a) Popište, co jste při pokusu pozorovali na povrchu borky ponořené větvičky?
- b) Tento jev vysvětlete.

Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Vysvětlete, co to jsou lenticely?
- Zůstávají lenticely otevřené i přes zimu?

Závěr:

## ***Téma: Primární vnitřní stavba stonku dubu letního***

*1. Úkol: Popis příčného řezu stonkem semenáčku dubu letního v primární stavbě.*

### Potřeby:

- materiál: vitální stoněk semenáčku dubu letního (*Quercus robur*)
- reagenty: zředěný roztok safraninu
- potřeby k mikroskopování, bezová duše

### Provedení:

Z mladší části stonku semenáčku dubu letního si pomocí bezové duše vytvořte aspoň 3 příčné řezy. Pod mikroskopem pak vyberte ten nejtenčí, který ponořte na 3 minuty do zředěného roztoku safraninu a následně z takto obarveného preparátu vytvořte vodní preparát. Pro pozorování a posléze zhotovení nákresu výseče příčného řezu stonkem si nastavte nejprve nejmenší zvětšení. Následně nákres cévních svazků vytvořte při použití objektivu s větším zvětšením.

- a) Nakreslete a popište výseč z příčného řezu stonkem semenáčku dubu letního.
- b) Schematicky nakreslete cévní svazek a popište jeho části.

Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Jakou funkci má epidermis stonku a mezi jaký typ pletiva patří?
- Jaké útvary můžeme pozorovat na epidermis stonku semenáčku dubu letního?
- Jaký typ cévního svazku se nachází v primární stavbě stonku semenáčku dubu letního?

### Nákres:

2. Úkol: Srovnání příčného řezu stonkem v primární stavbě mezi jednoděložnou a dvouděložnou rostlinou.

Potřeby:

- materiál: vitální stonk semenáčku dubu letního (*Quercus robur*), vitální nebo konzervovaný (v glycerolu) stonk kukuřice seté (*Zea mays*)
- reagenty: zředěný roztok safraninu
- potřeby k mikroskopování, bezová duše

Provedení:

Z každé rostliny si pomocí bezové duše vytvořte aspoň 3 příčné řezy. Pod mikroskopem pak vyberte ty nejtenčí, které ponořte na 3 minuty do zředěného roztoku safraninu a následně z takto obarvených preparátů vytvořte vodní preparát. Pro pozorování a posléze zhotovení nákresu výseče příčného řezu stonkem si nastavte nejprve nejmenší zvětšení. Následně nákres cévních svazků vytvořte při použití objektivu s větším zvětšením.

- a) Nakreslete a popište výseč z příčného řezu stonkem semenáčku dubu letního a kukuřice seté.
- b) Srovnajte, zda se od sebe řezy těmito rostlinami nějak liší.
- c) Schematicky nakreslete cévní svazky obou rostlin a uveďte jejich typ.
- d) Porovnejte uspořádání cévních svazků u zkoumaných rostlin.

Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Jak se nazývá typ stonku, který je charakteristický pro kukuřici setou?
- Tlustne stonk u kukuřice seté? Svou odpověď zdůvodněte.

Nákres:

## ***Téma: Přejchod stonku dubu letního k sekundární vnitřní stavbě***

1. Úkol: Popis sekundární vnitřní stavby stonku na příčném řezu větvi dubu letního.

### Potřeby:

- materiál: konzervovaná (v glycerolu) starší větévka dubu letního (*Quercus robur*)
- reagentie: zředěný roztok safraninu
- potřeby k mikroskopování, bezová duše

### Provedení:

Ze starší větvičky dubu letního, ponechané aspoň 1 den v glycerolu, si pomocí bezové duše vytvořte aspoň 3 příčné řezy. Pod mikroskopem pak vyberte ten nejtenčí, který ponořte na 3 minuty do zředěného roztoku safraninu a následně z takto obarveného preparátu vytvořte vodní preparát. Pro pozorování a posléze zhotovení nákresu výseče příčného řezu větévkou si nastavte nejprve nejmenší zvětšení. Následně nákres cévních svazků vytvořte při použití objektivu s větším zvětšením.

- a) Nakreslete a popište výseč z příčného řezu starší větévkou dubu letního.
- b) Srovnajte, jak se od sebe liší primární a sekundární stavba stonku dubu letního.
- c) Schematicky nakreslete (při nejmenším zvětšení) tvar, jaký má sekundární dřevo (deuteroxylém) na příčném řezu větvičkou.
- d) Schematicky nakreslete cévní svazek a popište jeho části.
- e) Pokuste se určit stáří řezané větévky dubu letního.

Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Jaký typ pletiva tvoří dřeň stonku (větévky)?
- Mezi jaký typ pletiva patří primární kůra?
- Jaký typ cévního svazku se nachází v sekundární stavbě stonku (větévky) dubu letního?
- Co je to letokruh?
- Čím je způsobeno tloustnutí stonku?
- Vysvětlíte, co jsou to thyly a jakou mají funkci?

Nákres:

## 2. Úkol: Peridermis na příčném řezu starší větévkou dubu letního.

### Potřeby:

- materiál: vitální nebo konzervovaná (v glycerolu) starší větévka dubu letního (*Quercus robur*)
- potřeby k mikroskopování, bezová duše

### Provedení:

Ze starší větévky (vitální, konzervované) dubu letního si pomocí bezové duše vytvořte aspoň 3 příčné řezy. Pod mikroskopem pak vyberte ten nejtenčí a použijte ho na vytvoření vodního preparátu (popř. vytvořte dočasný preparát v kapce glycerolu). Při pozorování peridermis si nastavte větší zvětšení.

- a) Schematicky nakreslete a popište výseč z příčného řezu peridermis starší větévkou dubu letního.

### Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Jakou funkci má peridermis a mezi jaký typ pletiva patří?
- Z jakých 3 částí se peridermis skládá?

### Nákres:

### 3. Úkol: Letokruhy dubu letního

#### Potřeby:

- materiál: konzervovaná (v glycerolu) starší větévka dubu letního (*Quercus robur*), konzervovaná (v glycerolu) starší větévka buku lesního (*Fagus sylvatica*)
- reagenty: zředěný roztok safraninu
- potřeby k mikroskopování, bezová duše

#### Provedení:

Z větviček dubu letního a buku lesního, ponechaných aspoň 1 den v glycerolu, si pomocí bezové duše vytvořte z každé aspoň 3 příčné řezy. Pod mikroskopem pak vyberte ty nejtenčí, které ponořte na 3 minuty do zředěného roztoku safraninu a následně z takto obarvených preparátů vytvořte vodní preparáty (popř. vytvořte dočasné preparáty v kapce glycerolu). Pro pozorování letokruhů na příčném řezu starší větévkou obou dřevin si nastavte nejprve nejmenší zvětšení, posléze si preparát prohlédněte při větším zvětšení.

- a) Nakreslete při větším zvětšení výseč z letokruhu dubu letního a vyznačte, kde se nachází jarní, letní dřevo, letokruh a hranice letokruhu.
- b) Porovnejte sekundární dřevo (deuteroxylém) obou dřevin, popište, jak se od sebe liší z hlediska rozmístění cév.
- c) Schematicky zakreslete rozmístění cév v rámci jednoho letokruhu u každé z těchto dřevin.

#### Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Co je to letokruh?
- Charakterizujte pojem hranice letokruhu.
- Vysvětlete, proč jsou letokruhy u tropických dřevin málo výrazné?
- Popřemýšlejte, jaké faktory mohou ovlivnit na šířku letokruhu?
- Jsou vodivými elementy dřevní části cévního svazku dubu letního pouze cévy nebo i cévice?
- Jmenujte vodivé elementy lýkové části cévního svazku dubu letního. Čím se liší od vodivých elementů dřeva?
- Z internetu zjistěte, jak se nazývá dřevo z pohledu charakteristického uspořádání cév deuteroxylému u dubu a u buku.



Nákres:

#### 4. Úkol: Vedení vody mladou větévkou dubu letního

Jelikož vodivé elementy dřeva i lýka mají krátkou životnost (často pouze jedno vegetační období), jsou pro zajištění efektivního transportu látek v rostlině díky činnosti kambia vytvářeny stále nové vodivé dráhy. Nově produkované části dřeva posunují starší dřevo tzv. jádro do středu kmene. Tudíž voda v kmeni dubu letního je vedena pouze vnější, nejmladší částí dřeva, tzv. bělí.

##### Potřeby:

- materiál: vitální olistěná větévka dubu letního (*Quercus robur*)
- reagentie: červený inkoust
- kádinka s vodou

##### Provedení:

Do kádinky s vodou obarvenou červeným inkoustem postavíte čerstvě seříznutou olistěnou větévku dubu letního. Jakmile zružoví žilky v listech, prořízněte v jedné části větévku příčně a v druhé podélně.

- a) Popište, co jste při vytvoření podélného a příčného řezu větévkou dubu letního pozorovali?
- b) Tento jev vysvětlete a pojmenujte.

##### Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Jaký proud je veden sítkovicemi?
- Odkud kam tento proud vede?
- Jak se nazývá proud, který je veden vodivými elementy dřeva časně zjara, kdy rostlina nemá vytvořené listy?

##### Závěr:

## 5. Úkol: Příčný řez kmenem (větví) dubu letního

Dřevo některých dřevin je rozlišené na mladší světlejší část dřeva, běl a starší, tmavější část dřeva, jádro. Jádro dřeva vzniká odumřením živých částí dřeva, ucpáním vodivých složek (thyly) a ukládáním impregnovaných látek a barviv. Jádrová část kmene slouží ke zpevnění stromu a chrání ho proti hnití.

V cévních svazcích kmene dubu letního se nachází dva typy dřeňových paprsků, primární a sekundární. Primární dřeňové paprsky začínají ve dřeni a odstředivě zasahují až do oblasti lýka. Sekundární dřeňové paprsky (oproti primárním) spojují vždy dřevní a lýkovou část vzniklé ve stejném roce. Protože sekundární dřeňové paprsky nejsou spojené s dření, nazýváme je někdy jako dřevní paprsky.

### Potřeby:

- materiál: poleno dubu letního (*Quercus robur*), poleno břízy bělokoré (*Betula pendula*) popř. bradavičnatá (*B. verrucosa*) nebo fotografie příčného řezu kmenem (starší větví) těchto dřevin
- lupa

### Provedení:

Pozorně si prohlédněte příčný řez kmenem (starší větví) dubu letního a břízy bělokoré (bradavičnaté).

- a) Nakreslete výseč příčného řezu kmenem (starší větví) dubu letního a popište jeho příznačné struktury.
- b) Vyznačte do nákresu umístění primárních a sekundárních dřeňových paprsků.
- c) Porovnejte dřevo, schematicky nakreslete umístění jádrové a bělové části dřeva a rozhodněte, zda obě dřeviny patří mezi jádrové dřeviny.
- d) Srovnajte tvar borky a šířku dřeňových paprsků obou dřevin.

Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Popiš, k čemu slouží dřeňové paprsky?
- Co je to borka?
- Z internetu (odborné literatury) zjistěte, které další dřeviny řadíme mezi jádrové dřeviny.

Nákres:

## II. 3 LIST

### *Téma: Morfologie listu dubu letního*

1. Úkol: Morfologie listové čepele dubu letního.

Potřeby:

- materiál: vitální list dubu letního (*Quercus robur*)

Provedení:

Pozorujte morfologii listové čepele dubu letního. Při popisu listu dubu letního využijte příslušných tabulek, uvedených v příloze.

- a) Nakreslete a popište jednotlivé části dubu letního.
- b) Zařaďte list dubu letního podle základního třídění.
- c) Charakterizujte list dubu letního podle:
  - ❖ nasedání listu na stonek
  - ❖ typu listové žilnatiny
  - ❖ utváření listové čepele
  - ❖ tvaru, vrcholu a okraje listové čepele

Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Jaký význam má žilnatina listu?
- Vyjmenujte hlavní funkce listu dubu letního.
- Vyhledejte si v literatuře pojem listová mozaika. Vysvětli, k čemu dubu letnímu slouží?
- Vysvětlete, proč na podzim listy dubu letního opadávají? Čím je opad listů (chorize) způsobena?
- Z internetu (odborné literatury) zjistěte, čemu se lidově říká „duběnky“? Který živočich je za jejich vznik odpovědný? K čemu se v minulosti využívaly?

Nákres:

## 2. Úkol: Srovnání morfologie listu dubu letního a dubu zimního.

### Potřeby:

- materiál: vitální list dubu letního (*Quercus robur*), vitální list dubu zimního (*Quercus petraea*)

### Provedení:

Pozorujte morfologii listu dubu letního a dubu zimního. Při popisu listu dubu letního využijte příslušných tabulek, uvedených v příloze.

- a) Schematicky nakreslete tvar listu dubu letního a zimního.
- b) Porovnejte symetrii laloků u listu dubu letního a zimního.
- c) Charakterizujte listy dubu letního a zimního podle:
  - ❖ nasedání listu na stonek
  - ❖ délky řapíku
  - ❖ typu listové žilnatiny
  - ❖ utváření listové čepele
  - ❖ tvaru, vrcholu a okraje listové čepelea popište, v jakých znacích se oba zástupci od sebe odlišují.

### Nákres:

### 3. Úkol: Střídavé postavení listů na stonku (větvi) dubu letního.

Nejčastějším postavení listů u rostlin je střídavé. Střídavé listy po sobě vyrůstající jsou však méně často od sebe vychýleny o úhel  $180^\circ$ . Většinou svírají úhel menší, takže místa (inserce), z nichž na stonku listy vyrůstají, tvoří vzestupnou šroubovici (genetickou spirálu, modrá čára obr. 2). U některých rostlin se může genetická spirála několikrát otočit kolem stonku, než nalezneme list, který stojí svísele (v ortostichu) nad listem výchozím. Rozestavení listů na stonku lze vyjádřit pomocí následujícího zlomku:

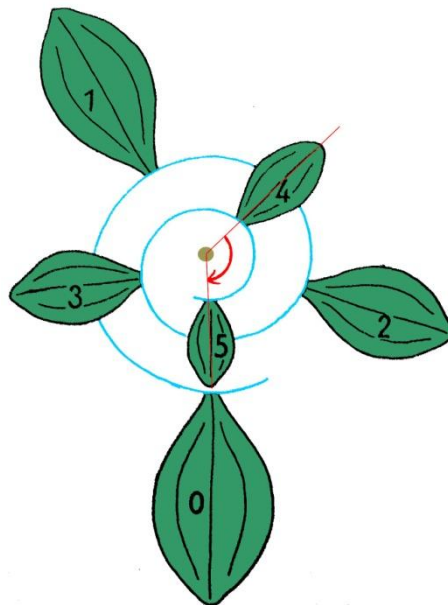
$$\text{rozestavení listů na stonku} = \frac{a}{b} \quad (*)$$

*a* ..... počet otoček šroubovice kolem stonku

*b* ..... počet listů, které jsme po genetické spirále přešli, než jsme se dostali k listu stojícím nad listem výchozím (prvním)

Současně z vyjádření rozestavení listů na stonku vypočteme odchylku, divergenční úhel (červená šipka obr. 2) dvou po sobě následujících listů pomocí následujícího vzorce:

$$\text{divergenční úhel} = \frac{a}{b} \cdot 360^\circ \quad (**)$$



**Obr. 2:** Rozestavení střídavých listů na stonku podle  $\frac{2}{5}$ . (Černohorský, 1967, upraveno)

#### Potřeby:

- materiál: vitální větevka dubu letního (*Quercus robur*) s listy
- lihová fixa

### Provedení:

Pozorujte vzájemné postavení listů na větévce dubu letního. Jednotlivé listy, uspořádané do genetické spirály, si označte pomocí lihového fixu číslem na jejich svrchní straně (viz obr. 2). Nalezněte list, stojící kolmo (v ortostichu) nad listem výchozím (označeným č. 0). Poté spočítejte, kolik listů se nachází mezi listem prvním (na obr. 2 označeným č. 0) a listem stojícím kolmo (v ortostichu) k tomuto listu (na obr. 2 označeným č. 5). Následně spočítejte, kolikrát se při tom musíte otočit kolem větévky. Oba výsledky dosad'te do vzorce (\*). Vypočtený výsledek dosad'te do vzorce (\*\*) a získejte tak divergenční úhel.

- a) Zjistěte charakteristické rozestavení listů na větévce dubu letního.
- b) Vypočtete divergenční úhel dvou po sobě následujících listů na větévce dubu letního.
- c) Pokuste se nakreslit postavení jednotlivých listů, uspořádaných do genetické spirály při pohledu shora.

### Závěr:

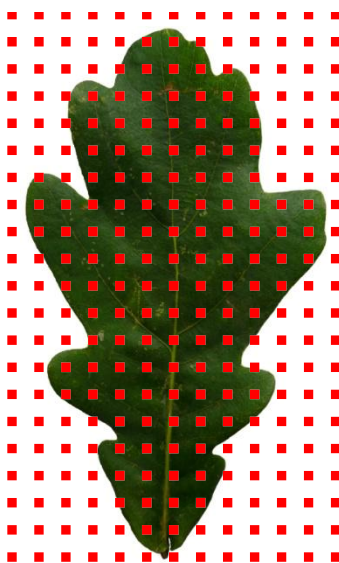


#### 4. Úkol: Stanovení plochy listu dubu letního

Učení plochy listu se může vypočítat užitím mnoha metod. Při plnění tohoto úkolu si vyzkoušíte 2 základní metody:

1. metoda trojčlenková: Plochu listu vypočteme porovnáním hmotnosti vystřížené kopie listu a hmotnosti obrazce známé plochy.

2. metoda bodová (zásahová): Plochu listu vypočteme pomocí předem vytvořené sítě bodů (0,5 x 0,5 cm), kdy spočítáme celkový počet zásahů o ploše 0,25 cm<sup>2</sup> (viz obr. 3).



Obr. 3: Bodová metoda na listu dubu letního

##### Potřeby:

- materiál: vitální list dubu letního (*Quercus robur*)
- papír, nůžky, lihová fixa, fólie na meotar, rýsovací potřeby

##### Provedení:

1. metoda trojčlenková: Na papír si narýsujte čtverec o straně 10 cm (jakou bude mít čtverec plochu?), vystříhnete jej a zvažte. Následně si na papír obkreslete tvar listu dubu letního, vystříhnete ho a zvažte. Pomocí trojčlenky vypočítejte přibližnou plochu listu dubu letního.
2. metoda bodová: Nejprve si připravte systém bodů na průsvitnou fólii, která se využívá k projekci na meotaru. Pod fólii podložte milimetrový papír a lihovou fixou vytvořte síť bodů 0,5 x 0,5 cm. List dubu letního překryjte fólii a spočítejte zásahy (viz obr. 3). Zásahy na okraji listové čepele počítejte pouze každý druhý nebo jenom zásahy na polovině obvodu čepele. Každý

zásah představuje 0,25 cm<sup>2</sup> listové plochy. Výslednou plochu listu dubu letního vypočítejte podle následujícího vzorce:

$$\text{výsledná plocha listu} = \text{počet zásahů} \cdot 0,25$$

- a) Vypočtete plochu listu dubu letního užitím trojčlenkové metody.
- b) Při výpočtu plochy listu dubu letního zásahovou metodou se pro větší přesnost pokuste změřit list dubu letního aspoň třikrát. Při každém měření listu dubu letního jej otočte zhruba o 30°. Z takto naměřených hodnot vypočítejte aritmetický průměr.
- c) Porovnejte výsledky získané oběma metodami.

Závěr:

## 5. Úkol: Pupeny dubu letního

### Potřeby:

- materiál: vitální větévka s pupeny dubu letního (*Quercus robur*), místních dřevin nebo fotografie pupenů těchto dřevin

### Provedení:

V rámci jarní exkurze do okolního lesa, parku (nebo z fotografií) se pokuste za pomoci klíče (viz příloha) poznat a popsat pupeny dubu letního a ostatních místních dřevin.

- a) Pomocí klíče se pokuste v přírodě poznat pupeny dubu letního.
- b) Popište tvar, barvu a postavení pupenů dubu letního
- c) Pokuste se pomocí klíče určit i další dřeviny, které při exkurzi uvidíte.

Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Jakou mají pupeny funkci?
- Jakým pojmem nazýváme charakteristické složení listů v pupenu?

### Závěr:

## ***Téma: Anatomie listové čepele dubu letního***

### ***1. Úkol: Popis vnitřní stavby listové čepele dubu letního.***

#### Potřeby:

- materiál: vitální list dubu letního (*Quercus robur*)
- potřeby k mikroskopování, bezová duše

#### Provedení:

Pomocí bezové duše zhotovíte aspoň 3 příčné řezy čepelí listu dubu letního. Pod mikroskopem pak vyberte ten nejtentčí a použijte ho na vytvoření vodního preparátu. Pozorujte anatomickou stavbu listu nejprve při nejmenším zvětšením.

- a) Nakreslete a popište příčný řez čepelí listu dubu letního.
- b) Rozhodněte, zda je mezofyl listu dubu letního rozlišen na houbový a palisádový parenchym. Pokud ano, schematicky nakreslete pár buněk houbového a palisádového parenchymu a popište, jak se od sebe liší (tvar a uspořádání buněk).
- c) V které části na příčném řezu listem dubu letního se nachází stomata (průduchy)?

#### Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Jakým typem pletiva je tvořena epidermis listu?
- Jakou vrstvou je chráněn list před nadměrnou transpirací, slunečním zářením a pronikání patogenů?
- Jakým pojmem se označuje list, který na příčném řezu nelze rozdělit na dvě přibližně stejné poloviny a má zřetelně rozlišená strana adaxiální (dorzální, svrchní) a abaxiální (ventrální, spodní)? Můžeš tímto termínem označit i list dubu letního?
- V odborné literatuře si vyhledejte pojmy C3, C4 a CAM rostliny. Mezi jaký typ rostlin byste zařadili dub letní?

Nákres:

## 2. Úkol: Srovnání příčného řezu sciofitním a heliofitním listem dubu letního.

V koruně dubu letního rozlišujeme listy podle svého umístění na listy heliofitní (slunné), rostoucí na obvodu koruny a listy sciofitní (stinných), jež nalzáme uvnitř nebo ve spodní části koruny. Zmíněné typy listů se od sebe odlišují také svou anatomickou stavbou.

Heliofilní listy mají menší plochu listu, větší tloušťku, delší a rozvětvenější žilnatinu, více sklerenchymatických pletiv, menší epidermální buňky, silnější kutikulu a epidermis, větší počet chloroplastů a větší hustotu, ale menší délku stomat.

Sciofitní listy jsou charakteristické větší listovou plochou, menší tloušťkou listu, kratší a méně rozvětvenou žilnatinou, obsahem méně sklerenchymatických pletiv, většími epidermální buňky, slabší kutikulou a epidermis, menším počtem chloroplastů a menší hustotou, ale větší délkou stomat.

### Potřeby:

- materiál: 2 vitální slunné a 2 stinné listy dubu letního (*Quercus robur*), list semenáčku dubu letního
- potřeby k mikroskopování, bezová duše

### Provedení:

Pomocí bezové duše zhotovte aspoň 6 příčných řezů (3 z každého listu) čepelí z každého typu listů dubu letního. Pod mikroskopem pak vyberte ty nejtenčí a použijte je na vytvoření vodních preparátů. Pozorujte anatomickou stavbu listu slunného a stinného listu dubu letního. Pro zviditelnění některých struktur (epidermis, sklerenchym, cévních svazků) obarvte preparáty safraninem. Následně pozorujte anatomickou stavbu listu semenáčku dubu letního.

- a) Schematicky nakreslete a popište příčný řez čepelí stinného a slunného listu dubu letního.
- b) Schematicky nakreslete a porovnejte palisádový parenchym stinného a slunného listu dubu letního.
- c) Na základě pozorování vnitřní stavby listu semenáčku a výše uvedených vlastností slunného a stinného listu urči, zda list semenáčku dubu letního má stavbu stinného nebo slunného listu.

Nákres:

### 3. Úkol: Určení strany listů dubu letního, kde se jsou průduchy.

#### Potřeby:

- materiál: vitální list dubu letního (*Quercus robur*)
- reagencie: xylen
- potřeby k mikroskopování

#### Provedení:

Na spodní stranu listu kápněte xylen. Xylen pronikne do listů dubu letního, a pokud se na této straně listu nachází stomata, vytvoří v dopadajícím světle tmavou, mastnou skvrnu. Stejným způsobem postupujte i na svrchní straně listu. Jestliže se stomata na zkoumané straně listu nenachází, xylen se odpaří a na listu se neprojeví žádná změna.

- a) Určete, na které straně listu dubu letního se nachází průduchy (stomata).

#### Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Na internetu si najděte, jakými pojmy se označují listy, které mají stomata:
  - ❖ pouze na svrchní straně
  - ❖ spodní straně
  - ❖ na obou stranách.

Který typ listů se nachází u dubu letního?

- Stomata můžeme také rozdělit na stomata izocytická a anizocytická. Vyhledejte si v literatuře význam těchto pojmů a určete, který typ stomat podle této klasifikace je typický pro dub letní.

#### Závěr:



#### 4. Úkol: Otiskový preparát pokožky listu dubu letního

##### Potřeby:

- materiál: vitální list dubu letního (*Quercus robur*)
- potřeby k mikroskopování, bezbarvý lak, izolepa

##### Provedení:

Na povrch listu naneste štětečkem lak na nehty obdélník asi 1 x 0,5 cm. Nechte slabou vrstvičku laku zaschnout. Poté vezměte asi 2 cm izolepy a opatrně ji přitiskněte na lakovanou vrstvičku a sloupněte. Lepící plochu i s otiskem následně přitiskněte na podložní sklíčko a jemným přitisknutím přilepte. Při mikroskopování silně přicloňte.

- a) Nakreslete a popište svěrací buňky včetně okolních epidermálních buněk.
- b) Při větším zvětšení zjistěte, zda jsou průduchy otevřené a stanovte poměr mezi počtem otevřených a uzavřených průduchů.

Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Vysvětlete, k čemu slouží průduchy (stomata)?
- Na jakých faktorech závisí otevření (uzavření) průduchů?
- Existují rostliny, které nemají stomata?

##### Nákres:

## 5. Úkol: Srovnání anatomické stavby listu a umístění průduchů u vybraných zástupců.

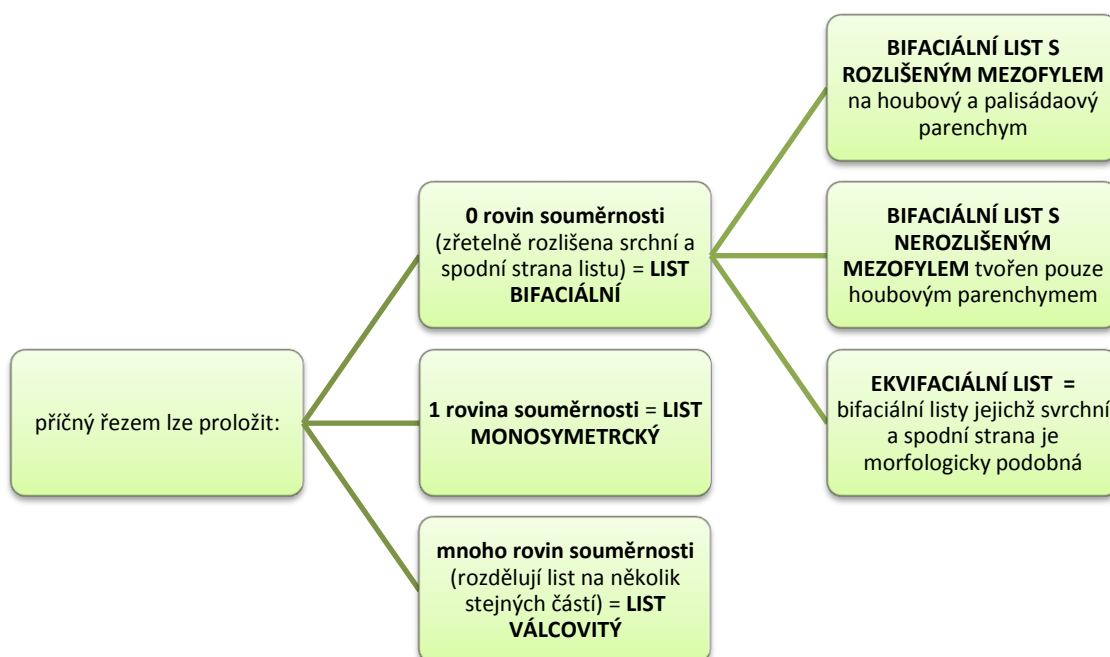
### Potřeby:

- materiál: vitální list dubu letního (*Quercus robur*), jehlice borovice černé (*Pinus nigra*), list kosatce německého (*Iris germanica*), list srhy říznačky (*Dactylis glomerata*)
- potřeby k mikroskopování, bezbarvý lak, izolepa

### Provedení:

Pomocí bezové duše zhotovte aspoň 3 příčné řezy čepelí listu dubu letního, kosatce německého, srhy říznačky a jehlice borovice černé. Pod mikroskopem pak vyberte ty nejtenčí a použijte je na vytvoření vodních preparátů. Pozorujte anatomickou stavbu listu jednotlivých rostlin nejprve při nejmenším zvětšení. Následně vytvořte otiskový preparát pokožky listu dubu letního, kosatce německého a srhy říznačky. Pozorujte průduchy (stomata) listů jednotlivých rostlin při větším zvětšení.

- a) Schematicky nakreslete a popište příčný řez čepelí listu dubu letního, kosatce německého, srhy říznačky a jehlicí borovice černé.
- b) Porovnejte mezofyl výše uvedených rostlin. U každé rostliny uveďte, zda má mezofyl rozlišený nebo nerozlišený.
- c) Pokuste se zařadit listy výše uvedených rostlin podle jejich anatomické stavby (Obr. 4).



Obr. 4: Klasifikace asimilačních listů podle anatomické stavby

- d) Porovnejte u výše uvedených rostlin, na které straně listu jsou umístěny průduchy (stomata).
- e) Zjistěte, u kterého zástupce jsou svěrací buňky průduchů na příčné řezu umístěné pod buňkami epidermálními. Pokuste se jejich polohu vysvětlit z fyziologického hlediska.
- f) Srovnajte a nakreslete tvar průduchů (stomat) a epidermálních buněk z otiskových preparátů pokožky listů dubu letního, kosatce německého a srhy říznačky.

Nákres:

## ***Téma: Fotosyntéza u dubu letního***

### ***1. Úkol: Důkaz vzniku škrobu v listech při fotosyntéze (SACHSOVA ZKOUŠKA)***

Jeden z produktů fotosyntézy je asimilační škrob, který využívá dub letní jako zásobní látku. Škrob je složen z amylázy a amylopektinu. Uvnitř řetězců amylázy se může vázat jód za vzniku modročerného zbarvení. Této reakce se následně využívá k důkazu přítomnosti škrobu. Zatímco amylopektin se při reakci s jódem barví červeně.

#### Potřeby:

- materiál: větévka dubu letního (*Quercus robur*) s listy, které byly 2- 3 dny v úplné tmě
- černý papír
- vařič, Petriho miska, destilovaná voda, nůžky, tvrdý papír (lepenka) nebo kontrastní negativ černobílé fotografie, kancelářské sponky
- reagenty: zředěný Lugolův roztok (1:4), 96% ethanol

#### Provedení:

Větévku dubu letního, umístěnou v kádince s vodou, ponechte 2 až 3 dny ve tmě (popř. zatemněte černým PE sáčkem), tím se prodýchá většina škrobu v listech. Potom se přesvědčíte, zda v listech opravdu nezůstal škrob tím, že odtrhnete jeden list dubu letního, povaříte ho asi 2 minuty v destilované vodě (usmrcení buněk). Následně vložte list do horkého etanolu, zahřívaného na vodní lázni tak dlouho, dokud se z listu nevylouží veškerý chlorofyl. List musí zůstat úplně bílý. Pak list vyperte v teplé destilované vodě (obnoví se tak vláčnost listu, ztvrdlého působením alkoholu), umístěte jej do Petriho misky a přilijte přiměřené množství Lugolova roztoku. Není – li v listu škrob, celý zežloutne. Již nepatrné množství škrobu v listu se projeví modrým zbarvením.

Vyřízněte si z tvrdého papíru (lepenky) počáteční písmenko vašeho jména a upevněte jej (popř. kontrastní negativ černobílé fotografie) opatrně kancelářskými svorkami na svrchní stranu listu (na spodní stranu listu umístěte černý papír). Celou větévku dubu letního (popř. jen daný list) vložte do kádinky s vodou a umístěte ji na intenzivní světlo po dobu minimálně 90 minut. Poté zjistěte obsah škrobu v listu výše uvedeným postupem.

- a) Popište a schematicky nakreslete, co se stalo s listem dubu letního po odejmutí písmenka z tvrdého papíru popř. (kontrastní negativu černobílé fotografie)

Nákres:

## 2. Úkol: Význam průduchů listu dubu letního pro fotosyntézu

### Potřeby:

- materiál: větévka dubu letního (*Quercus robur*) s listy, které byly 2- 3 dny v úplné tmě
- směs vosku a kakaového másla, popř. vepřového sádla (1 díl vosku a 3 díly sádla) nebo vazelíny
- vaříč, Petriho miska, destilovaná voda, nůžky, tvrdý papír (lepenka), kancelářské sponky, kádinka s vodou
- reagentie: zředěný Lugolův roztok (1:4), 96% ethanol

### Provedení:

Několik listů na větévce dubu letního namažte ze spodní strany zahřátou směsí vosku, sádla nebo vazelínou. U každého listu dubu letního namažte jen jednu polovinu čepele. Větévku umístěnou v kádince s vodou vystavte intenzivnímu světlu minimálně na 90 minut, aby mohla asimilovat. Poté odtrhněte listy od větévky a proveďte Sachsovu zkoušku (viz předchozí úkol).

- a) Která z polovin listu dubu letního bude obsahovat škrob? Svou odpověď zdůvodněte.
- b) Popřemýšlejte, co by se stalo, kdybyste natřeli vazelínou
  - ❖ obě strany listu dubu letního
  - ❖ svrchní stranu listu dubu letního.

### Závěr:

## ***Téma: Transpirace u dubu letního***

### ***1. Úkol: Důkaz transpirace***

#### **Potřeby:**

- materiál: větevka dubu letního (*Quercus robur*) s větším počtem listů
- kádinka s vodou, 2 skleněné zvonky (větší odměrné válece), vazelína, olej

#### **Provedení:**

Pod první skleněný zvon (otočený odměrný válec) dejte kádinku s větvičkou dubu letního. Kádinku vyplňte vodou a na její hladinu nalijte vrstvičku oleje, aby se voda v kádince nevypařovala. Pod druhý skleněný zvon (otočený odměrný válec) umístěte kádinku s vodou a trochou oleje, do které vložte větevku dubu letního, jejíž listy natřete po obou stranách vazelínou. Oba zvonky umístěte na přímé sluneční světlo.

- a) Popište, jak se během hodinového pokusu změnily vnitřní strany zvonů?
- b) Výsledky obou pokusů se pokuste vysvětlit.

#### **Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázku:**

- Kterou ze stran listů na větévce dubu letního musíte natřít vazelínou, aby se výsledky pokusu nezměnily? Svou odpověď zdůvodněte.

#### **Závěr:**

## 2. Úkol: Stanovení rychlosti transpirace u dubu letního

### Potřeby:

- materiál: větevka dubu letního (*Quercus robur*) s větším počtem listů
- odměrný válec s vodou, lihový fix, olej

### Provedení:

Do odměrného válce s vodou umístěte větší větevku dubu letního (před začátkem pokusu větevku seřízněte, aby byl řez čerstvý) přidejte vrstvičku oleje proti odpařování vody. Zaznamenejte lihovou fixou přesnou výšku vodní hladiny ve válci. Vystavte větevku přímému slunečnímu světlu. Po 1 hodině odečtěte úbytek vody přímo z odměrného válce.

- a) Určete, kolik vody se odpaří větevku dubu letního za 1 hodinu.
- b) Vypočítejte rychlost transpirace větevky dubu letního.

### Po vypracování zadaného úkolu odpovzte v závěru na následující doplňující otázku:

- Kudy vychází vodní pára z listů?
- Vyjmenuj, které faktory mohou mít vliv na rychlost transpirace.
- Uveď rozdíly mezi kutikulární a stomatární transpirací.

### Závěr:



## ***Téma: Anatomie řapíku listu dubu letního***

### ***1. Úkol: Popis vnitřní stavby řapíku listu dubu letního***

#### **Potřeby:**

- materiál: vitální nebo konzervovaný (v glycerolu) řapík listu dubu letního (*Quercus robur*)
- reagentie: zředěný roztok safraninu
- potřeby k mikroskopování, bezová duše

#### **Provedení:**

Pomocí bezové duše zhotovte aspoň 3 příčné řezy řapíkem listu dubu letního. Pod mikroskopem pak vyberte ten nejtenčí, který ponořte na 3 minuty do zředěného roztoku safraninu a následně z takto obarveného preparátu vytvořte vodní preparát. Pro pozorování a posléze zhotovení nákresu příčného řezu řapíkem si nastavte nejprve nejmenší zvětšení. Následně nákres cévních svazků vytvořte při použití objektivu s větším zvětšením.

- a) Nakreslete a popište výseč příčným řezem řapíkem listu dubu letního.
- b) Určete typ cévního svazku, který můžete pozorovat v řapíku listu dubu letního.
- c) Vyjmenujte typy pletiv (podle tloušťky buněčných stěn), které můžete pozorovat v primární kůře řapíku listu dubu letního.

**Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázku:**

- Jakou látkou je vyvolán opad (chorize) listů dubu letního?

#### **Nákres:**

## II. 4 KVĚT

### *Téma: Květenství dubu letního*

1. Úkol: Studium květenství dubu letního.

Potřeby:

- materiál: vitální samčí a samičí květenství dubu letního (*Quercus robur*)

Provedení:

Pozorujte samčí a samičí květenství dubu letního.

- a) Schematicky nakreslete a popište samčí a samičí květenství dubu letního.
- b) Určete typ samčího a samičího květenství dubu letního.
- c) Zjistěte, zda je dub letní jednodomou nebo dvoudomou dřevinou a svou odpověď zdůvodněte.
- d) Určete pohlavnost květů dubu letního.

Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Vysvětlíte, co je to květenství?
- Popište, jaký je rozdíl mezi hroznovitým a vrcholičnatým květenstvím. Který z těchto dvou typů květenství je typický pro dub letní?
- Z internetu zjistěte, v kterém ročním období obvykle kvete dub letní?
- Jakým způsobem jsou květy dubu letního opyleny?

Nákres:

## 2. Úkol: Samčí květ dubu letního.

### Potřeby:

- materiál: vitální samčí květenství dubu letního (*Quercus robur*)
- mikroskopické potřeby, bezová duše, lupa

### Provedení:

Pozorujte samčí květenství dubu letního. Následně z květu samčího květenství odpreparujte tyčinky pomocí pinzety. Vypreparovanou tyčinku si položte na bílý papír a prohlédněte si ji pomocí lupy. Pokuste se pomocí bezové duše zhotovit příčný řez střední částí prašníku. Z takto vytvořeného řezu si zhotovte vodní preparát. Pozorujte jej při malém zvětšení.

- a) Schematicky nakreslete a popište hlavní části tyčinky samčího květu dubu letního.
- b) Určete, kolik tyčinek se nejčastěji nachází v jednom samčím květu dubu letního.
- c) Zjistěte, zda samčí květy dubu letního mají rozlišené květní obaly.
- d) Schematicky nakreslete a popište příčný řez prašníkem.

### Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Charakterizujte význam tyčinek v květu dubu letního.
- Jak se nazývá soubor tyčinek v květu?

### Nákres:

### 3. Úkol: Pyl dubu letního.

#### Potřeby:

- materiál: vitální prašník samčího květu dubu letního (*Quercus robur*)
- reagenty: zředěný roztok methylenové modři
- mikroskopické potřeby, mikrometrický okulár

#### Provedení:

Z pylových zrn dubu si vytvořte vodní preparát. Mikroskopujte je při větším zvětšení. Mikrometrickým okulárem změřte velikost pylových zrn na začátku mikroskopování a po určitém časovém úseku. Následně obarvete vodní preparát methylenovou modří a pozorujte sporodermu pylu. Obarvením preparátu methylenovou modří se exina pylu zbarví modrozeleně a intina jasně modře.

- a) Schematicky nakreslete tvar pylových zrn dubu letního.
- b) Změřte velikost pylových zrn na začátku mikroskopování a po určitém časovém úseku a popište, co se během této doby dělo s pylovými zrny.
- c) Zakreslete sporodermu pylu a rozlište ji na exinu a intinu.

Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- V které části tyčinky vznikají pylová zrna?
- Čím se zabývá palynologie?

#### Nákres:

#### 4. Úkol: Samičí květ dubu letního.

##### Potřeby:

- materiál: vitální samičí květenství dubu letního (*Quercus robur*)
- mikroskopické potřeby, bezová duše, lupa

##### Provedení:

Pozorujte samičí květenství dubu letního. Následně z květu samičího květenství odpreparujte pestík pomocí pinzety. Vypreparovaný pestík si položte na bílý papír a prohlédněte si ho pomocí lupy. Pokuste se pomocí bezové duše zhotovit příčný řez střední částí pestíku. Z takto vytvořeného řezu si zhotovte vodní preparát. Pozorujte nejprve při malém zvětšení.

- a) Schematicky nakreslete a popište hlavní části pestíku samičího květu dubu letního.
- b) Určete, kolik blizen se nachází v rámci jednoho pestíku samičího květu dubu letního a jaké je jejich zbarvení.
- c) Schematicky nakreslete a popište příčný řez semeníkem.
- d) Do kolika přihrádek je rozdělen semeník jednoho samičího květu dubu letního a kolik vajíček je umístěno v jedné přihrádce?
- e) Pokuste se zapsat květní vzorec samičího květu dubu letního pomocí následujícího květního diagramu (obr. 5) :



**Obr. 5:** Květní diagram samičího květu dubu letního  
(hnědá – číška, oranžová – perigon, zelená spodní ovarium)

Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Vysvětlete, co je to listen? Najdete listeny také u dubu letního?
- Vysvětlete pojem gyneceum.

Nákres:

## II. 5 PLOD

### *Téma: Plod dubu letního*

#### *1. Úkol: Studium plodu dubu letního.*

##### Potřeby:

- materiál: vitální větévka dubu letního (*Quercus robur*), dubu zimního (*Quercus petraea*) a dubu červeného (*Quercus rubra*) s plody
- potřeby k mikroskopování, lupa

##### Provedení:

Pozorujte postavení plodů na větévcích dubu letního, zimního a červeného. Pomocí lupy pozorujte šupiny na číščce dubu letního, zimního a červeného. Následně vytvořte příčný řez plodu dubu letního.

- Nakreslete a popište plod dubu letního.
- Určete typ plodu dubu letního.
- Charakterizujte plod dubu letního podle:
  - ❖ typu oplodí
  - ❖ způsobu jeho otevírání
  - ❖ podle typu gynecea
- Nakreslete a popište podélný řez plodem dubu letního.
- Plody dubu letního, zimního a červeného srovnajte podle:
  - ❖ postavení plodů na větévcích
  - ❖ tvaru plodů
  - ❖ výšky číščky žaludu
  - ❖ tvaru šupin číščky

Po vypracování zadaného úkolu odpovězte v závěru na následující doplňující otázky:

- Jakou funkci má plod?
- Popište, z čeho vzniká číščka dubu letního?
- Z internetu zjistěte, k čemu se v minulosti využívaly žaludy dubů?

Nákres:

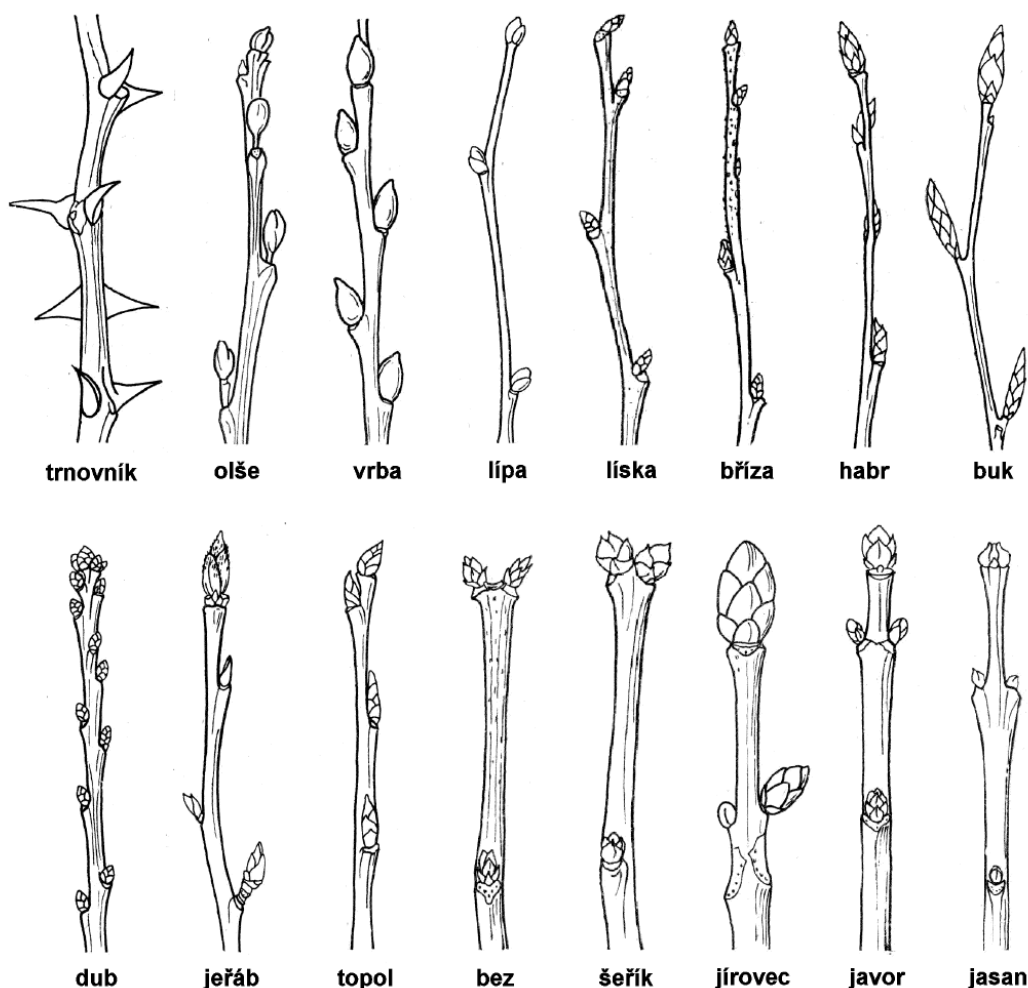


# PŘÍLOHY

## *1. Klíč k určování dřevin podle pupenů*

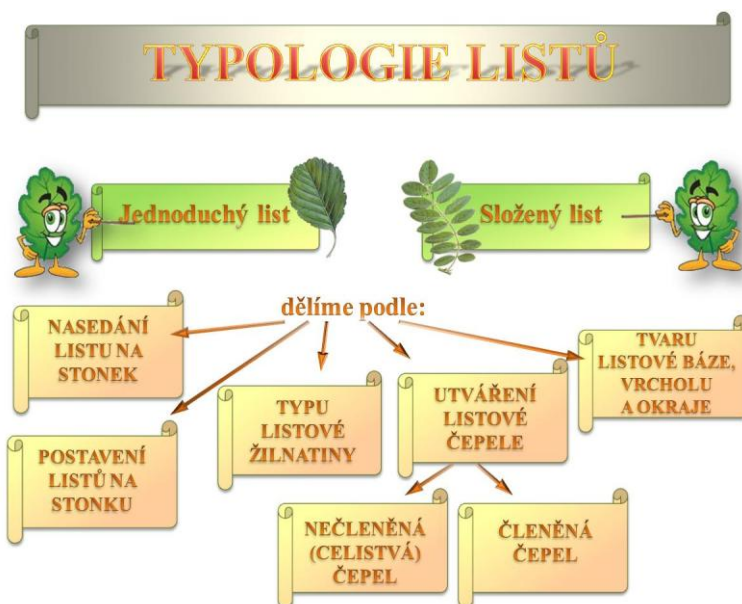
1a	pupeny střídavé .....	2
1b	pupeny vstřícné, dřeviny vzpřímené, pupeny volné, zřetelné.....	12
2a	větve s ostny, trny, postranní pupeny mezi dvěma trny, skryté pod vypuklou jizvou .....	<b>trnovník</b>
2b	větve bez ostnů, trnů, pupeny se zřetelnými obalnými šupinami .....	3
3a	pupeny dlouze stopkaté, podlouhle kyjovité, se 3 šupinami .....	<b>olše (kromě o. zelené)</b>
3b	pupeny přisedlé .....	4
4a	pupeny s 1 šupinou, ta je hladká, kožovitá .....	<b>vrba</b>
4b	pupeny se 2 až mnoha šupinami .....	5
5a	pupeny se 2 zřetelnými šupinami, zřetelně dvouřadě rozestavěné, šupiny nestejně velké, větve tlusté, oblé až tupě hranaté.....	<b>lípa</b>
5b	pupeny se 3 až mnoha šupinami .....	6
6a	pupeny dvouřadě rozestavěné, nad listovou jizvou přímo postavené .....	7
6b	pupeny šroubovitě rozestavěné, větve lysé nebo mírně chlupaté, oblé až hranaté .....	8
7a	pupeny vejčité až kulovité, letorosty na koncích chlupaté, samčí jehnědy již v zimě patrné .....	<b>líška</b>
7b	pupeny dlouze kuželovité až vřetenovité, špičaté .....	9
8a	větve tenké, metlovité, bradavičnatě až mírně chlupaté.....	<b>bříza</b>
8b	větve tlusté, lysé .....	10
9a	pupeny dlouze kuželovité, hranaté, postranní k větvi přitisklé .....	<b>habr</b>
9b	pupeny vřetenovité, ostře špičaté, postranní značně odstálé .....	<b>buk</b>
10a	konečný pupen větší než pupeny postranní.....	11
10b	konečný pupen a postranní přibližně stejně velké, pupeny na koncích větví nahloučené, větve matné, podélně rozbrázděné.....	<b>dub (kromě d. šípáku)</b>
11a	spodina pupenů se zbytky řapíku odpadlého listu.....	<b>jeřáb</b>
11b	spodina pupenů bez zbytku řapíku odpadlého listu, pupeny dlouze kuželovité s mnoha šupinami, na koncích větví jednotlivě.....	<b>topol (kromě t. bílého)</b>
12a	pupeny polonahé, spodní šupiny hnědozelené, horní červenohnědé, mladé listy zelené, lysé .....	<b>bez černý</b>
12b	pupeny s obalnými šupinami.....	13

- 13a jednoleté větve s koncovým pupenem zřetelně větším než pupeny postranní.....**14**
- 13b jednoleté větve ukončené párovitými pupeny, výjimečně s jedním pupenem, větve bez trnů, pupeny s četnými šupinami, vejčité, zašpicatělé a přisedlé..... **šeřík**
- 14a konečný pupen nápadně velký, vejčité kuželovitý, lepkavý ..... **jírovec**
- 14b konečný pupen středně velký až malý, nelepkavý.....**15**
- 15a pupeny s mnoha šupinami, široce vejčité, různě zbarvené, postranní přitisklé, větve s mnoha šupinami .....**javor**
- 15b pupeny s 2-4 šupinami, nízce vejčité, matně černé, jednoleté větve zploštělé, zelenošedé.....**jasan**

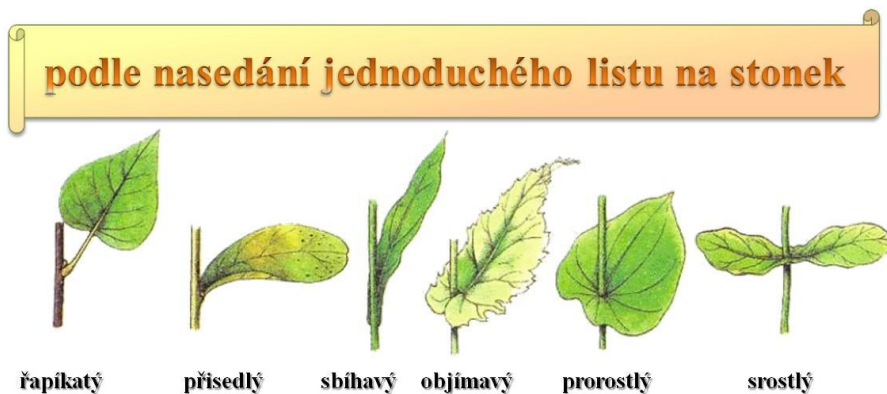


Obr. 6: Pupy dřevin (Hadač, 1967, upraveno).

## 2. Typologie listů



Obr. 7: Typologie listů.

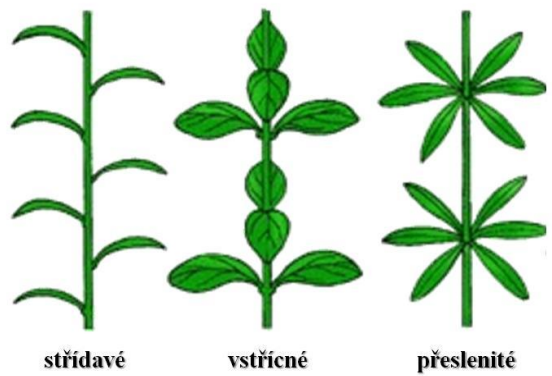


Obr. 8: Rozdělení jednoduchých listů podle způsobu nasedání na stonk.



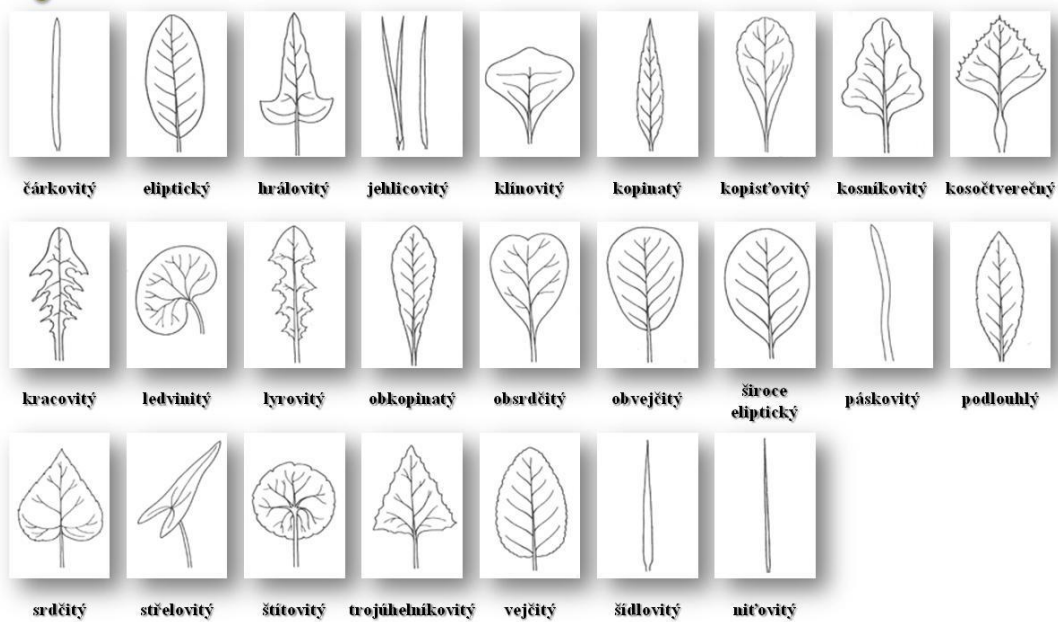
Obr. 9: Typy listové žilnatiny.

## Postavení listů na stonku



Obr. 10: Postavení listů na stonku.

## Tvary jednoduchých listů s nečleněnou čepelí



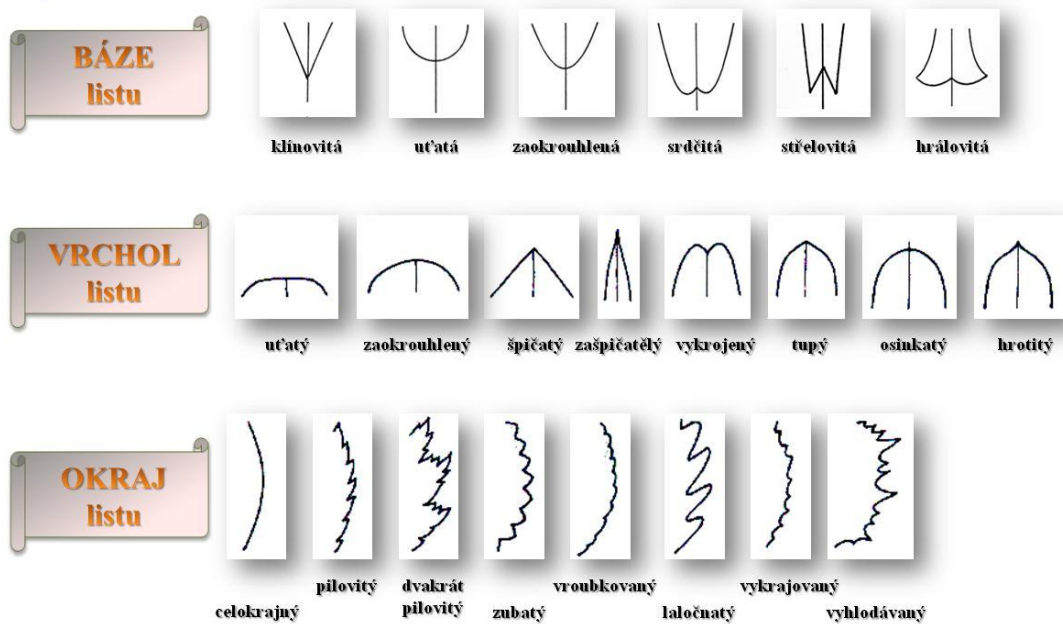
Obr. 11: Tvary jednoduchých listů s nečleněnou čepelí.

## Tvary jednoduchých listů se členěnou čepelí



Obr. 12: Tvary jednoduchých listů se členěnou čepelí.

## Tvary listové báze, vrcholu a okraje



Obr. 13: Tvary listové báze, vrcholu a okraje listu.

# Složený list



**LICHOZPEŘENÝ**



**SUDOZPEŘENÝ**



**PŘETRHOVANĚ  
ZPEŘENÝ**



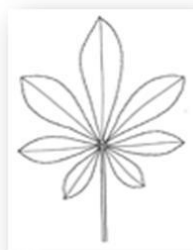
**DVAKRÁT  
ZPEŘENÝ**



**TROJČETNÝ**



**PĚTČETNÝ**



**SEDMIČETNÝ**



**MNOHOČETNÝ**

**Obr. 14:** Typy složených listů.

## POUŽITÁ LITERATURA

1. COOMBES, A. *Nový kapesní atlas: Stromy*. 1. vyd. Praha: Slovart, 2008. 224s. ISBN 978-80-7391-072-3.
2. ČESKÁ, J; SKALICKÝ, M. *Praktická cvičení z botaniky*. 2. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2008. 97 s. ISBN 978-80-213-1868-7.
3. ČERNOHORSKÝ, Z. *Základy rostlinné morfologie*. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1967. 220 s.
4. HADAČ, E. *Práce s rostlinným materiálem*. 1. vyd. Praha: SPN, 1964. 293 s.
5. HECKER, U. *Stromy a keře*. 1. vyd. Čestlice: Rebo, 2003. 231s. ISBN 80-7234-291-6.
6. HEJNÝ, S., SLAVÍK, B. *Květena České republiky 2*. 1. vyd. Praha: Academia, 1990. 540s. ISBN 80-200-1089-0.
7. HORÁČEK, P. *Encyklopedie listnatých stromů a keřů*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2007. 747s. ISBN 978-80-251-1708-8.
8. GRDIČOVÁ, B. *Praktikum z fyziologie rostlin*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1975. 343 s.
9. JURČÁK, J. *Základní praktikum z botanické mikrotechniky a rostlinné anatomie*. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2001. 103 s. ISBN 80-244-0368-4.
10. KALINA T.; POKORNÝ V. 1981: *Základy elektronové mikroskopie pro biology*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1979. 206 s.
11. KAVINA, K. *Anatomie dřeva*. 1. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství. Československé republiky, 1932. 296 s.
12. KAVINA, K. *Anatomie rostlin*. 2. vyd. Praha: českých zemědělců, 1950.
13. KINCL, M. *Cvičení z anatomie a morfologie rostlin*. 1. vyd. Ostrava: Pedagogická fakulta Ostravské univerzity, 1981. 364 s.
14. KOBLÍŽEK, J. *Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků*. 1. vyd. Tišnov: Sursum, 2000. 445 s. ISBN 80-85799-87-1.
15. KREMER, B. P. *Stromy: V Evropě zdomácnělé a zavedené druhy*. 2.vyd. Praha: Ikar, 1995. 287 s. ISBN 80-7176-184-2.
16. KRÜSSMANN, G. *Evropské dřeviny*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1978. 187 s. ISBN 07-084-78.
17. MIKULA, A. *Naše stromy a keře*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 1976. 148 s. ISBN 23-126-76.

18. NĚMEC, B. *Botanická mikrotechnika*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1962. 482 s.
19. NOVÁČEK, F. *Praktikum z rostlinné cytologie a histologie se základy mikroskopické techniky*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 1982. 123 s.
20. PAZOUREK, J; PAZOURKOVÁ, Z. *Rychlé metody botanické mikrotechniky*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1960. 175 s.
21. SLÁVIK, M. *Lesnická dendrologie*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2004. 80 s. ISBN 80-213-1242-4.
22. ÚŘADNÍČEK, L., MADĚRA, P. *Dřeviny České republiky*. 2. vyd. Brno: LESNICKÁ PRÁCE, s. r. o. , 2009. 366 s. ISBN 978-80-87154-62-5.
23. ÚŘADNÍČEK, L., CHMELÁŘ, J. *Dendrologie lesnická, Část 2 – Listnáče 1. (Angiospermae)*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1998. 119 s. ISBN 80-7157-169-5.
24. VINTER, V. *Listy*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2008. 8 s. ISBN 978-80-244-2186-5.
25. VINTER, V. *Mikrotechniky*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2008. 8 s. ISBN 978-80-244-2188-9.
26. VINTER, V. *Rostliny pod mikroskopem – Základy anatomie cévnatých rostlin*. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2009. 191 s. ISBN 978-80-244-2223-7.