

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



Obilniny ve výuce na středních školách

Diplomová práce

Vypracovala: Lenka Nevřelová

Obor: Učitelství chemie a biologie pro SŠ (N 1407)

Vedoucí práce: PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Dr.

Olomouc 2011

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala zcela samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením PaedDr. Ing. Vladimíra Vintera, Dr.

Olomouc, červen 2011

.....

Tímto bych chtěla velice poděkovat panu PaedDr. Ing. Vladimíru Vinterovi, Dr. za ochotné poskytování cenných rad, konzultací, odborného vedení při přípravě a zpracování mé diplomové práce.

*"Nic nebude ku prospěchu
a ke zvýšení šance na přežití na Zemi
víc než vegetariánská dieta"*

(Albert Einstein)

Pár slov k zamyšlení.....

Na naší planetě žije cca 20 miliard „užitkových zvířat“, jenž spotřebují okolo 40 % celosvětové sklizně obilí, při výrobě 200 g řízku je zkrmeno až 2 kg obilí, ze 2 kg obilí by se nasatilo zhruba 8 dětí; cca 40 000 dětí denně zemře hladem, každý rok zemře kolem 50 milionů lidí hlady. Kdyby průmyslové země zredukovaly spotřebu masa pouze o 10 %, mohlo by být navíc vyživováno 100 milionů lidí. Nikdy by nemusel hladovět či hladem zemřít. (www.laksmanna.cz)

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Lenka Nevřelová

Název práce: Obilniny ve výuce na středních školách

Typ práce: Diplomová práce

Pracoviště: Katedra botaniky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého Olomouc

Vedoucí práce: PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Dr.

Rok obhajoby práce: 2011

Abstrakt:

Tématem této diplomové práce jsou Obilniny ve výuce na středních školách. Cílem diplomové práce je prozkoumat morfologii a anatomii jednotlivých vegetativních i generativních rostlinných orgánů z hlediska didaktického. Vytvoření pracovního sešitu a výukového CD s úkoly a náměty pro výuku v hodinách biologie. Tato práce obsahuje řadu schémat, nákresů a fotografií (mikrofotografie i makrofotografie).

Klíčová slova:

Poaceae, obilniny (obiloviny), pšenice, žito, ječmen, oves, anatomie, morfologie, kořen, stéblo, list, květ, plod, obilka, didaktický typ, didaktické zásady, klíčové kompetence, vzdělávací cíle, konstruktivismus

Počet stran: 150

Počet příloh: 1 příloha (92 stran)

Jazyk: Čeština

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Lenka Nevřelová

Title: The teaching of Cereals in Secondary Schools

Type of thesis (Bachelor, Master): Master Graduation Thesis

Department: The Department of Botanic, Faculty of Science, Palacký University Olomouc

Supervisor: PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Dr

The year of presentation: 2011

Abstract:

The theme of this thesis is the teaching of Cereals in Secondary Schools. The aim of the thesis is to examine the morphology and anatomy of vegetative and generative plant organs in terms of didactics. A further aim is to create a workbook and educational CD with exercises and suggestions for biology lessons. This work contains many diagrams, drawings and photographs (micro and macro photography).

Keywords:

Grasses (Poaceae), cereals, wheat, rye, barely, oat, anatomy, morphology, root, culm, leaf, blossom, fruit, caryopsis, type of teaching, didactic principles, core competencies, learning objectives, konstruktivism

Number of pages: 150

Number of appendices: 1 (92 pages)

Language: Czech

Obsah:

Úvod.....	12
Cíle diplomové práce.....	13
1 Didaktická část.....	14
1.1. Konstruktivismus ve výuce.....	14
1.2. Kompetence ve výuce.....	16
1.2.1. Rozvoj klíčových kompetencí.....	17
1.2.2. Typy klíčových kompetencí.....	18
1.2.2.1. Kompetence k učení.....	18
1.2.2.2. Kompetence k řešení problémů.....	19
1.2.2.3. Kompetence komunikativní.....	20
1.2.2.4. Kompetence sociální a personální.....	21
1.2.2.5. Kompetence občanská.....	22
1.2.2.6. Kompetence pracovní.....	22
1.3. Didaktické zásady.....	23
1.3.1 Zásada komplexního rozvoje osobnosti.....	24
1.3.2. Zásada vědeckosti.....	25
1.3.3. Zásada individuálního přístupu.....	25
1.3.4. Zásada spojení teorie s prací.....	25
1.3.5. Zásada uvědomělosti a aktivity.....	26
1.3.6. Zásada názornosti.....	26
1.3.7. Zásada soustavnosti (systematičnosti) a přiměřenosti.....	27
1.3.8. Zásada trvalosti a operativnosti.....	27
1.3.9. Zásada hygieny a bezpečnosti výuky.....	28
1.3.10. Zásada zpětné vazby.....	28
1.4. Výukové cíle.....	28
1.4.1. Členění výukových cílů.....	29
1.4.2. Vlastnosti výukových cílů.....	30
1.4.3. Taxonomie výukových cílů.....	30
1.4.3.1 Kognitivní cíle (B.S.Bloom).....	30

1.4.3.2. Kognitivní cíle (B.Niemierko).....	32
1.4.3.3. Afektivní cíle (D.B.Kratwohl).....	32
1.4.3.4. Afektivní cíle (B.Niemierko).....	32
1.4.3.5. Psychomotorické cíle (R. H. Dave).....	33
1.4.4. Stanovení výukových cílů.....	33
1.5. Mezipředmětové vztahy.....	33
1.6. Vhodnost výběru didaktického typu	34
2 Teoretická část s přehledem literatury.....	35
2.1. Obilniny.....	35
2.2. Historie obilnin	36
2.3. Šíření obilnin do Evropy	37
2.4. Taxonomické (systematické) zařazení.....	37
2.5. Botanická charakteristika obilnin.....	37
2.5.1. Kořen (<i>radix</i>).....	38
2.5.1.1. Morfologická stavba kořene.....	38
2.5.1.2. Anatomická stavba kořene.....	39
2.5.1.3. Ontogeneze kořene.....	40
2.5.2. Stonek - STĚBLO (<i>culmus</i>).....	40
2.5.2.1. Kolénka (<i>nodia</i>) a články (<i>internodia</i>).....	41
2.5.2.2. Anatomická stavba stébla (stonku).....	41
2.5.3. List (<i>folium</i>)	43
2.5.3.1. Anatomická stavba listu.....	44
2.5.4. Květenství (<i>inflorescence</i>).....	45
2.5.4.1. Květ.....	46
2.5.4.2. Klas a klásek	46
2.5.5. Plod (<i>fructus</i>) – OBILKA (zrno).....	48
2.5.5.1. Obalové vrstvy (<i>ektoderm</i>) – oplodí a osemení.....	49
2.5.5.2. Endosperm (bílek)	49
2.5.5.3. Klíček (zárodek, <i>embryo</i>).....	50
2.6. Ontogeneze a životní cyklus obilnin.....	53

2.7. Choroby a škůdci obilnin.....	60
2.8. Vybrané obilniny.....	63
2.8.1. PŠENICE.....	63
2.8.1.1. Historie pšenice.....	63
2.8.1.2. Popis rostlinných částí pšenice.....	64
2.8.1.3. Systematické třídění pšenice.....	66
2.8.1.4. Druhy pšenice jejich původ a oblasti pěstování.....	66
2.8.1.5. Využití pšenice.....	74
2.8.2. JEČMEN.....	74
2.8.2.1. Historie ječmene.....	75
2.8.2.2. Popis rostlinných částí ječmene.....	75
2.8.2.3. Systematické třídění ječmene.....	78
2.8.2.4. Původ a oblasti pěstování vybraných odrůd ječmene.....	81
2.8.2.5. Využití ječmene.....	82
2.8.3. ŽITO.....	83
2.8.3.1. Historie žita.....	84
2.8.3.2. Popis rostlinných částí žita.....	84
2.8.3.3. Druhy žita.....	86
2.8.3.4. Původ žita a oblasti pěstování.....	86
2.8.3.5. Využití žita.....	87
2.8.4. OVES.....	87
2.8.4.1. Historie ovsa.....	88
2.8.4.2. Popis rostlinných částí ovsa.....	88
2.8.4.3. Dělení ovsa.....	91
2.8.4.4. Druhy ovsa.....	92
2.8.4.5. Původ ovsa a oblasti pěstování.....	97
2.8.4.6. Využití ovsa.....	98
3 Praktická část s výsledky.....	98
3.1. Materiál a metodika.....	98
3.2. Praktická část – didaktické poznatky k výuce vegetativních i reprodukčních orgánů obilnin.....	99
3.2.1. KOŘEN.....	99
3.2.2. STONEK (stéblo).....	103

3.2.3. LIST	112
3.2.4. KVĚTENSTVÍ, KVĚT	130
3.2.5. PLOD (obilka).....	137
4 Diskuze.....	142
5 Závěr.....	145
6 Literatura.....	146
7 Příloha.....	150

Přehled literatury

Tato diplomová práce je rozčleněna do tří částí. První část je zaměřena z didaktického hlediska, druhá část se zabývá o přehlednou teorii našich čtyř nejdůležitějších obilnin (pšenice, ječmen, žito a oves) a v třetí praktické části jsou zahrnuty mnou získané poznatky (výsledky).

Informace o konstruktivismu ve výuce řadící do didaktické části byly čerpány především podle Kalouse (2002) Nezvalové (2006) a Průchy (1995). Kompetencemi ve výuce se zabývá Čechová (2006) a Veteška (2008). Didaktické zásady byly převzaty od Macha (2007), Průchy (1995), ale také i z internetového zdroje (www.infogram.cz). Teorie zabývající se výukovým cílům lze nalézt v publikacích od Macha (2007), Kalouse (2002) a také u Šturmy (1996). Přehledná tabulka Bloomovy taxonomie výukových cílů je převzata z internetových stránek (<http://wiki.ped.muni.cz>).

V teoretické části byla historie obilnin čerpána od Domina (1944) a náměty na botanickou charakteristiku obilnin, růst a ontogenetický vývoj byly zpracovány dle Bendy (2000), Gramana (1998), Nováka (1961), Pazdery (2005), Petra (1997), Šimona (1962), Špaldona (1982) a také z internetového zdroje Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity Brno (<http://mendelu.cz>). Informace týkající se jednotlivých druhů obilnin byly získané od Domina (1944), Gazdy (1968), Kuchtíka (1995), Pazdery (2001), Petra (1997), Pulkrábka (2004), Sobotky (1958), Tiché (2006) a také Větvíčky (2008). Škůdci a choroby obilnin byly studovány podle Sychra (2001), ale především z internetového zdroje z Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity Brno – (<http://old.mendelu.cz>), a také (www.agrokrom.cz), (<http://krv.biologie.cz>). Vybrané obrázky u jednotlivých druhů obilnin (u pšenice, ovsu) byly staženy z internetu:

www2.zf.jcu.cz; <http://krv.agrobiologie.cz>; www.naturganznah.com; www.botanik.de; <http://flickr.com>; www.pflanzen-deutschland.de/Getreidepflanzen/; www.sortengarten.ethz.ch; www.vurv.cz; www.digitalefolien.de; <http://flora.nhmwien.ac.at>; <http://luirig.altervista.org>; www.henriettesherbal.com; <http://apps.eol.org>; www.profimedia.cz; www.kvetena.com; www.visualphotos.com; www.flowersinisrael.com; www.naturfoto.cz; www.biorede.pt

Náměty a schémata v praktické části byly čerpány od Pazourka et Votrubové (1997), Rovenské (1968, 1973), Vančurové et Kühna (1966), Vintra (2009) a Šikuly et al. (1965).

Při sestavování pracovního sešitu (viz. příloha) byly náměty a úkoly týkající se využití obilnin v praktických cvičeních získány především od Baera (1973), Cukera (1971), Hadače (1967), Hniličky (2002), Johánkové (2005), Kousalové (1998), Kühna (1999), Laštůvky (1979), Nováčka (1982, 1987) a Strumhause (1956).

Úvod

Téma mé diplomové práce zní: *Obilniny ve výuce na středních školách*. Diplomová práce navazuje na mou bakalářskou práci (*Charakteristika významných obilnin a anatomie jejich stébel*), jenž je rozšířením především po didaktické stránce.

Tato diplomová práce podrobně seznámí žáky se čtyřmi druhy obilnin (pšenice, ječmen, oves a žito), a také umožní praktické využití těchto rostlin ve výuce biologie.

Obilniny jako např. pšenice, ječmen, oves a žito lze dobře využít jako modelové rostliny didaktického typu, jenž jsou nejnámější „naše“ plodiny pěstující se za účelem potravinářským a krmným. S těmito rostlinami se každodenně setkáváme, ať již pohledem z oken aut, autobusů či vlaků, nebo také při procházce přírodou. Pole s těmito plodinami jsou v mém kraji (Hlučínské pahorkatině) poměrně časté, proto by byla velká škoda tyto rostliny nevyužít ve výuce biologie.

Obilniny jsem si vybrala, neboť jsou dobrými a snadno dostupnými (rostou na polích na okraji vesnic a měst) modelovými rostlinami, se kterými se na školách setkáváme minimálně. Poněvadž obilniny jsou jedním z hlavních zdrojů potravy po celá staletí lidské existence. Je to náš každodenní „chléb“, i když si to člověk ani neuvědomuje. Proto je nezbytné, aby se žáci jak středních (tak i základních) školách co nejvíce dozvěděli o těchto plodinách.

Tyto rostliny jsou nenáročné a můžeme je pěstovat v květináčích (na okenních parapetech ve třídě či kabinetě) nebo na školním pěstitelském pozemku, ale nejlépe se jim daří na polích (díky správnému hnojení a ošetřování proti chorobám a škůdcům). Proto je můžeme sledovat a určovat během botanické exkurze (vycházka v okolí školy), tudíž je nemusíme ani pěstovat. Ale díky pěstování v exteriéru (třídě) mohou žáci pozorovat jednotlivé fáze růstu.

Zmiňující se druhy obilnin (pšenice, ječmen, oves a žito) jsou snadno preparovatelné, proto jsou vhodnými rostlinami pro výuku anatomie a morfologie rostlinných orgánů, jakožto zástupci jednoděložných rostlin.

Cíle diplomové práce

Tato má diplomová práce má čtyři části – didaktickou část, odbornou část, praktickou část a přílohu, která obsahuje pracovní sešit a výukové CD pro učitelé biologie.

Cíle této mé diplomové práce lze shrnout takto:

- uvést stručně a přehledně : teorii konstruktivismu, klíčové kompetence, vhodnost výběru didaktického typu, didaktické zásady, výukové cíle a mezipředmětové vztahy s biologií
- vypracovat literární rešerši
- popsat a zdokumentovat anatomické a morfologické znaky vegetativních (kořen, stonek, list) a generativních (květ, plod) orgánů vybraných obilnin, především u pšenice (*Triticum*), ječmene (*Hordeum*), žita (*Secale*) a ovesa (*Avena*)
- vybrat a didakticky zpracovat (pro každý rostlinný orgán obilnin) vhodná pozorování pro výuku na střední školách
- navrhnout pro každý tématický celek (jako je: kořen, stonek, list, květ a plod) vzdělávací cíle
- vytvořit pracovní sešit do hodin praktických cvičení na středních školách, jenž obsahují náměty a úkoly k pokusům, a také otázky k opakování či procvičování
- zpracovat výukové CD, které lze použít jednak v hodinách základního typu, ale také v praktikách (laboratorní cvičení) nebo k zopakování poznatků z botanické exkurze („*Procházka do polí*“)

1 Didaktická část

1.1. *Konstruktivismus ve výuce*

Ke konstruktivismu se v současné době hlásí řada pokusů o inovaci pojetí učení, učiva a vyučování. Jan Průcha (Průcha, 1995) ve své publikaci *Pedagogický slovník* vysvětluje pojem **pedagogický konstruktivismus** takto: „*Je pedagogické hnutí, které prosazuje ve výuce řešení problémů ze života, tvořivé myšlení, práci dětí ve skupinách a méně teorie a drilu*“ nebo jej vysvětluje jinou definicí, jenž zní: „*Poznání se děje konstruováním tak, že si poznávací subjekt spojuje fragmenty informací o svém prostředí do smysluplných struktur a provádí s nimi mentální operace*“.

Konstruktivisté tedy studují jednak to, jak je proces učení podmíněn úrovní žákových (mentálních) schopností a jeho dosavadními znalostmi. Dále zpochybňují použitelnost obecných modelů „učení jako takového“ a soudí, že proces učení je třeba studovat jako učení konkrétnímu obsahu (tedy zkoumají specifika učení v jednotlivých předmětech, zajímají je oborové didaktiky nebo interdisciplinární bádání mezi psychologií učení a teorií vyučování – psychodidaktika). (Kalhous, 2002)

Jeden ze zakladatelů konstruktivismu, J. Piaget, se po formulaci teorie stadií a struktury mentálních operací dlouho věnoval výzkumům vztahujícím se k tomu, jak si děti vytvářejí pojetí jednotlivých základních kategorií důležitých pro mnoho oborů, a také jak se vyvíjí jejich chápání prostoru, času, příčinnosti aj. (Kalhous, 2002)

Proces konstrukce (resp. re-konstrukce) poznání mívá dvě fáze: první zahrnuje zkoumání nového předmětu nebo myšlenky a vede někdy k nerovnováze (žák zjišťuje, že nová informace není v souladu s jeho dosavadní znalostí, zkušeností); druhá pak je řešením tohoto rozporu a ustanovením obnovené rovnováhy – to si žádá často změnu dosavadního pojetí. Konstruktivisticky pojaté vyučování usiluje o navození situací, které budou aktivně vstupovat do jakési „chemické reakce“ s prekoncepty dítěte. Často jde o snahu vyvolat vědomí problému, pocitu napětí mezi dosavadní představou a novou informací nebo zkušeností. Předpokladem je začít diagnostikou intuitivních představ dítěte o daném jevu, a pak poskytnout dítěti zkušenosti, které vedou ke kognitivnímu konfliktu s danou představou. Aby byl kognitivní konflikt vyřešen, musí dítě konstruovat nebo nalézt nová řešení. (Kalhous, 2002)

Konstruktivistický přístup k učení se snaží přesunout činnost učitele (vyučování) k činnosti žáka (učení). Učitel je zde pouhým rádcem, pomocníkem (facilitátorem), tzn. pomáhá žákům s nalezením informací, kontroluje jejich činnost, směřuje je k danému cíli, ale nikdy nepředkládá hotové informace, ale žáci k tomu s pomocí učitele sami přijdou, sami konstruují nové poznání. Žáci se tak učí větší míře samostatnosti, odpovědnosti za svou vykonanou práci a dovednosti vyhledávat informace z dostupných zdrojů. Učitel by měl vytvářet vhodné podmínky pro individuální činnost žáka, tzn. podporovat ho, věřit v jeho schopnosti, vytvářet příjemné klima ve třídě, povzbuzovat žáky k další práci atd. Avšak v praxi narážíme na problém, že v dnešní době je téměř nemožné plně individualizovat výuku. I přesto, že individuální zájmy, předchozí zkušenosti a pojetí žáka hrají významnou roli determinující učení, nelze založit přípravu a vyučování jen na nich. V konstruktivistickém pojetí jsou učitelé partnery žáků, nabízí práci s mnoha zdroji, např. při výuce rostlin učitel přinese vitální rostlinný materiál, ukáže žákům některé položky z herbářové sbírky, fotky či obrázky probíraných rostlin. Žáci mohou pracovat samostatně, ve dvojicích, ve skupinách. Žák je aktivní tvůrce a samostatně myslící bytost. (Bílek et al. 2008)

Další kladnou stránkou konstruktivismu je fakt, že se snaží o integraci přírodovědných předmětů (biologie, fyziky, chemie, zeměpisu, matematiky) do jednoho smysluplného celku. Před několika lety by tento přístup byl zcela odmítaný, ale dnes je zjištěno, že díky spojení těchto předmětů získávají žáci ucelený pohled na svět kolem sebe a učí se přirozenějším způsobem, pro ně lépe pochopitelným. Důležité je připomenout, že hranice mezi těmito předměty vždy byla jen uměle vytvořena člověkem. Nauku o přírodě nemůžeme zcela rozdělit do jednotlivých předmětů, neboť příroda je a vždy bude jednotným celkem. (Nezvalová, D. 2006)

Konstruktivistický přístup k výuce, který vychází z tvrzení, že poznání je založeno na složitém konstrukčním procesu, ve kterém výběr a interpretace podnětů závisí na předchozí žákově zkušenosti a výsledky tohoto procesu jsou subjektivní. Jde totiž o interakci mezi dosavadním poznáním a novými podněty a právě v této interakci se utváří žákovo (individuální, jedinečné, subjektivní) pojetí učiva. Je to proto, že žákovy zkušenosti jsou součástí jeho poznávacích struktur a nejsou indiferentní vůči podnětům ze strany učitele. (Navrátil, 2010)

Tradiční škola totiž dostatečně nerespektuje význam zkušenostního poznání pro orientaci dítěte ve světě. Obdobně nerespektuje rozvoj poznání, který není dán součtem poznatků nahromaděných na sebe, ale spíše jejich kvalitou, která určuje hloubku porozumění. (Navrátil, 2010)

Srovnání žáka, učitele a žákova poznání v tradiční a konstruktivistické škole:

V tradiční škole:

- **Žák** je ten, kdo nic **neví** a do školy přichází proto, aby se všemu naučil.
- **Učitel** je **garant pravdy** a ví a ve škole je proto, aby naučil všemu toho, kdo neví.
- **Žákovo poznání** se tvoří postupným **kladením poznatků** na sebe.

V konstruktivistické škole:

- **Žák ví**, a do školy přichází proto, aby přemýšlel nad tím, co ví, aby **rozvíjel své poznání**.
- **Učitel jako garant metody** zajišťuje, aby každý žák mohl dosáhnout co možno nejvyšší úrovně rozvoje.
- **Žákovo poznání** se tvoří jako **jeho subjektivní schémata**, poznávací struktury, které se v procesu učení mění a obohacují.

Pedagogický konstruktivismus se snaží poukázat na nutnost upřednostňovat metody založené především na vlastním pozorování, měření, experimentování a hodnocení reálných dějů, objektů či stavů, na aktivním vyhledávání a zpracovávání informací žákem. Ovšem ještě stále se v českém školství setkáváme s tzv. transmisivním přístupem k výuce (Bílek et al. 2006).

1.2. *Kompetence ve výuce*

Motto: „*Nejde o to, co si žáci ze školy odnesou, nýbrž jakými se stali.*“

(Zdeněk Neubauer)

Pojem *kompetence* se v pedagogice začal používat v souvislosti s analýzou a změnou obsahů školního vzdělávání evropských školských systémů. Změna v didaktické terminologii je v souladu s evropským vývojem, kdy se vzdělávání snaží vyjádřit společenské nároky na veškerou populaci, a to v nové úrovni a kvalitě vzdělávání. Význam kvality vzdělávání celé populace proto stále roste (na primárním a sekundárním stupni se tento poznatkový základ opírá právě o rozvíjení *kličitých kompetencí*). (Veteška, 2008)

Rámcový vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání (2007), který hovoří o souboru vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot, které jsou důležité pro osobní rozvoj jedince, jeho aktivní zapojení do společnosti a budoucí uplatnění v životě.

Klíčové kompetence představují soubor znalostí, dovedností a postojů, které přesahují konkrétní oborové poznatky a umožňují jejich efektivní využití. Tyto kompetence jsou požadovány téměř pro všechna pracovní zařazení a umožňují člověku, aby správně využíval své konkrétní dovednosti a znalosti, zaměřené na určitý obor. Cílem klíčových kompetencí je zvyšovat šance na uplatnění co nejširší vrstvě obyvatelstva. Dovednosti, které jsou obsahem klíčových kompetencí, jsou důležité i pro úspěch v osobním životě. Například schopnosti komunikovat, řešit problémy, spolupracovat. Musí být potenciaálně prospěšné pro každého člověka bez ohledu na pohlaví, rasu, společenskou třídu, atd. (Čechová, 2006)

Získávání klíčových kompetencí je celoživotní, individuální proces, který v podstatě můžeme nazvat rozvojem osobnosti. Ovládat zcela klíčové kompetence tedy není možné, neboť proces osvojování kompetencí nelze ukončit jednou provždy. Klíčové kompetence se proto nerozvíjejí jen ve škole. Naopak většinou k jejich rozvoji výrazně přispívají rodinné podmínky a mimoškolní aktivity. Rozvoj klíčových kompetencí také neprobíhá jen ve vyučovacích hodinách. K učení v oblasti komunikace, k řešení problémů, k osobnostnímu rozvoji dochází všude ve škole (o přestávkách, v jídelně, na škole v přírodě, atd.). Zásadní roli zde hraje atmosféra školy. (Čechová, 2006)

1.2.1. Rozvoj klíčových kompetencí

Motto: *„Mozky žáků jsou v podstatě nástrojem, na který učitel hraje. Čím více budeme o těchto nástrojích vědět, tím máme větší šanci hrát harmonicky a využít potenciál každého z nich.“*

(Jonas Ridderstrale)

Rámcový vzdělávací program (RVP) popisuje úrovně klíčových kompetencí, kterých mají žáci dosahovat na konci povinné školní docházky. Tyto úrovně představují ideální stav, o který můžeme u každého z žáků usilovat. Osobní předpoklady žáků a jejich schopnosti jsou ale velmi různé a ne všichni žáci mohou vytýčené úrovně dosáhnout v plné míře. Míru osvojení klíčových kompetencí ovlivňuje například typ osobnosti žáka. Introvertní žák má jiné předpoklady pro komunikativní kompetence než žák extrovertní. Jestliže budeme posuzovat, jak si žák osvojil kompetence, měli bychom brát v úvahu psychologické vlivy a poměřovat dosaženou úroveň kompetencí osobním pokrokem žáka a jeho možnosti. (Čechová, 2006)

1.2.2. Typy klíčových kompetencí

Jak je patrné z výše uvedených definic, termín **kompetence** již v našem slovníku poměrně zdomácněl. Liší se však jeho používání a význam, který mu přikládá odborná a laická veřejnost. Ta zatím stále chápe termín kompetence spíše jako synonymum pro možnost se vyjádřit k nějakému problému nebo jako pravomoc či oprávnění o něčem rozhodnout.

Výběr a pojetí klíčových kompetencí vychází ze stanovení důležitosti a potřeb s ohledem pro vzdělávání na gymnáziu. V uvedeném dokumentu jsou zpracovány jednotlivě, ale v praxi se navzájem prolínají a doplňují. Na čtyřletých gymnáziích a na vyšším stupni víceletých gymnázií by si žák měl osvojit: kompetenci k učení, kompetenci k řešení problémů, kompetenci komunikační, kompetenci sociální a personální, kompetenci občanskou, kompetenci pracovní (*smysl pro podnikání*). (Veteška, 2008)

1.2.2.1. Kompetence k učení

Klíčové kompetence k učení dává signál učitelům, aby učili žáky učit se. Tato kompetence k učení je vymezena v zákoně. Rámcový vzdělávací program uvádí:

Žák:

- *vybírá a využívá pro efektivní učení vhodné způsoby, metody a strategie, plánuje, organizuje a řídí vlastní učení, projevuje ochotu věnovat se dalšímu studiu a celoživotní učení*
- *vyhledává a třídí informace a na základě jejich pochopení a propojení efektivně využívá v procesu učení*
- *operuje s obecně užívanými termíny, znaky a symboly, uvádí věci do souvislostí, propojuje do širších celků poznatky z různých vzdělávacích oblastí*
- *samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti*
- *poznává smysl a cíl učení, má pozitivní vztah k učení, posoudí vlastní pokrok a určí překážky či problémy bránící učení naplánuje si, jakým způsobem by mohl své učení zdokonalit, kriticky zhodnotí výsledky svého učení a diskutuje o nich*

(Čechová, 2006)

Cílem vyučování by proto mělo být dát možnost žákům vytvářet si osobní hypotézy. Ale abychom toho dosáhli, musíme jim umožnit o předávaných znalostech a informacích:

- a) přemýšlet
- b) diskutovat
- c) používat je
- d) pracovat s nimi (aktivně je procvičovat)

1.2.2.2. *Kompetence k řešení problémů*

Na každou životní situaci je možno podívat se jako na problém, který je třeba řešit. Klíčová kompetence k řešení problémů se neomezuje jen na školní problémové úlohy, ale i věci z reálného života. Tato kompetence k řešení problémů je vymezena v zákoně. Rámcový vzdělávací program uvádí:

Žák:

- *vnímá nejrůznější problémové situace ve škole i mimo ní; rozpozná a pochopí problém; přemýšlí o nesrovnalostech a jejich příčinách; promyslí a naplánuje způsob řešení problémů a využívá k tomu vlastního úsudku a zkušeností*
- *vyhledává informace vhodné k řešení problému; nachází jejich shodné, podobné a odlišné znaky; využívá získané vědomosti a dovednosti k objevování různých variant řešení; nenechá se odradit případným nezdarem a vytrvale hledá konečné řešení problému*
- *samostatně řeší problémy; volí vhodné způsoby řešení; využívá při řešení problémů logické, matematické a empirické postupy*
- *ověřuje prakticky správnost řešení problémů a sleduje vlastní pokrok při zdolávání problémů*
- *kriticky myslí; činí uvážlivé rozhodnutí; je schopen je obhájit; uvědomuje si zodpovědnost za své rozhodnutí a výsledky svých činů zhodnotí*

(Čechová, 2006)

Kompetence k řešení problémů je možné rozvíjet v hodinách všech předmětů pomocí nejrůznějších problémových úloh, úkolů vyžadující trpělivost a pečlivost. Žáci se díky této kompetenci naučí:

- a) přebírat zodpovědnost za to co děje kolem sebe
- b) identifikovat problém a volit vhodné způsoby řešení problémů
- c) vnímat problém z různých stran a respektovat názory druhých

1.2.2.3. Kompetence komunikativní

Komunikace je součástí téměř každé životní situace. Je základem našeho každodenního života, většiny našich zážitků a prožitků. Pro její vědomý rozvoj potřebujeme nástroje a jejich cílené používání. Tato kompetence komunikativní je vymezena v zákoně. Rámcový vzdělávací program uvádí:

Žák:

- *formuluje a vyjadřuje své myšlenky a názory v logickém sledu; vyjadřuje se výstižně, souvislé a kultivovaně v písemném i ústním projevu*
- *naslouchá promluvám druhých lidí, porozumí jim a vhodně na ně reaguje; účinně se zapojuje do diskuse, obhájí svůj názor a vhodně argumentuje*
- *rozumí různým typům textů a obrázkovým materiálům, běžně užívaných gest, zvuků reaguje na ně a tvořivě je využívá ke svému rozvoji a k aktivnímu zapojení se do společenského dění*
- *využívá informační a komunikační prostředky*
- *využívá získané komunikativní dovednosti k vytváření vztahů potřebných k plnohodnotnému soužití a kvalitní spolupráci s ostatními lidmi*

(Čechová, 2006)

Učení komunikaci získává na efektivitě, když učitelé učí žáky nejen praktickým a mluveným dovednostem, ale především učí žáky porozumět komunikaci a přemýšlet o ní. Na konci každé aktivity je dosti nutné zařazovat reflexi, a poté s žáky komunikační situaci rozebírat.

Pro rozvoj této kompetence je velmi užitečné podporovat rozvoj kompetence sociální a personální.

1.2.2.4. Kompetence sociální a personální

Samotné studium učebních textů žáka nepřipravuje na mnoho životních situací. Důrazem na rozvoj kompetencí sociální a personální můžeme tuto skutečnost napravovat. Tyto kompetence sociální a personální jsou vymezeny v zákoně. Rámcový vzdělávací program uvádí:

Žák:

- *účinně spolupracuje ve skupině, podílí se společně s pedagogy na vytváření pravidel práce v týmu; na základě poznání nebo přijetí nové role v pracovní činnosti pozitivně ovlivňuje kvalitu společné práce*
- *podílí se na utváření příjemné atmosféry v týmu, na základě ohleduplnosti a úcty při jednání s druhými lidmi přispívá k upevnování dobrých mezilidských vztahů, v případě potřeby poskytne pomoc nebo o ni požádá*
- *přispívá k diskusi v malé skupině i k debatě celé třídy; chápe potřebu efektivně spolupracovat s druhými při řešení daného úkolu; oceňuje zkušenosti druhých lidí; respektuje různá hlediska a čerpá poučení z toho, co si druzí lidé myslí, říkají a dělají*
- *vytváří si pozitivní představu o sobě samém, která podporuje sebedůvěru a samostatný rozvoj; ovládá a řídí svoje jednání a chování tak, aby dosáhl pocitu sebeuspokojení a sebeúcty*

(Čechová, 2006)

Vysoký inteligenční koeficient (IQ) nezaručuje úspěch ani štěstí v životě. Existují vysoce inteligentní lidé, kteří si nemohou najít zaměstnání či nejsou schopni partnerského soužití. Na druhou stranu jsou lidé, kteří nejsou inteligencí příliš obdařeni (podle měřítek IQ), ale žijí zcela harmonický a úspěšný život. Pro úspěšný život nestačí rozum a myšlení, nýbrž potřebujeme znát svoje pocity, umět se ovládat. Potřebujeme také porozumět emocím druhých a přiměřeně na něj reagovat.

V rámci kompetencí sociálních a personálních může učitel u žáků vědomě rozvíjet emocionální inteligenci. Součástí rozvoje emocionální inteligence je také podpora hodnot jako např. upřímnost a spravedlnost.

1.2.2.5. Kompetence občanská

Kompetence občanská se skládá především z postojů. Formuluje způsob, jakým se žáci mohou dívat na svět okolo sebe. Tato kompetence občanská je vymezena v zákoně. Rámcový vzdělávací program uvádí:

Žák:

- *respektuje přesvědčení druhých lidí; váží si jejich vnitřních hodnot, je schopen vcítit se do situací ostatních lidí; odmítá útlak a hrubé zacházení; uvědomuje si povinnost postavit se proti fyzickému i psychickému násilí*
- *chápe základní principy, na nichž spočívají zákony a společenské normy; je si vědom svých práv a povinností ve škole i mimo školu*
- *rozhoduje se zodpovědně podle dané situace; poskytne dle svých možností účinnou pomoc a chová se zodpovědně v krizových situacích i v situacích ohrožující život a zdraví člověka*
- *chápe základní ekologické souvislosti a environmentální problémy; respektuje požadavky na kvalitní životní prostředí; rozhoduje se v zájmu podpory a ochrany zdraví a trvale udržitelného rozvoje společnosti*

(Čechová, 2006)

Zavést demokracii do školního systému je jeden z nejtěžších úkolů, ale pro rozvoj občanské kompetence je prosazení demokratických principů do každodenního chodu školy dosti zásadní.

Žáci se mnohem více naučí z podmínek, ve kterých žijí, než z hodnot, které přijímají během výchovy k občanství. Není proto důležité, to co dětem říkáme, ale co skutečně děláme a jak uplatňujeme normy demokratickými principy.

1.2.2.6. Kompetence pracovní

Jedním z hlavních cílů kompetencí je příprava žáky na pracovní život. Aby žáci byli úspěšní v práci, potřebují rozvíjet všechny předcházející (zmíněné) kompetence:

- musejí se umět učit
- hodnotit svůj pokrok
- řešit problémy
- komunikovat

- spolupracovat
- respektovat ostatní

Tato pracovní kompetence je vymezena v zákoně. Rámcový vzdělávací program uvádí:

Žák:

- *používá bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení; dodržuje vymezená pravidla; plní povinnosti a závazky; adaptuje se na změněné nebo nové pracovní podmínky*
- *přístupuje k výsledkům pracovní činnosti nejen z hlediska kvality, funkčnosti, hospodárnosti a společného významu, ale i z hlediska ochrany svého zdraví i zdraví druhých; ochrany životního prostředí i ochrany kulturních a společenských hodnot*
- *využívá znalosti a zkušenosti získané v jednotlivých vzdělávacích oblastech v zájmu vlastního rozvoje i své přípravy na budoucnost; činí podložená rozhodnutí o dalším vzdělávání a profesním zaměření*
- *orientuje se v základních aktivitách potřebných k uskutečnění podnikatelského záměru a k jeho realizaci; chápe podstatu, cíl i riziko podnikání; rozvíjí své podnikatelské myšlení*

(Čechová, 2006)

Pracovní kompetence jsou nezbytné a velice důležité k budoucímu úspěchu v práci, shrnují tedy specifické dovednosti a postoje potřebné k uplatnění v budoucím zaměstnání. Hlavním cílem této kompetence je seznámit žáky se světem práce (exkurze do firem a podniků), různým povoláním. Důležité je, aby žáci vnímali práci jako hodnotu, poznali sami sebe a přemýšleli o svém uplatnění.

1.3. Didaktické zásady

Didaktické zásady jsou základní pravidla (požadavky, směrnice), kterými se řídí průběh a výsledky vzdělávacího procesu. Mají všeobecnou platnost pro všechny úrovně a stupně škol a pro všechny druhy vyučování. Jsou nezávislé na obsahu, metodách, formách a cílech vyučování. Jejich podstata vychází ze zákonitostí procesu učení. (Mach, 2007)

Didaktické zásady ve výuce působí ve vzájemné spojitosti, proto z nich nemůžeme

vyčlenit či upřednostňovat pouze jen nějakou ze zásad na úkor jiných. Protože do výuky vstupují jako systém, který je ovlivněn řadou faktorů (formy výuky, metody výuky, didaktické materiální prostředky), dovedností žáků, musíme je brát jako celek.

System didaktických zásad rozdělen podle Průchy (Průcha, 1995) takto:

- *Zásada komplexního rozvoje osobnosti žáka*
- *Zásada vědeckosti*
- *Zásada individuálního přístupu*
- *Zásada spojení teorie s praxí*
- *Zásada uvědomělosti a aktivity*
- *Zásada názornosti a přiměřenosti*
- *Zásada soustavnosti (systematičnosti)*
- *Zásada trvalosti a operativnosti*
- *Zásada hygieny a bezpečnosti výuky*
- *Zásada zpětné vazby*

Didaktické zásady jsou velice důležité pro učitele z hlediska správného stanovení a dosažení vzdělávacích výukových cílů. Při jejich respektování může učitel dosáhnout maximálního efektu. A jelikož zásady se neustále mění a vyvíjejí, uvádím zde jen některé vybrané zásady, které jsem se snažila dodržovat při tvorbě mého pracovního sešitu a CD.

Didaktické zásady jsou tudíž základními kameny pro konstrukci výuky, které má učitel k dispozici.

1.3.1 Zásada komplexního rozvoje osobnosti

Učitel by měl rozvíjet celou osobnost žáka, tedy rozumovou, mravní, estetickou, pracovní a tělesnou složku výchovy. Příklad realizace: propojovat a navazovat na vyučované předměty (chemie – biologie - matematika - fyzika atd.). (www.infogram.cz)

V hodině biologie, u vybraného tématického celku – např. Obilniny, musí učitel realizovat rozvoj všech základních struktur osobnosti žáka, tj. v oblasti kognitivní, afektivní a také v psychomotorické. Záleží jen na učiteli, jak dokáže dané učivo analyzovat a jaké výukové cíle si stanoví. Je jasné, že rozvrstvení cílů u jednotlivých tématických celků nebude stejné. Ve výuce se tedy upřednostňují různé výukové cíle, proto nelze tvrdit, že v této chvíli učitel žáky vzdělává a v následujících okamžicích vychovává.

V praktické části mé diplomové práce, díky respektování této zásady, bylo mou snahou dané učivo co nejlépe rozpracovat a stanovit nejvhodnější výukové cíle.

1.3.2. Zásada vědeckosti

Učitel musí sledovat nejnovější poznatky nejen ve svém oboru, ale také nejnovější trendy v rámci učitelské profese (př. nové pedagog. metody). Příklad realizace: v každé hodině využívat nových poznatků, vědecky zdůvodňovat poznatky sdělované žákům. (www.infogram.cz)

Tato didaktická zásada vyžaduje, aby učitel uměl co nejlépe předávat vědecky správný výklad učiva biologie na úrovni současné vědy, a také aby ve výuce používal co nejvíce pokusů a metod pozorování (vizuální složka je velice důležitá – člověk si lépe zapamatuje to co vidí na vlastní oči). Dále se od učitele očekává jeho celoživotní vzdělávání ve svém oboru (aprobovaném předmětu) a neustále sledování nejnovější poznatky ve vědě. Pro učitele je také velmi důležité, aby naučil žáky pracovat s odbornou literaturou a časopisy, které jim pomáhají sledovat nové trendy v daném oboru.

Této didaktické zásady jsem se držela při zpracování výukového CD, jenž je součástí této diplomové práce (viz. příloha). Při jeho vytváření jsem využívala nejnovějších poznatků a terminologie v oblasti anatomie a morfologie rostlin. Učivo je srozumitelné teoreticky i prakticky a je zpracováno také po didaktické stránce.

1.3.3. Zásada individuálního přístupu

Učitel při dodržování této zásady vychází z toho, že každý žák je individualita a jako takového jej musí brát (Např. většina žáků stačí tempu hodiny, najde se ale i pár pomalejších). Příklad realizace: lepším žákům zadávat složitější úkoly než těm ostatním, nechat žáky aby ti lepší pomáhali horším. (www.infogram.cz)

Pro učitele je tato zásada základním prostředkem pro optimální rozvoj osobnosti žáka. Učitel by měl dobře poznat individuální zvláštnosti žáka. Každý žák je „jiný“ má různé zájmy či záliby, také ve škole jej nebaví všechny předměty. Tudiž učitel by měl odhalit rozdíly mezi žáky a tak přizpůsobit metody výuky. Tyto výukové metody učitel získá jen díky svým zkušenostem a svou vnímavostí vůči okolí.

Tuto zásadu jsem uplatnila při tvorbě pracovního sešitu (viz. příloha). Úkoly v pracovním sešitu jsou navrženy tak, aby rozvíjely tvořivou a samostatnou činnost žáka.

1.3.4. Zásada spojení teorie s prací

Učitel musí žáky přesvědčit, že probírané učivo dále využijí (v dalším studiu, v běžném životě). Příklad realizace: nechat žáky aby si probírané učivo ověřili v praxi (např.

pokusy), poskytnout žákům praktické dovednosti ve výuce, poznatky demonstrovat v praxi. (www.infogram.cz)

Předpokladem úspěšné práce učitele je, aby teoretické vědomosti byly co nejlépe funkčně propojeny s praktickou činností. Také je velice důležité uplatňování získaných poznatků a dovedností v praktických cvičeních (laboratorní cvičení). Realizace této zásady je nejlépe uskutečnitelná používá-li učitel ve své výuce didaktické pomůcky (modely, přírodní materiál, fotografie, videa, atd.) a příklady z praxe. Nejvhodnější možností je uskutečňování různých exkurzí nebo vycházek do okolí, kde si žáci své získané vědomosti a dovednosti osvojí (uplatní v praxi).

Úkoly v pracovním sešitě jsou navrženy tak, aby žáci své vědomosti (např. svazek cévní) mohli realizovat (například mikroskopickým pozorování svazků cévním na příčném řezu stébla obilniny).

1.3.5. Zásada uvědomělosti a aktivity

Učitel by se měl snažit, aby žák získal kladný postoj k učení, aby přijal cíle výuky a aby vyvíjel žádoucí aktivitu, která směřuje k osobnímu rozvoji. Tento úkol není snadný, ovlivňují jej negativní faktory jako změna povahy v pubertě, nemotivující rodinné prostředí atd. Příklad realizace: využívání praktických dovedností, učitel by měl vytvářet problémové situace a vést žáky k objevování problémů a racionálních řešení, dát příležitost k samostatnému myšlení, odstraňovat nedostatky. (www.infogram.cz)

Tato zásada vychází z teorie motivace (motivace musí být promyšlená, systematická a cílená) a také vyžaduje vytvoření kladného vztahu k učení.

Uvědomělost značí nejen postoj žáka k učení, ale také vyjadřuje kvalitu osvojených poznatků. Tyto uvědomělé osvojené poznatky znamenají to jak jsou žákem hluboce pochopené (tzv. jak žák dokáže tyto osvojené poznatky vysvětlit, formulovat či aplikovat v praxi). Učitel tudíž musí srozumitelně formulovat cíle, kterým žáci budou dobře rozumět.

1.3.6. Zásada názornosti

Žáci si dovedou představit dané učivo a pochopit daný problém. Názornost nesmí být cílem, ale prostředkem. Příklad realizace: používání různorodého názorného materiálu, využívat každé příležitosti k bezprostřednímu vnímání (exkurze, odborná praxe atd.), spojovat konkrétní a abstraktní myšlenkové operace. (www.infogram.cz)

Tuto zásadu již poprvé propagoval Jan Ámos Komenský, který se snažil, aby výuka byla vnímaná všemi smysly (zrakem, sluchem a hmatem). Člověk vnímá informace z 80 %

zrakem, 12 % sluchem, 5 % hmatem a zbývající 3 % ostatními smysly. Proto je nesmírně důležité využívat v hodinách biologie přírodniny, nástěnné obrazy, videoprojekce, folie a jiné didaktické pomůcky, díky kterým si žáci vytváří představy právě na základě smyslových vjemů.

1.3.7. Zásada soustavnosti (*systematicčnosti*) a přiměřenosti

Je velice důležité aby na sebe učivo navzájem navazovalo, aby učitel postupoval od nejjednoduššího po složitější a aby se zvyšovaly nároky na žáka. Příklad realizace: předkládat nové poznatky na základě starých a tak je rozšiřovat, spojovat teoretické poznatky s praxí taky vhodně vybírat metody a prostředky výuky. (www.infogram.cz)

Zásada soustavnosti řeší výběr a uspořádání učiva. Nové poznatky je lépe předkládat na základě již dříve osvojených. Učivo musí mít logickou strukturu, tomu napomůže i systematický zápis např. na tabuli. Soustavu vědomostí je nutné upevňovat a rozvíjet vždy na vyšší úrovni. Učitelé proto musí vycházet z dosavadních vědomostí, doplňovat a rozšiřovat o nový pohled a ukazovat vzájemné souvislosti.

Zásada přiměřenosti předpokládá, aby obsah a rozsah předkládaného učiva, formy i metody odpovídaly věku a stupni rozumového vývoje žáka. Srozumitelnost ale nesmí být na úkor vědeckosti, naopak neúměrné rozšiřování objemu učiva vede k nepochopení a k přetěžování žáků (žáci nesmí být podceňováni ani přeceňováni!). Chyba mladých učitelů bývá v předkládání velkého objemu učiva, které se stává obtížně osvojitelné, a často i obtížně pochopitelné žáky a jsou na ně kladeny nepřiměřené požadavky.

1.3.8. Zásada trvalosti a operativnosti

Učitel by měl zajistit jak žáci učivo pochopili a pamatovali si jej co nejdéle. Příklad realizace: motivovat žáky k touze po poznání, opakovat, prohlubovat a prověřovat vědomosti či dovednosti žáků. Opakování je matka moudrosti. (www.infogram.cz)

Zásada trvalosti a operativnosti předpokládá neustálé osvojování vědomostí a dovedností tak, aby je žáci mohli využívat během dalšího procesu sebevzdělávání i v praktických činnostech. Tudíž tato zásada od učitelů vyžaduje velmi pečlivý výběr základního učiva, odlišení podstatného od méně podstatného, vytváření mezipředmětových souvislostí, systematizaci učiva, vedení žáků k samostatné práci (například práce s literaturou nebo s encyklopediemi) apod. Trvalost a operativnost výuky lze dosáhnout díky motivaci žáků, logickým uspořádáním učiva, správným osvojením učiva, aktivní a samostatnou práci,

zapojením více smyslů do procesu poznání, sebekontrolou a získávání zpětné vazby, a také aktivním opakováním.

1.3.9. Zásada hygieny a bezpečnosti výuky

Každý učitel si musí být vědom právní odpovědnosti za zdraví žáků i zdraví své. Z toho vyplývá nutnost důsledně dodržovat bezpečnostní hygienické předpisy platné pro práci s technickými prostředky. (www.infogram.cz)

Tato zásada patří mezi jedny z nejdůležitějších zásad především v laboratorních cvičeních, protože jde hlavně o zdraví žáků i učitele. Žáci v těchto laboratorních cvičeních pracují s různými chemikáliemi, ale především používají žiletky, krycí a podložní skla při zhotovování řezů určených k mikroskopování. Během práce s těmito předměty může snadno dojít k řezným poraněním. Proto hlavním úkolem učitele je důkladně žáky seznámit s bezpečností práce a se zásadami první pomoci vždy v úvodní hodině praktických cvičeních na počátku každého školního roku, ale v první řadě připomínat dodržování bezpečnosti a hygieny ve výuce.

1.3.10. Zásada zpětné vazby

Učitel tak získává informace o kvalitě výuky a jejich výsledcích, zjišťuje kde a proč se stala chyba a může ji tak napravit. Příklad realizace: zkoušení, ověřování dovedností a vědomostí žáků, rozhovory s žáky. (www.infogram.cz)

Učitel musí mít zpětnou vazbu k tomu aby věděl, zda žáci rozumí jeho výkladu nebo zda konají požadované činnosti a jakých výsledků dosahují. Díky získaných informací může učitel změnit tempo výkladu, výukovou metodu nebo se vrátit k nepochopené části učiva. Žáci by měli být informováni o tom, zda postupují správně a efektivně.

1.4. Výukové cíle

Motto: „Svoboda bez cíle je pouhé otroctví osobních rozmarů.“

(Karel Rýdl)

Definice výukového cíle Šturma (1996) uvádí takto: „Cíl výuky je zamýšlený a očekávaný výsledek, k němuž vyučující a žáci směřují.“ Cíle hrají ve výuce velkou roli zejména přinášejí řád do výuky a také pomáhají zvolit vhodné metody vyučování.

Výukový cíl by neměl být stanoven pouze učitelem. Vhodnější přístup je stanovení výukového cíle na základě spolupráce a diskuze mezi učitelem a žáky. Žák není pouze pasivním objektem výuky, ale měl by být aktivním subjektem, který výuku spoluutváří. Tím, že se žáci podílejí na stanovení výukového cíle, dojde k jejich vnitřnímu příjmu a ztotožnění se s nimi. Výukový cíl pak plní významnou regulační roli v jejich učebních činnostech. (Mach, 2007)

Z hlediska praktické použitelnosti ve výuce je vhodné výukové cíle rozdělit do následujících kategorií: **kognitivní** (vzdělávací) - **afektivní** (postojové) **psychomotorické** (výcvikové). V některých výukových předmětech u určitých celků nebudou tyto tři zmíněné cíle zastoupeny stejnou měrou.

Povinností učitele je, aby systematicky pracoval se všemi třemi dimenzemi výukových cílů a akceptoval jejich vzájemnou souvislost. (Kalhous, 2002)

1.4.1. Členění výukových cílů

- **Kognitivní** (vzdělávací, informativní) **cíl** se zaměřuje na vzdělávací (poznávací) oblast osobnosti žáka. Tento cíl učitel vytýčí tak, aby věděl, co a jak žák se naučí. Ve výuce nestačí jen odříkat definice nebo vzorce, ale především je nutné vysvětlování a využití v praxi. Žák by měl přesně pochopit to co se od něj očekává (umět vyřešit úlohu – popsat či zdůvodnit postup svého řešení) a také se přesvědčit jak zvládá učivo na předepsané úrovni.
Příklad realizace: vymezují vědomosti (pojmy, zákony a teorie), intelektuální dovednosti a schopnosti (řešení úlohy, příkladů a zadaných prací), které si žák osvojí
- **Afektivní** (postojové, hodnotové, emocionální, výchovné) **cíl** učiteli slouží k promyšlení obsahu tématického celku. Dobrým předpokladem je spolupráce učitele se žáky. Učitel dává žákům prostor k řešení osobních zkušeností a myšlenek.
Příklad realizace: osvojování postojů, vytváření hodnotové orientace (např. odpovědný přístup k řešení otázek) a sociálně komunikativních dovedností (např. vyslechnout názor druhého, hledat argumenty pro obhájení svého způsobu řešení problému atd.).
- **Psychomotorické** (výcvikové, operační, činnostní) **cíl** učitel je stanoví díky psychomotorickým dovednostem, jenž má žák dosáhnout.

Příklad realizace: osvojování psychomotorických dovedností (manipulace s přístroji či jinými pomůckami, provádění experimentů, atd.) a nejvíce se využívají v praktických (laboratorních) cvičení.

1.4.2. Vlastnosti výukových cílů

- **Komplexnost** – žák by měl přesně pochopit, jaký výkon se od něj očekává, které učební úlohy má vyřešit. Učitel musí zvážit, jaké psychomotorické dovednosti mají žáci získat, a podle toho stanoví výcvikové cíle.
- **Konzistentnost** (soudržnost) – vyjadřuje vnitřní vazbu cílů. Vymezení cílů umístěných nejbližší k základně pomyslné pyramidy je věcí učitele. Nazýváme je cíli specifickými nebo konkrétními. Učitel je přizpůsobuje momentálnímu stavu, který odpovídá situaci ve vyučovací jednotce.
- **Kontrolovatelnost** – stanovené výukové cíle by měly obsahovat : požadovaný výkon žáků, podmínky za kterých má být výkon realizován a normu výkonu. Požadovaný výkon je nezbytnou složkou vymezení specifických cílů.
- **Přiměřenost** – znamená stanovení takových cílů, které jsou náročné, ale současně i splnitelné pro většinu žáků.

1.4.3. Taxonomie výukových cílů

1.4.3.1 Kognitivní cíle (B.S.Bloom) – viz. tabulka č.1

B. S. Bloom (1956) vytvořil taxonomii kognitivních cílů zaměřených na přímou kognitivní činnost žáka. Tato taxonomie se skládají ze šesti hierarchicky uspořádaných kategorií:

- znalost = využití nové znalosti a řešení problémů do nových situací připuštěním druhotných znalostí, pojmů, termínů, postupů, faktů, zákonů, technik, pravidel a atd. (*definovat, doplnit, opakovat, napsat, seřadit, přiřadit*)
- porozumění = pochopení a schopnost užití znalosti (*dokázat, opravit, interpretovat, vypočítat, zkontrolovat*)

- aplikace = transfer mezi učením a aplikací na nové situace
(*aplikovat, demonstrovat, použít, řešit, plánovat*)
- analýza = rozdělení na prvky nebo části. Žák je schopen rozlišit fakta od hypotéz, uvědomovat si základní myšlenky, určit vzájemné vztahy jednotlivých myšlenek, atd.
(*provést rozbor, rozdělit, specifikovat*)
- syntéza = skládání prvků a částí v celek
(*kombinovat, skládat, shrnout, vyvodit*)
- hodnotící posouzení = posouzení hodnoty myšlenek, dokumentů, metod, způsobu řešení atd. (*argumentovat, zdůvodnit, uvést klady a zápory, zhodnotit, posoudit*)

(Kalhous, 2002)

Tab.1: Bloomova taxonomie výukových cílů - Slovník aktivních sloves k vymezení výukových cílů
(<http://wiki.ped.muni.cz>)

Cílová kategorie (úroveň osvojení)	Typická slovesa k vymezení cílů
1. Zapamatování termíny a fakta, jejich klasifikace a kategorizace	<i>definovat, doplnit, napsat, opakovat, pojmenovat, popsat, přiřadit, reprodukovat, seřadit, vybrat, vysvětlit, určit</i>
2. Pochopení překlad z jednoho jazyka do druhého, převod z jedné formy komunikace do druhé, jednoduchá interpretace, extrapolace (vysvětlení)	<i>dokázat, jinak formulovat, ilustrovat, interpretovat, objasnit, odhadnout, opravit, přeložit, převést, vyjádřit vlastními slovy, vyjádřit jinou formou, vysvětlit, vypočítat, zkontrolovat, změřit</i>
3. Aplikace použití abstrakcí a zobecnění (teorie, zákony, principy, pravidla, metody, techniky, postupy, obecné myšlenky v konkrétních situacích)	<i>aplikovat, demonstrovat, diskutovat, interpretovat údaje, načrtnout, navrhnout, plánovat, použít, prokázat, registrovat, řešit, uvést vztah mezi, uspořádat, vyčíslit, vyzkoušet</i>
4. Analýza rozbor komplexní informace (systému, procesu) na prvky a části, stanovení hierarchie prvku, princip jejich organizace, vztahů a interakce mezi prvky	<i>analyzovat, provést rozbor, rozhodnout, rozlišit, rozčlenit, specifikovat</i>
5. Syntéza složení prvků a jejich částí do předtím neexistujícího celku (ucelené sdělení, plán nebo řada operací nutných k vytvoření díla nebo jeho projektu, odvození souboru abstraktních vztahů k účelu klasifikace nebo objasnění jevů	<i>kategorizovat, klasifikovat, kombinovat, modifikovat, napsat sdělení, navrhnout, organizovat, reorganizovat, shrnout, vyvodit obecné závěry</i>
6. Hodnocení posouzení materiálů, podkladů, metod a technik z hlediska účelu podle kritérií, která jsou dána nebo která si žák sám navrhne	<i>argumentovat, obhájit, ocenit, oponovat, podpořit (názory), porovnat, provést kritiku, posoudit, prověřit, srovnat s normou, vybrat, uvést klady a zápory, zdůvodnit, zhodnotit</i>

1.4.3.2. Kognitivní cíle (B.Niemierko)

B. Niemierko (1979) zjednodušil taxonomii výukových cílů a upravil jí účelněji pro snazší využití ze strany učitele takto:

I.úroveň = ***vědomosti***

- zapamatování poznatků = opakovat, napsat, definovat, znát, umět
- porozumění poznatkům = dokázat, vysvětlit, předložit

II.úroveň = ***dovednosti***

- používání vědomostí v typových situacích = načrtnout, použít, vyzkoušet
- používání vědomostí v problém. situacích = rozhodnout, shrnout, srovnat s normou, zdůvodnit, vyvodit obecné

1.4.3.3. Afektivní cíle (D.B.Kratwohl)

Postupné internalizace hodnot vychovávaných subjektů.

D. B. Kratwohl (1964) sestavil taxonomii afektivních cílů do pěti kategorií takto:

- přijímání = subjekt je ochoten přijímat jevy a podněty
- reagování = vyšší stupeň aktivity a jeho zainteresovanosti
- oceňování hodnoty = určité skutečnosti nabývají pro jedince vnitřní hodnotu, člověk pociťuje závazek k hodnotě
- organizace hodnoty = integrace hodnot do soustavy
- integrace hodnot v charakteru = vznik hodnotové hierarchie jedince = ovlivnění lidského chování

1.4.3.4. Afektivní cíle (B.Niemierko)

B. Niemierko (1988) vytvořil taxonomii afektivních cílů, která je zjednodušením Kratwohlovy taxonomie. Tato taxonomie slouží k efektivnějšímu využití v práci učitele, kterou člení do dvou podskupin:

I.úroveň

- účast na činnosti = vykonávání činnosti bez projevu iniciativy
- podjímání činnosti = samostatné zahájení určité činnosti

II.úroveň

- naladění k činnosti = důsledným vykonáváním určitého druhu činnosti, ve smyslu trvalé vnitřní potřeby; žák je nakloněn činnosti, chybí mu však širší zobecnění

- system činnosti = regulace činnosti pomocí souboru zásad jednání

Nejpodstatnější rys této Niemiekovy taxonomie je, že v obecné rovině poukazuje na etapy procesu utváření určitých hodnot a postojů žáků.

1.4.3.5. Psychomotorické cíle (R. H. Dave)

První taxonomii vzdělávacích cílů v psychomotorické oblasti vytvořil R. H. Davy (1967), která je rozčleněna na pět kategorií. Jednotlivé kategorie jsou odvozeny z fází utváření pohybových dovedností od plně vědomé kontroly až po její plnou automatizaci.

- imitace = probíhá na základě vnějších podnětů a pozorování (impulzivní x vědomé)
- manipulace = žák je schopen zvolit vhodnou a požadovanou činnost (manipulace podle instrukce x manipulace výběru za účelem zpevnování)
- zpřesňování = větší přesnost a tím účinnost (reprodukce x kontrola)
- koordinace = koordinace činností seřazených za sebou v požadovaném sledu (sekvence x harmonie)
- automatizace = maximum účinnosti při minimálním vynaložení energie (částečné x úplné zautomatizování)

1.4.4. Stanovení výukových cílů

- analyzovat obsah učiva k nadřazeným cílům, rozložit obsah učiva (fakta, pojmy, vztahy, principy, zákony,...)
- vymezení cíle - učitel plánuje činnost pro žáka (rozpozná, dokáže,...)
- požadavek jednoznačnosti a přiměřenosti = operace žáka - vyjádření jeho činnosti pomocí aktivních sloves, co a jak má žák umět
- vymezení podmínek při výkonu, aby mohl být uznán za vyhovující
- stanovení míry normy a výkonu (hranice vědomostí a nevědomostí)

1.5. Mezipředmětové vztahy

Na všech stupních základních i středních škol je žákům předkládáno mnoho informací a také velké množství pojmů. Proto díky nové reformě výukového systému došlo u žáků k posílení schopnosti samostatně pracovat s dostupnými informačními zdroji a to nejen třídit tyto informace, ale také je hodnotit a využívat. Nový systém výuky má naučit žáky kvalitně zpracovávat získané informace a hlavně hledat vztahy a souvislosti.

Důsledným a uvědomělým využíváním mezipředmětových vztahů lze zkvalitnit a zefektivnit výuku ve všech přírodovědných předmětech. Tyto mezipředmětové vztahy umožňují žákům lépe pochopit učivo a dále poznávat souvislosti, které mezi nimi existují.

Cílem výuky je naučit žáky myslet ve „vícesměnných řadách“, ve kterých dokáží pohotově spojovat a zobecňovat poznatky z různých přírodovědných předmětů.

Proto by bylo dobré využití mezipředmětových vztahů ve výuce *obilnin*, např. se zeměpisem (pěstitelské území – oblasti původu druhu), s dějepisem (historie obilnin), s matematikou (spočítat procento klíčivosti nebo plochu listu), s chemií (důkazy bílkovin, cukru – chemické zastoupení látek), také s občanskou výchovou (obživa obyvatelstva v zemích třetího světa), atd.

1.6. Vhodnost výběru didaktického typu

Již zmíněná zásada názornosti patří mezi významné didaktické zásady, protože názornost je důležitým předpokladem úspěšného vyučování. K realizaci kvalitní výuky přispívají velkou měrou vhodné materiální didaktické prostředky.

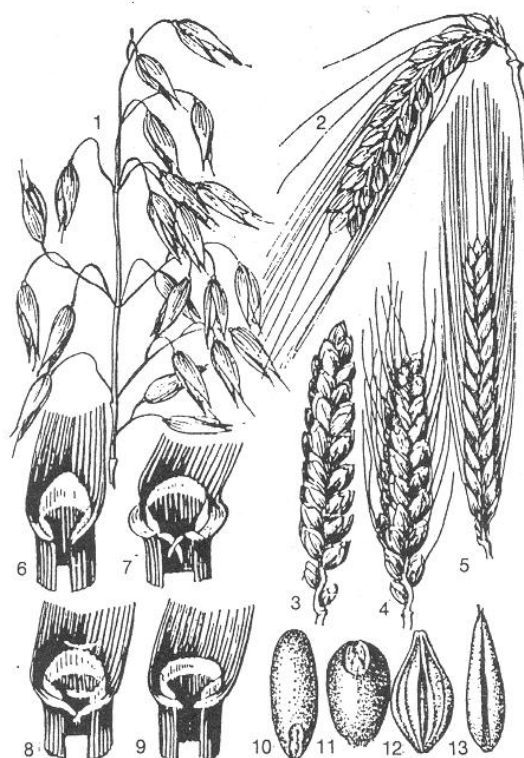
Vybrala jsem si obilniny jakožto vhodnou modelovou rostlinu, jen díky jejich velmi dobré dostupnosti (např. botanická vycházka) a také proto, že splňují požadavky kladené na didaktické typy. Didaktický typ musí splňovat:

- *Didaktický typ musí co nejlépe charakterizovat typicky vyvinuté a snadno pozorovatelné struktury, které náleží určité skupině (např. čeledi)*
 - Obilniny zahrnují mnoho typických vlastností patřící do čeledi lipnicovité (*Poaceae*) jako například náhradní kořeny, rozptýlené svazky cévní, listy se souběžnou žilnatinou, atd.
- *Didaktický typ musí být dobře znám*
 - Obilniny jsou dobře známy (jsou součástí české flóry) díky tomu, že jsou pěstovány na polích a jejich semena (obilky) hrají důležitou roli v oblasti lidské potravy a krmivem dobytka.
- *Didaktický typ musí být snadno dostupný ve školní výuce, ale také i snadno pěstovatelný v běžných pokojových podmínkách*
 - Díky pěstování obilnin na polích je snadno a dobře dostupnou modelovou rostlinou na celém území České republiky.
- *Didaktický typ musí být dobře preparovatelný a herbarizovatelný*

- V době růstu se mohou obilniny sbírat přímo na polích, dále se mohou zhotovit preparáty (řezy) určené k mikroskopování a také lze celou rostlinu (i s kořeny a klasy) herbalizovat. Ale především se mohou dané části rostliny naložit do směsi ethanolu a glycerolu, které lze využívat v praktických cvičeních v zimních měsících.
- *Didaktický typ nesmí patřit mezi rostlinné druhy ohrožené, vzácné či dokonce chráněné*
 - Obilniny jsou kulturní plodinou, hojně pěstovanou kvůli svým semenům, tudíž nepatří mezi ohrožené ani vzácné rostliny. (kulturní plodina = užitková rostlina).

Obr. 1: Obilniny

1-oves setý (*Avena sativa*); **2-ječmen setý** (*Hordeum vulgare*); **3,4-pšenice obecná** (*Triticum sp.*) – bezosinná a osobná forma; **5-žito seté** (*Secale cereale*); JAZÝČEK a OUŠKA ovsá (6), ječmene (7), pšenice (8), žita (9); OBILKA žita (10), pšenice (11), ječmene (12), ovsá (13) (Kincl, 1993)



2 Teoretická část s přehledem literatury

2.1. Obilniny

Obilniny (viz. obr. 1), někdy také zvány *obiloviny*, jsou zemědělské plodiny, zástupci čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), které se pěstují pro zrno (obilky). Jsou základní potravinou lidí od samých počátků zemědělství. Každý světadíl má svou oblíbenou obilninu. Na Dálném Východě je to rýže (rýže je tudíž nejdůležitější celosvětovou obilninou), od Indie po Atlantický oceán pšenice a ječmen, západní Evropě se pěstuje pšenice, žito a oves, v Americe kukuřice a v Africe proso a čirok.

Jsou to převážně jednoleté (mohou být i víceleté) byliny se svazčitým kořenovým systémem. Jarní formy se sejí a sklízí v jednom vegetačním období. Ozimé obilniny jsou vysévány počátkem podzimu a sklízí se v létě následujícího roku.

Stonek nazývaný stéblo je složen z dlouhých dutých článků (*internodia*) a kolének (*nodia*), kde dochází k prodlužování, tedy růstu celé rostliny. Většina druhů vytváří několik

odnoží. Pochva listů vyrůstající z kolének přechází v listovou čepel s rovnoběžnou žilnatinou. Na rozhraní pochvy a čepele vyrůstá jazýček a čepel je zakončena ouškou. Tvar jazýčku, oušek a květ může být rozlišovacím znakem některých obilovin (ječmen, pšenice, oves a žito).

2.2. Historie obilnin

Nálezy prehistorické a archeologické jsou velice cenné pro dějiny užitkových rostlin a díky nim můžeme stanovit určité závěry jako např. kolébkou nejdůležitějších užitkových trav (hlavně obilnin) je v horách Asie (stepní vysočiny jihozápadní Asie). Mezi první kulturní rostliny v době kamenné patří pšenice, ječmen a později v době bronzové žito, oves. (např. v Tróji byly nalezeny ve vykopávkách zbytky *Triticum monococcum* - pšenice jednozrnka).

Nejlepší pravěké nálezy rostlin na našem území pochází z nákolní stavby v Nákle u Olomouce. Byly zde nalezeny obilky pšenice, ječmene, žita, prosa, hrách a lískové oříšky.

První zmínky v Evropě o našich obilninách (pšenice, ječmen, žito, oves) pochází ze Střední Evropy. Jde o rostliny, které patrně byly do středoevropských zemí zavlečené z jiného světadílu.

Za dávného starověku byly v Číně jako obilniny pěstované: rýže, pšenice, proso, bér italský. Z rýže a prosa si připravovali alkoholické nápoje (např. víno, pivo).

Zemědělství a bylinářství kvetlo také u starých Asyřanů a Babyloňanů již před třemi tisíci lety před Kristem. Vykopávky v Nippuru, provedené univerzitou ze Spojených států, dokazují, že v Babylónii byla pšenice pěstována ještě dříve než ve starém Egyptě. O obilninách staré Babylónie podal pozoruhodnou zprávu Bedřich Hrozný (1913). Rozluštil klínové nápisy a zjistil, že nejdůležitější obilninou zde byl ječmen, hned po něm pak pšenice dvojezrnka (*Triticum dicoccum*), kdežto pšenice setá (*Triticum vulgare*) se objevuje na tomto území teprve od 5. století po Kristu.

Starí Egypťané vyráběli cihly, při nichž mísili hlínu se slámou z ječmene či pšenice, které použili při stavbě hradní zdi El Kohn, postavené mezi rokem 2800–1700 př. Kr. Ještě starší jsou nálezy zbytků rostlin v cihlách pyramidy Dašur u Squary vystavěné asi okolo roku 3000 př. Kr. Byla v nich zjištěna pšenice setá (*Triticum vulgare*) a ječmen šestiřadý (*Hordeum hexastichum*). Obilí bylo pěstováno v Egyptě (viz. obr. 2) už před více než

Obr. 2: Kresba pocházející z Egypta (Domin, 1944)

Sekání, vázání a skládání obilí ve starém Egypte
Mláčení obilí ve starém Egypte
(prekresleno podle A. Thaera)



osmatisíci lety a je také zajímavé, že obilná zrna z těchto nejstarších nálezů se neliší od obilí pěstované v Egyptě dodnes. (Manniche,2000)

Odborníci se však domnívají, že člověk na konci paleolitu mohl některé rostliny (např. pšenici) úmyslně rozsévat (rozházet), aby měl bohatší sběr, ale k ustavičnému pěstování ještě nedošlo. Důkazy o pěstování rostlin, zejména pšenice, ječmen, proso, čočky, hrachu a bobu, zanechal až člověk z mladší doby kamenné (neolitu), a také zůstaly zachovány stopy činnosti tohoto člověka.

2.3. Šíření obilnin do Evropy

Vavilov poukázal na to, že obilniny a jiné užitkové rostliny se šířily ze své pravlasti v horách jihozápadní Asie nejen na západ, ale také na sever a severozápad. Žito a oves se při tomto šíření šířily jako plevel spolu s pšenicí (*Triticum vulgare*, *Triticum dicoccum*) a s ječmenem. Čím více začaly pronikat pšenice a ječmen směrem do Evropy, tím se jim vedlo hůře kvůli zhoršujícím klimatickým podmínkám, a proto byly stále více zatlačovány prosperujícím žitem a ovsem. Toho si všímali i hospodáři a zjistili, že těmto „plevelům“ (žito, oves) se dobře daří, a proto je začali pěstovat. Tím se žito a oves staly kulturní obilninou. Žito tak nabylo převahu na Sibiři, ve velké části evropského Ruska, a také v severovýchodním Německu. Dějiny obilnin jsou dějinami orby a zemědělství a také i rozvoj a pokrok lidské civilizace.

2.4. Taxonomické (systematické) zařazení:

Říše: **Rostliny** (*Plantae*)

Podříše: **Cévnaté rostliny** (*Tracheobionta*)

Oddělení: **Krytosemenné** (*Magnoliophyta*)

Třída: **Jednoděložné** (*Liliopsida*)

Řád: **Lipnicotvaré** (*Poales*)

Čeleď: **Lipnicovité** (*Poaceae*)

Podčeleď: **Vlastní lipnicovité** (*Pooideae*)

Rod: **pšenice** (*Triticum*), **ječmen** (*Hordeum*), **žito** (*Secale*), **oves** (*Avena*)

2.5. Botanická charakteristika obilnin

Rostlinné orgány dělíme na:

1. **orgány vegetativní** (kořeny, stéblo, listy) - zajišťující látkovou výměnu
2. **orgány generativní** (květenství, plody) - sloužící k rozmnožování

2.5.1. Kořen (*radix*)

Tento podzemní, neclánkovaný, neolistěný a vegetativní orgán zajišťuje příjem vody a živin z půdy, upevňuje rostlinu v půdě a je místem syntézy organických látek (např. aminokyselin). U rostlin obilnin rozlišujeme dva typy kořenů: **zárodečné** (primární), které se objevují při klíčení obilky a kořeny **druhotné** (sekundární). Při klíčení se vytváří hlavní primární koříněk a u první skupiny obilnin záhy vyrůstají kořínky vedlejší – zárodečné. (Kavina, 1950)

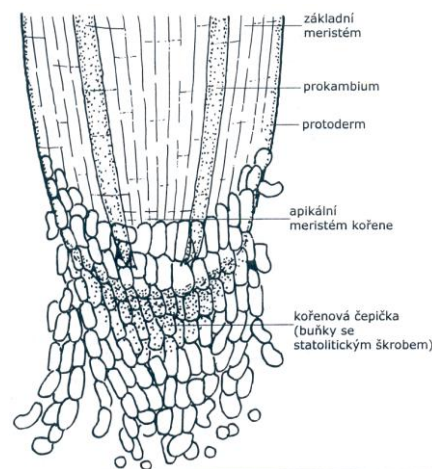
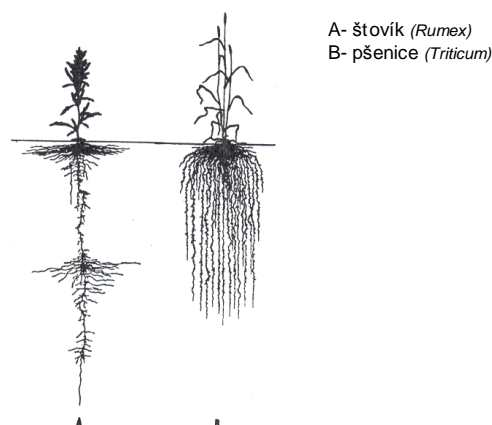
Obr. 3: Typy uspořádání kořenové soustavy
(Votrubová, 2001)

2.5.1.1. Morfologická stavba kořene

Kořenová soustava vzniká již při klíčení zrna, kdy se vytváří **zárodečné kořínky** (viz. obr. 6) (jejich počet je omezený a charakteristický pro jednotlivé druhy např. jarní pšenice má 5 kořínků, ozimá pšenice 3 kořínky, žito a oves 4 kořínky, ječmen 5-8 kořínků), které jsou první orgány nové rostliny. Zárodečné kořínky si zachovávají svoji aktivitu až do dozrání zrna, ale jejich podíl na celkové kořenové soustavě postupně klesá. Obilniny mají **svazčitý kořenový systém** s hustým kořenovým vlášením (viz. obr. 134). Jsou to rostliny mělce kořenící, avšak hlavní podíl kořenů je v povrchové vrstvě půdy (ornice), některé kořeny dosahují až do hloubky 1,5–2 m.

Současně s prvními listy se pod povrchem půdy zakládá **odnožovací uzel**. V horní části je **vzrostlý** (vegetační) **vrchol** (základ klasu či laty), na němž se zároveň tvoří další listy a v jejich úžlabí odnože. Odnože tvoří rovněž další kořeny (druhotné, sekundární), které tvoří hlavní masu svazčitého kořenového systému (viz. obr. 3). U rostliny, která začala odnožovat a začaly se u ní vytvářet sekundární kořeny, které postupně přebírají vyživovací funkci a primární kořeny postupně zanikají. Nejvíce kořenů je v době sloupkování a metání.

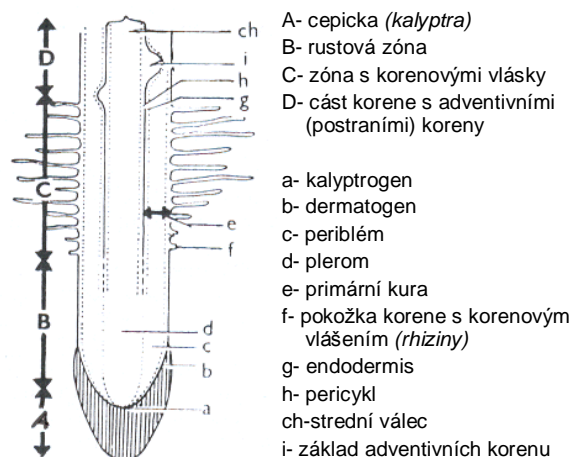
Obr. 4: Apikální meristémy kořene ječmene
(Skalický, 2007)



Obr. 5: Schéma podélného řezu kořenem (Hadač, 1967)

2.5.1.2. Anatomická stavba kořene

Nejmłodší část kořene se nazývá **vzrostlý vrchol** (kořenová špička) obsahující meristematická pletiva. Tento vzrostlý vrchol kořene je chráněn **kořenovou čepičkou** (*kalyptrou*) (viz. obr. 4, 5), v jejíž střední části je **sloupek** (*kolumela*) (viz. obr. 5). V amyloplastech buněk sloupku se tvoří statolitový (přesýpavý) škrob (viz. obr. 4). Přemísťování tohoto škrobu



v buňce vyvolává při změně polohy kořene podněty k asymetrickému prodlužování kořenových buněk a k pozitivně geotropickému směru růstu. V buňkách kořenové čepičky se syntetizuje sliz, jehož funkcí je usnadnění průniku kořene půdou, dále také ochrana kořenových meristémů před vyschnutím v krátkých obdobích sucha a ovlivnění i možnost příjmu iontů do kořene.

Růstový vrchol kořene je rozdělen na **meristematickou, prodlužovací a diferenciací zónu**.

Z primárního meristému (*protodermu*) vzniká primární krycí pletivo zvaná **pokožka** (*rhizodermis*). Pokožka je většinou jednovrstevná, tvořená těsně k sobě přiléhajícími tenkostěnnými parenchymatickými buňkami. Z pokožkových buněk v diferenciací zóně kořene vznikají **kořenové vlásky** (*rhiziny*) (viz. obr. 5, 134, 135).

Buňky základního meristému tvoří vícevrstevné základní pletivo tzv. **primární kůru** (viz. obr. 5, 137). Její vnější vrstva, **exodermis**, má hlavně ochranou funkci. Střední vrstva primární kůry, **mezodermis**, je tvořena tenkostěnnými parenchymatickými buňkami. **Endodermis** (viz. obr. 138), vnitřní vrstva primární kůry, odděluje primární kůru kořene od středního válce (*stélé*). Z počátku je endodermis tvořena těsně k sobě přiléhajícími parenchymatickými buňkami, na jejichž stěnách se postupně vytvářejí tzv. **Casparyho proužky**. Tyto Casparyho proužky zabezpečují zábranu volnému pronikání tekutin z primární kůry do středního válce.

Z meristematických buněk vzniká spolu se základními pletivy primární vodivý systém kořene tzv. **střední válec** (*stélé*) (viz. obr. 5, 137). Jeho vnější vrstva parenchymatických buněk zvaný **pericykl** (někdy označován jako *perikambium*) (viz. obr. 5, 138) má funkci laterálního (skrytého) meristému, zakládají se v něm boční kořeny.

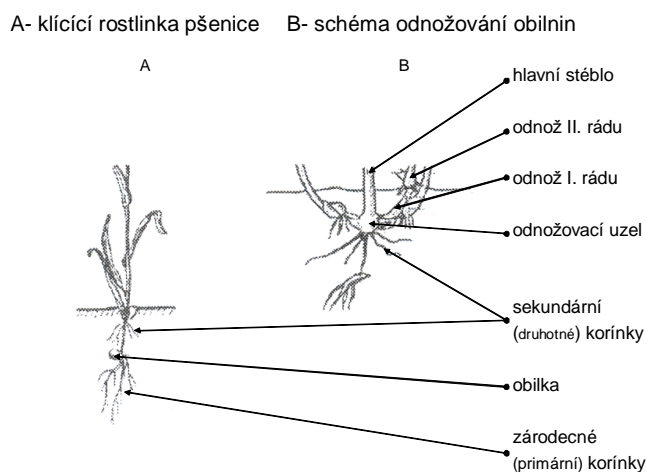
Vodivý systém kořene je tvořen **radiálním svazkem cévním** (viz. obr. 136, 138), ve kterém se střídá lýko (*floém*) a dřevo (*xylém*). U jednoděložných rostlin (tedy i u obilnin) převládá kořen **polyarchního** typu, jenž se vyznačuje větším počtem dřevních a lýkových částí. Střed kořene vyplňuje parenchymatická dřev.

Primární růst kořene je uskutečněn činností vrcholových meristémů produkující nové buňky, které rostou do délky a diferencují se v jednotlivá pletiva. Tento primární růst kořene mají jednoděložné rostliny (obilniny). Kořen může mít také sekundární růst, jenž zabezpečují laterální sekundární meristémy, což je kambium s felogen, ale u jednoděložných rostlin (právě i u obilnin) se s ním nesetkáme. Proto kořeny obilnin (jednoděložných rostlin) druhotně netloustnou.

Obr. 6: Schématické znázornění kořenového systému (Benda, 2000)

2.5.1.3. Ontogeneze kořene

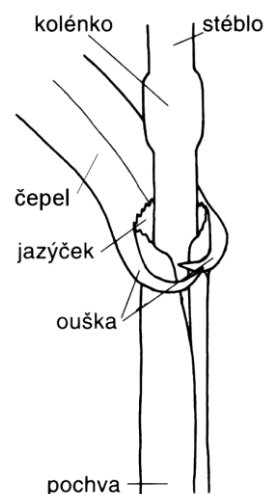
Odnožovací uzel (viz. obr. 6) je specifickou částí obilnin a vytváří asi 1,5–2 cm pod povrchem půdy. Vytváří se pod hlavním vzrostným vrcholem (základem květenství), kde jsou založeny základy kolének stébel a listů. U těchto rostlin se na odnožovacím uzlu začínají vytvářet druhotné kořínky. Obilnin mají velmi významnou schopnost tvorby postranních vzrostných vrcholů na odnožovacím uzlu. Tím je umožněno odnožování obilnin a vytváření dalších stébel a klasů nebo lat. (Benda, 2000)



2.5.2. Stonek - STÉBLO (*culmus*)

Obr. 7: Schéma stébla (Petr, 1997)

Stéblo je článkovaná část prýtu (nadzemní částí rostliny), rozdělena na kolénka (*nodia*) a články (*internodia*), nesoucí listy a reprodukční orgány. Má funkci mechanickou a vodivou (rozdává vodu a vodné roztoky minerálních látek z kořene a produkty fotosyntézy z listů do ostatních orgánů rostliny). Stonek má ještě také funkci transpirační a asimilační. Stéblo (viz. obr. 7) se tvoří po přechodu rostlin do generativní fáze a souvisí s vytvořením prvního kolénka. Z vyklíčeného zrna vyrůstá hlavní stéblo a z odnoží další stébla. Tyto lodyhy obilnin jsou značně dlouhé, válcovité, kónické, duté nebo úplně či částečně vyplněny parenchymem

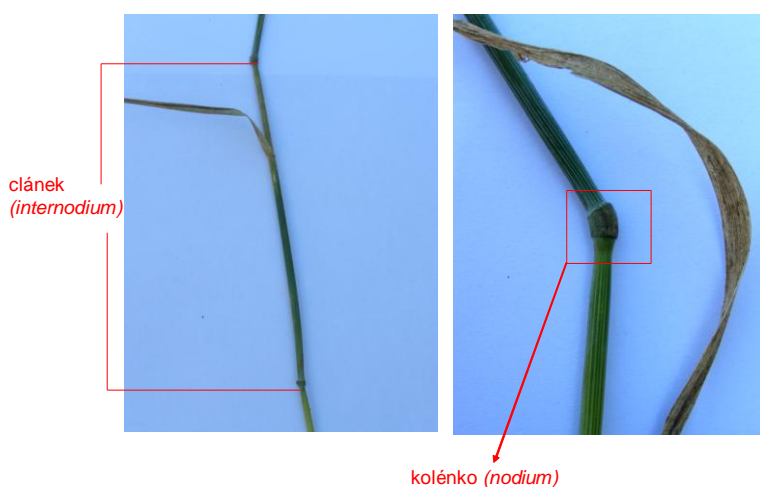


(dření) s dosti tenkou stěnou. Délka stébla je ovlivněna agrotechnikou (hnojení, závlaha), ale také klimatickými faktory.

2.5.2.1. Kolénka (*nodia*) a články (*internodia*)

Benda (2000) za kolénko (*nodium*) považuje prstencovitě ztlustlou část stébla v místě nasednutí listové pochvy. Nadzemní část stébla je nejčastěji rozdělena 5–6 kolénky na články. Stéblo roste ve všech nodech, které mají dělivé pletivo na dolní části článku.

Při vývoji vzrostných vrcholů se začíná vytvářet nejspodnější článek stébla a nejspodnější, první kolénko. Základy dalších kolének a vzrostný vrchol jsou postupně posouvány výše nad odnožovací uzel. Články (*internodia*) (viz. obr. 8) stébla jsou u obilnin např. u pšenice, ječmene, ovsu a žita duté, ale např. u kukuřice, prosa či rýže jsou vyplněné dřevem. Délka internodií se zvětšuje od báze směrem k vrcholu rostlin. V opačném směru stéblo zesiluje.



Obr. 8: Článek (*internodium*) a kolénko (*nodium*)

stébla

Kolénka (uzly) (viz. obr. 8) jsou plná a je v nich soustředěna zóna růstu. Z každého kolénka vyrůstá jeden list. Na horní straně kolének se nachází v dělivém pletivu zóna růstu, odkud se články prodlužují, takže stéblo roste ve všech člancích. Z horní části kolének vyrůstají rovněž listové pochvy, chránící spodní část internodia těsně nad kolénkem a částečně zpevňující stéblo. Kolénka jsou více nashromážděná ve spodní části stébla (kratší články), což zvětšuje jejich pevnost.

2.5.2.2. Anatomická stavba stébla (stonku)

Stavba **vzrostného vrcholu** stonku se značně liší od vzrostného vrcholu kořene. Vrostný vrchol stonku není chráněn žádnou strukturou obdobnou kořenové čepičce. Všechna pletiva stonku vznikají z iniciál vzrostného vrcholu, díky jejichž činnosti vzniká samotný hlavní stonek, ale také i vedlejší stonky, listy a úžlabní pupeny.

Apikální meristém stonku má většinou kuželovitý tvar a na jeho vrcholu jsou umístěny kmenové buňky rostliny tzv. **iniciály**. V apikálním meristému se tvoří zóny buněk, které dávají vznik třem primárním meristémům (*protoderm*, *základní meristém*, *prokambium*), ze kterých vzniká pokožka, primární kůra a střední válec.

Z primárního meristemického pletiva zvaného **protoderm** vzniká **pokožka** (*epidermis*). Pokožku tvoří většinou jediná vrstva plochých buněk bez *intercellular* (mezibuněčné prostory), které těsně k sobě přiléhají, ale také se v ní nacházejí **průduchy** (*stomata*). Buněčná stěna na vnější straně pokožkových buněk obsahuje celulózu, ale i *cutin* (tukovitá látka), který tvoří souvislou vrstvu **cutikulu**. Hlavní funkcí kutikuly je zábrana nadměrné ztrátě vody z rostlinného těla.

Z buněk základního meristému vzniká základní pletivo (**primární kůra**), která je tvořena několika vrstvami parenchymatických buněk. Vrstva buněk, které leží hned pod pokožkou se nazývá **hypodermis** je tvořena mechanickým (sklerenchymatickým nebo kolenchymatickým) pletivem. Střední vrstva primární kůry je tvořena tenkostěnnými parenchymatickými buňkami s četnými mezibuněčnými prostory. V pokožkových buňkách stonku jsou přítomny chloroplasty. Vnitřní vrstva primární kůry se může diferencovat v **endodermis**, která je tvořená tenkostěnnými buňkami a těsně přiléhajícími stěnami, na nichž se mohou vytvářet Casparyho proužky. Do buněk této vnitřní vrstvy primární kůry se ukládají zásobní látky, proto se označuje jako *škrobová pochva*. (Pulkrábek, 2004)

Z buněk prokambia se diferencuje primární vodivý systém stonku zvaný **střední válec** (*stélé*). Pod endodermis nebo škrobovou pochvou je lokalizováno obvodové pletivo středního válce **pericykl**. Parenchymatické buňky tvoří pericykl, který má funkci latentního meristému.

Svazky cévní, tvoří vodivý systém rostlin. Z prvotního meristému (*prokambia*) vznikají v cévním svazku **prvotní xylém** (dřevo) a **prvotní floém** (lýko). Jestliže se tímto způsobem celé *prokambium* diferencuje na trvalá pletiva, vzniká uzavřený cévní svazek, který druhotně již netloustne. **Cévní svazky** jsou u obilnin **kolaterální** (xylém a floém je umístěn nad sebou) **centripetální** (dostředivé). Dřevní (xylémová) část je orientována k vnitřní straně stébla (do středu), kdežto lýková (floémová) část směřuje k vnější straně stébla.

U obilnin (jednoděložných rostlin) jsou *uzavřené kolaterální svazky cévní* rozptýlené v základním pletivu, tudíž rozlišení primární kůry a dřevní není obvykle možné. Mezi velkými cévními svazky se nachází parenchymatické základní pletivo (primární kůra a dřevní) zasahující až ke **rhexigenní** (*intercellulární*) **dutině** stébla, která vzniká „roztrháním“ buněk.

Tato rhexigenní dutina se zužuje směrem od báze stébla až pod klas (úměrně se tak ztenčuje celé stéblo), ale není vytvořena v kolénku (nodu).

Obr. 9: Klíčící rostlinka žita (*Secale*) (Sobotka, 1958)

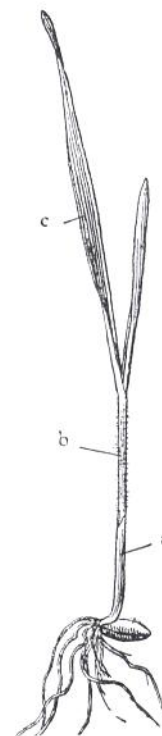
a- koleoptile, b- pochva prvního listu, c- čepel první list

2.5.3. List (*folium*)

Listy jsou hlavním asimilačním orgánem rostliny. Ve vegetativním období vyrůstají listy na bázi vzrostných vrcholů jednotlivých odnoží. V době tvorby stébla vyrůstají listy z kolének. (Sobotka, 1958)

Po proniknutí listové pochvy (*koleoptile*) (viz. obr. 9) na povrch půdy, začne vlivem působení světla intenzivněji růst první zelený list uložený uvnitř koleoptile. Následuje tvorba dalších listů, jejichž základy jsou na spodní části vzrostného vrcholu, později se vytvářejí u každého kolénka. Počet kolének stébla udává i počet listů, které jsou na stéble spirálovitě rozloženy.

List je tvořen válcovitou **listovou pochvou** (objímá článek, chrání jeho mladou část a zvyšuje jeho pevnost) (viz. obr. 9) a volně do prostoru spočívající **listovou čepelí** (viz. obr. 9), která má mečovitý tvar. Listy jsou umístěné na kolínkách, kdy horní listy jsou širší a delší. U jednoděložných rostlin chybí řapík (*petiolus*), tudíž čepel přisedá na stonek širokou bází nebo přechází v blanitou pochvu obalující stonek. V čepelích jednoděložných rostlin je výrazně vyvinuté mechanické pletivo. (Benda, 2000)

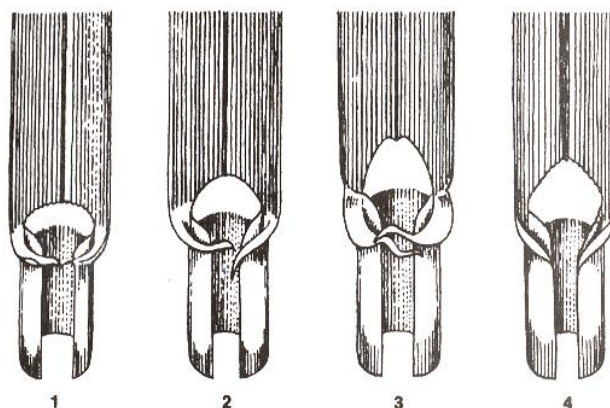


Svazky cévní vytvářejí zpevňující žebro listové čepele a rozdělují ji v podélném směru na dvě poloviny. Soubor cévních svazků listu tvoří tzv. **listovou žilnatinu**. Pro jednoděložné rostliny (také i pro obilniny) je charakteristická *souběžná žilnatina*.

V místě přechodu mezi listovou pochvou a čepelí jsou dva čárkovité až srpovité výrůstky – **ouška** (*auricula*) (viz. obr. 10 a tab. 2), které u ovsa chybí. Z vnitřní strany báze listové čepele vyrůstá blanitý

jazyček (*ligula*) (viz. obr. 10 a tab. 2). Tyto dva znaky (tvar, velikost ouška a jazyčku) slouží k rozlišení jednotlivých druhů obilnin ve fázi sloupkování. Ve sterilním stavu lze využít další rozlišovací znaky jako je např. barva listu nebo otáčení listu.

- 1- žito seté (*Secale cereale*)
- 2- pšenice obecná (*Triticum sp.*)
- 3- jecmen obecný (*Hordeum vulgare*)
- 4- oves setý (*Avena sativa*)



Obr. 10: Listy obilnin s jazyčky a oušky (Bumerl, 1997)

2.5.3.1. Anatomická stavba listu

Listy se zakládají v podobě hrbolků po stranách **vzrostného vrcholu**. Apikální pupeny se vyvíjejí z ostrůvků meristematických buněk apikálního meristému, jenž jsou umístěny na bázi listových základů (tzv. **listových primordií**). List je tvořen pokožkovým, základním a vodivým pletivem.

Krycím pletivem listu je **pokožka** (*epidermis*) (viz. obr. 11), která chrání vnitřní pletiva před vlivem vnějšího prostředí, umožňuje výměnu plynů a výdej vodní páry. Epidermis je zpravidla jednovrstevná a pokožkové buňky těsně k sobě přiléhají. Vnější buněčné stěny jsou kryty kutikulou, a také součástí pokožky jsou průduchy (*stomata*) a trichomy. Pod pokožkou se nachází **hypodermis**, tvořená jednou až třemi řadami parenchymatických buněk. U některých rostlin (např. *Poaceae*) jsou v pokožce přítomny skupiny velkých tenkostěnných buněk tzv. **zavírací (buliformní) buňky** (viz. obr. 11, 180), jejichž objem se mění v závislosti na vzdušné vlhkosti. Díky těmto buňkám se při nedostatku vody snižuje výpar rostlin, přičemž se snížení turgor (vnitřní tlak), a tím dojde ke stočení listu. Tyto zavírací buňky se podílejí jednak na svírání, ale i na rozevírání listových čepelí podél střední žilky. (Benda, 2000)

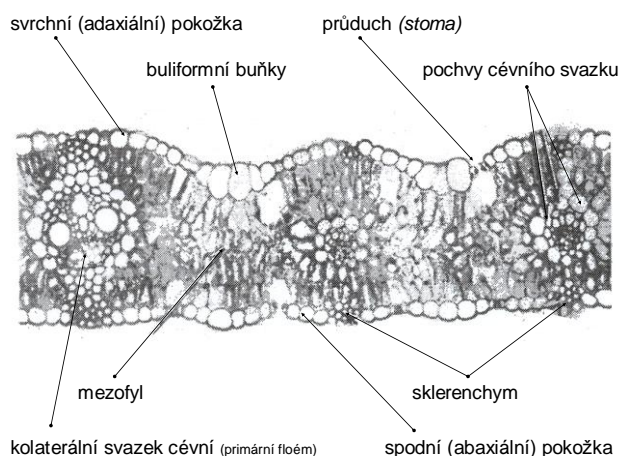
Podpokožková vrstva parenchymatických buněk obsahuje větší počet chloroplastů, tudíž mezi buňkami je méně intercelulár. Ve střední části monofaciálního listu je méně chloroplastů, ale o to více intercelulár a tento mezofyl je označován jako **chlrenchym**.

Jednoděložné rostliny (také i obilniny) mají **monofaciální** (ekvifaciální = stejnostranný) **list**, jenž mají průduchy na obou stranách listové čepelí, tudíž nelze rozlišit svrchní a spodní stranu listu.

Průduchy (*stomata*) (viz. obr. 11, 164) jsou tvořeny dvěma symetrickými svěracími buňkami ledvinovitého tvaru, oddělenými průduchovou štěrbinou, která se otvírá a zavírá díky změně turgoru svěracích buněk. Pod průduchem je vytvořena dýchací dutina, která navazuje na systém intercelulár v listovém mezofylu (základní pletivo listu). Svěrací buňky u *Poaceae* (trav) jsou vždy doprovázeny vedlejšími buňkami, které spolu se svěracími buňkami tvoří jeden celek a podílejí se i na jejich pohybech.

Mezi svrchní a spodní pokožkou se nachází **základní** parenchymatické **pletivo listu** (**mezofyl**), ve kterém jsou rozprostřeny cévní svazky. Vodivé pletivo listu (svazky cévní) vstupuje do listu u *Poaceae* přímo širokou bází listové čepelí. **Kolaterální svazky cévní** (viz. obr. 11, 181) jsou **uzavřené** a jejich xylémová (dřevní) část je orientována k **svrchní** (adaxiální) straně listu. Tyto cévní svazky bývají od základního pletiva (mezofylu) listu odděleny parenchymatickou nebo dokonce i sklerenchymatickou pochvou. (Pulkrábek, 2004)

Obr. 11: Příčný řez listem pšenice (*Triticum sp.*) (Esau, 1969)



Tab. 2 :Rozlišování obilnin podle oušek a jazýčku (Pazdera,2005)

Rozlišovací znak	pšenice	žito	ječmen	oves
Ouška (<i>auricula</i>)	střední, ochmýřená	nepatrná, holá (bez ochmýření)	velká, holá, objímající stéblo, překřížená	chybí
Jazýček (<i>linula</i>)	střední, vroubkovaný na okraji	krátký, pilovitý na okraji	kratší, úzký	velký, zubatý na okraji

2.5.4. Květenství (*inflorescence*)



Obilniny mají *vrcholové květenství* na konci plodných stébel. Květenstvím obilnin (viz. obr. 12, 13, 14; tab. 4) je **klas** (pšenice, ječmen a žito) nebo **lata** (oves, proso, rýže). Pouze jednodomá kukuřice tvoří **palici** (samičí květenství) v paždí listů ve střední části stébla, a také na vrcholu stébla vytváří **latu** (samčí květenství).

Obr. 12:Tvoří se klas po odstranění listové pochvy v době před vymetáním klasu (<http://krv.agrobiologie.cz>)



Obr.13:Klasy pšenice (*Triticum sp.*) (<http://krv.agrobiologie.cz>)

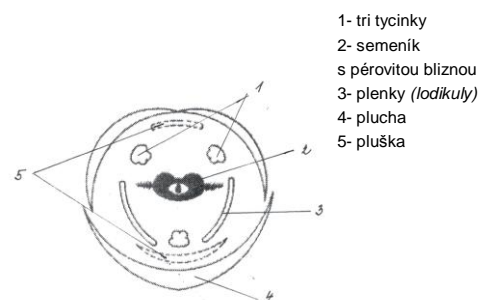


Obr. 14: Lata ovsu (*Avena sativa*) (<http://krv.agrobiologie.cz>)

2.5.4.1. Květ

Stavba květu lze znázornit květním diagramem (viz. obr. 15), jenž znázorňuje schématické postavení a počet květních orgánů při pohledu do květu shora, a také pomocí květního vzorce, který vyjadřuje za využití mezinárodních značek pohlavnost, souměrnost, počet a uspořádání květních orgánů).

Obr. 15: Schéma květního vzorce žita obecného (*Secale cereale*) (Dolejš, 2002)



Značky: ♂ samčí květ; ♀ samičí květ; * pravidelný květ, ☿ oboupohlavní květ, ↓ souměrný květ, ✕ bisymetrický květ, ↯ asymetrický (nesouměrný), K – kalich (*calyx*), C – koruna (*corolla*), P – okvěť (*perigon*), A – soubor tyčinek (*androeceum*), G – soubor plodolistů (*gynoeceum*), () srostlé části, + více než 1. kruh členů, ∞ velký počet

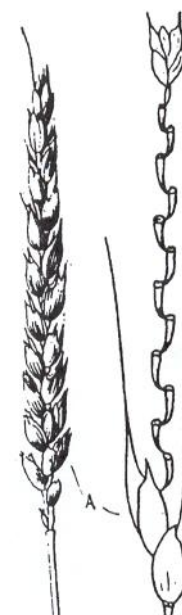
Květní vzorec např. **pšenice seté** (*Triticum sativum*) lze napsat takto:

☿ ↓ P(2)+2 A3 G(1)

Tento zápis čteme: *Květ oboupohlavní, souměrný, okvěť srostlé z 2 plusek a 2 plenek, tři volné tyčinky, semeník svrchní (nad květním obalem) a vzniklý srůstem jednoho plodolistu*

Poznámka: Okvěť bylo původně trojčetné, ale došlo k jeho redukcii (třetí lístek plušky vymizel). Okvěť obilnin tedy vzniklo srůstem 2 plusek (vzniklé srůstem 2 lístků vnějšího kruhu okvěti) a 2 plenek /lodikuly/ (2 zmenšené lístky vnitřního kruhu okvěti).

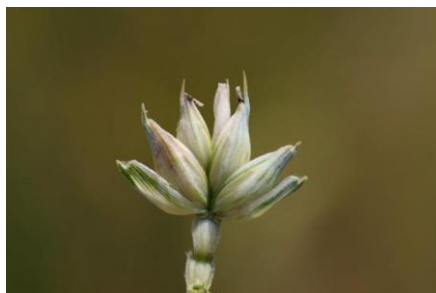
Obr. 16: Klas pšenice a klasové větveno s přílehlými klásky-A (Petr, 1997)



2.5.4.2. Klas a klásek

Klas (viz. obr. 13, 16) se skládá z **klasového větvena** (viz. obr. 16), který představuje prodloužené stéblo. Střídavě po obou stranách větvena vyrůstají **klásky** (viz. obr. 14, 18, 19; tab. 4).

Klásky jsou tvořeny **kvítky**. Kvítek (viz. obr. 20) se skládá ze dvou obalů (plevy) – **pluchy** (podpůrný listen na bázi květů v klásku) (viz. obr. 18, 19, 20, 21) a **plušky** (dva vnější okvětní lístky srostlé v šupinu) (viz. obr. 18, 19, 20, 21). Květní obaly tedy představují sterilní obalené listy (Kubát, 2002). Největší počet kvítků v kláscích (2–5) má pšenice, žito



Obr. 17: Klásek pšenice před dozráním (<http://krv.agrobiologie.cz>)

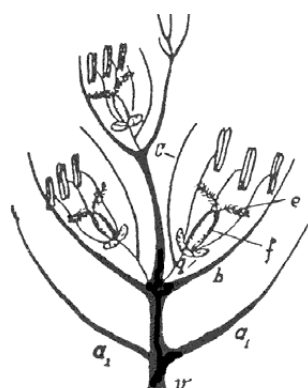
má klásky dvoukvěté nebo nejvýše tříkvěté a ječmen má jen jednokvěté. Tvarem a velikostí plev (*gluma*) (viz. tab. 3). se liší jednotlivé obilniny. Některé kvítky mohou být neplodné. Mezi pluchou a pluškou se nachází jednovaječný semeník se dvěma pérovitými bliznami, třemi tyčinkami a podlouhlými prašníky na dlouhých nitkách. (Benda, 2000)

Uvnitř jsou samčí pohlavní orgány (tři tyčinky) a jeden samičí orgán (pestík), na jehož bázi je pár drobných útvarů, zvané **plenky (lodikuly)** (viz. obr. 18, 19, 20, 21). *Lodikuly* (vnitřní okvětní lístky) rozevírají pluchu a plušku v době kvetení, umístěné na spodní části semeníku. Praktický význam to má u cizosprašného žita a kukuřice. Když je klas osinatý, vyrůstá osina z pluchy. Počty a vlastnosti jednotlivých součástí květenství jsou charakteristické pro jednotlivé druhy obilnin.

Tab. 3 :Rozlišení obilnin podle tvaru plev

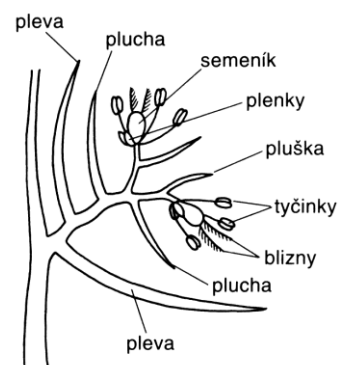
obilniny	pšenice	žito	ječmen	oves
plevy (<i>gluma</i>)	kratší, široké	delší, užší	štetinovitě	delší, širší

Obr. 18: Schéma klásků pšenice (Benda, 2000)
1997)

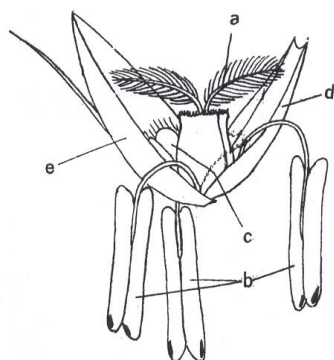


- v – vřeteno klásku
- a₁, a₂ – plevy
- b – plucha
- c – pluška
- d – tyčinky s prašníky
- e – blizny
- f – semeník
- g - lodikuly

Obr. 19: Schéma dvoukvětého klásku (Petr, 1997)

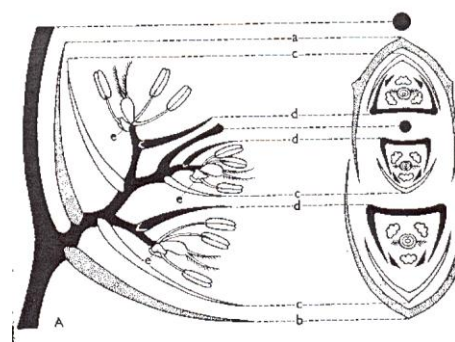


Obr. 20: Květ obilnin (tráv) (Kühn, 1999)



- a- semeník s pérovitou bliznou
- b- tři tyčinky
- c- plenky (*lodikuly*)
- d- pluška
- e- plucha

Obr. 21: Schéma tříkvětého klásku s diagramem (Hendrych, 1979)



- a- horní pleva
- b- dolní pleva
- c- plucha
- d- pluška
- e- plenky

2.5.5. Plod (*fructus*) – OBILKA (zrno)

Plodem obilnin je **obilka** (*caryopsis*) (viz. obr. 22; tab. 4), což je suchý jednosemenný plod. Obilka má tři hlavní součásti: **ektosperm** (obalové vrstvy - oplodí, osemení), **endosperm** (bílek) a **klíček** (zárodek, *embryo*) (viz. obr. 24, 25, 26).

Podle toho, jsou-li na povrchu obilky přítomny kvítkové orgány – *plucha* a *pluška*, rozlišujeme obilky **pluchaté** (obilka je uzavřena pluchou a pluškou, které jsou i po výmlatu neodděleny od zrna) nebo **nahé** (povrch obilky tvoří oplodí). Nahé (bezpluché) obilky má pšenice, žito a kukuřice. Pluchaté obilky má obvykle ječmen, oves i rýže.

Obr. 22: Obilky pšenice, ječmene, žita a ovsa (Kaviny, 1950; autor)

Obilky pšenice (*Triticum*) a ječmene (*Hordeum*)



Obilky žita (*Secale*) a ovsa (*Avena*)



2.5.5.1. Obalové vrstvy (*ektoderm*) = oplodí a osemení

Obaly chrání obilku před nepříznivými vlivy okolí (chrání endosperm a klíček před vysycháním a chemickým poškozením) a zároveň mu umožňují reagovat na příznivé vnější podmínky zahájením klíčení. Podíl obalů na hmotnosti obilky je asi 8–16%. Obalové vrstvy se skládají z oplodí a osemení. (Pulkrábek, 2004)

Na povrchu obilky je **oplodí** (*perikarp*) (viz. obr. 24), což představuje pletivo obklopující semeno, jenž vzniká ze stěn semeníku. Oplodí bývá zpravidla vícevrstevné a lze na něm rozlišit vrstvu: vnější (*epikarp* nebo-li *exokarp*), střední (*mesokarp*), a také vnitřní (*endokarp*).

Těsně pod oplodím je **osemení** (*spermoderma, testa*) (viz. obr. 24), jenž je suchý, blanitý obal semene. Osemení je tvořeno vrstvou barevných buněk, jenž dávají obilce typickou barvu a vrstvou skelných buněk .

Obaly obsahují převážně vlákninu (celulózu), vitamíny (převážně vitamíny skupiny B), ale také i minerální látky jako např. železo, fosfor, hořčík a křemík. Nižší obsah vlákniny mají pšenice, žito a kukuřice, které mají tenké oplodí (*perikarp*). Vyšší obsah vlákniny mají ječmen a hlavně oves, které mají oplodí více vyvinuté. Při mletí mouky vznikají z obalů (oplodí a osemení) otruby, jenž představují mlynářský odpad určený ke krmení. (Benda, 2000)

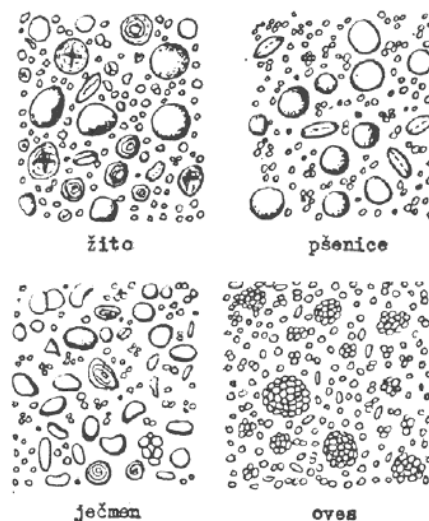
2.5.5.2. *Endosperm* (bílek)

Endosperm (viz. obr. 24) je vnitřní živné triploidní pletivo, které se skládá z jedné vrstvy *aleuronových buněk* a z *moučného jádra*. Endosperm tvoří asi okolo 85% hmotnosti obilky. Zpočátku bývá endosperm tekutý a sladký, ale jak semeno zraje, endosperm tuhne a jednodušší cukry se mění na škrob. Jsou v něm tedy uloženy rezervní látky, a to zejména škrobová zrna v moučném jádře a bílkoviny v aleuronové vrstvě umístěné po obvodu endospermu. Toto živné pletivo obklopuje embryo a vyživuje ho především škrobem, méně už rostlinným olejem a proteiny. V obalech a klíčku je škrob zastoupen jen nepatrně.

Moučné jádro obsahuje hlavně škrob ve formě škrobových zrn. Škrobová zrna (viz. obr. 23) jsou převážně uložena ve vnitřní části endospermu a mají typický tvar pro příslušný obilný druh.

Obr. 23: Morfologie škrobových zrn různých obilnin (Benda,2000)

2.5.5.3. *Klíček* (zárodek, embryo)

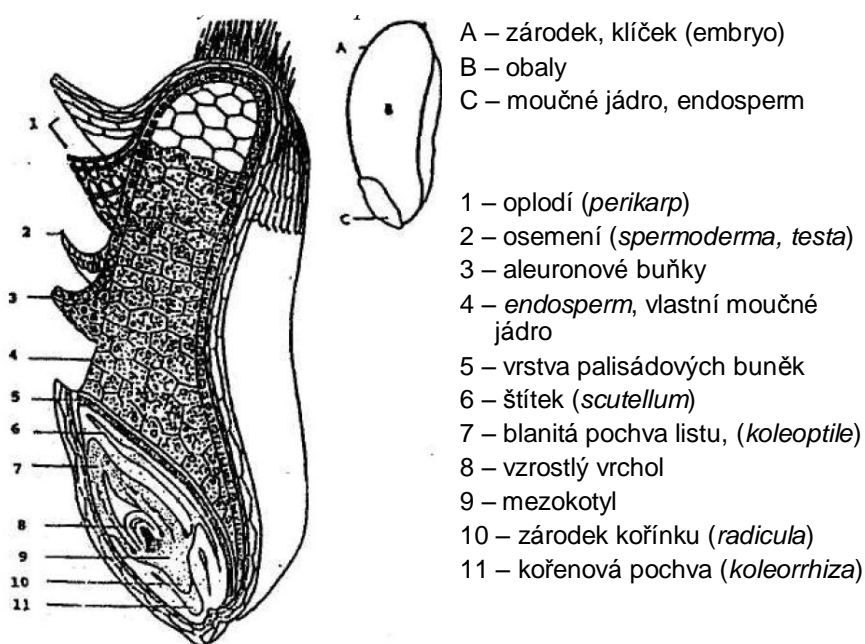


Zárodek (klíček) (viz. obr. 24, 25, 26) je nejmenší (1,6–3%, kukuřice 8–10%), ale anatomicky nejsložitější částí obilky, který je uložen na bázi hřbetní strany obilky. Shora jej kryje oplodí a osemení. Palisádovými buňkami a štítkem přiléhá k endospermu, odkud jsou v době klíčení a vzcházení převáděny zásobní látky. **Štítek** (*scutellum*) (viz. obr. 25, 26) je spojen krčkem se zárodkem (embryem). Jeden pól zárodku je složen z hrbolku vzrostného vrcholu a základů listů, které kryje blanitá pochva (*coleoptile* - blanitý obal /první list/ zárodku jednoděložných rostlin, chránící prvotní vzrostný vrchol rostliny). Druhou část zárodku tvoří základy zárodečných kořínků (*radicula*) s kořenovými čepičkami (*calyptra*) na vrcholech. Zárodečný kořínek je kryt blanitou pochvou (*koleorrhiza*). Blanité pochvy mají funkci ochrannou při pronikání kořínku obaly zrna, případně půdou. Zárodek obsahuje bílkoviny a většinu tuku, který se v zrně nachází, a v něm rozpuštěný vitamín E. (Pulkábek, 2004)

Tudíž v zárodku jsou vytvořeny základy budoucí rostliny (vzrostný vrchol, zárodečné kořeny), které jsou spojeny krátkým *hypokotylem*. Hypokotyl spolu se štítkem (*scutellum*) zajišťuje transport rezervních látek z endospermu do klíčku při klíčení zrna.

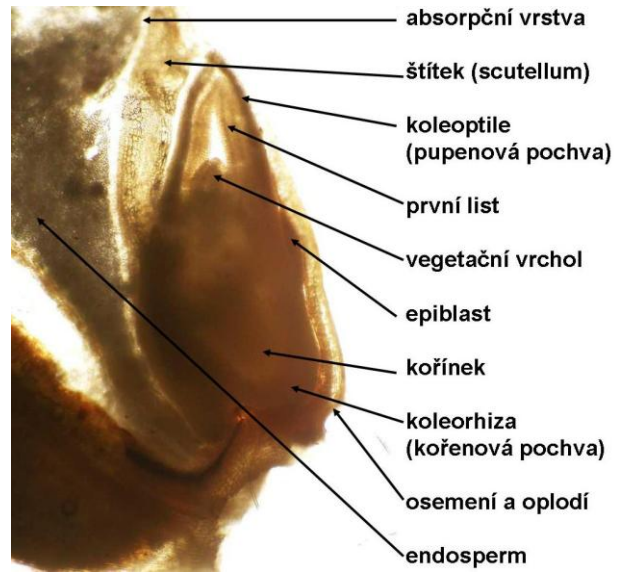
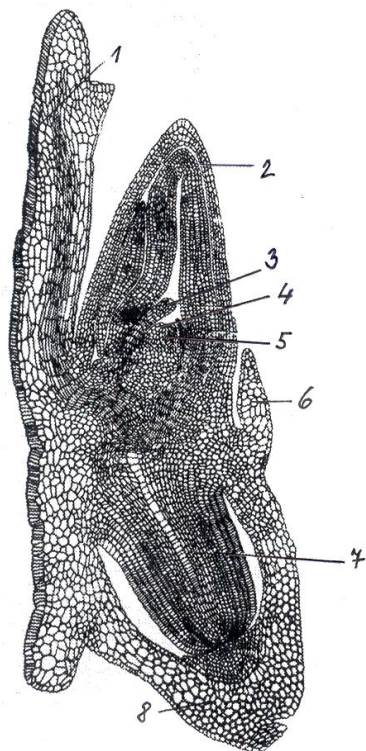
Je-li živné pletivo (*endosperm*) značně vyvinuto, bývá vlastní zárodek malý (obilka pšenice). Naopak chybí-li živné pletivo, jsou živiny uloženy v zárodku (nejčastěji v děložních listech), tvoří takový zárodek hlavní objem celého semene (např. u hrachu).

Obr. 24: Podélný řez obilkou pšenice (Petr, 1997)



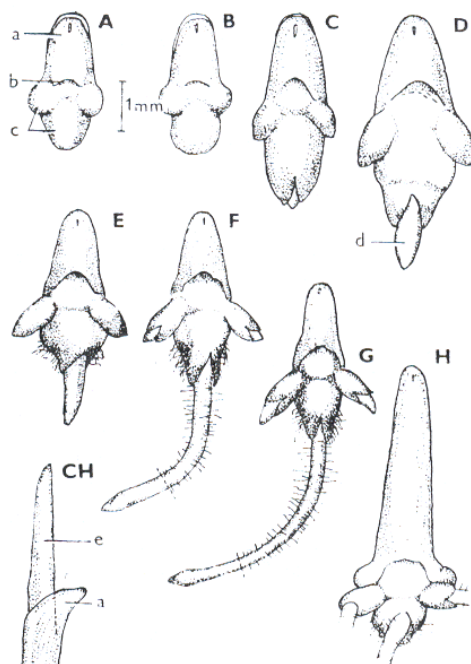
Obr. 25: Podélný řez zárodkem obilky pšenice (schéma převzato od Luxové, 1974;

fotografie - <http://web2.mendelu.cz>)



- | | |
|--------------------------------|---------------|
| 1- štítek (<i>scutellum</i>) | 6- epiblast |
| 2- koleoptile | 7- kořínek |
| 3,5- listový základ | 8- koleorhiza |
| 4- vegetační (vzrostlý) vrchol | |

Obr. 26: Schéma postupného růstu zárodku pšenice obecné (*Triticum sp.*) (Hadač, 1967)



- A- za 20 hodin
 B- za 24 hodin
 C- na 32 hodin
 D- za 40 hodin
 E- za 44 hodin
 F- za 48 hodin
 G- za 52 hodin
 H- za 64 hodin
 CH- horní část rostlinky za týden

- a) koleoptile
 b) epiblast
 c) koleorhiza
 d) koren
 e) první pravý list

Tab. 4 :Hlavní morfologické znaky obilnin (<http://old.mendelu.cz>)

Rozlišovací znaky	Pšenice	Žito	Ječmen	Oves
Počet zárodečných kořínků	3	4	5-8	3
Barva vzcházejících rostlin	zelená	hnědofialová	zelená se šedým nádechem	světle zelená
Stavba listů :				
a) jazýček	krátký, po okraji vroubkovaný	krátký, po okraji pilovitý	krátký, úzký	velký, na okraji zubatý
b) ouška	malá, ochmýřená	malá, bez ochmýření	velká, objímající stébla, často překřížená	chybí
Květenství	klas	klas	klas	lata
Počet klásků na článku klasového větene	jeden vícekvětý	jeden vícekvětý	tři jednokvěté	jeden na větvičce laty – vícekvětý
Počet kvítků v klásku	2 - 5 i více	2	1	2 - 4
Plevy	široké, mnohožilnaté	velmi úzké, jednožilnaté	úzké ploché bez kýlu	široké, mnohožilnaté
Pluchy	hladké	s výraznými řasami	s jasně výrazným stř. nervem	hladké
Pluška	blanitá	blanitá	srůstá se zrnem	blanitá, drží u zrna
Osina	přisedlá	k vrcholu	pluchy	přisedlá k zad. části pluchy
Způsob opylení	samosprašný	cizosprašný	samosprašný	samosprašný
Obilka	nahá i pluchatá	nahá	pluchatá i nahá, plucha a pluška srůstají se zrnem	pluchatá i nahá, plucha drží u zrna, ale nesrůstá s ním
Postavení listů	svislé užší	svislé široké	pravotočivé	levotočivé

2.6. Ontogeneze a životní cyklus obilnin

Od zasetí zrna (semena) po dozrání nových semen se uskutečňuje v rostlinách celá řada fyziologických procesů a morfologických změn, které ve vzájemné závislosti a nadřazenosti následují po sobě. Jejich úroveň a rychlost je funkcí podmínek prostředí (světlo, teplota, vlhkost a úrodnost půdy). Když si v průběhu ontogeneze všimáme fyziologických procesů charakterizující kvalitativní změny, jedná se o vývoj, který probíhá v určitých stádiích. Lze-li tedy říci, že v rostlině probíhá celá řada biologických a morfologických změn, které označujeme jako etapy nebo fáze vývoje.

Vnější znaky na rostlinách (změny v habitu rostlin či formování jednotlivých orgánů rostlin) se hodnotí pomocí makrofenologické stupnice (cit. Kupermanové) (viz. obr. 27; viz. tab. 5), která zachycuje jednotlivé fáze rostlinného růstu. Na určitou fázi růstu rostlin je vázána řada agrotechnických zásahů (např. použití regulátorů růstu, pesticidů nebo dusíkatých hnojiv).

Tab. 5 : Popis makrofenologické a mikrofenologické stupnice obilnin
(<http://old.mendelu.cz>) - zkrácená verze

Růstová fáze	Mezinárodní označení (DC)	Etapa organogeneze vzrostného vrcholu	
		Ozimá pšenice	Jarní ječmen
Khčeni suchá obilka objevení koleoptile na obilce	00 07	I. I.	I. I.
Vzcházení objevení koleoptile nad povrchem půdy (1. list stočen uvnitř)	10	I.	I.
První listy 1. list (2. list vyrůstá z pochvy 1. listu) 2. – 3. List	11 12 – 13	I. I.	II. II.
Odkořování začátek odkořování, 1. odnož plné odkořování, rozvinuté odnože prodlužování listových pochev	21 25 29	I.-II. II. III.-IV.	III. III.-IV. IV.
Sloupkování rychlé prodlužování listových pochev 1. kolénko (hrmatné nad povrchem půdy) 2. – 6. kolénko objevení se posledního listu objevení se jazýčku posledního listu	30 31 32 – 36 37 39	IV. V.a V.b-VI. VI.-VII. VII.	IV.-V.a V.b-VI. VI.-VII. VII. VII.
Naduřování listové pochvy naduřování listové pochvy posled. listu viditelné osiny z listové pochvy	43 49	VII.	VII.
Metání začátek metání, 1. viditelný klásek celý klas vymetán	51 59	VIII.	VIII.
Kvetení začátek kvetení, první viditelné prašníky konec kvetení, většina klásků odkvetlá	61 69	IX.	IX.
Zrání tvorba obilky, obsah obilky vodnatý středně mléčná zralost, mlékovitý endosperm vosková zralost, obsah obilky měkký a tvárný žlutá zralost, obsah obilky pružný až pevný	71 75 87	X. XI.	X. XI.
Plná zralost obilka je tvrdá, rostlina zaschlá a odumřelá	91	XII.	XII.

Znalost této stupnic je pro pěstitele (agronoma) nezbytná, poněvadž některé zásahy prováděné agrotechnikou, jsou spjaté s určitým vývojovým stavem rostliny.

Obr. 27: Popis etap organogeneze vzrostného vrcholu obilnin - mikrofenologická stupnice podle Kupermanové (cit. <http://old.mendelu.cz>)

- I. etapa Vzrostný vrchol je jednoduchý, nediferencovaný a tváří polokulovitý útvar. Velikost je asi 0,3-0,6 mm. U jeho základů se tvoří první listy. Lze jej nalézt ve fázích od klíčení přes vzcházení až do odnožování.



- II. etapa Vzrostný vrchol se začíná prodlužovat, ale má stále jednoduchý tvar. Jeho velikost je 0,5-0,8 mm. Dochází k diferenciaci dělivého pletiva na budoucí články stébla, kolénka a formují se základy listů. V úžlabí každého listu se vytváří nový vzrostný vrchol - základ budoucí odnože.



- III. etapa Vrchol se značně prodlužuje a dochází k rýhování - vytváření valů. Délka vrcholu být okolo 0,7-1,5 mm. V závislosti na podmínkách (délka období, výživa, vláha, teplota) se formuje délka budoucího klasu.



- IV. etapa V této etapě se tváří kláskové hrbolky. Vzrostný vrchol se zplošťuje a lze na něm pozorovat tvar budoucího klasu. Nastoupí-li tato etapa začnou se od sebe oddalovat kolénka nahlučená pod vzrostným vrcholem, což je počátek sloupkování. Tato fáze je indikátorem přechodu do generativního období.



V. etapa Je dosti dlouhá dělí se na další podetapy. Zde je charakteristické formování kvítků - zakládáním kvítkových hrbolků a jejich diferenciací.

V této páté podetapě (značí se *V.a*) a se na kláskovém hrbolku začíná tvořit polokulovitý útvar ohraničený rýhou. Ten se později rozdělí na základy kvítků a rýha je pak základem budoucí plevy.



Podetapu *V.b* lze poznat podle další diferenciaci kláskového hrbolku na tři i více menších polokulovitých útvarů – základů jednotlivých kvítků. Valy pod těmito základy jsou obalové složky kvítků - pluchy a plušky. V této etapě dochází také k formování počtu zrn v klasů.

V podetapě *V.c* se tváří základy prašníků a pestíků, a taky archesporiální buňky.



VI. etapa Dochází nadále k diferenciaci prašníků a pestíků. Tvoří se obalové složky klásků a kvítků.



VII. etapa Zde se dokončuje formování pohlavních orgánů - prašníků a pestíků. Prodlužují se tyčinky a rostou květní obaly. Prodlužují se články klasového větene a u osinatých odrůd rychle rostou osiny. V této etapě jsou v podstatě dokončeny skryté procesy organogeneze probíhající v pochvě posledního listu.



Pulkrábek (2004) rozděluje obilniny do dvou skupin *podle životního cyklu* na období:

A) vegetativní

- klíčení
- zakořeňování a vzcházení
- tvorba listu a odnožování

B) generativní

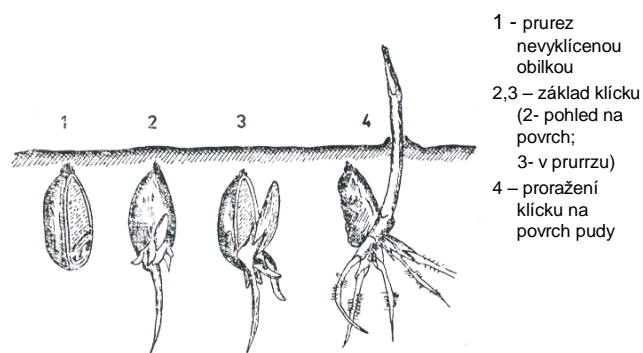
- sloupkování
- metání
- kvetení
- zrání

A) období vegetativní:

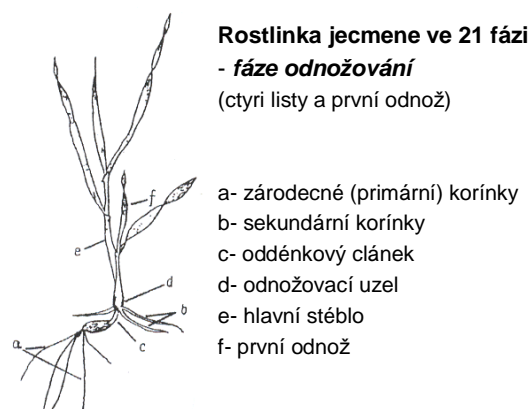
Obr. 28: Klíčící obilka pšenice (*Triticum sp.*) (Šebánek, 1983)

- **Klíčení a vzcházení** (viz. obr. 31, 32; tab. 5) - nově vytvořená obilka může vyklíčit již v období mléčné zralosti. Zcela zralé zrno klíčí až po ukončení klidového stádia (dormance). Délka klíčení je tedy závislá na druhu i odrůdě obilnin. Ke klíčení je za potřebí teplo a voda. Jakmile obilka přijme vodu, nabobtná a začíná po 24–36 hodinách klíčit. Tím se zásobní nerozpustné organické látky (bílkoviny, škrob, tuk, celulóza) díky enzymům přeměňují na rozpustné. Tyto látky jsou přijímány pomocí štítku (*scutellum*) embryem pro růst a vývoj klíčící obilky. Klíčení obilnin je *hypogeické* (podzemní) (viz. obr. 28), což značí, že děložní lístky zůstávají pod zemí a nad půdou prorůstá první nadděložní článek zvaný *epikotyl*. Objeví-li se na povrchu půdy koleoptile, nastává fáze **vzcházení**.

Hypogeické (podzemní) klíčení



Obr. 29: Rostlinka ječmene ve fázi odnožování (Petr, 1997)



- **Odnožování** (viz. obr. 29, 30, 33; tab. 5) - tvorba odnoží (výběžek, šlahoun, *stolo* = tenký, plazivý, nadzemní (fotofilní) nebo podzemní (geofilní) stonek sloužící k nepohlavnímu rozmnožování rostliny) vegetativním způsobem. Velkou roli při zvyšování počtu stébel na jedné rostlině

hraje hustota výsevu a kultivační podmínky. Na našich pěstovaných obilninách tvoří jedna odnož (stéblo) jedno květenství (klas či latu).

B) období generativní:

- **Sloupkování** (viz. obr. 30, 35; tab. 5) - hlavní a také dceřiná stébla se rychle prodlužují vytvářením jednotlivým článků (internodií), která jsou oddělená kolénky. Sloupkování je přechodem z fáze vegetativní do generativní. Je to nerychlejší období růstu. Na apikální části stébla se vytváří květenství, které je ještě v ranních fázích kryté listovou pochvou. Navenek pozorujeme jen ztlustlý konec stébla a na konci této fáze jsou viditelné osiny (*arista*- štětinový výběžek pluchy).
- **Metání** (viz. obr. 30, 36; tab. 5) - nastává, když se první klásek květenství vynoří z listové pochvy. Tedy po dokončení diferenciaci všech částí květenství dojde ke zduření pochvy posledního (nejmladšího) listu, která později praskne. Při metání dochází také k formování klásků a kvítků, ve kterých se tvoří generativní orgány – pestíky, tyčinky. U metání dochází ke zduření praporcového listu a objevení klasu.
- **Kvetení** (viz. obr. 30, 37; tab. 5) - začíná krátce po metání (kvetení u ječmene je ještě v listové pochvě, u žita je po 8–10 dnech po vymetání). Před vykvetením musí projít světelným stádiem. U nás pěstované obilniny potřebují alespoň 12-hodinový světelný den. Proto ozimy musí projít postupně jarovizací a pak světelným stádiem, pak mohou sloupkovat, metat, kvést a vytvářet zrna. S nástupem kvetení končí vývin stébla, klasu a listu. Zvláštní obilninou je ječmen, který kvete a opyluje se při zavřeném květu.

Podle charakteru kvetení a opylení dělíme obilniny na:

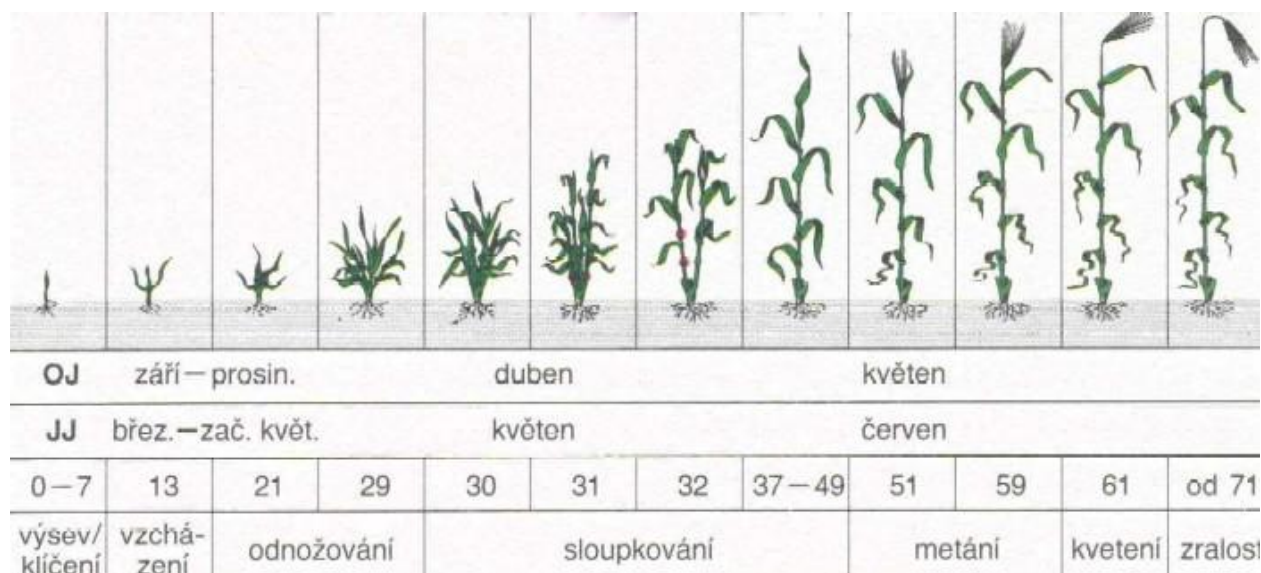
- 1) *Obilniny samosprašné* = opylení vlastním pylem (pšenice, ječmen, oves, rýže)
 - 2) *Obilniny cizosprašné* = opylení pylem ze sousedních rostlin (žito, kukuřice)
- **Tvorba obilky** (viz. obr. 30; tab. 5) - brzy po oplození se začne zvětšovat semeník a postupně se vytváří (tzv. „nalévá“) obilka, do které se ukládají organické látky z rostliny. Obilka nabývá na objemu a zraje, její pletiva jsou postupně tužší a

pevnější. Chlorofyl obalových vrstev plodu se rozkládá a vyvíjí se typická barva obilky.

Při zrání obilí prochází obilka několika stupni zralosti:

- 1) *Mléčná zralost* (viz. obr. 38) – obilka má největší objem, ale obsah je tekutý a mléčně zbarvený. Končí přívod živin do plodu.
- 2) *Vosková zralost* – obsah obilky je měkký, lze jej rozmáchnout prsty.
- 3) *Žlutá zralost* – obsah obilky je tuhý. Obilka získává typické zbarvení a dá se ještě ohnout přes nehet. (Obilí se v této fázi může sklízet, ale musí se ještě dosoušet).
- 4) *Plná zralost* (viz. obr. 39) – obilka je zcela ztvrdlá a nedá se ohnout přes nehet. Při začátku této zralosti se obilí sklízí kombajny. (Může nastat „vydrol“ z klasu za střídavě deštivého a slunečného počasí nebo při větším větru).
- 5) *Mrtvá zralost* – obila je přezralá, snadno a samovolně vypadává z klasu. (Toto stádium je u moderních odrůd potlačeno).

Obr. 30: Fenofáze ječmene (*Hordeum*) ozimého i jarního (<http://web2.mendelu.cz>)



Obr. 31: fáze klíčení obilky



Obr. 32: 11-fáze prvního listu



Obr. 33: 21-fáze odnožování
(vytvořena první odnož)



Obr. 34 :23-fáze odnožování
(vytvořená třetí odnož)



Obr. 35: 33-fáze sloupkován
(fáze třetího kolénka)



Obr. 36: 55-fáze metání



Obr. 37: 61-fáze počátečního kvetení



Obr. 38: 75-fáze mléčná zralost



Obr. 39: 89-fáze plné zralosti



Fotografie převzaty z: (<http://krv.agrobiologie.cz>)

2.7. Choroby a škůdci obilnin

I) Choroby:

a) škodící na stéble a listech

≈ **Sněti** (*Tilletia*) – *sněť mazlavá*

Místo zrna se vytváří útvar zrna podobný, tzv. hálka (*sorus*), uvnitř kterého se nacházejí výtrusy (*chlamidospory*), jenž se při sklizni uvolňují a přichytávají se na povrchu zdravých obilí. Jestliže se osivo v příštím roce vyseje, začnou výtrusy klíčit zároveň s obilkou, prorůstají dovnitř rostliny a místo zrna se opět vytvoří hálka.

Ochranou proti mazlavé sněti pšeničné moření osiva. (<http://www.agromanual.cz>)

≈ **Stéblolam** (*Tapesia yallundae*)

Na spodních listech jsou viditelné oválně protáhlé hnědé skvrny. Ve středu skvrn může docházet k praskání pletiva. V průběhu sloupkování se mění tvar. Skvrny jsou na koncích zašpičatělé s hnědým okrajem který postupně přechází ve zdravé pletivo.

Fungicidní postřik na počátku sloupkování slouží jako dobrá ochrana proti této chorobě. (<http://www.agromanual.cz>)

≈ **Plíseň sněžná** (*Gerlachia nivalis*)

Příznaky se projevují již na podzim. Rostliny bývají pokroucené a často se na nich tvoří narůžovělý povlak mycelia. Na jaře po roztání sněhové pokrývky jsou napadené rostliny oslabené a nebo odumírají a tvoří mezerovitý porost.

Ochranou proti této nemoci slouží především výsev zdravého mořeného osiva, ale také preventivní postřik na podzim. (<http://www.agromanual.cz>)

b) škodící na zrna (obilce)

≈ **Braničnatka plevová** (*Staganospora nodorum*)

Listy mají zejména na horní straně zašpičatělé světle žluté skvrny se zahnědlými okraji. Plodničky se nejčastěji vyskytují až na klasech kde vytváří tmavé skvrny.

Choroba lze předejít výsevem zdravého osiva, protože je přenosná osivem. Lze využít fungicidní ochrana v průběhu sloupkování a metání. (<http://www.agromanual.cz>)

≈ **Rez hnědá pšeničná** (*Puccinia tritici*)

Na líci listů se objevují okrově hnědé až rezavě červené kupky a později jsou také i na rubu listů kupky černé. Škodlivý je její výskyt v době metání pšenice. Vyznačuje se velmi

rychlým šířením v porostu. Rez v našich podmínkách běžně přezimuje na napadených rostlinách jako mycelium v listech ozimů.

Předcházet této chorobě lze díky pěstování odolných odrůd obilnin, ale také propukne-li tato nemoc se dá použít fungicidní postřik. (<http://www.agromanual.cz>)

≈ **Paličkovice nachová** = námel (*Claviceps purpurea*)

Je druh vřeckovýtrusné houby, která tvoří podhoubí (mycelium) v semeníku lipnicovitých a mění jej na tvrdý tmavý útvar tzv. *námel* (*sklerocium*). Vyskytuje se převážně na žitech (*Secale*) ve vlhkých místech a ve stínu v sousedství lesů. Využívá se umělá infekce paličkovice, k získání námele pro farmaceutický průmysl. (Sychra, 2001)

II) Škůdci:

a) škodící na stéble a listech

≈ **Bodruška obilná** (*Cephus pygmaeus*)

Předčasné žloutnutí a usychání stébel. Vnitřek stébel je podélně prožraný larvami tohoto brouka, je vyplněný drtí a trusem larev. Napadená stébla se lámou a padají k zemi. Dorostlé larvy jsou na bázi stébel.

Hluboká orba je dobrou ochranou vůči těmto škůdcům. (<http://www.agromanual.cz>)

≈ **Bzunka ječná** (*Oscinis frit*)

Střední list mladých rostlinek žloutne a vadne, lze jej snadno vytáhnout. Na jeho spodní části jsou vidět požerky. Dochází k nadměrné odnožování, k odumírání mladých rostlinek (larvy 1. generace způsobují odumírání rostlin, ale škodí především larvy 2. generace.) a nakonec k pomalejší a nestejněmžné dozrávání (objevují se „hluchá“ zrna).

Nutností je dodržovat správný osevní postup – neset pšenici hned po jiných obilninách. (<http://www.agromanual.cz>)

≈ **Hrbáč osení** (*Zabrus gibbus*)

Na podzim a také na jaře larvy tohoto brouka rozžvýkávají listy, které záhy usychají. V jejich blízkosti jsou v půdě otvůrky kolmých chodbiček (podobné otvůrkám od žížal).

Ochranou je pravidelné střídání plodin, ale také použití insekticidů.

(<http://www.agromanual.cz>)

≈ **Zelenuška žlutopásá** (*Chlorops taeniopus*)

Larvy brouka postupně pronikají od klasu směrem k poslednímu kolénku. Ve stéble si pomocí háčkovitého ústního ustrojí vyžirají charakteristickou rýhu ve které se kuklí. Žír způsobuje zastavení růstu klasu a nebo částečné zpomalení jeho růstu, což má za následek zhoršení kvality zrna a nebo upne potlačení vývoje klasu. Larvy druhé generace poškozují vzrostné vrcholy ozimů a způsobují odumření napadených odnoží.

Insekticidní ošetření se využívá v době letu dospělců, kladení vajíček a na počátku líhnutí larev. (<http://www.agromanual.cz>)

b) škodící na zrně (obilce)

≈ **Hád'átko pšeničné** (*Tylenchus scandens*)

Parazituje na pšenici. Hlisti způsobují kroucení listů a znemožňují tvorbu klasů. Napadený klas se mění v hátku, v níž hád'átka pohlavně dospívají. Z nakladených vajíček se líhnou larvy, které vypadají do půdy a čekají na další setbu. (www.guh.cz)

≈ **Kyjatka osenní** (*Sitobion avenae*) - mšice

Převážně škodí sáním v klasu na počátku kvetení. Vedle přímých škod sáním škodí i vylučováním medovice v klasech, které jsou živnou půdou pro patogenní houby. Nejprve tato nemigrující mšice přezimující v obilninách nebo na travách ve formě vajíček. Na jaře se rodí zakladatelky, které dávají základ dalším pokolením bezkřídých, později i okřídlených mšic, migrujících na další trávy a obilniny. (<http://www.agromanual.cz>)

≈ **Ploštice obilná** (*Eurygaster maurus*)

Napadá zrna v mléčné zralosti a tím zhoršuje jakost mouky, poněvadž lepek se stává tekutým. U nás se vyskytuje v horkém a suchém létě. (Sychra, 2001)

≈ **Pilous černý** (*Calandra granaria*)

Pilous napadá všechny druhy obilovin a také kukuřici. Samičky kladou na každé zrna do vykousnuté prohlubně po jednom vajíčku (každá samička je schopna nakazit až přes 200 obilek). Larva postupně vyžirá endosperm a vyvíjí se v brouka (za rok vytvoří 2 generace).

Hlavní ochranou proti tomuto škůdci je naskladňování dostatečně suchého a vyčištěného zrna. (<http://www.agromanual.cz>)

2.8. Vybrané obilniny

2.8.1. PŠENICE

latinsky – *Triticum*

anglicky – wheat

německy – Weizen

Pšenice (viz. obr. 40) je naší nejdůležitější obilninou, základem lidské výživy. Tato obilnina je vedle rýže jednou z nejrozšířenějších a nejstarších kulturních rostlin.

Název pšenice je prastarý, který je patrně odvozen od slova *pšeno* (znamená obilí opichované, opchané, otlučené – tzv. zbavené plev a osin) (Větvička, 2008).

Pšenice se pěstuje převážně na severní polokouli mezi 5.–58.⁰ severní šířky (na jižní polokouli se pěstuje z celkové světové plochy pšenice pouze 7%, a to v Argentíně, kde se produkují nejkvalitnější druhy a odrůdy).

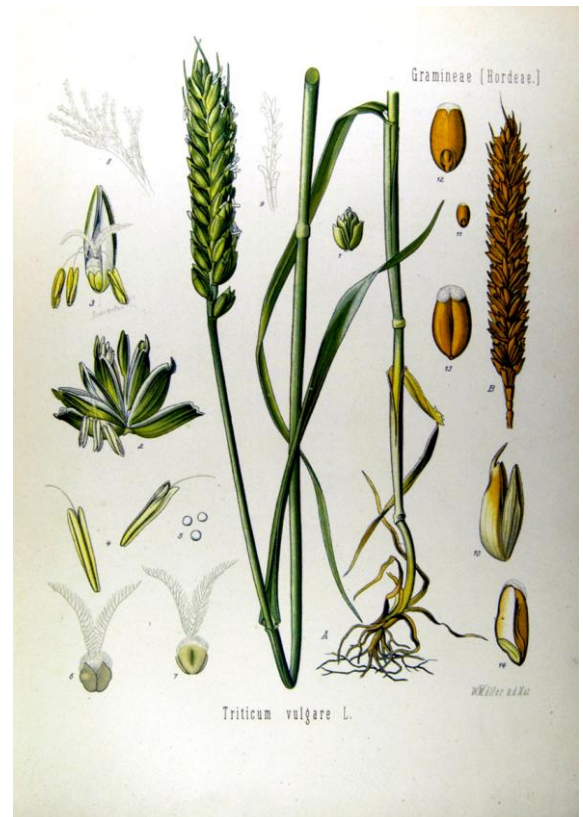
Největšími světovými producenty pšenice jsou v Evropě: Francie, Maďarsko, Rumunsko, Itálie, Polsko, Bulharsko a bývalá Jugoslávie. Ze zemí mimoevropských jsou to hlavně USA, Rusko, Kanada, Argentina, Čína, Indie a Austrálie.

2.8.1.1. Historie pšenice

Náleží k nejstarším kulturním rostlinám. Za původní domovinu pšenice se pokládá *jihozápadní Asie* (u některých forem území dnešní Etiopie). Pěstování pšenice jednozrnky potvrdily nejstarší archeologické nálezy v Iránu z roku 6500 př. Kr.. Do Evropy se pšenice rozšířila v 5.-3. tisíciletí př. Kr., do Ameriky v 16. století a do Austrálie v 18. století.

Na našem území jsou nejstarší archeologické nálezy jednozrnky a dvouzrnky z neolitu (500 let př. Kr.). Slované pěstovali jediný druh – pšenici obecnou (*Triticum aestivum* L.) (viz. obr. 40, 47). Z ní bylo dodnes vyšlechtěno okolo tisíc odrůd a jejich počet se stále zvyšuje.

Obr. 40: Pšenice (*Triticum* sp.) (www.biolib.de)



2.8.1.2. Popis rostlinných částí pšenice

Obr. 41: Pšenice i s kořeny (<http://www.szes.cz>)

- **Kořeny**

Kořeny jsou svazčité (viz. obr. 41) a pronikají do hloubky 25–50 cm. Moderní krátkostébelné odrůdy mají slabší kořenový systém a proto vyžadují výživnější půdy.

- **Stéblo**

Pšenice dorůstá do výšky 40–160 cm. Nově vyšlechtěné odrůdy jsou většinou krátkostébelné. Stéblo je rozděleno kolénky (*nodi*) na jednotlivé články (*internodia*) a může být duté (např. pšenice obecná - *Triticum vulgare*) nebo částečně vyplněné dřevinou (např. pšenice tvrdá - *Triticum durum*). Na spodní části stébla jsou kolénka vždy blíže u sebe a články jsou mnohem kratší, hlavně v části skryté pod zemí. Z této části stébla (z bazálních kolének v úžlabí listových pochev) vyrůstají z pupenů vedlejší stébla, zvaná odnože.



Obr. 42: Pšenice ve fázi odnožování (<http://web2.mendelu.cz>)

- **Listy**

Listy jsou střídavé. Jejich čepel je podle odrůd různě široká, světle zelená až fialově zelená (viz. obr. 42), bývá ojíněná, vosková vrstva je šedomodrá. V místě, kde pochva listu přechází v čepel, jsou po stranách listové pochvy tzv. ouška (*auriculae*). Pochva listu je zakončena blanitým jazýčkem a oušky.



- **Jazýček (*linula*)**

Jazýček (*linula*) je krátký a po okrajích vroubkovaný

- **Ouška (*auricula*)**

Ouška (*auricula*) jsou úzké a malé (ochmýřené) (viz. obr. 43)



Obr. 43: Pšenice-detail oušek (<http://web2.mendelu.cz>)

- **Klas**

Obr. 44: Kvetoucí klas pšenice (*Triticum sp.*)
(<http://krv.agrobiologie.cz>)

Květenství pšenice je *lichoklas* složený z klásků (viz. obr.44, 45), usazených ve výkrojcích dutého (např. u pšenice obecné – *Triticum vulgare*) nebo lámavého vřetene (např. u pšenice špaldy – *Triticum spelta*). Klásků bývá 8–20, které jsou střídavě přisedlé na klasové vřeteno. Klas se skládá ze dvou bezosinných plev (jsou široké a mnohožilnaté) a kvítků (v jednom klásku je uloženo 2–5 kvítků). Každý kvítek je obalen s vnější strany bezosinnou nebo osinatou pluchou (je



Obr. 45: Detail klas pšenice s kvítkem

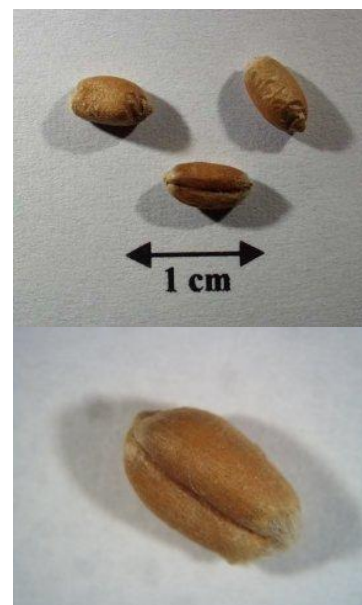
hladká) a s vnitřní strany blanitou

pluškou. Podle typu klasu můžeme rozdělit pšenici na bezosinné a osinaté, a podle barvy na běloklasé a červenoklasé. Pšenice začíná kvést za 3–6 dnů po vymetání. Je to rostlina převážně samosprašná.

Obr. 46: Obilka pšenice
(<http://web2.mendelu.cz>)

- **Obilka (zrno) a klíčící rostlina**

Obilka (viz. obr. 46) má vejčitý tvar, na horním konci ochmýřená, jinak je hladká a ze stran mírně zploštělá. Na břišní straně uprostřed má hlubokou rýhu (žlábek). Obilky jsou dlouhé 5 – 8 mm. Kromě obalových vrstev zrna (slupka) a tzv. *endospermu*, kterým je obilka téměř úplně vyplněná, je hlavní částí zrna klíček (embryo). Slupka tvoří pevný, ochranný obal zrna a obsahuje žlutá barviva, karoteny, xantofyly uložená mezi vrstvou oplodí (*perikarpem*) a tenkou vrstvou osemení (*testou*). Zbarvení zrna závisí na množství těchto barviv. Endosperm obsahuje značné množství rezervních látek, důležitých pro klíček. Obsahuje také škrobové zrna a různé množství bílkovin.



Klíček uložený na spodním konci semene po straně endospermu (je na zrna dobře znatelný). Vyrůstající první zelený lístek je při počátečním růstu obalen blanitým ochranným pouzdem, trubkovitou pochvou (*koleoptile*). Zbarvení koleoptile je důležitým rozlišovacím znakem odrůd.

2.8.1.3. Systematické třídění pšenice

Vývoj jednotlivých typů pšenice již není úplně jasný, protože původní mateřské formy vyhynuly. Současné známé typy pšenice můžeme rozdělit zhruba na dvě skupiny: *Pšenice pluchaté* (plevnaté), které mají vřeteno klasu lámavé a obilku těsně spojenou s pluchou a pluškou, a *pšenice nahé*, které jsou vývojově mladší, s pevným vřetenem a obilkami lehce vypadávajícími z pluch.

Šašková (1993) rozděluje pšenici podle *pluchatosti* do dvou skupin takto:

I. pluchaté pšenice

- vřeteno se láme
- obilka je pevně uzavřená v pluchách
 - **špalda** (*T. spelta* L.)
 - **jednozrnka** (*T. monococcum* L.)
 - **dvouzrnka** (*T. dicoccon* Schrank)

II. nahé (bezpluchaté) pšenice

- vřeteno klasové je pevné
- obilka leží volně v pluchách
 - **obecná** (*T. aestivum* L. emend. Fiori et Paol.)
 - **polská** (*T. polonicum* L.)
 - **tvrdá** (*T. durum* Desf.)
 - **naduřelá** (*T. turgidum* L.)
 - **nahloučená** (*T. compactum* L.)

2.8.1.4. Druhy pšenice jejich původ a oblasti pěstování

◆ PŠENICE OBECNÁ

Popis:

Pšenice obecná (měkká) (*Triticum aestivum* L. emend. Fiori et Paol., *Triticum vulgare* Host., *Triticum sativum* Lam.) (viz. obr. 47, 50) je jednoletá, mělce kořenící a odnožující obilnina s čárkovitými listy a klasem, který bývá především bezosinatý (viz. obr. 48) i osinatý (viz. obr. 49). Plevy jen v horní části mírně kýlnaté a v dolní části vypouklé. Stéblo je po celé délce duté. Pšenice obecná má velké množství odrůd, které se dělí podle morfologických (ostnatost, ochmýření pluchy, barva klasů a obilek) a biologických vlastností do různých skupin.

Původ:

Obr. 47: Klas pšenice obecné (<http://vfu-www.vfu.cz>)

Většina druhů rodu *Triticum* má původ ve 4 genových centrech. Ve Středoasijském centru (Indie, Afgánistán, Střední Asie) se odvozuje původ **pšenice obecná** (*T. aestivum*) (Hraška, 1989).



Oblasti pěstování:

Nejrozšířenější oblastí pěstování této pšenice je v evropském i asijském Rusku (v evropské části jde o formu bezosinnou a v Asii převládá kultura osinatá).

Obr. 48: Pšenice obecná (*Triticum sp.*):
forma bezosinatá (Domin, 1944)

Obr. 49: Pšenice obecná (*Triticum sp.*):
forma osinatá (Domin, 1944)



Obr. 50: Zralý klas pšenice (www.sortengarten.ethz.ch)

◆ PŠENICE TVRDÁ

Popis:

Pšenice tvrdá (sklovitá) (*Triticum durum* Desf.) (viz. obr. 51, 52, 53, 54) se vyznačuje zploštělým, dlouze osinatým klasem (nelámavý) a s tvrdými sklovitými obilkami s velkým obsahem bílkovin. Plevy dlouhé jako pluchy. Stéblo bývá v horní části vyplněno dřevem. Obilky sklovité a trojhranné. Zrno je pevněji sevřeno v pluchách (tato pšenice vzdoruje lépe vypadávání, ale obtížněji se mlátí).

Původ:

Většina druhů rodu *Triticum* má původ ve 4 genových centrech. V

Obr. 51: Klas pšenice tvrdé (*T. durum*) (Domin, 1944)



Etiopském centru vznikly tyto druhy: pšenice tvrdá (*T. durum*), pšenice naduřelá (*T. turgidum*), a také pšenice polská (*T. polonicum*) (Hraška,1989).

Oblasti pěstování a využití:

Z této pšenice se mele mouka, z které se vyrábějí kvalitní těstoviny – makarony, proto se tento druh pěstuje převážně kolem Středoziemního moře (hlavně v Itálii, Španělsku a Řecku).



Obr.52: Klasy pšenice tvrdé (*T. durum*)
(www2.zf.jcu.cz)



Obr.53: Detail klasu *T. durum*
(<http://krv.agrobiologie.cz>)



Obr. 54: Zralé klasy pšenice tvrdé
(<http://krv.agrobiologie.cz>)

◆ PŠENICE NAHLUČENÁ

Popis:

Pšenice nahlučená (zakrslá) (*Triticum compactum* Host.) (viz. obr. 55, 56, 57) má velmi krátký, ale velmi hustý klas (osinatý nebo bezosinný). Klas je někdy stejně dlouhý jako široký. Stéblo je krátké a nepoléhavé. Obilky jsou drobné, proto se pěstuje jen ojediněle v horských oblastech. Byla pšenicí pravěku.

Původ:

Většina druhů rodu *Triticum* má původ ve 4 genových centrech. V Předasijském centru (Malá Asie, Zakavkazsko, Írán) vznikly druhy: pšenice jednozrnka (*T. monococcum*) a pšenice nahlučená (*T. compactum*) (Hraška,1989).

Obr. 55: Klas pšenice nahlučené
(*T.compactum*) (Domin, 1944)



Oblasti pěstování:

Dodnes se s jejími porosty můžeme setkat v Přední a střední Asii - na Kavkazu (horských částech Arménie) dále v Číně a Etiopii.



Obr. 57: Klasy pšenice nahlučené (*T.compactum*) (<http://www.naturganznah.com>)

Obr. 56: Klas pšenice nahlučené (*T.compactum*) (<http://www.pflanzen-deutschland.de/Getreidepflanze/>)

◆ PŠENICE NADUŘELÁ

Popis:

Pšenice naduřelá (divotvorná, egyptská, mnohoklasá, vlašská) (*Triticum turgidum* L.) (viz. obr. 58, 59) má klas (nelámavý) dlouhý, hustý a vždy osinatý. Obilka je velká, moučná a obsahuje málo lepku. Tato pšenice je zajímavá i tím, že při řídkém výsevu dává na příznivém stanovišti silně rozvětvený klas, proto se nazývá „divotvorka“.

Původ:

- viz. pšenice tvrdá (*Triticum durum*)

Oblasti pěstování a využití:

Pěstuje se hlavně ve Středozeří na straně evropské i africké (Španělsko, jižní Francie, Itálie, Balkánský poloostrov, Turecku, Egypt – nalezena v hrobech faraónů). U nás se pěstovala ještě koncem 19. století.

Z této pšenice naduřelé se dělá krupice, slouží také k přípravě škrobu a nebo k vyrábě silné lihoviny (Turecko).

Obr. 59: Klasy pšenice naduřelé (*T.turgidum*) (<http://www.sortengarten.ethz.ch>)



Obr. 58: Klas pšenice naduřelé (*T.turgidum*) (Domin, 1944)



◆ PŠENICE POLSKÁ

Popis:

Pšenice polská (*Triticum polonicum* L.) (viz.obr. 60, 61, 62, 63, 64) má klas zploštělý, dlouze osinatý, který je před uzráním modrozelený (podobný žitu). Má velké zrno okolo 14 mm. Vyskytuje se jen v jarní formě a má veliké nároky na teplo.

Obr. 60: Klas pšenice polská (*T.polonicum*) (Domin, 1944)

Původ:

- viz. pšenice tvrdá (*Triticum durum*)

Oblasti pěstování a využití:

Tato pšenice je teplomilná, a proto se jí moc nedaří ve Střední Evropě, ale spíše ve státech okolo Středozemního moře (Itálie, Španělsko, Dalmácie), v Etiopii a Severní Americe. Známa je až ze středověku. Vyrábí se z ní krupice (mouka se z ní nepřipravuje).



Obr. 61: Klasy pšenice polské (*T.polonicum*) (<http://flora.nhm-wien.ac.at>)



Obr. 62: Detail klasu pšenice polské (*T.polonicum*) (<http://luirig.altervista.org/flora/triticum.htm>)



Obr. :Detail klasu pšenice polské (*T.polonicum*) (<http://www.naturganznah.com>)



Obr. :Kvetoucí klasy pšenice polské (*T.polonicum*) (<http://www.sortengarten.ethz.ch>)

◆ PŠENICE ŠPALDA

Popis:

Pšenice špalda (sapomše) (*Triticum spelta* L.) (viz.obr. 65, 66, 67, 68) má klas dlouhý, štíhlý, velmi řídký, s klásky (spojeny s články klasového větene) osinatými nebo bezosinnými. Klasové věténko se láme. V klásku jsou čtyři kvítky, jen dvě obilky dozrají, pevně uzavřeny v pluchách.

Obr. 65: Klas pšenice špaldy (*T.spelta*) (Domin, 1944)

Původ:

Většina druhů rodu *Triticum* má původ ve 4 genových centrech. Ve Středozezemním centru vznikly druhy: pšenice dvouzrnka (*T. dicoccum*) a pšenice špalda (*T. spelta*) (Hraška, 1989).

Oblasti pěstování a využití:

Dříve byla hojně pěstována v Řecku a v Egyptě v době starověku. Dnes se seje ve Francii, Itálii, Španělsku a na Balkáně.

Dnes se již pěstuje, poněvadž je považována za zdravější alternativu šlechtěné pšenice, s vyšším podílem minerálních látek a bílkovin. Vzhledem k minimálnímu používání umělých hnojiv, značné odolnosti proti nepříznivému počasí, škůdcům a chorobám je v současnosti často využívanou plodinou v ekologickém zemědělství.

Špalda poskytuje nejlepší mouku. Slouží také k přípravě krupky, v některých zemích se přidávají pražené nezralé obilky do polévek a také se z ní vyrábí kávovina sloužící jako zdravá náhražka kávy.



Obr. 66: Klasy špaldy (*T.spelta*) (<http://hi.wikipedia.org>)



Obr. 67: Klasy špaldy (*T.spelta*) (<http://www.vurv.cz>)



Obr. 68: Klasy pšenice špaldy (*T.spelta*) (<http://www.henriettesherbal.com>)

◆ PŠENICE DVOUZRNKA

Popis:

Pšenice dvouzrnka (okrýž) (*Triticum dicoccum* Schrank.) (viz. obr. 69, 70, 71, 72) Její hustý, plochý, dvouřadý klas (rozpadavý) je vždy osinatý. Klásky dvoukvěté. Plevy prodloužené. Obilky úzké, pluchaté. Tato pšenice vznikla z planého typu *T. dicoccoides*.

Obr. 69: Klas pšenice dvouzrnky (*T.dicoccum*) (Domin, 1944)



Původ:

- viz. pšenice špalda (*Triticum spelta*)

Obr. 70: Detail klasu pšenice dvouzrnky (*T.dicoccum*) (<http://luirig.altervista.org>)

Oblasti pěstování a využití:

Tento druh byl pěstován již u Babyloňanů a Asyřanů. Také v Palestině byla známa v dobách biblických. Prastará kulturní forma pěstovaná od nepaměti ve faraónském Egyptě a také v Mezopotámii. Tato pšenice se již moc nepěstuje, ale ještě se vyskytuje v jižním Německu, jižní Francii, Španělsku, Itálii a Malé Asii.

Dnes se pšenice dvouzrnka již moc nepoužívá, protože se pěstuje poměrně málo. Tato pšenice se hodně využívala v Egyptě při výrobě chleba, piva, a také v egyptském lékařství na obklady, ke stimulaci růstu vlasů, při srdečních a žaludečních potížích, k léčbě kašle a také jako prevence početí u žen.

Obr. 71: Klas pšenice dvouzrnky (*T.dicoccum*) (<http://www.biolib.cz>)



Obr. 72: Klasy pšenice dvouzrnky (*T.dicoccum*) (<http://www.digitalefolien.de>)

◆ PŠENICE JEDNOZRNKA

Popis:

Pšenice jednozrnka (*Triticum monococcum* L.) (viz.obr. 73, 74, 75, 76, 77) má plochý, úzký, rozpadavý a dvouřadý klas (podobný ječmeni). Klásky dvoukvěté, obvykle dozrává jedna obilka, je úzká a sklovitá. Převážně jarní forma. Vznikla mutací z plané formy jednozrnky.



Obr. 73: Klas pšenice jednozrnky (*T.monococcum*) (Domin, 1944)

Původ:

- viz. pšenice nahlučená (*Triticum compactum*)

Obr. 74: Kvetoucí klas pšenice jednozrnky (*T.monococcum*) (<http://luirig.altervista.org>)



Oblasti pěstování a využití:

Nenáročná pšenice se pěstuje velmi málo v horských krajinách Alp a Pyrenejí. Díky nálezům byla zjištěna ve Střední Evropě v době kamenné i bronzové, také i v nejstarších sídlištích Malé Asie a dokonce i v Tróji.

Tato pšenice jednozrnka se ve Španělsku pěstuje jako pícnina a na kroupy.

Obr. 75: Zralý klas pšenice jednozrnky (*T.monococcum*) (<http://www.visualphotos.com>)



38842 [88] © www.visualphotos.com



Obr. 76: Klasy pšenice jednozrnky (*T.monococcum*) (<http://apps.eol.org>)



Obr. 77: Zralý klas pšenice jednozrnky (<http://www.naturganznah.com>)

2.8.1.5. Využití pšenice

Pšenici podle využití lze rozdělit na odrůdy potravinářské a nepotravinářské. Odrůdy potravinářské se uplatňují v potravinářském průmyslu (např. mouka, krupice, výroba těstovin, atd.), jakožto „*potravinářská pšenice*“.

Kdežto nepotravinářské odrůdy (nesplňují předem dané normy) mají jiné využití. Jednak nepotravinářská pšenice slouží jako krmivo dobytka a drůbeže, značí se jako „*krmná pšenice*“.

Nepotravinářskou pšenici lze použít také v průmyslu, proto se označuje jako „*průmyslová pšenice*“, kde slouží k výrobě bioethanolu a škrobu (škrob se uplatňuje při výrobě tužidel, klihu, lepidel, škrobových plastů, fólií rozpustných ve vodě). V současnosti se začíná také využívat jako ekologické palivo budoucnosti, zvané *energetické obilí*.

2.8.2. JEČMEN

latinsky – *Hordeum*

(www.biolib.de)

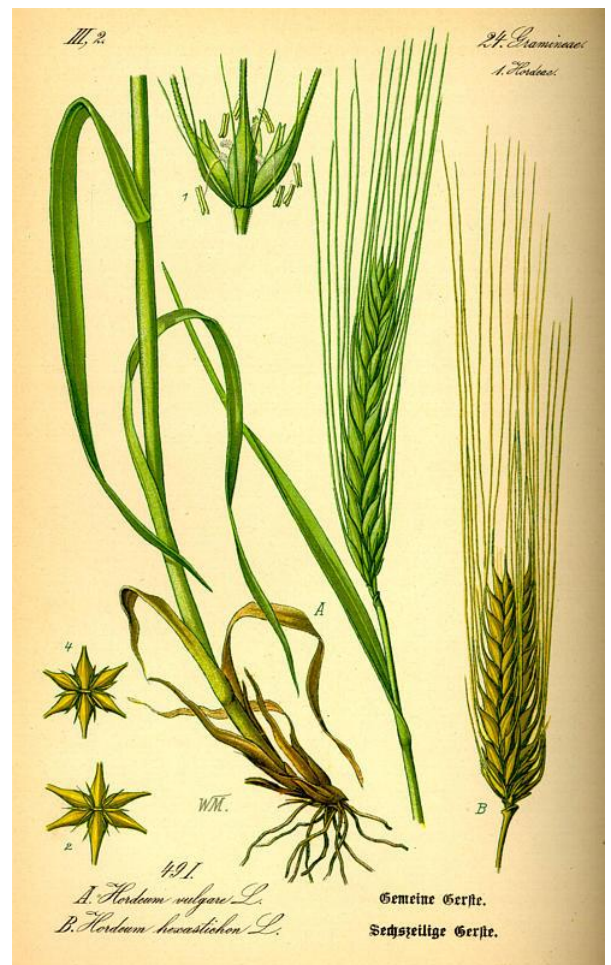
anglicky – barley

německy – Gerste

Tato obilnina je jednou z nejstarších kulturních rostlin. Ječmen (viz. obr. 78) je kosmopolitní plodinu, která se pěstuje na různých územích (v nejrozmanitějších podmínkách) sahajících od tropického pásma (blízko rovníku) až daleko na sever (např. v Norsku se pěstuje až k 70^o zeměpisné šířky) ve vysokých horských krajinách (např. v Tibetu ve výškách 4500 m n m, ve Švýcarsku ve výšce 2000 m n m).

V České republice je velmi významnou plodinou, využívanou na různé účely. U nás se pěstuje hlavně ječmen sladovnický, který má dlouholetou tradici. Naše sladovnické ječmeny patřily a dosud patří k jedním z nejlepších, jenž jsou v podobě sladu vyváženy téměř do celého světa.

Obr. 78: Ječmen (*Hordeum vulgare*)



Významné oseední plochy zaujímá Rusko, Čína, USA, Indie, Kanada, ale také i země severní Afriky a Přední Asie. Mezi největší producenty ječmene v Evropě kromě naší republiky je Dánsko, Holandsko, Francie, Polsko, Itálie, Německo, Velká Británie a Rumunsko. Ze zámořských států je to Amerika (Kanada, Kalifornie, Argentina) a Austrálie.

2.8.2.1. Historie ječmene

Historie pěstování ječmene je pravděpodobně ještě starší než u pšenice. Podle různých historických nálezů bylo zjištěno, že se ječmen pěstoval již před 10 tisíci lety. Poprvé se kultura ječmene objevuje v Etiopii, kde převládají ječmeny pluchaté, od kterých nejspíš pocházejí evropské a předoasijské odrůdy a odrůdy z Nepálu, Tibetu jižní Číně.

Ječmen pochází z divoké formy *Hordeum spontaneum* rostoucí pod Kavkazem, ale také v Iránu a Etiopii. Ječmen byl již v kultuře doložen ve staré Babylónii, Číně a Indii. Nálezy ječmene v hrobkách faraónů potvrzují, že se ječmen pěstoval ve starém Egyptě (8. tisíc let př. Kr.) častěji než pšenice. Řekům, Římanům a také Germánům sloužilo ječné zrnko jako nejmenší míra váhy a délky (ječmen byl zobrazován na řeckých mincích).

V archeologických vykopávkách z mladší doby kamenné se ječmen objevoval pouze v severní Evropě, kdežto z doby bronzové a železné byl již nalezen v celé střední Evropě. Na severu Evropy zdomácněl, tak že jej například ve Švédsku pěstovali až do 15. století jako jedinou obilninu.

Ze své pravlasti (jihovýchodní Asie) jej na naše území přinesly migrující národy před 3.–7. tisíci lety. Byl to především ječmen šestiřadý. Teprve v 16. století se začal u nás pěstovat i ječmen dvouřadý (*nící* a *vzpřímený*) sloužící jako vynikající surovina pro výrobu sladů, proto tyto dvouřadé formy převládly a zatlačily tak pěstování šestiřadého ječmene.

Do Ameriky a Austrálie dovezli ječmen Evropané po objevení těchto světadílů v 17. a 18. století.

2.8.2.2. Popis rostlinných částí ječmene

- Kořeny (viz. obr. 79)

Ječmen zakořeňuje poměrně mělce. Má dvojí kořeny: zárodečné (prvotní), které vyrůstají z klíčku v počtu 5 – 8 a brzo odumírají, a druhotné (trvalé), vyrůstající hned pod povrchem půdy.



Obr. 79: Svazčité kořínky ječmene (<http://krv.agrobiologie.cz>)

- Stéblo Obr. 80 : Stébla s listy ječmene
(<http://krv.agrobiologie.cz>)

Stéblo (viz. obr. 80) je duté a skládá se z 5–8 hladkých článků (*internodia*), které jsou mezi sebou spojena kolénky (*nodí*), ze kterých vyrůstají listy. Ve spodní části rostliny jsou články nejkratší a směrem ke klasu se prodlužují. Délka hlavního stébla je okolo 50 až 130 cm. Počet stébel na jedné rostlině je v průměru 2 až 6.



Obr. 81: List ječmene-mladší listy se stáčejí doprava (<http://krv.agrobiologie.cz>)

- Listy

List vyrůstá z každého kolénka (*nodu*) střídavě na opačné straně stébla. Mladý list ječmene je pravotočivý; tím se liší od listu ovsu, který je levotočivý. Otevřená listová pochva obepíná stéblo a je ukončena jazýčkem (*linula*). Listová čepel (viz obr. 81) je přímá a její povrch bývá obvykle ojíněný. Největší list bývá nazýván listem praporcovitým, který je většinou užší než ostatní listy.



- Jazýček (*linula*)

Jazýček je krátký, tupý a komolý

Obr. 82: Jazýček a ouška ječmene (<http://krv.agrobiologie.cz>)

- Ouška (*auricula*)

Ouška (viz. obr. 82) jsou dlouhá, širší než u pšenice nebo žita a obepínají klešťovitě stéblo (jazýček končí dlouhými, překrývajícími ouškami - *důležitý znak ječmene!*)



Obr. 83: Klas ječmene (www.vanherbaryum.yyu.edu.tr)

- Klas

Květenstvím je klas (viz. obr. 83), který se při dozrání ohýbá k zemi – tzv. „háčkuje“ (viz. obr. 91). Klas se skládá z kvítků seskupených v klásky, které jsou upevněny v článcích klasového větvena. Vřeteno je pevné, jeho délka se pohybuje od 3 do 13 cm a závisí na podmínkách, v nichž rostlina roste, a také na samotné odrůdě. Ke každému článku klasového větvena jsou připojeny tři klásky. Počet zrn v klasu se u víceřadých ječmenů pohybuje od 25 do 60, u dvouřadých jen okolo 15-30 zrn.



- Klásek

Klásek (viz. obr. 84, 85) je dvou- až třívětý, ve spodní části obepjatý dvěma plevami. Každý kvítek má s vnější strany osinatou pluchu, s vnitřní strany plušku a ve spodní části pleny, 3 tyčinky a pestík s rozeklanou bliznou. Plevy jsou ploché, úzké, přímočaré, zakončené osinkou. U ječmenů víceřadých jsou plodné všechny tři kvítky, u ječmenů dvouřadých jen střední kvítek je plodný a postranní kvítky zakrňují.

Obr. 84: Tři jednokvěté klásky ječmene víceřadého (<http://krv.agrobiologie.cz>)



- Kvítek

Kvítek se skládá z pluchy, plušky, bazální štětičky, pleny (*kodicily*) a pohlavních orgánů, které jsou uzavřeny mezi pluchou a pluškou. U pluchatých ječmenů přirůstají plucha a pluška pevně k obilce, u nahých jsou volné. Plucha bývá velká, ojíňená, prodloužená v dlouhou a přímou osinu. Pluška bývá menší, tupá, obepínající obilku na břišní straně a není nikdy osinatá. Pohlavní orgány se skládají ze tří tyčinek a pestíku tvořeného semeníkem (obilkou) a rozeklanou bliznou. U základu tyčinek jsou dvě pleny, které způsobují otevírání květu při opylování. Ječmen je samosprašný (opyluje se vlastním pylem). Nejdříve rozkvétají kvítky ve středu klasu. Celá rostlina rozkvetne asi za deset dní.

Obr. 85: Klásek ječmene (<http://luirig.altervista.org>)



Obr. 86: Obilky ječmene (<http://web2.mendelu.cz>)

- Obilka (zrno)

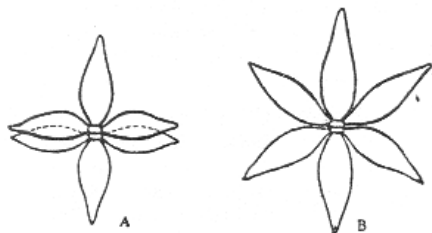
Obilka (viz. obr. 86) bývá buď *pluchatá*, tj. srostlá s pluchou a pluškou, nebo *nahá* tzv. nesrostlá s pluchou a pluškou.



2.8.2.3. Systematické třídění ječmene

Rod ječmene *Hordeum* L. zahrnuje plané (nekulturní) i kulturní formy ječmene. Pěstované ječmeny se řadí k jednomu kulturnímu druhu **ječmenu setému** (obecnému), (*Hordeum vulgare* L.)

Obr. 87: Schéma průřezu klasu ječmene:
A-čtyřřadého; B-šestiřadého
(Sobotka,1958)



Obr. 88: Rozlomený klas víceřadého ječmene (<http://krv.agrobiologie.cz>)

Šimon (1962) třídí ječmeny do tří skupin takto:

I) **Ječmen obecný, víceřadý** (*Hordeum vulgare* L.)

Ječmen víceřadý (viz. obr. 88, 91) má tuhé větveno a všechny tři klásky jsou plodné, takže klasy jsou víceřadé, plucha je prodloužená v osinu. K tomuto poddruhu patří dvě skupiny ječmenů mnohořadých:

A) **Ječmen šestiřadý** (*Hordeum hexastichum*) (viz. obr. 89, 90)

Tyto ječmeny mají klas hustý, krátký, všechny klásky plodné, dlouze osinaté.

Zrna trojklásků jsou v přímých řadách nad sebou a jednotlivé řady jsou od sebe stejně vzdálené, takže na průřezu klasu vytvářejí podobu pravidelné šesticípé hvězdice (viz. obr. 87, 88). Postranní zrna jsou zcela nepatrně užší než střední. Obilky z krajních řad jsou poměrně menší než ze středních řad a u základny jsou nepatrně zahnuty. Šestiřadé ječmeny mají slámu kratší, a proto jsou odolné vůči poléhání. Pro naše poměry mají menší význam, pěstují se jen pro krmné účely.



Obr. 89: Ječmen šestiřadý (*Hordeum hexastichum*) (<http://luirig.altervista.org>)

B) Ječmen čtyřřadý (*Hordeum tetrastichum*) (viz. obr. 92)

Ječmeny čtyřřadé mají klas řidší a delší. U těchto ječmenů jsou střední zrna trojklásků umístěná nad sebou, jsou větší, plnější a u základny rovná. Zrna z postranních řad jsou zřetelně užší a u základny zahnutá. Při bočním pohledu na klas se postranní zrna z protilehlých trojic klásku u báze překrývají, takže vzniká dojem, že klas je čtyřřadý, ačkoliv ve skutečnosti je šestiřadý. K tomuto typu náleží většina kultivarů krmného ozimého ječmene.



Obr. 90: Detail klasu šestiřadého ječmene (<http://krv.agrobiologie.cz>)



Obr. 91: Zralý klas ječmene víceřadého (<http://krv.agrobiologie.cz>)

Znaky šestiřadého a čtyřřadého ječmene:

- **Šestiřadý ječmen** (*H. hexastichum*)
 - má 3 klásky plodné
 - klasy se 6 podélnými řadami obilek stejnoměrně rozloženými kolem vřetene v podobě šestičlenného přeslenu

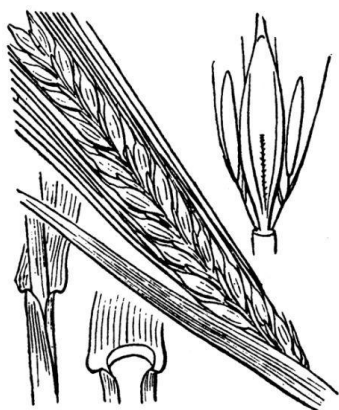
- **Čtyřřadý ječmen** (*H. tetrastichum*)
 - má rovněž 3 plodné klásky
 - klas je řidší se 6 řadami obilek, ale střední řada obilek je těsně přilehlá k vřetenu klasu a postranní obilky se překrývají ⇒ na vřetenu se vytváří jen 4 řady obilek

Obr. 92: Detail klasu čtyřřadého ječmene *Hordeum tetrastichum*



II) Ječmen dvouřadý (*Hordeum distichum*) (viz. obr. 93, 94, 95, 96)

Ječmen dvouřadý se nejvíce podobá ječmeni planému, z něhož byl vypěstován. Má však tuhé, nelámavé klasového větve. Proti předcházejícím ječmenům mnohořadým má ze tří klásků každého klasového větve jen prostřední klásek



plodný (ostatní jsou neplodné). Obilky proto stojí jen ve dvou řadách. Vyvinuté klásky mají pluchu dlouze osinatou, ostatní postranní dva klásky jsou jalové (neplodné) a bezosinné.

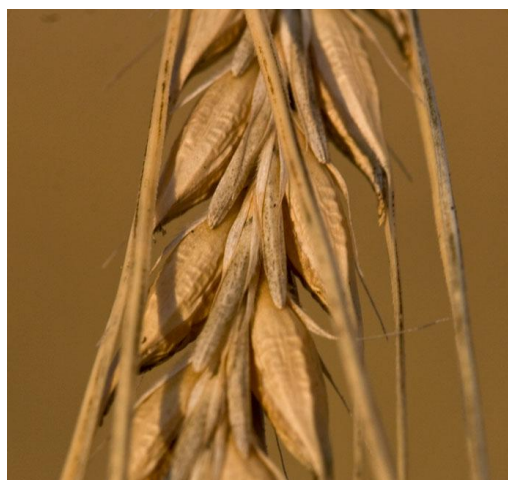
Obr. 93: Ječmen dvouřadý (*H. distichum*) (<http://luirig.altervista.org>)



Obr. 94: Detail klasu dvouřadého ječmenu (*H. distichum*) (<http://krv.agrobiologie.cz>)

Znaky dvouřadého ječmene:

- má 3 klásky ve skupině, ale jen střední je plodný
- klasy mají jen 2 podélné řady obilky na plodných lících stranách klasového větve
- klas je plochý
- na obou stranách klasu je řada bezosinných drobných rudimentů klásku (viz. obr. 95, 96)



Obr. 95: Detail zralého klasu dvouřadého ječmenu (<http://www.kvetena.com>)

Ječmeny dvouřadé se člení do několika variet:

Obr. 96: Ječmen dvouřadý (*H. distichum*)



- **Ječmen dvouřadý nicí** (*Hordeum distichum nutans*)

Klas ječmene nicího je 50-130 mm dlouhý a při dozrání háčkuje. Osiny má dlouhé, souběžně přiléhající. Obilky jsou pluchaté. Protože zrno je moučnaté výborně se hodí pro sladovnické účely.

- **Ječmen dvouřadý vzpřímený** (imperál) (*Hordeum distichum erectum*)

Tento ječmen se vyznačuje krátkým hustým klasem, až do plného uzrání vzpřímeným. Osiny více odstávají od klasového větene. Stéblo je pevnější, a tudíž lépe odolává poléhání.

- **Ječmen dvouřadý nahý** (*Hordeum distichum nudum*)

Nazývá se nahým proto, že obilka nesrůstá s pluchou a pluškou. Zrna mají velmi dlouhé posklizňové dozrávání. Většinou jsou rané a více poléhají. Pro malý obsah celulózy jsou hodnotným krmivem.

- **Ječmen paví** (pávek) (*Hordeum distichum zeocriton*)

Klas má velmi krátký, hustý, dole široký, ke špičce se zužující. Zrna odstávají od klasového větene, takže osiny jsou vějířovitě odstáté. Zrna mají silnou pluchu a nehodí se ke skladování.

III) **Ječmen přechodný** (nepravidelný) (*Hordeum intermedium*)

Tento druh ječmene má tuhé, pevné věteno a bývá u něho *nepravidelně* vyvinuty jeden až tři plodné (střední) klásky. Kdežto postranní klásky jsou částečně nebo úplně neplodné. Zahrnuje východoasijské, tibetské, některé skotské a švédské kultivary.

2.8.2.4. Původ a oblasti pěstování vybraných odrůd ječmene

Původ ječmene je v Asii, zejména na území tzv. *úrodného pùlměsíce* (pásmo od Nilské delty přes Sýrii až po Íránskou planinu), a také ve východoafrické Etiopii (etiopské centrum je považováno za druhotné centrum).

I) **Ječmen obecný, víceřadý** (*Hordeum vulgare* L.)

A) Ječmen šestiřadý (*Hordeum hexastichum*)

Pěstují se jen jako ječmeny krmné a to hlavně v jižní Evropě. U nás se pěstují mnohořadé ječmeny jen jako ozimy.

B) Ječmen čtyřřadý (*Hordeum tetrastichum*)

Pěstují se u nás jen ojediněle (v jižních Čechách a na Českomoravské vysočině).

II) Ječmen dvouřadý (*Hordeum distichum*)

▪ **Ječmen dvouřadý nahý (*Hordeum distichum nudum*)**

Pěstuje se jen ojediněle na východním Slovensku

▪ **Ječmen paví (pávek) (*Hordeum distichum zeocriton*)**

Pěstuje se v Itálii a Španělsku jako krmný ječmen

III) Ječmen přechodný (nepravidelný) (*Hordeum intermedium*)

Pěstuje se ve východní Asii, částečně ve Skotsku a Švédsku.

2.8.2.5. Využití ječmene

Ječmen se využíval k lidské výživě (má léčebné a antiseptické účinky), také se používá ke krmení hospodářských zvířat. Z nejkvalitnějšího ječmene (jen jarní dvouřadý) se vyrábí slad, což je hlavní surovinou pro výrobu piva (v současné době nám v produkci kvalitního ječmene a tedy i sladu konkuruje Belgie, Dánsko a Francie).

Z ječmene se vyrábějí také *kroupy* (přísada do polévek a dušených jídel), *kávové náhražky* (melta), *lív* a *sladové výtažky* (farmaceutický průmysl). V některých severských státech se z ječmene mele *mouka*, ale chléb z ní připravený je těžko stravitelný.

Využití ječmene je také i v medicíně, např. *ječná kaše* se používá i dnes, jako teplý obklad (na popáleniny, zlomeniny). Nebo se z ječmene připravuje *odvar* sloužící jako lék ke zklidnění žaludečních potíží (dodnes se používá v Egyptě).

Ječmen je také důležitým jadrným krmivem pro hospodářská zvířata (převážně prasata), ale využívá se také ječná sláma ke krmení dobytka (sláma je jemnější než pšeničná či žitná).

V současné době je velikým trendem využití nekvalitního obilného zrna (nebo i slámy) v ekologickém vytápění, z nichž se vyrábějí peletky.

2.8.3. ŽITO

latinsky – *Secale*

anglicky – rye

německy – Roggen

Obr. 97: Žito seté (*Secale cereale*) (www.biolib.de)

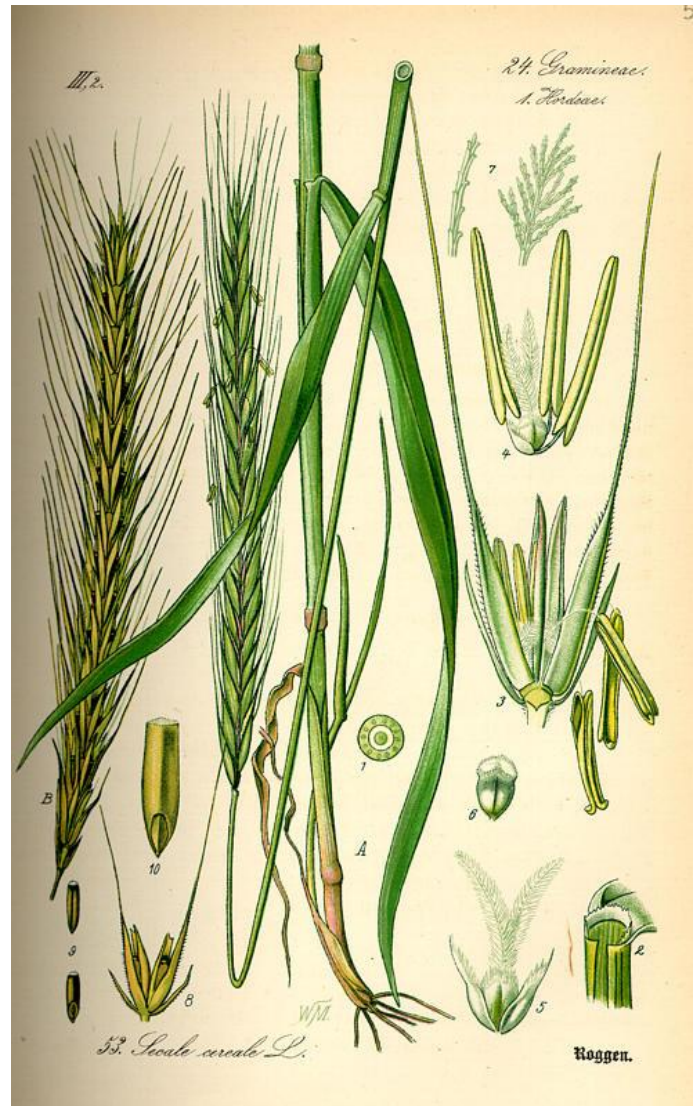
Staroslovanský název pro žito „rež“ (dodnes používaný v některých našich krajích). Žito (viz. obr. 97, 106) je poměrně mladá kulturní plodina, patří do skupiny kulturních i planých jednoletých i vytrvalých obilnin. Z kulturních druhů je nejrozšířenější žito seté (*Secale cereale*), které pravděpodobně vzniklo křížením plevných druhů rostoucích v oblasti Kavkazu a Přední Asie, kde doposud vytváří louky.

Slovo žito souvisí se slovem *žiti*, možná i *použití* (jako poživatina). Do češtiny a botaniky byl název žito zaveden až v 19. století. Žitu se předtím říkalo rež a dodnes zbyla po něm jen barva: režná (Vetvička, 2008).

Žito je pro svou malou nenáročnost na klimatické podmínky nejvíce rozšířeno v zemích s mírným a chladným podnebím (velkou plochu zaujímá v severní části mírného pásu). Snáší lépe mrazy než pšenice, proto se pěstuje daleko na severu, až za polárním kruhem, asi po 69⁰ severní zeměpisné šířky. V těchto méně příznivých podmínkách žito postupně převládlo. Došlo u něj ke zkrácení vegetační doby, k zvětšení obilek, ke zpevnění a nelámovosti klasového vřetene ⇒ tím žito získalo ozimý charakter a větší zimovzdornost.

V České republice se pěstuje hlavně v podhorských a horských oblastech, ale největší plochy žita jsou ve středních a severních oblastech Ruska (na Sibiři), v Polsku, v severním Německu a ve Skandinávii.

2.8.3.1. Historie žita



Počátky pěstování kulturního žita se kladou do Turkestánu (oblast střední Asie), odtud je do Evropy přinesli Slované asi ve 4. století př. Kr.. Od Slovanů poznali pěstování žita Finové a Germáni. Žito neznali ani Babyloňané, Egypťané, Číňané a Řekové (U Římanů se objevuje první zmínka o žitě až u Plinia Staršího, který píše, že žito pěstují národy na úpatí Alp).

Obr. 98: Svazčité kořeny žita (*Secale*)

2.8.3.2. Popis rostlinných částí žita

- Kořeny (viz. obr. 98)

Žito je mělce kořenící rostlina, ale má dosti mohutný, proto se může pěstovat na chudších půdách.



Obr. 99: Porost žita setého (*S.cereale*) v době sloupkování (<http://krv.agrobiologie.cz>)

- Stéblo

Stéblo (viz. obr. 99) je duté a ze všech obilnin nejdelší. Dorůstá do výšky 125 – 170 cm (někdy dokonce až 2 m). Je poměrně tenké s 5 - 6 články (*internodii*).

- Listy

Listy ploché, poměrně široké, modravě ojíněné. Listové pochvy jsou chlupaté a načervenalé. Při vzcházení lze žito poznat podle hnědočervené barvy prvního listu (na rozdíl od ostatních obilnin, které mají od počátku barvu zelenou).



- Jazyček (*linula*)
Jazyček je nízký a límečkovitý

- Ouška (*auricula*)

Ouška jsou drobná a hladká (viz. obr. 100)

Obr. 100: Ouška žita (*Secale*)
(<http://krv.agrobiologie.cz>)



- Klas (viz. obr. 101, 102, 103)

Klas je silný, široký, čtyřhranný a má pevné nelámavé vřeteno. Osinatý klas může být i více než 11 cm dlouhý a je složený z dvoukvětvých klásků. Klásky (viz. obr. 104) jsou dvoukvěté se šídlovitými, ostře špičatými plevami, které stojí po stranách.

Obr. 101: Klasy žita setého (*S. cereale*) (<http://krv.agrobiologie.cz>)



Obr.102: Detail klasu žita (<http://krv.agrobiologie.cz>)



Obr. 103: Klas žita v době kvetení (<http://web2.mendelu.cz>)



- Kvítek

Obr. 104: Detail klásku žita setého (*Secale cereale*)

Plucha je velká, ostře kýlnatá a vybíhá v dlouhou drsnou osinu, proti ní je menší chlupatá pluška. Žito je typickou rostlinou větrosnubnou, u níž dochází k opylení cizím pylem, jde tedy o cizosprašnost (*allogamie*).



Opylování cizím pylem je zajištěno tím, že prašníky se nejdříve vysunou z květu na dlouhých tyčinkách a pak teprve uvolní pyl. Pyl je přenášen větrem (na velké vzdálenosti), proto je pylové zrno opatřeno postranními *měchýřky*. V kvítku se tvoří velké množství pylu (až 60 tisíc pylových zrn).

- Obilka (zrno) a klíčící rostlina

Obilky (viz. obr. 105) jsou nahé, štíhlé, zelenavé se zvrásněným povrchem. Ze stran mohou být smáčklé, na špičce krátce chlupaté a na hřbetě mají úzkou hlubokou rýhu. Obilka žita je podlouhlá (delší ale slabší než u pšenice) a z pluch lehce vypadává.



Obr. 105: Obilky žita setého (*S.cereale*) (<http://web2.mendelu.cz>)

2.8.3.3. Druhy žita

Obr. 106: Porost žita setého (*S.cereale*) (<http://krv.agrobiologie.cz>)

Všechny naše pěstované odrůdy patří k rodu *Secale cereale* var. *vulgare* Körn., vyznačujícím se tím, že v době plné zralosti má klasy světle šedožluté a nelámavé



Jediným kulturním druhem je **žito seté** (*Secale cereale* L.) (viz. obr. 106), s řadou poddruhů. Žito seté je nejvíce rozšířeným druhem v kultuře, má řadu variet lišících se v lámavosti klasového vřetene, v ochmýření a barvě plev a obilek. (Moudrý, 1998)

Mezi kulturní formy patří **žito „Svatojánské“** (*křibice*, žito pasekové, horské, trsnaté - *S. cereale*, var. *multicaule*), jež se využívá jako zelené krmení. Křibice je přizpůsobivá obilnina, rostoucí v každé půdě, dokonce i lesní. Na horších půdách má menší zrno, které je bohaté na aromatické látky, proto se hodí k výrobě kávových náhražek (např. melta). S křibicí se lze setkat v horských oblastech střední Evropy, v severním Německu a ve Skandinávii (u nás na Valašsku, kdy se z jara na lesních pasekách seje spolu s ovšem. Prvním rokem se sklízí oves a druhým rok křibice).

Rod *Secale* L. zahrnuje plané druhy s lámavým klasovým vřetenem a s pluchatými obilkami, např. vytrvalé **žito horské** (*S. montaneum*) nebo také **žito lesní** (*S. silvestre*). Tyto plevelové „divoké“ žita silně odnožují, mají mohutný kořenový systém a jsou vytrvalé. Jejich stébla jsou krátká, tenká, ale především pevná.

2.8.3.4. Původ žita a oblasti pěstování

Kulturní forma žita setého (*Secale cereale*) pravděpodobně vznikla z plevelového žita, které se šířilo jako plevel v porostech pšenice a ječmene v Přední Asii v horských oblastech (např. dodnes plevelové žito hojně doprovází pšenici v horských polohách Afganistánu). Plevelové žito se do Evropy dostalo díky Slovanům. Archeologické nálezy potvrzují, že žito se pěstovalo nejen v dnešních Čechách a na Moravě, ale také na slovanských hradištích v Německu.

Existují dvě (genetické) centra vzniku druhů žita. První centrum představuje Malá Asie a Zakavkazsko a severozápadní Írán a druhé (označováno jako sekundární) centrum zaujímá Afgánistán a Střední Asie.

Do severní Evropy se žito rozšířilo přes Turecko, Balkán a podél Dunaje, a do východní Evropy přes Černé moře a Jugoslávskou nížinu. V Evropě se jeho pěstování rozšířilo na východ od Rýna až daleko na Sibiř a na sever od Alp až za polární kruh. (Moudrý, 1998)

2.8.3.5. Využití žita

Nejdůležitějším výrobkem ze žita je žitná *mouka* sloužící k přípravě chleba (žito je po pšenici druhou nejdůležitější chlebovinou). Žitná mouka je bohatá na vitamíny skupiny B, proto je vhodná k přípravě speciálních výrobků určených pro nemocné cukrovkou, pro lidi trpící avitaminózou, podvýživou apod.

Žito je důležitou surovinou pro výrobu žitné *kávy* (melta) a *destilátů* (whisky, rezná vodka apod.).

Zrno žita ke krmným účelům je využíváno jen omezeně, protože má nižší výživnou hodnotu a především hořkou chuť. Žito se uplatňuje především jako jarní zelené krmení, ale také jako podestýlka (sláma) a nebo také k výrobě papíru.

Žito má velké využití pro farmaceutický průmysl, protože slouží jako hostitelská rostlina pro umělou produkci *námelu*, jenž je důležitou surovinou k výrobě léčiv.

2.8.4. OVES

latinsky – *Avena*

anglicky – oat

německy – Hafer

Oves (viz. obr. 107) lze považovat za nejmladší obilninu a je dosti pravděpodobné, že dnešní kulturní forma ovsu byla získána dlouholetým pěstováním a šlechtěním z obilného plevle *ovsíře* (*Avena fatua* L.).



Obr. 107: Oves setý (*Avena sativa*) (www.biolib.de)

Český název oves se vykládá obtížně. Jeho kořeny jsou nejspíše pravevropské a není vyloučeno, že slovo oves souvisí s latinským (a dnes botanickým) jménem ovsa *Avena* (Větvička, 2008).

Oves je typickou vlhkomilnou obilninou a potřebuje poměrně mnoho vláhy. Nejlépe mu svědčí severní část mírného pásma, přímořské území a horské krajiny, kde má dostatek srážek.

Se šlechtěním ovsa se v našich zemích začalo až po 2. světové válce. Do té doby se u nás pěstovaly převážně krajové odrůdy a odrůdy německého a švédského původu. Od 80. let minulého století šlechtitelská práce zintenzívněla a některé naše odrůdy se dnes řadí svou kvalitou mezi špičkové světové odrůdy.

2.8.4.1. Historie ovsu

Už staří Řekové a Římané znali oves (máčeli oves ve víně a poté jej vojáci popíjeli před bojem). Také germánské kmeny využívali oves k vaření ovesné kaše, kterou vařili vojákům před bojovým tažením.

Nejstarší nálezy ovsa pocházejí ze švýcarských kolových staveb, kde byly ojedinělé obilky přimíšeny v pšenici nebo ječmeni; to potvrzuje, že oves byl v té době pravděpodobně jen plevel. Četnější nálezy pocházejí až z doby železné, kdy se již oves pěstoval jednak pro píci, tak také k lidské obživě.



2.8.4.2. Popis rostlinných částí ovsu

Obr. 108: Svazčité kořeny ovsa (*Avena*)

- Kořen (viz. obr. 108, 109)

Kořen má ze všech hlavních obilovin nejmohutnější kořenovou soustavu (viz. obr. 108) (na začátku vývoje při vytvoření třetího a čtvrtého lístku má desetinásobné množství kořenů než pšenice a žito). Kořínky se u mladých rostlinek ovsa silně rozrůstají na všechny strany a jsou dosti bohaté na vlásečnice než kořínky ostatních obilnin. Především v suchém prostředí vytváří oves mohutné a dlouhé kořeny, které někdy sahají až do 2,5 m hloubky. Proto se oves řadí mezi hlubokokořenící rostliny (u pozdních odrůd je kořenová soustava mohutnější).



Obr. 109: Zárodečné kořínky ovsa (*Avena sativa*) (<http://krv.agrobiologie.cz>)

Obr. 110: Vrchající rostliny ovsa – listy se mírně stáčíjí doleva (<http://krv.agrobiologie.cz>)

- Stéblo

Stéblo je vždy duté. Délka stébla závisí na růstových podmínkách, zejména na srážkách (má-li optimální podmínky dosahuje až 170 cm, ale např. v suchých letech bývá u téže odrůdy výška jen 50-60 cm). Počet stébel na jedné rostlině je různá a závisí na odnožovací schopnosti odrůdy (obvykle má 2-6 odnoží).



- Listy

Listy jsou dosti dlouhé a poměrně široké, zelené s modrým odstínem (viz. obr. 117). Listy jsou v mládí stočené doleva (viz. obr. 110). Listová pochva pevně objímá stéblo a při přechodu v čepel tvoří jazýček.

Obr. 111: Detail jazýčka ovsa (<http://krv.agrobiologie.cz>)

- Jazýček (*linula*)

Jazýček je vejčitý, zubatý a značně vyvinutý (viz. obr. 111)



- Ouška (*auricula*)

Ouška vždy chybí – základní rozlišovací znak

- Květenství

Obr. 112: Lata ovsa (*Avena sativa*) (<http://vfu-www.vfu.cz>)

Květenstvím je **lata** (viz. obr. 112, 113), (což je výjimka – u ostatních zmíněných obilných druhů je květenství klas) skládající se z hlavní osy a postranních větviček nesoucích jedno- až čtyřzrné klásky (u nahých ovsu bývají někdy pěti- nebo šestizrné klásky), především je nejvíce klásků dvouzrných. Každý klásek objímá dvě plevy a každý kvítek plucha a pluška. Plevy jsou velké a mají na hřbetní straně 8-11 žilek. Z prostřed hřbetní strany pluchy vyrůstá u některých odrůd osina (u kulturních ovsu vždy jen u vnějšího zrna, u ovsířů u všech zrn). Osiny bývají často zkroucené a mají u jednotlivých druhů ovsa různou délku (u ovsířů jsou dlouhé osiny).



Oves je samosprašná rostlina, ale není vyloučeno i oplození cizím pylem. Kvetení a oplození u ovsu probíhá na rozdíl od jiných obilovin většinou skrytě uvnitř kvítků, aniž by byly patrné na jeho zevnějšku nějaké změny (pouze výjimečně lze pozorovat, v době střídání teplého a chladného počasí, na latách ovsu rozevřené pluchy klásků a z nich vyčnívající prašníky). Lata kvete *akropetálně* tzv. od vrcholu směrem k bázi a od obvodu k ose. Nejprve začíná kvést lata hlavního stébla, a to směrem shora dolů, ale uvnitř klásků začínají nejprve kvést kvítky spodní (kvetení na postraních větévkách laty probíhá rovněž od špičky dolů). Otvírání kvítku trvá několik minut, po opylení zůstává květ otevřený asi jednu hodinu. Plevy zůstávají mírně pootevřené (znak odkvetení). Lata kvete týden, celá rostlina asi 2 týdny.

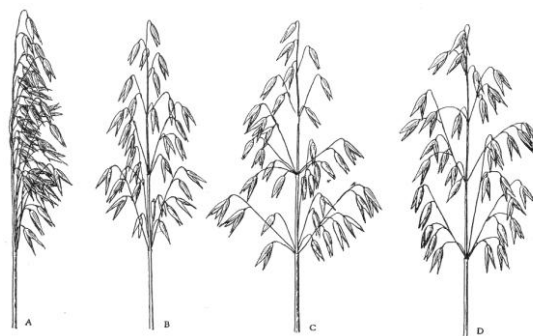


Obr. 113: Lata- květenství ovsu (*Avena sativa*) (<http://krv.agrobiologie.cz>)

Sobotka (1958) rozeznává tyto tvary laty:

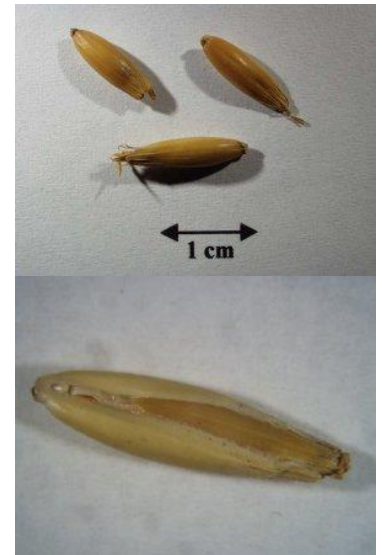
Obr. 114: Tvar laty: A-smetáková; B-vzpřímená, uzavřená; C-jehlancovitá; D-vejčitá (Sobotka, 1958)

- *Lata smetáková* (viz. obr. 114)
 - viz. Oves smetákový
 - u ovsů anglických typů
Onward
- *Lata vzpřímená uzavřená* (viz. obr. 114)
 - spodní a střední latic jsou stejně dlouhé a svírají obvykle s hlavní osou latic větší úhel než u ovsů mající smetákovou latic
- *Lata jehlancovitá* (viz. obr. 114)
 - spodní větve latic jsou delší než větve střední a větve latic tvoří obvykle s hlavní osou latic větší úhel než u ovsů s latic vzpřímeně uzavřenou
- *Lata vejčitá* (viz. obr. 114)
 - střední větve latic jsou delší než spodní a svírají s osou latic přibližně též úhel jako u latic jehlancovitě



- Obilka (zrno)

Obilka (viz. obr. 115) je pevně obejmuta pluchou a zůstává v nich uzavřená (při mlácení s obilkou zůstávají pluchy pohromadě), ale nesrůstá s nimi (lze pluchu lehce odstranit). Oloupané ovesné zrno je celé ochmýřené a na břišní straně má rýžku. Zrno je menší a křehčí než zrno pšenice a ječmene, proto se z nich vyrábějí müsli výrobky. U dvouzrných klásků rozlišujeme zrno vnější (spodní), které je vždy větší, a zrno vnitřní (menší). V trojzrném klásku se rozlišuje zrno vnější, které je největší, střední (nejmenší) a vnitřní (středně velké).



Obr. 115: Zrno ovsa setého (*A.sativa*) (<http://web2.mendelu.cz>)

2.8.4.3. Dělení ovsa

V praxi rozeznáváme tři formy ovsa:

- **původní divokou**
- **kulturní pluchatou** (oves setý, oves byzantský) – vzniklou z formy divoké
- **nahou** – vzniklou z formy kulturní pluchaté.

Šašková (1993) rozděluje oves (*Avena*) podle tvaru laty takto:

I) **oves latnatý** - postranní větévky jsou rozloženy na všechny strany hlavní osy

- lata má tvar korunky stromku

II) **oves smetákový**

- postranní větévky směřují na jednu stranu od hlavní osy s níž svírají zpravidla ostrý úhel

- lata má tvar smetáku (praporce)

Petr (1997) dělí oves podle druhů tímto způsobem:

I) **planě rostoucí druhy ovsa** (*ovsír*)

- všechna zrna jsou osinatá

- mají hrubé plevy a pluchy, které jsou vždy ochmýřené

- odlišnost od ovsa setých: báze zrna se spojuje se stopečkou kruhovitým valem, který v době zrání je dutý a lehce se láme, proto zrno při nejmenším dotyku opadá

- u některých druhů ovsířů se kruhovitý val vyskytuje u každého zrna v klásku, proto zrna vypadávají každé zvlášť (*Avena fatua* L. – oves hluchý a *Avena barbata* Pott. – oves vousatý), a nebo tento val má jen vnější (větší) zrno a klásek pak opadává celý najednou (*Avena ludoviciana* Dur. – oves jalový).

II) kulturní druhy ovsa (*Avena sativa* L. – oves setý)

- kruhový val chybí
- v době zrání nevzniká ve spojení zrna se stopkou žádná dutina, proto zralé obilky drží pevně v kláscích

2.8.4.4. Druhy ovsa

- **Oves setý** (*Avena sativa* L.) (viz. obr. 116, 117) je nejrozšířenější a u nás jediná pěstovaná odrůda ovsa. Převážně má latu rozkladitou, méně často smetákovitou. Klásky jsou jednozrnné až čtyřzrnné. Některé druhy mají vnější zrno osinaté.

Obr. 116: Oves setý (*Avena sativa*) – květenství (<http://vfu-www.vfu.cz/>)



Obr. 117: Lata ovsa setého (*Avena sativa*)-ve fázi metání (<http://www.summagallicana.it>)



Obr. 118: Detail laty ovsu byzantského (*A.byzantika*) (www.flowersinisrael.com)

- **Oves byzantský** (*Avena byzantika* Koch.) (viz. obr. 118) je po ovsu *Avena sativa* L. nejrozšířenějším druhem ovsa. Vyniká značnou vzdorností proti suchu a chorobám.



V teplejších krajích je pěstován jako ozim. Liší se od ovsa *Avena sativa* L. hlavně tím, že má řídkou latu, větší klásky a vnější zrna mají zpravidla po dvou osinách (jen výjimečně má jednu osinu).

- **Oves nahý** (*Avena nuda* L. Hoejer.) (viz. obr. 119, 120, 121) u tohoto ovsa pluchy při mláčení opadávají (pluchy obilku neuzavírají). Má kratší stébla než *Avena sativa* L.. Někdy mohou být klásky čtyř- až šestizrné a obilky drobnější než u ovsu pluchatých.



Obr. 119: Oves nahý (*Avena nuda*) (<http://luirig.altervista.org>)

Obr. 120: Oves nahý (*A.nuda*) (www.biolib.de)



Obr. 121: Oves nahý (*A.nuda*) (<http://luirig.altervista.org>)



Obr. 122: Oves hubený (*A.strigosa*) (<http://luirig.altervista.org>)

- **Oves hubený** (písečný) (*Avena strigosa* Schreb.) (viz. obr. 122, 123, 124) je náročný na růstové podmínky. Je velmi odolný vůči sněti a rzi. Pěstuje se hlavně na lehkých písčitých půdách. Od ovsa *Avena sativa* L. se liší hlavně tím, že vnější zrno má dvě osiny (stejně jako *Avena byzantika* Koch.).



Obr. 123 :Lata ovsa hubeného (*A.strigosa*) (www.biorede.pt)



Obr. 124: Lata ovsa hubeného (*Avena strigosa*) (<http://www.biopix.info>)

- **Oves krátký** (*Avena brevis* Roth.) (viz. obr. 125, 126) podobá se ovsu písečnému, od něhož se liší jen kratším a silnějším zrnem.



Obr. 125: Lata ovsu krátkého (*A.brevis*) (<http://www.botanik.de>)



Obr.126: Oves krátký (*A.brevis*) (<http://luirig.altervista.org>)

- **Oves habešský** (*Avena abyssinica* Hochst.) (viz. obr. 127) má řídkou a velkou latu (větve laty jsou svislé). Všechna zrna jsou osinatá. Je velmi odolný vůči suchu.

Obr. 127: Oves habešský (*A.abyssinica*) (<http://www.botanik.de>)



- **Oves vousatý** (*Avena barbata* Pott.) (viz. obr. 138, 129, 130) je to druh ovsíře. Má klásky dvou- až čtyřzrnné. Všechna zrna osinatá a pluchy silně ochmýřené. Kruhový val při spojení stopečky a báze zrna je u každého zrna, proto obilky opadávají při dozrávání jednotlivě.

Obr. 128: Oves vousatý (*A.barbata*) (<http://picasaweb.google.com>)



Obr. 129: Oves vousatý (<http://luirig.altervista.org>)



Obr. 130: Detail kvítku ovsá vousatého (*A.barbata*) (flickr.com)

Obr. 131: Plevelný oves hluchý (*A.fatua*) –přerůstá ostatní obilniny (<http://www.profimedia.cz>)

- **Oves hluchý** (*Avena fatua* L.) (viz. obr. 132, 133) lidově nazýván *ovsíř*. Tento oves je u nás známý jako velmi obtížný a nejběžnější plevel. Z tohoto druhu byly pravděpodobně vypěstovány současné kulturní ovsy druhu *Avena sativa* L.. Často bývá zaměňován za oves setý, ale na rozdíl od něj bývá vyšší a světlejší. U ovsíře jsou klásky dvou- až třízrnné. Všechna zrna osinatá a



pluchy silně ochmýřené. Velkým problémem u tohoto ovsu je to, že obilky vypadávají z klásku dříve než obilky jiných obilnin (viz. obr. 131) a po dozrání vypadají z klásku. Klásky jsou pak prázdné, odtud pochází název *hluchý*. Obilka je pluchatá, na bázi má podkovovitou jizvu a v dolní části je pokrytá rezavými chloupky. Osina je tuhá, v dolní části spirálovitě stočená a zalomená. Touto osinou se obilky zavrtávají do půdy kde zůstávají a podržují si klíčivost i několik let. Intenzivním růstem a odnožováním přerůstá oves hluchý pěstované obilniny a tím snižuje jejich výnosy.



Obr.132:Detail kvítka ovsa hluchého (www.naturfoto.cz)



Obr. 133: Oves hluchý(*A.fatua*) (www.naturfoto.cz)

2.8.4.5. Původ ovsa a oblasti pěstování

Oblast původu ovsa není zcela přesně známá, uvádí se Malá Asie, u některých druhů také i Severní Afrika. Plevelné druhy ovsa jsou známy z doby 7,5–6,5 tisíc let př. Kr., ale kulturní formy se začaly pěstovat asi 1 tisíc let př. Kr., nejdříve jako potravina (obživa člověka), později jako krmivo pro koně.

O původu ovsa existuje několik teorií. Podle jedné z nich pochází oves setý (*Avena sativa*) z východní a jihovýchodní Asie, kde se vyskytuje divoký oves jako plevel v pěstovaném obilí. Podle jiné domněnky je jeho původní vlastí střední Evropa, kde je jako obtížný plevel rozšířená forma ovsa hluchého (*Avena fatua*). Podle dalšího názoru je pravlastí ovsa území mezi Odrou a Dněprem.

Oves setý (*Avena sativa*) pravděpodobně pochází z ovsa hluchého (*A. fatua*). Někteří botanici považují oves nahý (*A. nuda*) za bezpluchou formu ovsa setého (*A. sativa*, var. *nuda* Mordv.). Druhy se mohou mezi sebou snadno křížit, např. oves setý s ovsem hluchým.

Pěstování ovsa bylo nejvíce rozšířeno na území dnešního Ruska, ale také USA, Kanada, Francie a Německo. V současné době se oves pěstuje ve střední Evropě, v severní Asii a Severní Americe. Nejčastěji se pěstuje oves setý (*Avena sativa*) (zaujímá asi 90% celosvětově osetých ploch ovsa), a také oves byzantský (*Avena sativa* subsp. *byzantina*) (zaujímá 10% celosvětově osetých ploch ovsa).

Pěstování ovsa je v České republice soustředěno v bramborářských a horských oblastech a jde hlavně o jarní oves setý (*Avena sativa* L.).

- **Oves setý** (*Avena sativa* L.) se pěstuje především ve střední Evropě, ale také v Severní Americe a severní Asii.
- **Oves byzantský** (*Avena byzantina* Koch.) pochází ze severní Afriky. Tento oves se využívá ke šlechtění nových odrůd, protože je odolnější vůči chorobám. Pěstuje se na evropském a africkém pobřeží Středozemního moře a na jihu USA.
- **Oves nahý** (*Avena nuda* L. Hoejer.) pěstuje se především v Číně, kde slouží pro potřeby potravinářského průmyslu.
- **Oves hubený** (písečný) (*Avena strigosa* Schreb.) pěstuje se v severní Evropě a také v Anglii.
- **Oves krátký** (*Avena brevis* Roth.) pěstován hlavně v severním Španělsku a severním Portugalsku.
- **Oves habešský** (*Avena abyssinica* Hochst.) pěstuje se v Etiopii (dříve užívaný název Habeš).

- **Oves vousatý** (*Avena barbata* Pott.) je rozšířen zejména v Malé Asii, u Středozemního moře a na jihu a jihovýchodě Ruska.
- **Oves hluchý** (*Avena fatua* L.) je pěstován po celé Evropě, severní Africe a Asii. Byl také zavlečen do Severní a Jižní Ameriky.

2.8.4.6. Využití ovsa

Oves je důležitou krmnou obilninou, jehož *zrno* slouží zejména ke *krmení* koní (ale i skotu a drůbeže). Významným krmivem pro hospodářská zvířata je i kvalitní *ovesná sláma*.

Oves má také velké uplatnění jako potravina (svou výživností předstihuje i rýži). Zrno ovsa obsahuje více stravitelných tuků a bílkovin než pšenice a žito. Je bohaté na lecitin. To všechno příznivě působí na nervovou soustavu. *Ovesné vločky* podporují dobrou tělesnou kondici a jsou vhodnou potravinou pro sportovce a pro těžce pracující lidi. Ve Velké Británii a severských státech tvoří vločky součást běžné denní stravy. U nás se ještě v 17. století používal oves k přípravě kaše a polévek. V současné době obliba ovesných vloček a výrobků z nich opět roste. *Ovesná mouka* je surovinou pro výrobu dětských krupiček a různých dietních přípravků (díky tomu, že trávení a vstřebávání ovesného škrobu probíhá pomalu, je ovesná kaše zdrojem dlouho a rovnoměrně se uvolňující energie).

3 Praktická část s výsledky

3.1. Materiál a metodika

V této mé práci byly zkoumány tyto druhy obilnin: pšenice, ječmen, oves a žito. Tento rostlinný materiál byl sesbírán na polích (pšenice, ječmen a oves na polích v okolí obce Chuchelná ve Slezsku; žito na poli nedaleko Májůvky u Moravského Berouna). Pro mou práci bylo za potřebí stébla těchto obilnin, které byly nařezány na cca 40 mm válečky a umístěny do směsi 70% ethanolu a glycerolu v poměru 2:1.

Z takto fixovaného materiálu byly zhotoveny pomocí žiletky a bezové duše velmi tenké příčné řezy. Nejpěknější řezy byly použity k přípravě přechodných preparátů takto: do kapky vody na podložním sklíčku byly přeneseny příčné řezy a přikryty krycím sklíčkem. K lepšímu zviditelnění struktur bylo využito reagens (čínidlo) chlorzinkjod. Takto byly připraveny příčné řezy stéblem obilnin, ale také listem a kořínkem klíčící rostlinky.

Z listů pšenice, ječmene, žita a ova byly vytvořeny otiskové preparáty, které byly zhotoveny pomocí laku na nehty a průhledné lepící pásky (izolepy).

Z takto připravených přechodných i otiskových preparátů byly pořízeny mikrofotografie anatomické stavby obilnin, za využití fotomikroskopu BX 40 Olympus.

Také především pro výukové CD byly pořízeny makrofotografie morfologické stavby obilnin (květenství, jazýčky, ouška a kořeny) digitálním fotoaparátem Olympus (SP-510 U). Toto CD by mělo zpestřit hodiny biologie hlavně při probírání jednoděložných rostlin.

Součástí této diplomové práce je pracovní sešit nacházející se v příloze, který by mohl mít své využití v praktických cvičení z botaniky. Tento pracovní sešit je rozvržen na praktickou část, ve které jsou pokusy na rostlinách obilnin, ale také i teoretická část s mnoha otázkami a úkoly.

3.2. Praktická část – didaktické poznatky k výuce vegetativních i reprodukčních orgánů obilnin

Anatomickou a morfologickou stavbu vegetativních i reprodukčních (generativních) orgánů (kořen, stonek /stéblo/, list, květenství, plod) znázorňují následující fotografie. Velká pozornost je kladena především na stébla obilnin s jazýčky a oušky. Snahou bylo rozpoznat obilniny díky jejich determinačním znakům: mladé rostlinky pomocí jazýčku a oušek a nebo podle jejich květenství.

3.2.1. KOŘEN

Kořen obilnin lze využít ve výuce kořenového systému (např. srovnání kořenového systému dvouděložných a jednoděložných rostlin). Jedná se o svazčitý kořenový systém zvaný homorhizie, jenž je typický pro jednoděložné rostliny.

Pomocí schématických obrázků a mikrofotografie lze vysvětlit anatomickou stavbu kořene na příčném řezu. Především si všimnout krycího pletiva kořene, které tvoří pokožka kořene (rhizodermis) s kořenovými vlásky (rhizinami). Pokožce kořene chybí průduchy na rozdíl od pokožky stonků nebo listů, proto je dobré vysvětlit si funkci tohoto krycího pletiva. Dále na příčném řezu lze pozorovat primární parenchymatickou kůru (kortex), která se člení do tří částí. Důležité je se zmínit o polyarchním svazku cévnímu, jenž se nachází ve středním válci. Žáci mohou díky mikrofotografii příčného řezu kořene více prozkoumat tento typ cévního svazku a ukázat si kde se nachází dřevní (xylémová) a lýková (floémová) část.

Vzdělávací cíle žáka:

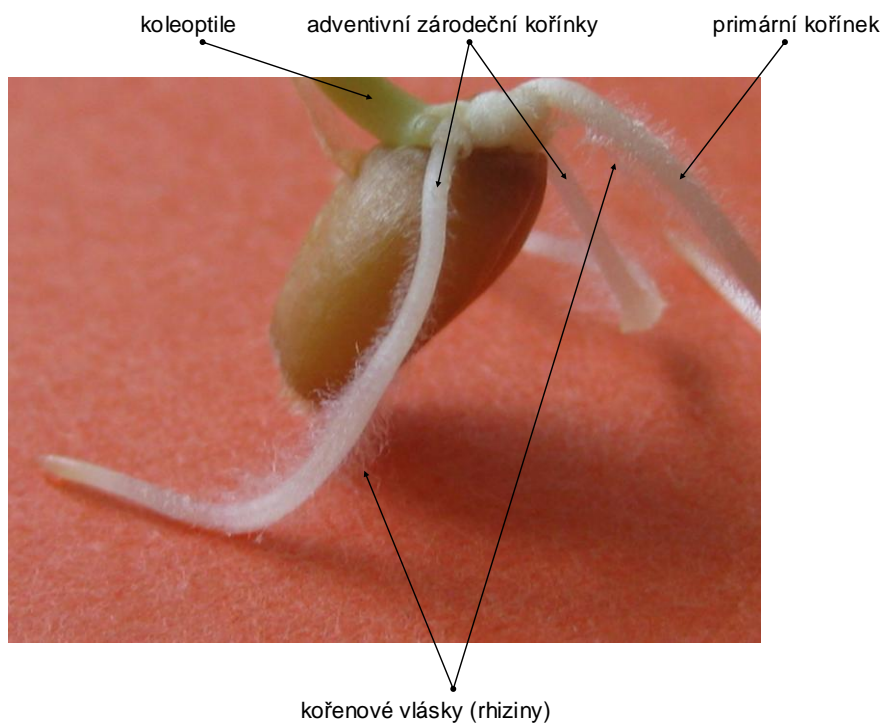
Žák:

- srovná kořenový systém jednoděložných rostlin (obilniny) s dvouděložnými rostlinami (hrách)
- je schopen odlišit homorhizii od allorhizie
- nakreslí schématicky kořenový systém obilnin
- popíše struktury kořene na příčném řezu
- umí vysvětlit funkci kořene
- vysvětlí význam kořenových vlásků (rhiziny)
- charakterizuje typy rostlinných pletiv u obilnin a objasní jejich funkci
- vysvětlí proč kořen obilnin nemůže druhotně tloustnout

Již při klíčení obilky obilnin se zakládá kořenová soustava. Nejprve se vytváří tzv. primární zárodečné kořínky (počet těchto kořínků se liší podle druhu obilnin – pšenice jarní má 5 kořínků, ozimá pšenice jen 3 kořínky, ječmen 5-8 kořínků, žito a oves 4 kořínky). Na mých fotografiích má pšenice pouze 3 zárodečné kořínky (viz. obr. 134), tudíž je jedná o ozimou pšenici. Zajímavé je, že zárodečné kořínky si uchovávají svou aktivitu až do dozrání obilky, ale jejich podíl (na celkové kořenové soustavě) klesá a postupně zanikají. Naklíčí obilce jsou velmi dobře patrné tyto struktury: koleoptile (viz. obr. 134, 199, 200), koleozhiza (viz. obr. 198), primární kořínek (viz. obr. 134, 198) a adventivní zárodeční kořínky (viz. obr. 134, 198, 199, 200). Mezi primární zárodečné kořínky se řadí jeden hlavní a ostatní adventivní zárodečné kořínky, na kterých jsou dobře viditelné kořenové vlásky (*rhiziny*) (viz. obr. 134, 135, 137).

Druhotné (sekundární) kořeny, jenž tvoří základ celého svazčitého kořenového systému, dosahují až do hloubky 1,5-2 metry.

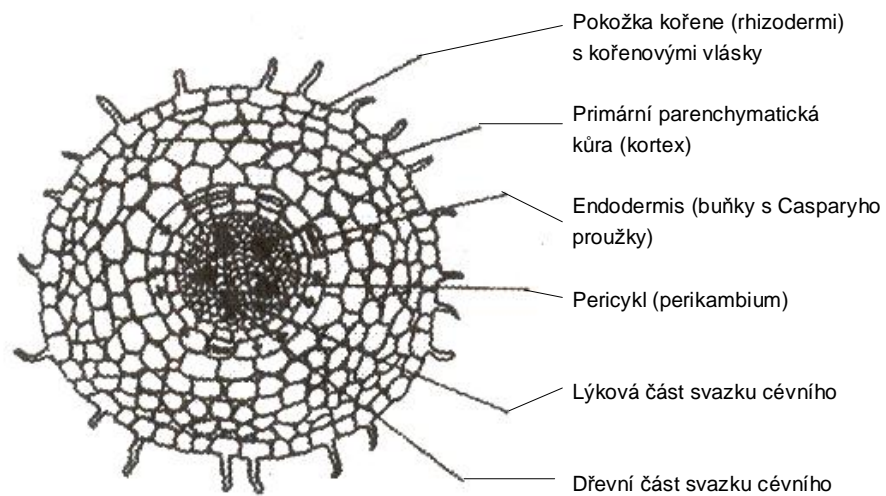
Obr. 134: Klíčící obilka – primární zárodečné kořinky s kořenovými vlásky (rhizinami)



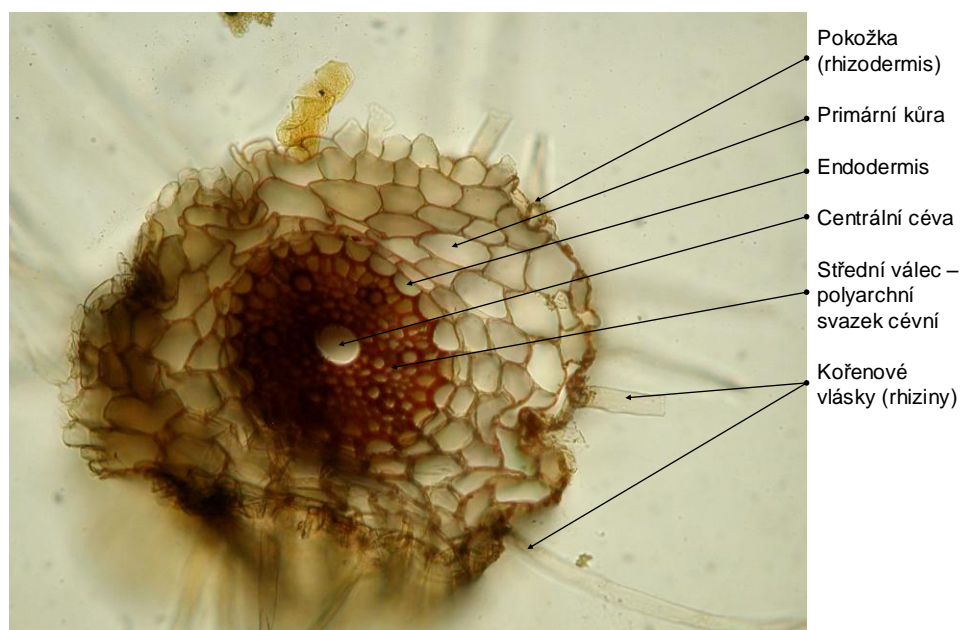
Obr. 135: Kořenové vlášení – kořenové vlásky (rhiziny)



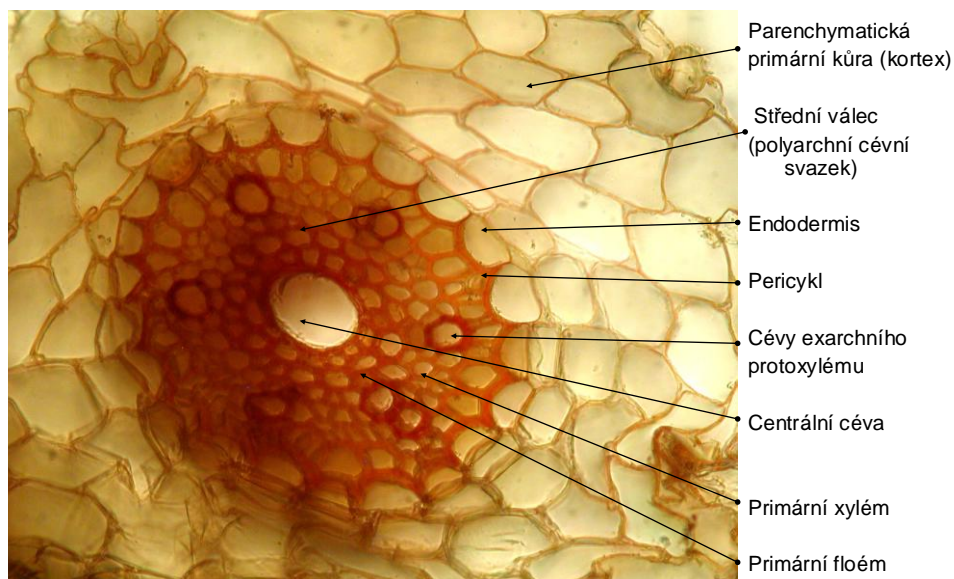
Obr. 136: Příčný řez kořenem v primární stavbě (Dostál, 2008)



Obr. 137: Pšenice (*Triticum sp.*); příčný řez kořínkem klíčící obilky pšenice – celkový pohled



Obr. 138: Pšenice (*Triticum sp.*); příčný řez kořínkem klíčící obilky pšenice – detail



3.2.2. STONEK (stéblo)

Téma morfologie a anatomie stébla obilnin lze využít především při probírání učiva týkajícího se vegetativních rostlinných orgánů (hlavně stavba a funkce stonku, vedení vody a živin stonkem, srovnávání stavby stonku u jednoděložných a dvouděložných rostlin, atd.

Stonek obilnin je z morfologického hlediska stéblo (dutý /zřídka plný/ stonek trav a obilnin), což je nejtypičtější příklad stonku všech trav. Stéblo se skládá z několika kolének (*nodia*) a několika článků (*internodia*). Kolénka (uzly) jsou plná a je v nich soustředěna zóna růstu, protože se v nich nacházejí meristémy, odkud se články prodlužují, takže stéblo roste ve všech článcích. Z každého kolénka vyrůstá jeden list.

Pomocí příčných řezů stébla obilnin (viz. obr. 141 - 153) lze popsat tyto struktury: pokožku (epidermis) s průduchy, primární parenchymatická kůru, parenchymatickou dřev, cévní svazky a také rhexigenní dutinu. Při větším zvětšení lze pozorovat sklerenchymatickou pochvou obklopující uzavřené kolaterální svazky cévní, na kterých je dobře patrný primární xylém, primární floém a také cévy protoxylému a metaxylému. Především upozornit také na to, že ve stonku je protoxylém ve středu a metaxylém u obvodu cévního svazku (na rozdíl od kořene, kde je to přesně obráceně).

V této diplomové práci jsou zhotoveny příčné řezy stéblem všech čtyřech našich nejčastějších a nejdůležitějších obilnin (pšenice, ječmene, žita a ovsu). Cílem bylo srovnat jak jsou struktury na příčném řezu uspořádány a také poukázat jak se tvar cévních svazků od sebe malinko odlišuje, ale především jak jsou roztroušené po celém stéble.

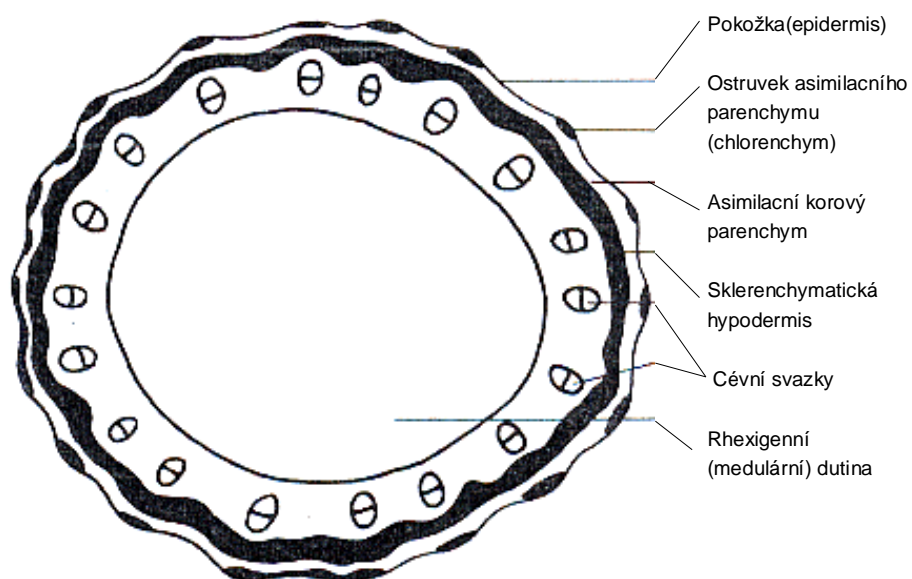
Vzdělávací cíle žáka:

Žák:

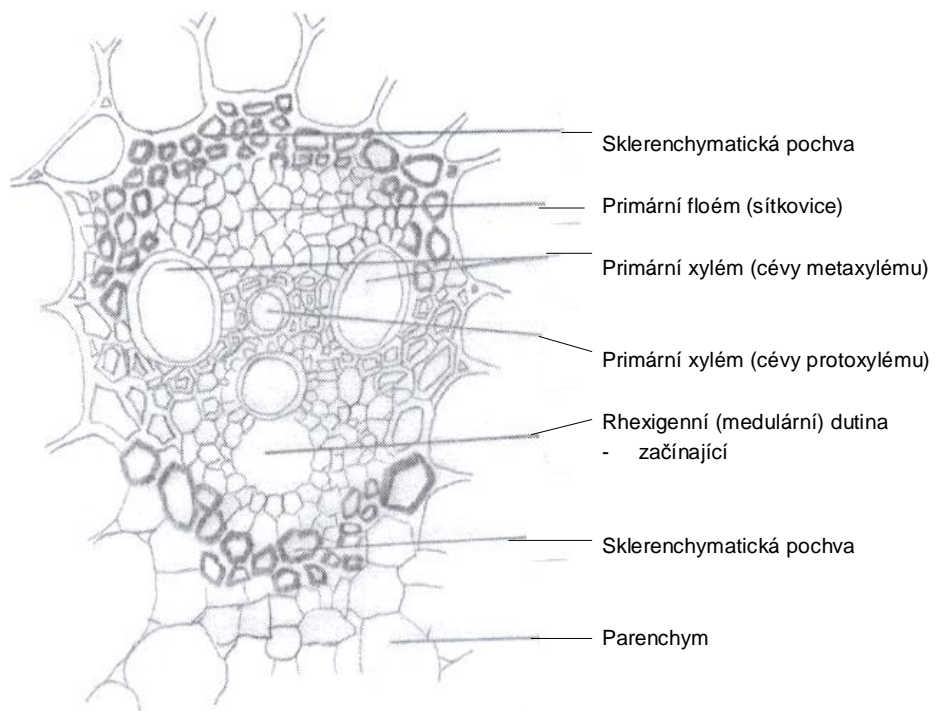
- umí poznat kolénka a články na stéble
- dokáže říct ve které části stéblo roste a proč
- vysvětlí jaká je funkce stébla
- dokáže odlišit stéblo od ostatních typů stonků
- umí vysvětlit proč stéblo obilnin sekundárně netloustne
- popíše struktury na příčném řezu stébla obilnin
- schématicky zakreslí uzavřený kolaterální svazek cévní
- dokáže odlišit parenchymatické pletivo od ostatních typů pletiv
- objasní způsob vedení vody a živin stéblem obilnin
- vysvětlí proč polehlá stébla se částečně mohou narovnat

Stonk lipnicovitých rostlin (*Poaceae*) se označuje stéblo, což je jak uvádí Jelínek (1995) „dutá článkovaná lodyha s plnými kolénky“. Na příčných řezech stéblem obilnin lze pozorovat na povrchu strukturu zvanou pokožka (*epidermis*) (viz. obr. 139, 143, 146, 152), která je jednovrstevná a pod ní je sklerenchymatická hypodermis (viz. obr. 139, 142, 143, 146.). Na některých řezech jsou také patrné ostrůvky asimilačního parenchymu (viz. obr. 139, 142, 143, 150, 151, 152,) označovaného jako chlorchym. Dále v primární kůře (viz. obr. 141, 142) jsou dobře viditelné uzavřené kolaterální svazky cévní (viz. obr. 140, 143, 147, 152, 153), které mají vždy dřevní (xylémovou) část orientovanou do středu stonku a lýkovou (floémovou) část k obvodu stonku. V xylému se nachází jednak protoxylém (ten je vždy orientován ve středu cévního svazku) a metaxylém (ten se nachází u vnitřního obvodu cévního svazku) (viz. obr. 140, 147, 153). U kořene je xylém orientován obráceně tzn. Protoxylém je u vnitřního obvodu cévního svazku a metaxylém je ve středu cévního svazku. Na příčných řezech se ve středu stébla nachází rhexigenní (medulární) dutina (viz. obr. 139, 141, 144, 145, 148, 149).

Obr. 139: Anatomie stébla pšenice (*Triticum sp.*) (Nováček, 1987)

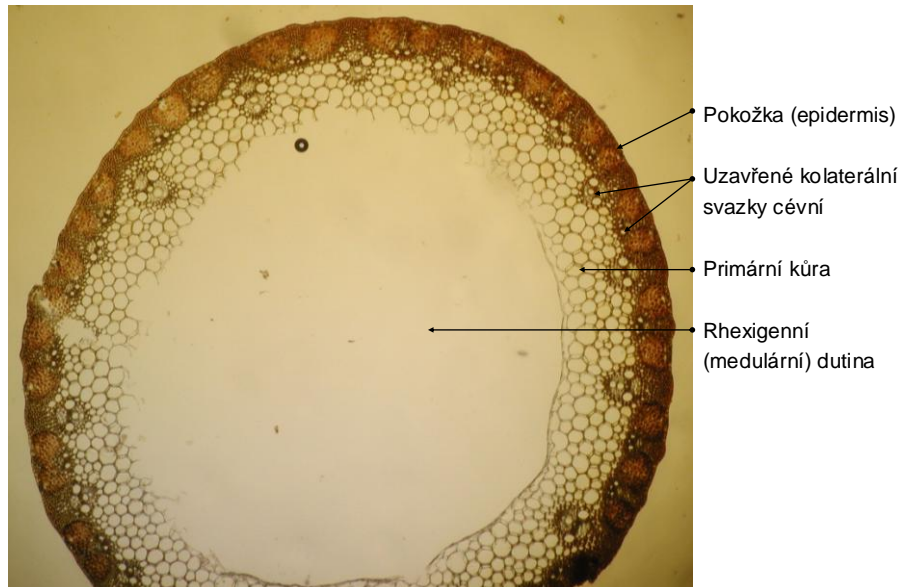


Obr. 140: Schéma detailu svazku cévního (překresleno podle Nováčka, 1987)

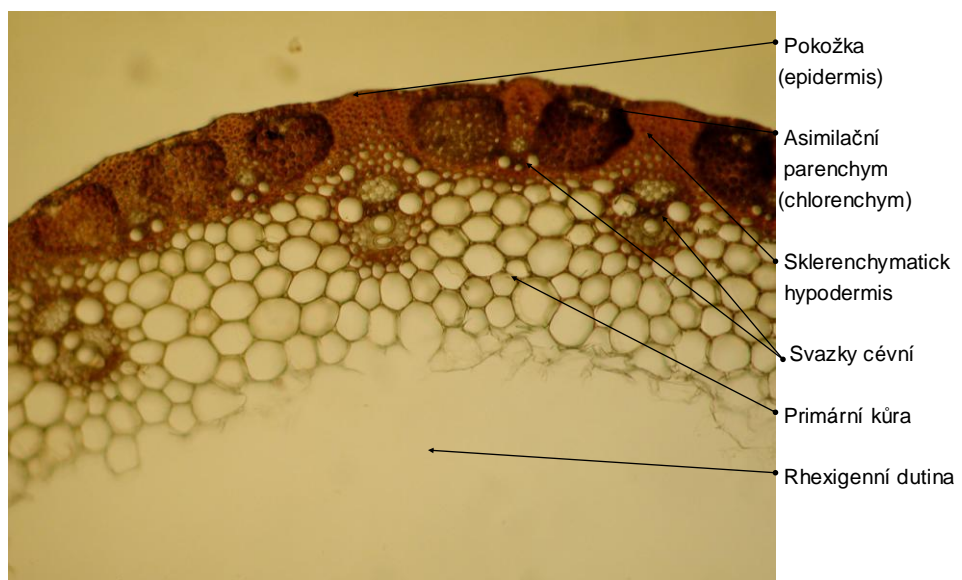


- **PŠENICE OBECNÁ (*Triticum sp.*)**

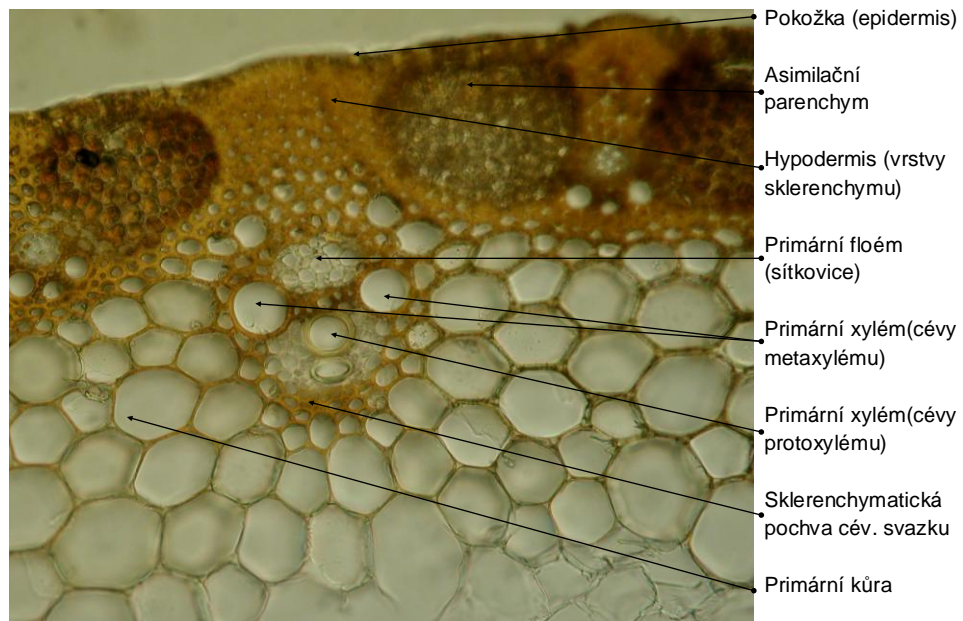
*Obr. 141: Pšenice (*Triticum sp.*); příčný řez stéblem – celkový pohled*



*Obr. 142: Pšenice (*Triticum sp.*); příčný řez stéblem – detail rozložení cévních svazků*

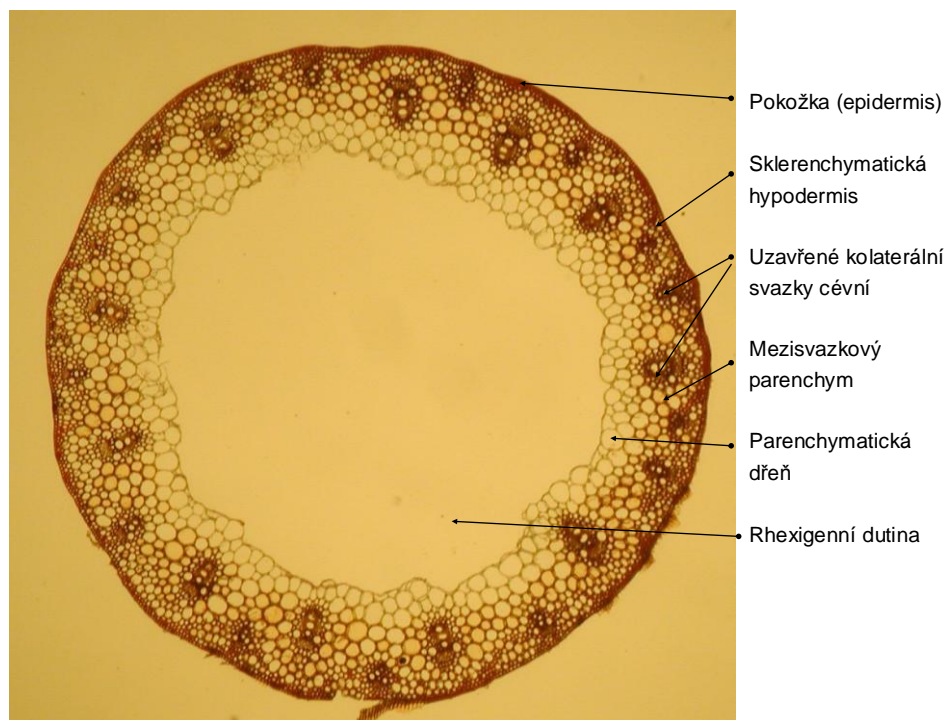


Obr. 143: Pšenice (*Triticum sp.*); příčný řez stéblem – detail uzavřeného kolaterálního svazku cévního

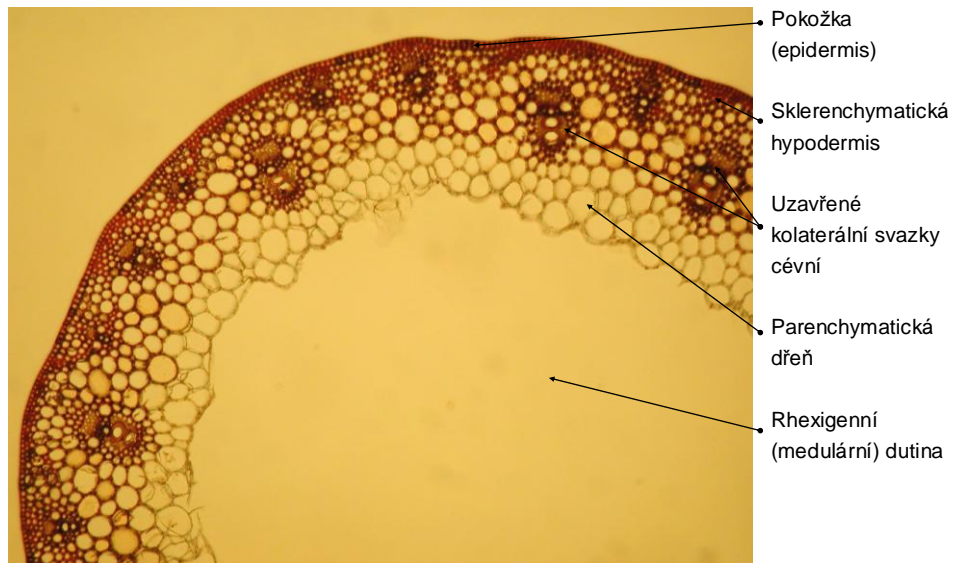


- **JEČMEN OBECNÝ (*Hordeum vulgare*)**

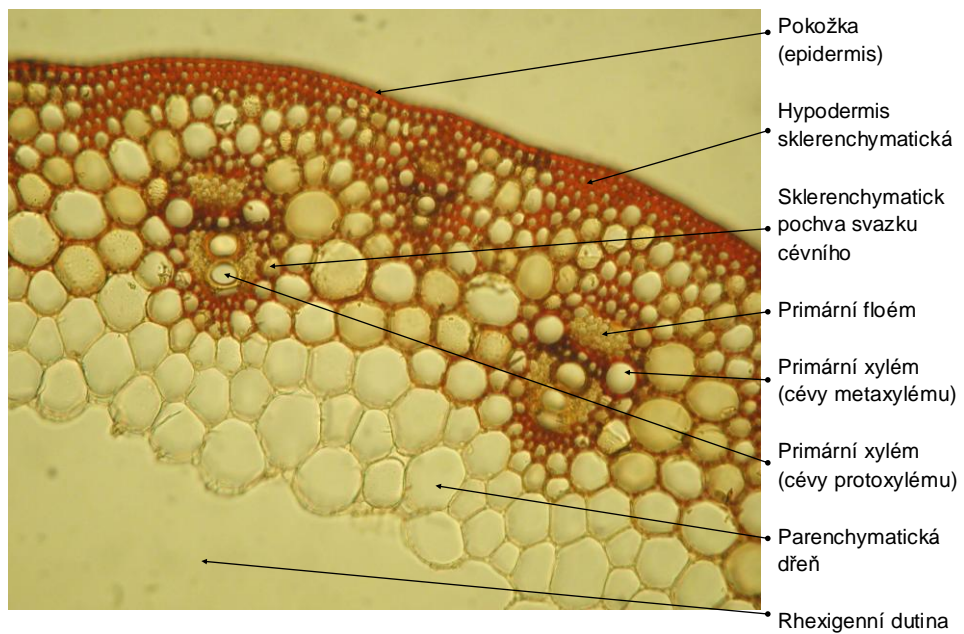
Obr. 144: Ječmen obecný (*Hordeum vulgare*) ; příčný řez stéblem – celkový pohled



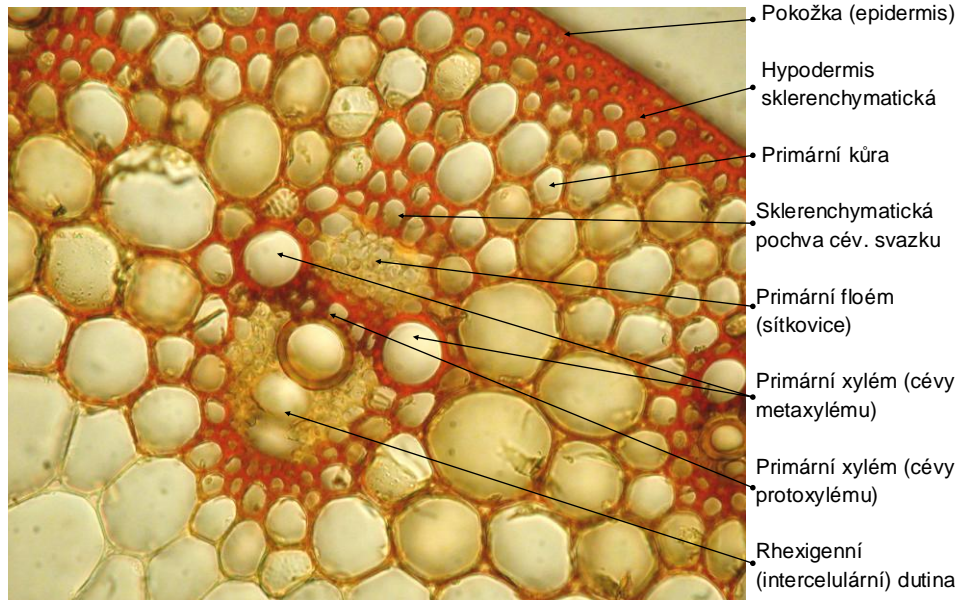
Obr. 145: Ječmen obecný (*Hordeum vulgare*) ; příčný řez stéblem - detail rozložení cévních svazků



Obr. 146: Ječmen obecný (*Hordeum vulgare*) ; příčný řez stéblem – detail povrchových vrstev

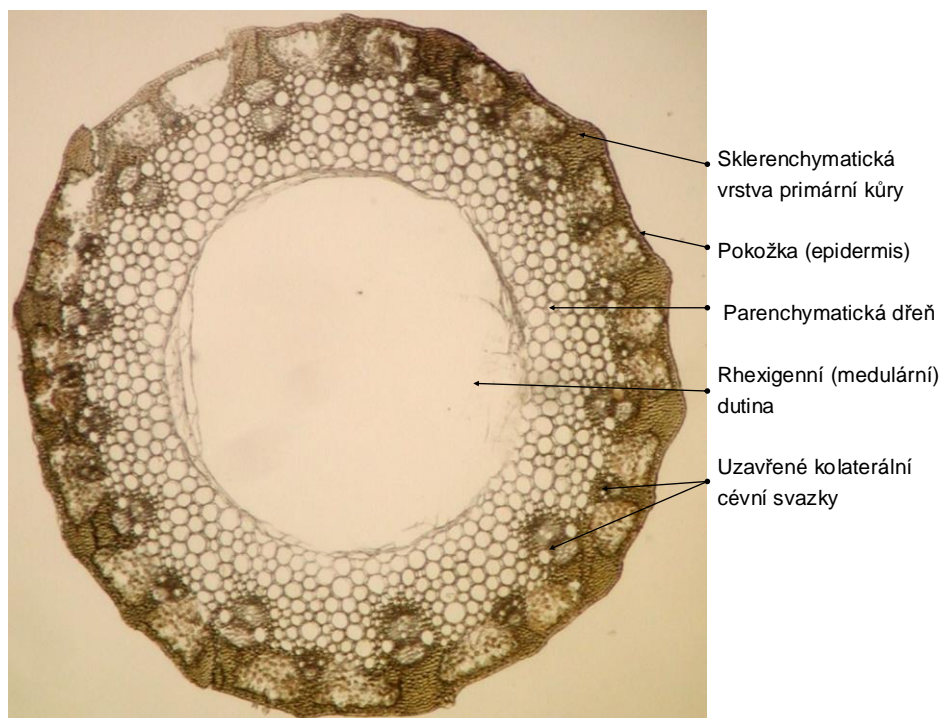


Obr. 147: Ječmen obecný (*Hordeum vulgare*) ; příčný řez stéblem – detail uzavřeného kolaterálního svazku cévního

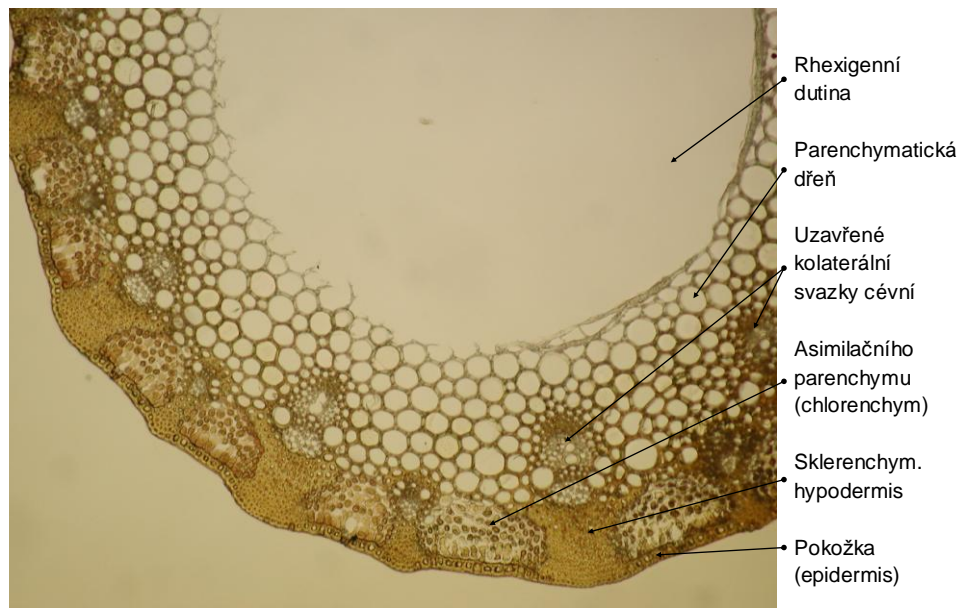


- **ŽITO OBECNÉ (*Secale cereale*)**

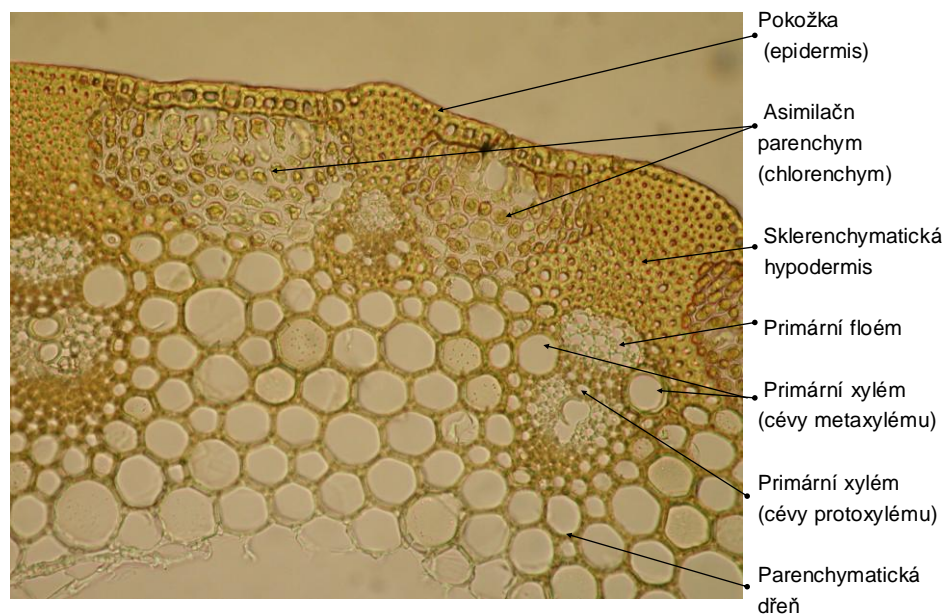
Obr. 148: Žito obecné (*Secale cereale*) ; příčný řez stéblem – celkový pohled



Obr. 149: Žito obecné (*Secale cereale*) ; příčný řez stéblem – detail rozložení cévních svazků

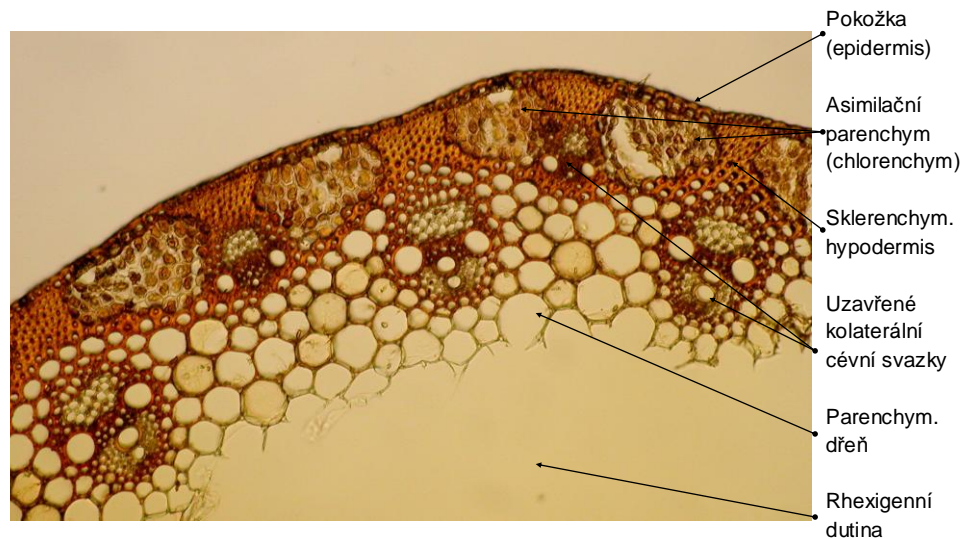


Obr. 150: Žito obecné (*Secale cereale*) ; příčný řez stéblem – detail povrchových vrstev epidermis

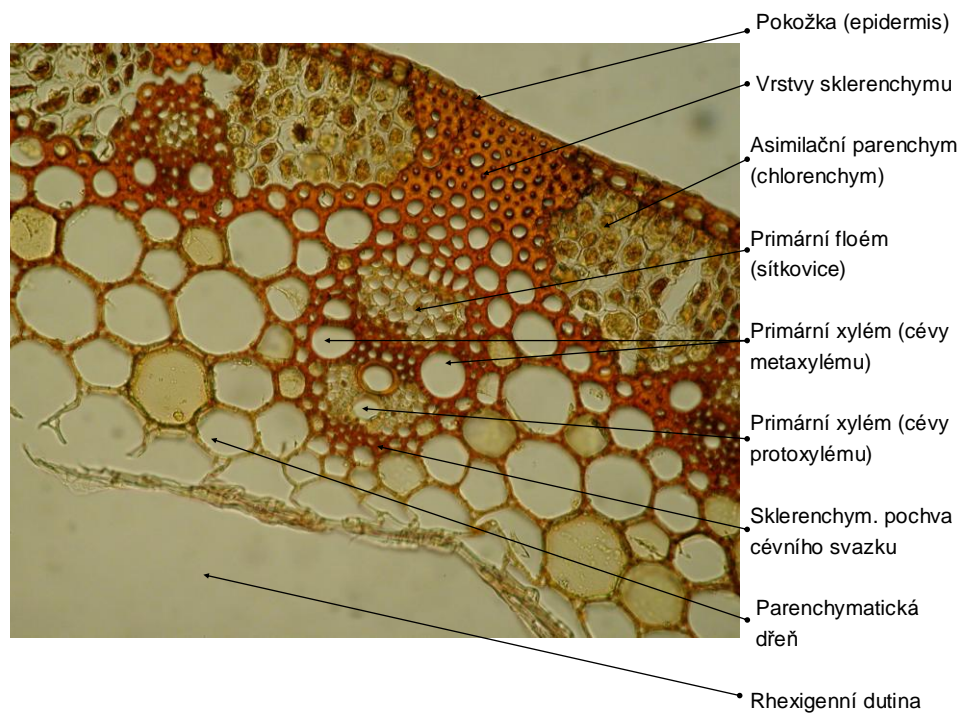


- **OVES SETÝ (*Avena sativa*)**

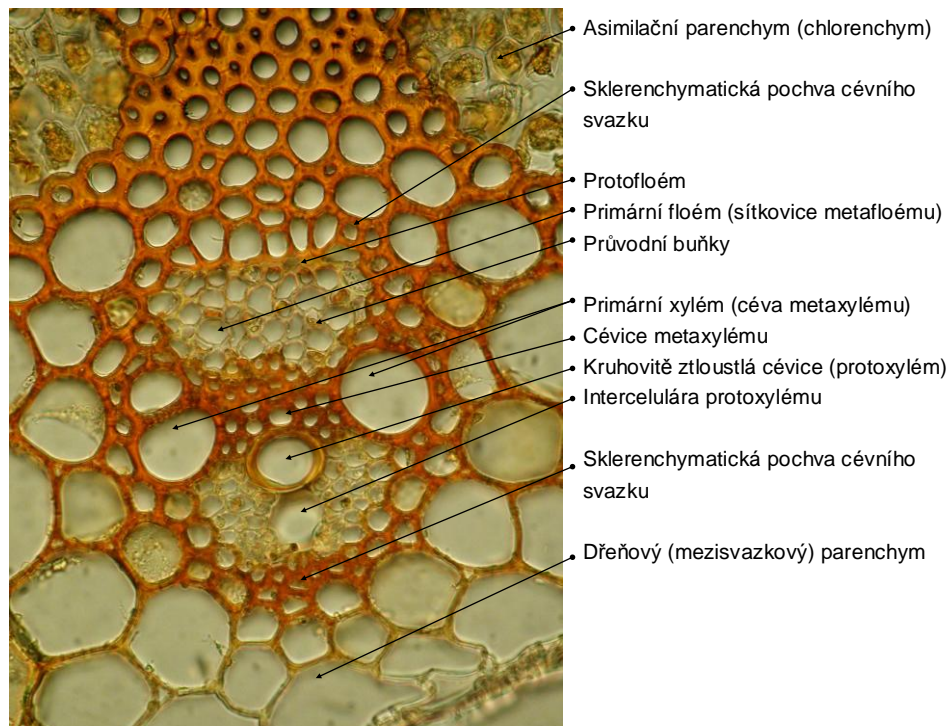
Obr. 151: *Oves setý (Avena sativa)* ; příčný řez stéblem – detail rozložení cévních svazků



Obr.152 : *Oves setý (Avena sativa)* ; příčný řez stéblem – detail povrchových vrstev epidermis



Obr. 153: *Oves setý (Avena sativa)* ; příčný řez stéblem – detail uzavřeného kolaterálního svazku cévního



3.2.3. LIST

Anatomie a morfologie listu lze zařadit do výuky vegetativních orgánů, a také při probírání těchto témat: stavba a funkce průduchů, rostlinná pletiva, fotosyntéza, dýchání, transport vody listem (vodní režim), atd.

List obilnin se dá také efektně využít ve výuce jako příklad čárkovitého listu s rovnoběžnou žilnatinou, který má průduchy na obou stranách listu. Obilniny jakožto zástupci lipnicovitých mají monofaciální typ listu, což znamená že obě strany jsou si stejné. Pomocí otiskových preparátů (viz. obr. 163 - 178) lze prozkoumat tvar, velikost a rozmístění průduchů. Také na listu obilnin se dá provádět řada pokusů (např. jak se mění zbarvení listu umístěného delší dobu v temnu, atd. – viz. pracovní sešit kapitola LIST).

Důležitým útvarem nacházející se na stéble obilnin jsou ouška a jazýček, jenž jsou jedním z hlavních determinačních znaků. Poněvadž pomocí nich je možné určit obilniny do druhu u mladých rostlinek, které ještě nemají vytvořené květenství.

List obilnin lze také využít k demonstraci těchto struktur: pokožka s průduchy, sklerenchymatická hypodermis, asimilační parenchym (chlrenchym), uzavřené kolaterální svazky cévní, parenchymatická dřev, rhexigenní dutina, atd. Protože je snadno dostupný a pozorované struktury jsou velice dobře patrné. Na uzavřených kolaterálních svazcích cévních jsou dobře viditelné struktury jako jsou: sklerenchymatická pochva, primární floém, sítkovice, primární xylém, cévy (*trachea*) a cévice (*tracheidy*) metaxylému a protoxylému. Především je dobré upozornit na tzv. buliformní buňky, nacházející se na svrchní straně listu obilnin (lipnicovitých), na jejich tvar a funkci.

Vzdělávací cíle žáka:

Žák:

- umí vysvětlit jaká je funkce listu
- odliší list jednotlivých obilnin díky jejich jazýčků a oušek
- umí říci jak jsou umístěny listy na stéble
- vysvětlí co jsou buliformní buňky a k čemu slouží
- určí tvar listu a jeho žilnatinu
- popíše jednotlivé části stébla i s listem
- dokáže porovnat listy dvouděložných s listy jednoděložných rostlin
- umí rozeznat jednoduchý list od složitějšího listu
- vysvětlí funkci průduchu (jak, kdy a proč se otevírají) a na jaké straně jsou umístěny
- vysvětlí co znamená uzavřený kolaterální cévní svazek
- rozpozná vodivé elementy floému a xylému ve svazku cévním
- je schopný schématicky nakreslit detail cévního svazku obilnin
- popíše struktury, které se nacházejí na příčném řezu listu

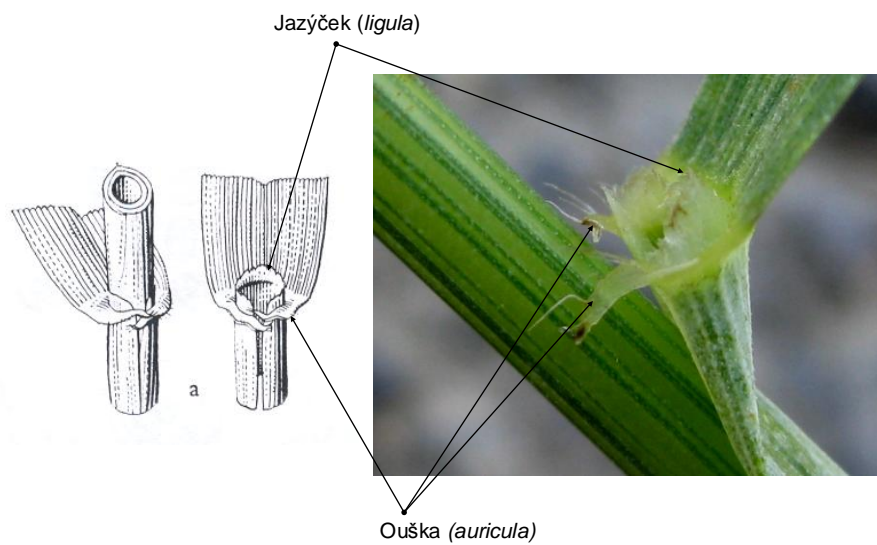
- **Jazýčky a ouška obilnin**

Ouška (*auricula*) (viz. obr. 154, 155, 156, 157, 159) jsou dva výrůstky, které se nacházejí v místě přechodu mezi listovou pochvou a čepelí. Důležitý je tvar a přítomnost těchto oušek, díky nimž lze určit druh obilniny.

Další významnou strukturou je blanitý jazýček (*ligula*) (obr. 154, 155, 156, 158, 160, 161), jenž vyrůstá z vnitřní strany báze listové čepele. Právě díky velikosti jazýčku je možné zařadit obilninu do druhu.

Jazýček a ouška PŠENICE

Obr. 154: Schéma a detail jazýčku a oušek pšenice

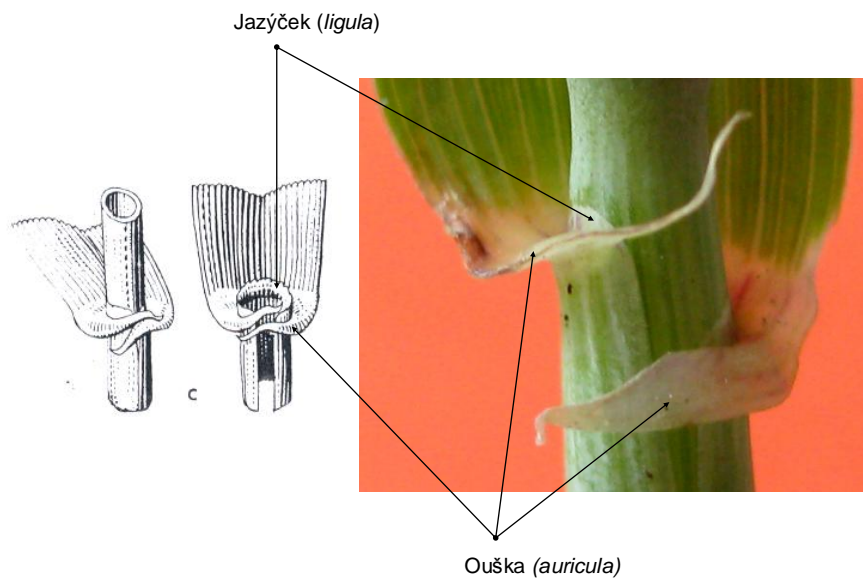


Obr. 155: Detail jazýčku a oušek pšenice (Triticum sp.)



Jazýček a ouška JEČMENE

Obr. 156: Schéma a detail jazýčku a oušek ječmene

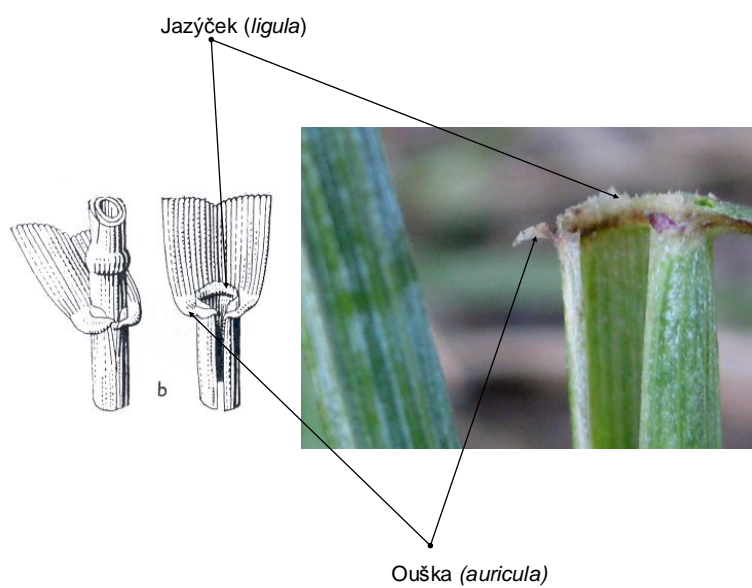


Obr. 157: Detail jazýčku a oušek ječmene (*Hordeum vulgare*)

J
a
z
ý
č
k
a
o
u
š
k
á
Ž
I
T
A
O
b
r.
1
5
8
:



Schéma a detail jazýčku a oušek žita

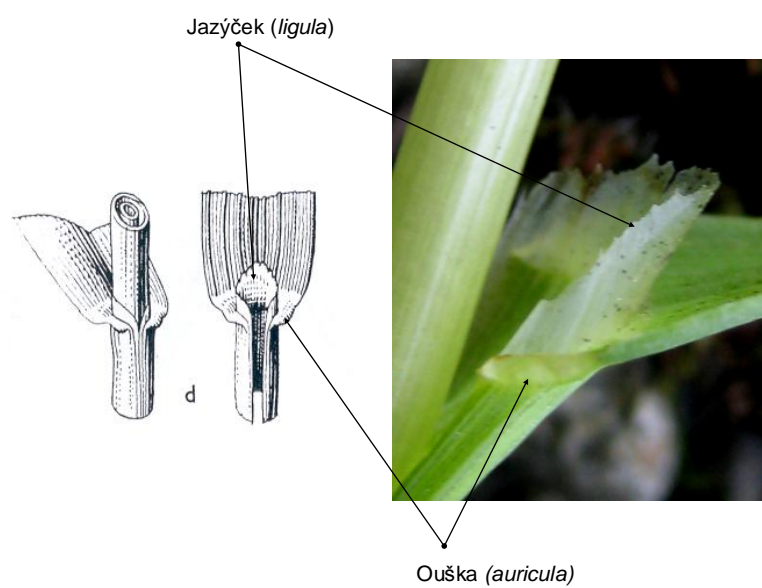


Obr.159 : Detail jazýčku a oušek žita (Secale cereale)



Jazýček a ouška OVSA

Obr. 160: Schéma a detail jazýčku a oušek ovsa



Obr. 161: Detail jazýčku a oušek ovsa (Avena sativa)



- **Otiskové preparáty pokožky listů obilnin**

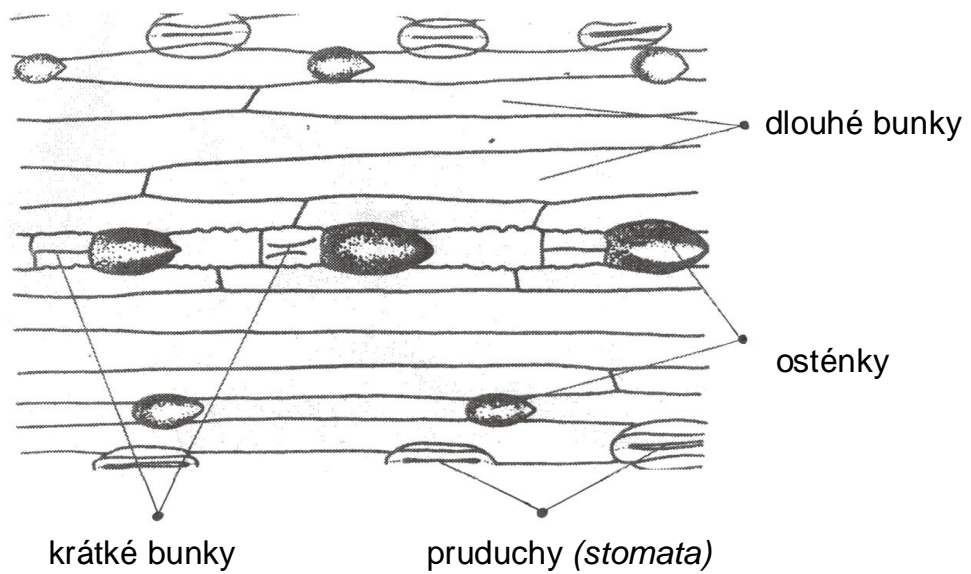
Na otiskových preparátech pokožky listů obilnin (pšenice, ječmene, žita a ovs) jsou velice dobře patrné tyto struktury: dlouhé a krátké pokožkové buňky, osténky a průduchy (stomata).

Průduch (*stomata*) (viz. obr. 164, 166, 168, 170, 172, 174, 176, 178) v otiskovém preparátu pokožky listu jsou orientované rovnoběžně s délkou listu a uspořádány v podélných řadách. Jedná se o průduchy typu *Gramineae* (podle čeledi *Gramineae* tzn. česky „trávy“), které jsou piškotovitěho tvaru a mají nerovnoměrně ztlustlé stěny (prostředí úzká část /břišní stěna/ je ztlustlá a okrajové části /hřbetní stěna/ mají stěny tenké). Svěrací buňky průduchu (viz. obr. 164, 166, 168, 170, 172, 174, 176, 178) jsou svými rozšířenými tenkostěnnými konci spolu přirostlé a svírají mezi sebou tzv. průduchovou šterbinu (viz. obr. 164, 166, 168, 170, 172, 174, 176, 178). Ke každé svěrací buňce přiléhá z vnější strany tzv. vedlejší buňka (viz. obr. 164, 166, 168, 170, 172, 174, 176, 178). Při zvyšování turgoru se tenkostěnné okrajové části zvětšují, odtlačují se od sebe a šterbinu zvětšují, obráceným mechanismem se otvor zmenšuje.

V pokožce se nacházejí nejen dlouhé epidermální buňky (viz. obr. 162, 163, 165, 167, 169, 171, 173, 175, 177), ale také krátké epidermální buňky, jež se nacházejí mezi průduchami. Tyto krátké epidermální buňky (viz. obr. 162, 163, 165, 167, 169, 171, 177) se od ostatních buněk liší nejen tvarem, ale také tím, že jsou silně suberinizované a ve svých stěnách obsahují oxid křemičitý.

Mezi dlouhými buňkami epidermálními se nacházejí útvary zvané osténky (viz. obr. 162, 163, 165, 173), které lze řadit mezi trichomy. Osténky jsou tvrdé vakovité buňky, jež jsou na vnější straně zakončené hrotem. Tyto hroty jsou vždy obráceny směrem ke špičce listu, což způsobuje drsnost listu, kterou lze ucítit, jestliže přejedeme prstem směrem od špičky listu k jeho bázi.

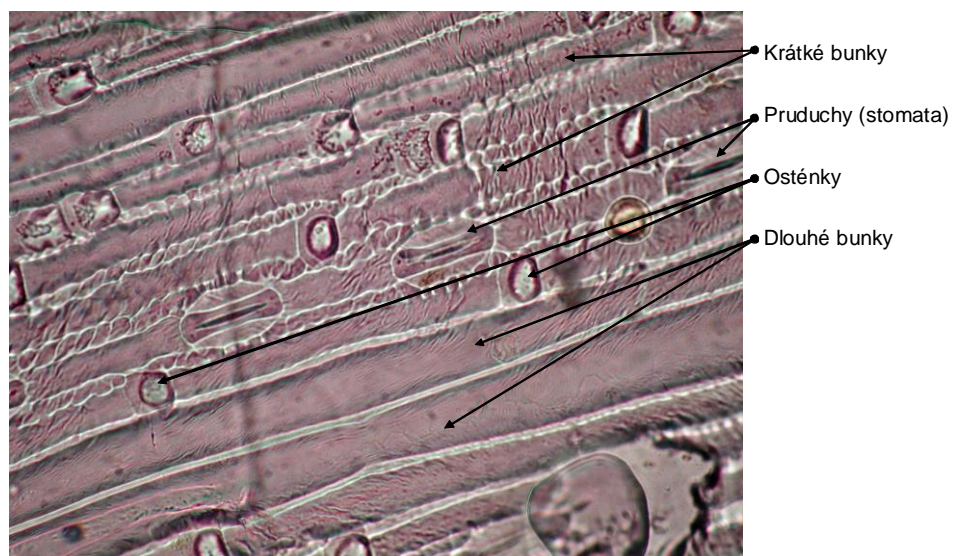
Obr. 162: Část otisku svrchní (adaxiální) epidermis listu ječmene (Pazourek, 1986)



Otisk epidermis listu PŠENICE (*Triticum sp.*)

- **Spodní (abaxiální) epidermis pšenice**

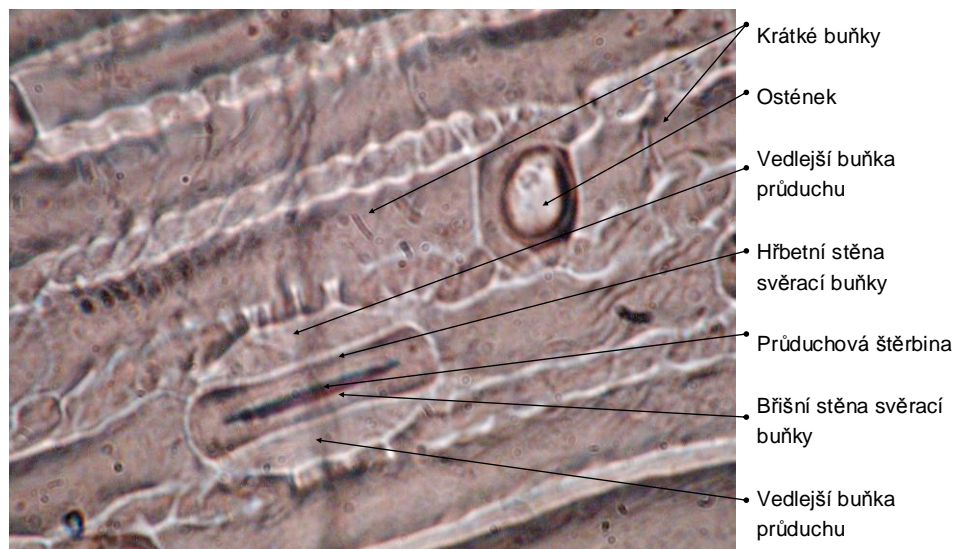
*Obr. 163: Otisk spodní epidermis pšenice (*Triticum sp.*) – celkový pohled*



Obr.

164:

Otisk spodní epidermis pšenice (Triticum sp.) – detail průduchu

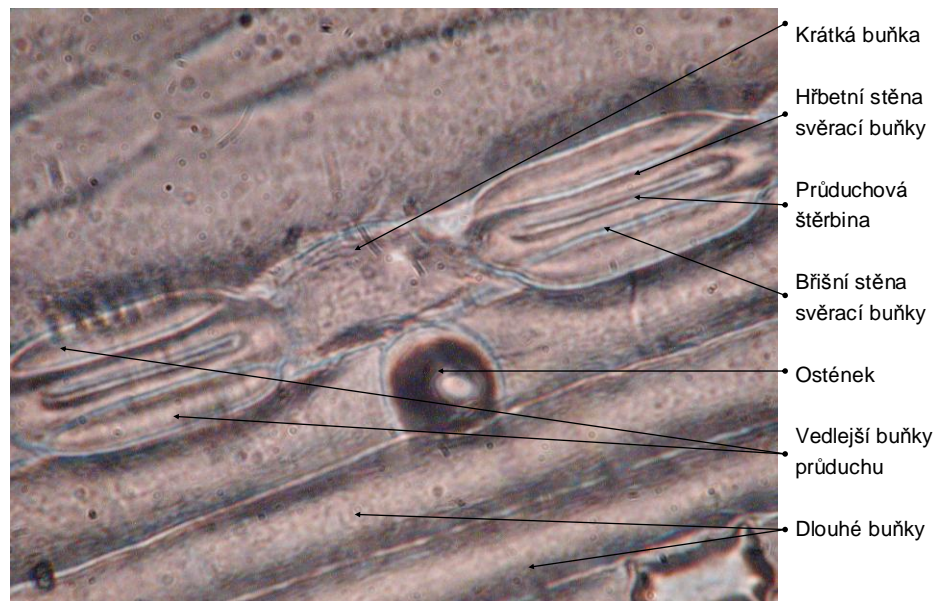


○ **Svrchní (adaxiální) epidermis pšenice**

Obr. 165: Otisk svrchní epidermis pšenice (Triticum sp.) – celkový pohled



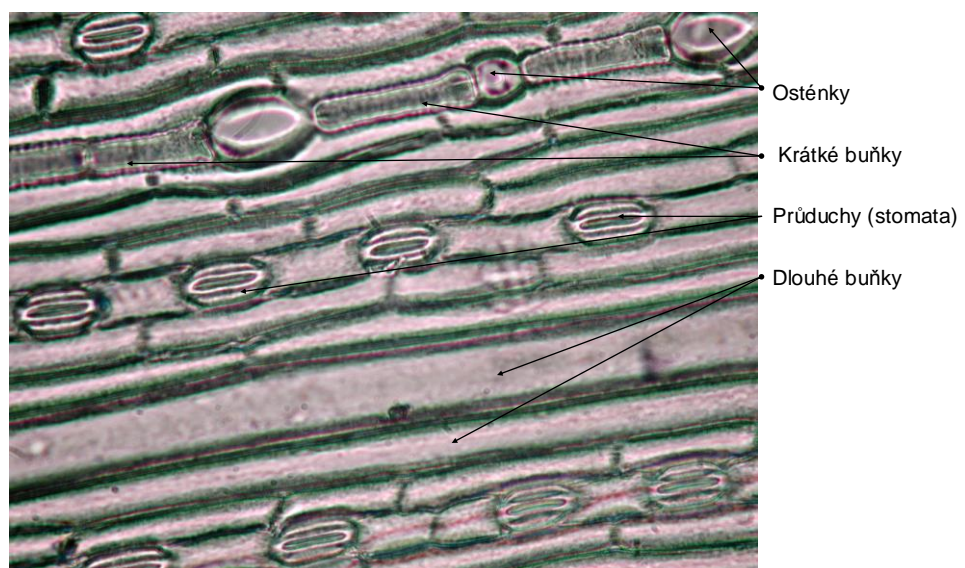
Obr. 166: Otisk svrchní epidermis pšenice (*Triticum sp.*) – detail průduchu



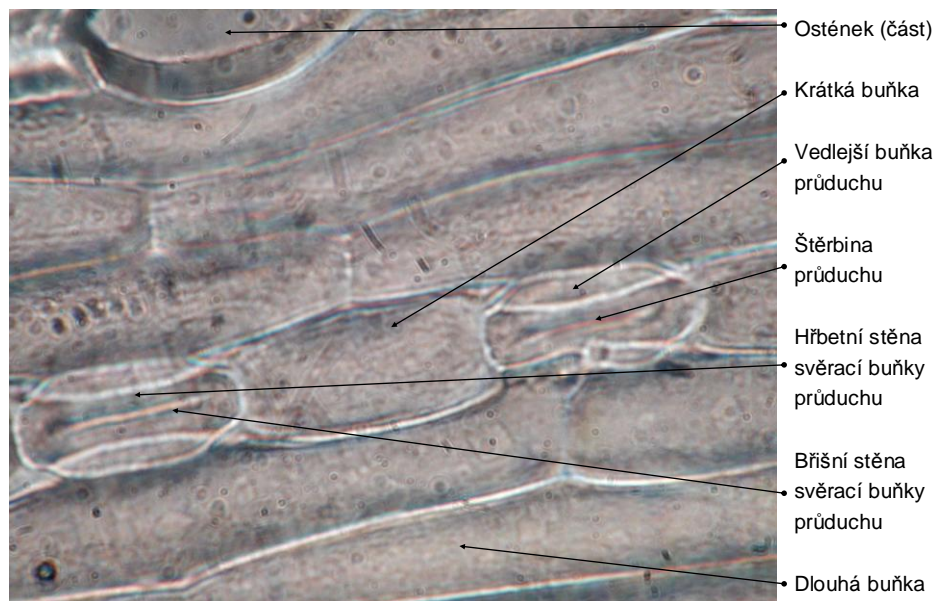
Otisk epidermis listu JEČMENE (*Hordeum vulgare*)

- **Spodní (abaxiální) epidermis ječmene**

Obr. 167: Otisk spodní epidermis ječmene (*Hordeum vulgare*) – celkový pohled

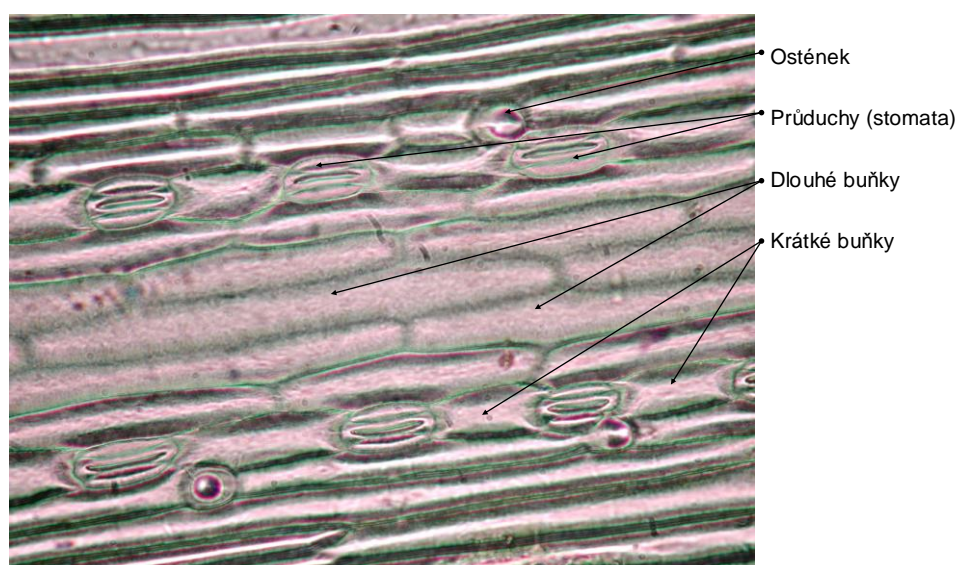


Obr. 168: Otisk spodní epidermis ječmene (*Hordeum vulgare*) – detail průduchu

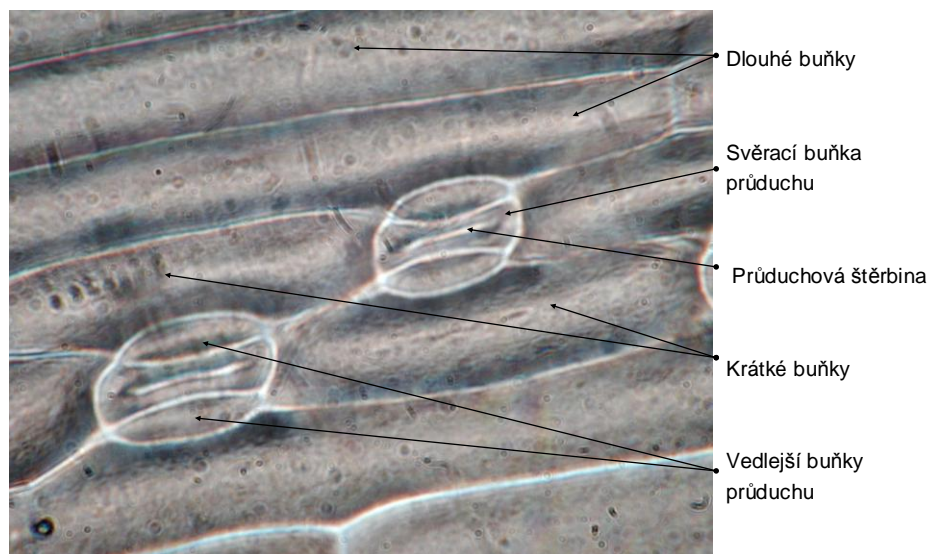


○ Svrchní (adaxiální) epidermis ječmene

Obr. 169: Otisk svrchní epidermis ječmene (*Hordeum vulgare*) – celkový pohled



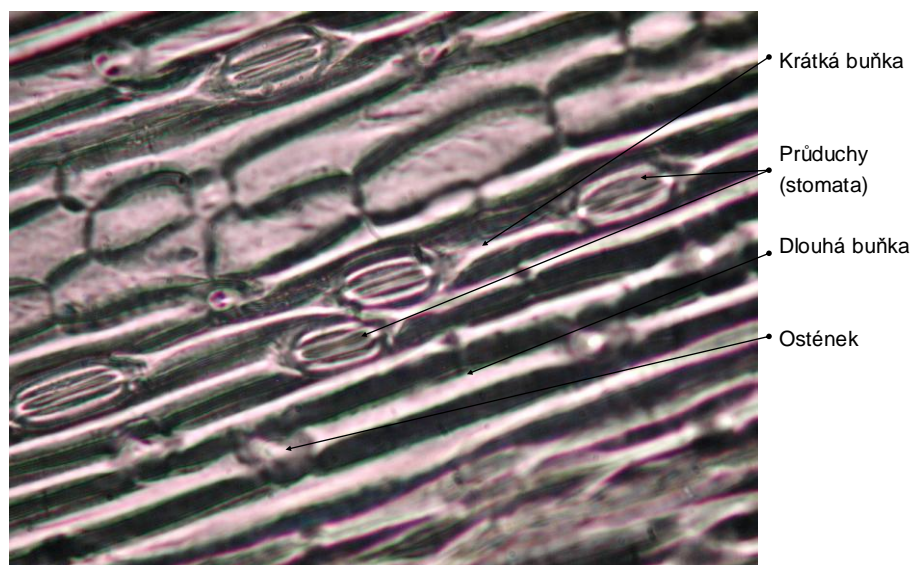
Obr. 170: Otisk svrchní epidermis ječmene (*Hordeum vulgare*) – detail průduchu



Otisk epidermis listu ŽITA (*Secale cereale*)

- **Spodní (abaxiální) epidermis žita**

Obr. 171: Otisk spodní epidermis žita (*Secale cereale*) – celkový pohled

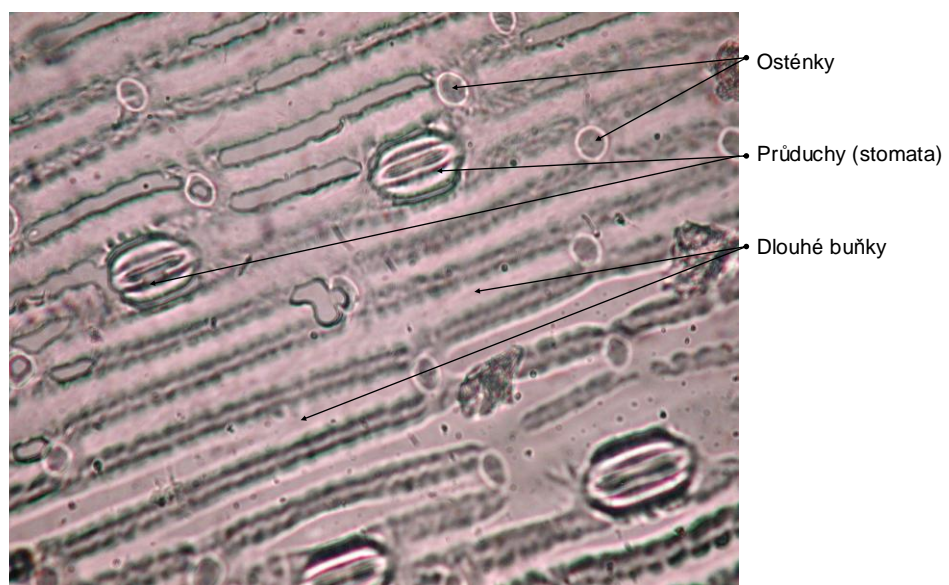


Obr. 172: Otisk spodní epidermis žita (*Secale cereale*) – detail průduchu

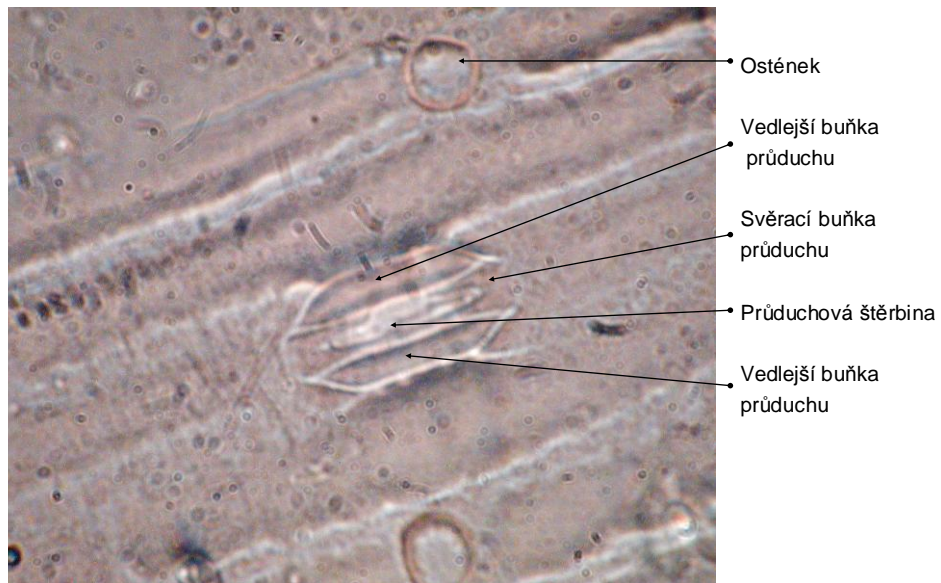


○ Svrchní (adaxiální) epidermis žita

Obr. 173: Otisk svrchní epidermis žita (*Secale cereale*) – celkový pohled



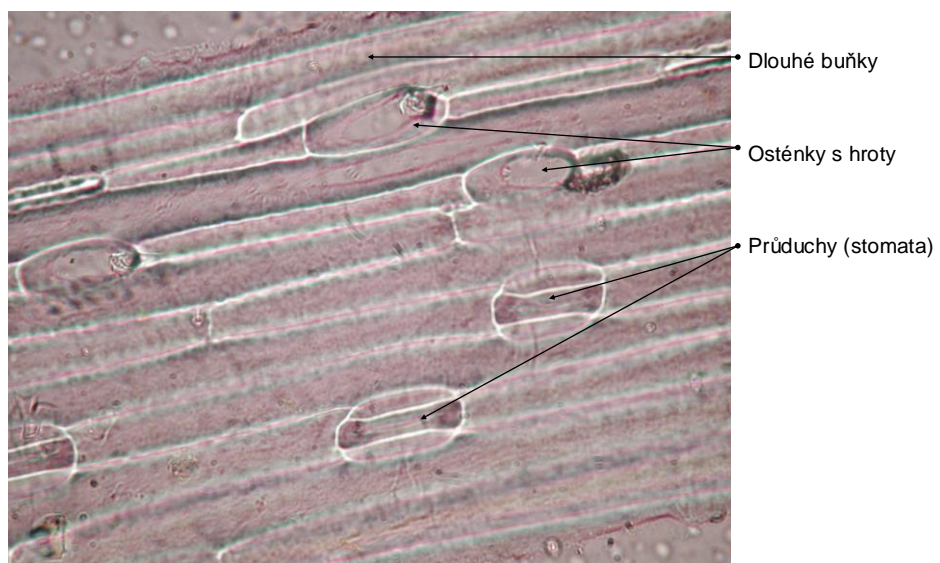
Obr. 174: Otisk svrchní epidermis žita (*Secale cereale*) – detail průduchu



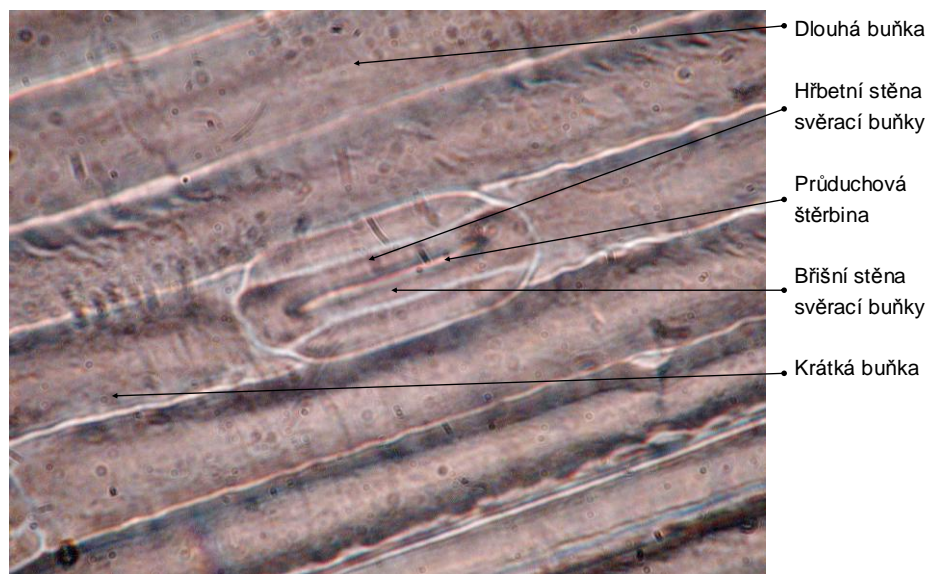
Otisk epidermis listu OVSA (*Avena sativa*)

- **Spodní (abaxiální) epidermis ovsa**

Obr. 175: Otisk spodní epidermis ovsa (*Avena sativa*) – celkový pohled

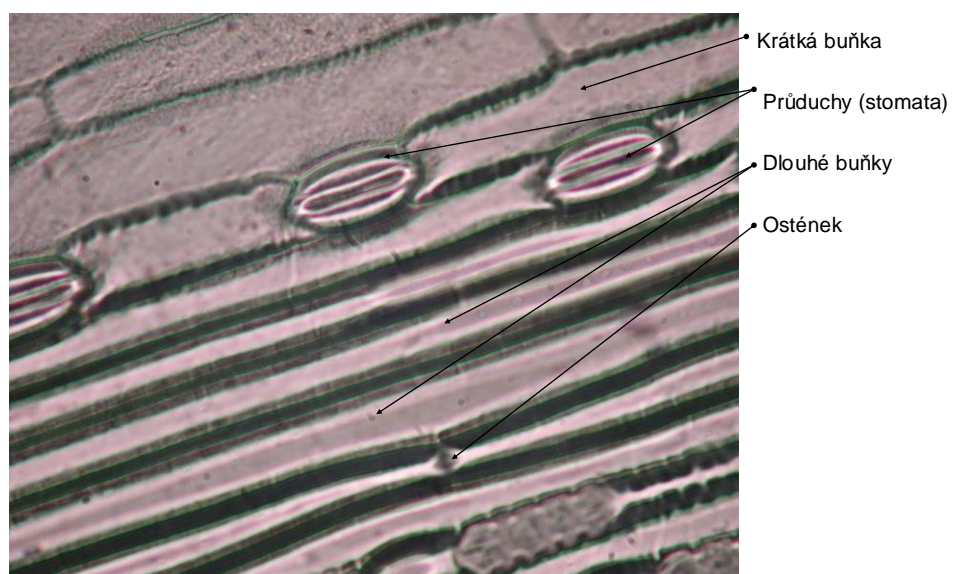


Obr. 176: Otisk spodní epidermis ovsa (*Avena sativa*) – detail průduchu

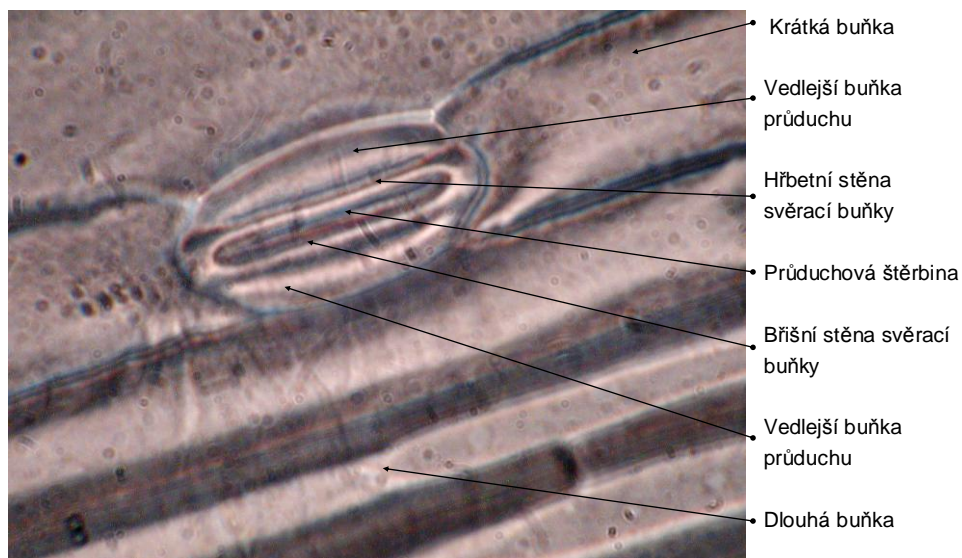


○ Svrchní (adaxiální) epidermis ovsa

Obr. 177: Otisk svrchní epidermis ovsa (*Avena sativa*) – celkový pohled



Obr. 178: Otisk svrchní epidermis ovsa (*Avena sativa*) – detail průduchu



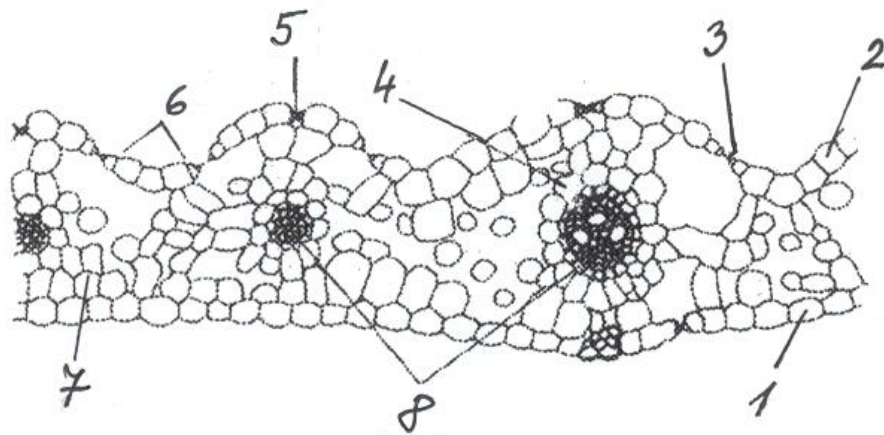
- **Příčný řez listem obilnin**

Obilniny mají ekvifaciální typ listu, což znamená, že svrchní (adaxiální) a spodní (abaxiální) epidermis (viz. obr. 179, 180, 181, 182) se od sebe příliš neliší a průduchy se nacházejí na obou stranách pokožky. Také tvar a uspořádání mezofylu (viz. obr. 179, 180, 181, 182) je na obou stranách přibližně stejné. Stavba listu obilnin je charakteristická pro C_4 rostliny (C_4 typ fotosyntézy), protože je pro ně typické věčité uspořádání chlorenchymu.

V svrchní (adaxiální) pokožce (viz. obr. 179, 180, 181, 182) se nacházejí velké parenchymatické buňky zvané buliformní buňky nebo-li ohýbací buňky (viz. obr. 179, 180), které umožňují podélné svinování listové čepele v době sucha (ochrana před nadměrným vypařováním vody). Na pokožce se nacházejí papily (viz. obr. 182), jenž představují vychlípeniny vnější stěny pokožky (papily lze řadit mezi trichomy).

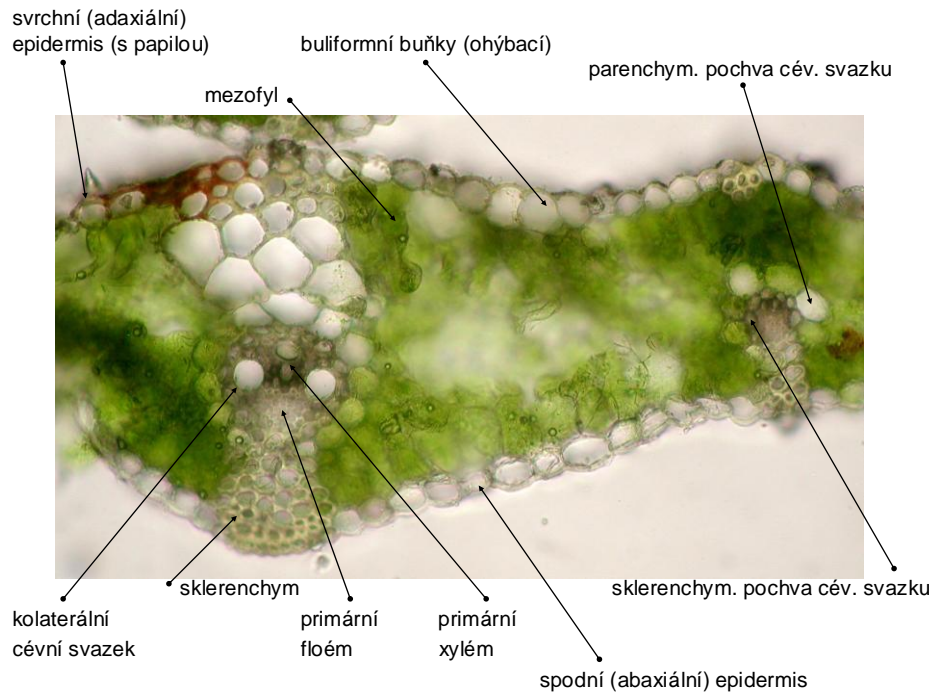
Umístění cévních svazků (viz. obr. 179, 180) je ve stejné vzdálenosti mezi svrchní a spodní epidermis. Xylém ve svazku cévním je vždy orientován ke svrchní (adaxiální) straně pokožky. Kolem kolaterálních cévních svazků je patrná vnitřní sklerenchymatická pochva (viz. obr. 180, 181, 182) a vnější parenchymatická pochva (viz. obr. 180, 181.).

Obr. 179: Příčný řez listem (listovou čepelí) pšenice obecné (*Triticum sp.*) (Pazourek, 1986)

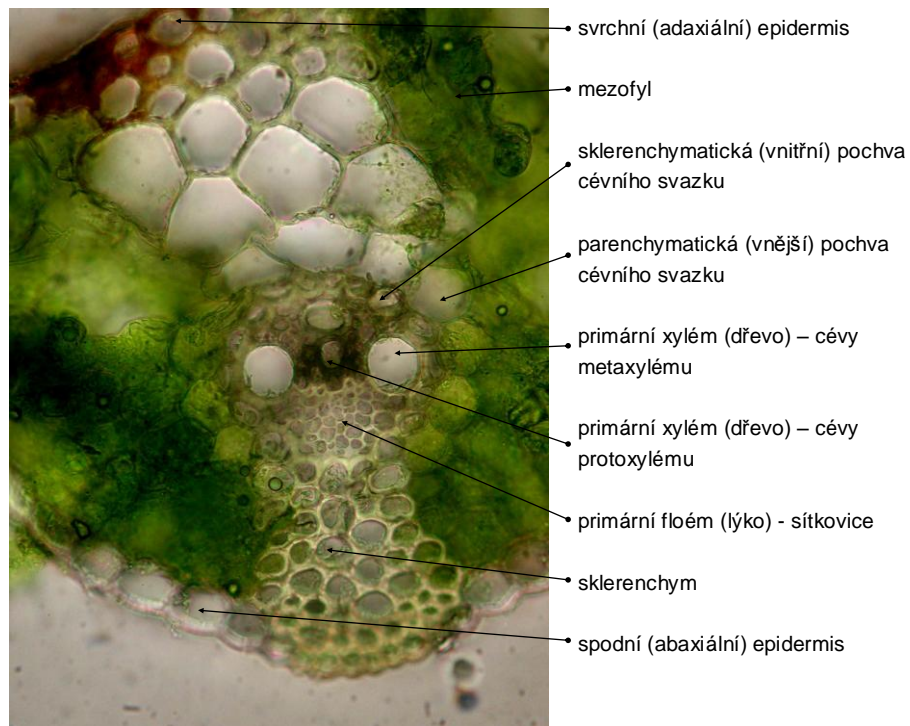


- | | |
|--|-------------------------------|
| 1) spodní (abaxiální) pokožka | 5) sklerenchym |
| 2) svrchní (adaxiální) pokožka | 6) ohýbací (buliformní) buňky |
| 3) průduch (<i>stoma</i>) | 7) mezofyl |
| 4) parenchymatická pochva svazku cévního (vnější pochva) | 8) kolaterální svazky cévní |

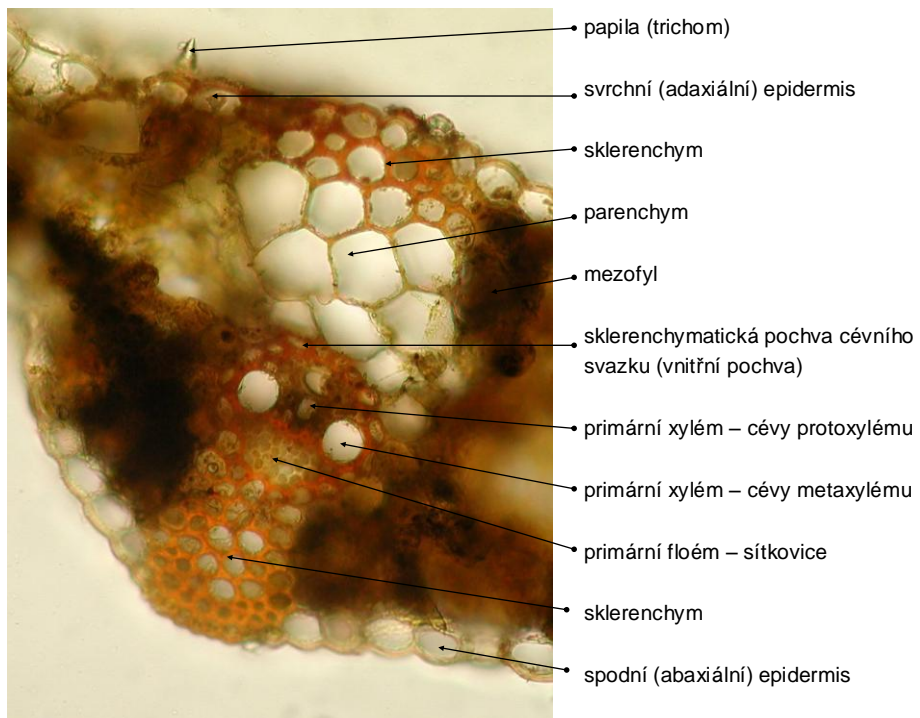
Obr. 180: Příčný řez listovou čepelí ječmene obecného (*Hordeum vulgare*) – celkový pohled



Obr. 181: Příčný řez listovou čepelí ječmene obecného (*Hordeum vulgare*) – detail kolaterálního cévního svazku



Obr. 182: Příčný řez listovou čepelí ječmene obecného (*Hordeum vulgare*) – detail kolaterálního cévního svazku (obarveno chlorzinkjodem)



- **Gutace**

Slzení květin se odborně označuje jako gutace (viz. obr. 183). Díky tomu může rostlina vylučovat přebytečné množství vody. Kapky jsou vylučovány pomocí tzv. hydatod, které se obvykle nacházejí na okrajích listů. Tyto hydatody jsou otvory v pokožce listu podobné průduchům, ale na rozdíl od nich však zůstávají obvykle trvale otevřeny. Hydatody vylučují kapky vodních roztoků solí (především vápenatých), které po odpaření zůstávají v podobě drobných, bílých šupinek na listu, ale také se z hydatod uvolňují sacharidy a organické látky. Gutace je velice častá u tropických rostlin, ale můžeme jí také pozorovat u kontryhelu nebo jahodníku (nejlépe brzy z rána).



Obr. 183: Gutace mladé klíčící pšenice (Triticum sp.)

3.2.4. KVĚTENSTVÍ, KVĚT

Probírání učiva týkajícího se květenství a květu samotného lze zařadit do výuky reprodukčních (generativních) orgánů (např. typ květu, stavba květu, květenství, atd.). Žáci mohou provádět rozbor květu obilnin, kdy při preparaci květu nalézají tyto struktury: plevy, pluchy, plušky, tři tyčinky, semeník s bliznou a plenky (*lodikuly*). Velkou pozornost lze věnovat především květním obalům a tyčinkám (nejlépe se pozorují tyčinky žita, protože jsou dosti velké a pouhým okem patrné). Ze získaných informací lze vytvořit květní vzorec a také i květní diagram. Žáci také mohou zkoumat jaký typ květenství mají naše nejvýznamnější obilniny (např. vysvětlit co je klas, lata, palice). V době kvetení se dají zkoumat pylová zrna a pomocí lupy také tyčinky, které „vyčnívají“ z kvítků.

Během studia anatomie květu obilnin lze využít např. příčný řez prašníku nebo semeníku.

Vzdělávací cíle žáka:

Žák:

- popíše stavbu květu obilnin
- vyjmenuje jednotlivé části květu obilnin
- dokáže určit typ květenství u vybraných druhů obilnin
- napíše květní vzorec a podle něj nakreslit květní diagram
- vyjmenuje květní obaly a k čemu slouží
- objasní stavbu a funkci tyčinek a pestíků
- spočítá počet tyčinek v květu
- nakreslí a popíše příčný řez prašníkem

Květenství (viz. obr. 184) lipnicovitých tedy i obilnin je klas (u pšenice, ječmene a žita) nebo lata (u ovsa). Tvoří jej jedno- či vícekvěté klásky (viz. obr. 188, 189, 190, 191), které mají zespodu zpravidla dvě plevy (viz. obr. 186, 188, 189, 191). Květy (viz. obr. 187) jsou uspořádány ve dvou řadách v úžlabí pluch (viz. obr. 186, 187, 188, 189, 190, 191) /plucha = přeměněné podpůrné listeny květů/. V květech stojí proti pluche menší blanitá, obvykle dvojžilná pluška (viz. obr. 186, 187, 188, 189, 191, 196, 197) /pluška = vzniká srůstem dvou listů vnějšího kruhu okvětí/, která je na špičce vykrojená (proto tvoří dva zuby). Plenky (*lodikuly*) (viz. obr. 187, 192) /plenky = dva zmenšené lístky vnitřního okvětí/ oddělují pluchu od tyčinek, během kvetení se zvětšují (zduří), čímž oddalují pluchu od plušky a tím se usnadní uvolnění prašníku a blizny. Květy jsou většinou oboupohlavné. Osinou (*arista*) (viz. obr. 186, 189, 190) (je vláskovitý nebo štětinovitý výrůstek) je zakončena plucha, jenž patří mezi ochranné obaly semene a chrání jej při dozrání proti poškození. Tyčinky jsou v kvítku nejčastěji po třech. Do středu vrtivých prašníků (viz. obr. 193, 194) jsou vetknuté nitky (proto se prašníky lehce otáčejí). Semeník (viz. obr. 192) srůstá ze tří plodolistů, na něm jsou nejčastěji dvě dlouhé blizny. Blizny (viz. obr. 192) jsou rozeklané pérovité kvůli snadnějšímu zachycení pylových zrn. Semeník obsahuje jediné vajíčko, to později dozrává v obilku, která může být opatřena osinou. Rostliny z čeledi lipnicovitých patří mezi větrosnubné rostliny, protože mají redukované květní obaly. V době kvetení (viz. obr. 185) vyčnívají tyčinky na dlouhých nitkách z kvítků obilnin.

Když začnou dozrávat pohlavní orgány, dochází ke kvetení buďto samosprašnému (u pšenice, ječmene, ovsa, prosa a rýže) nebo u některých obilnin (např. žito, kukuřice, pohanka) i cizosprašnému.

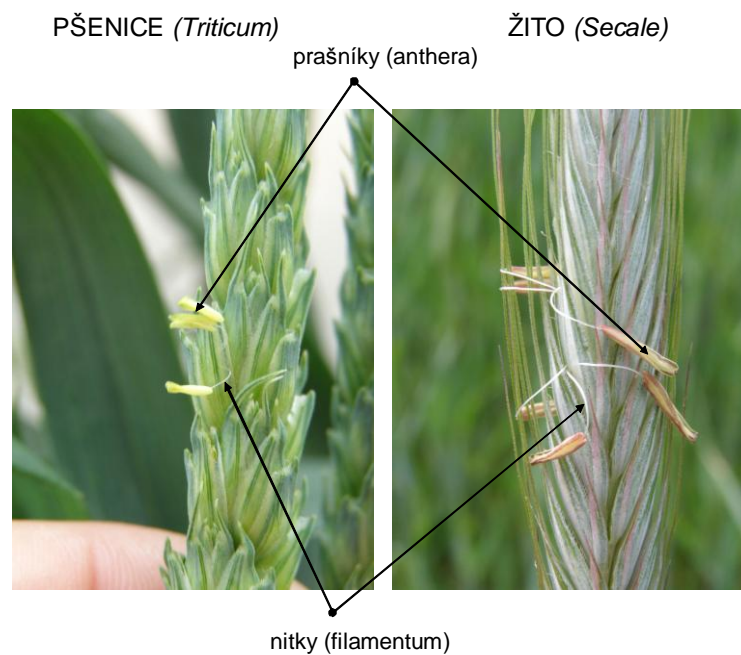
- **Květenství obilnin**

Obr. 184: Květenství obilnin - klas a lata



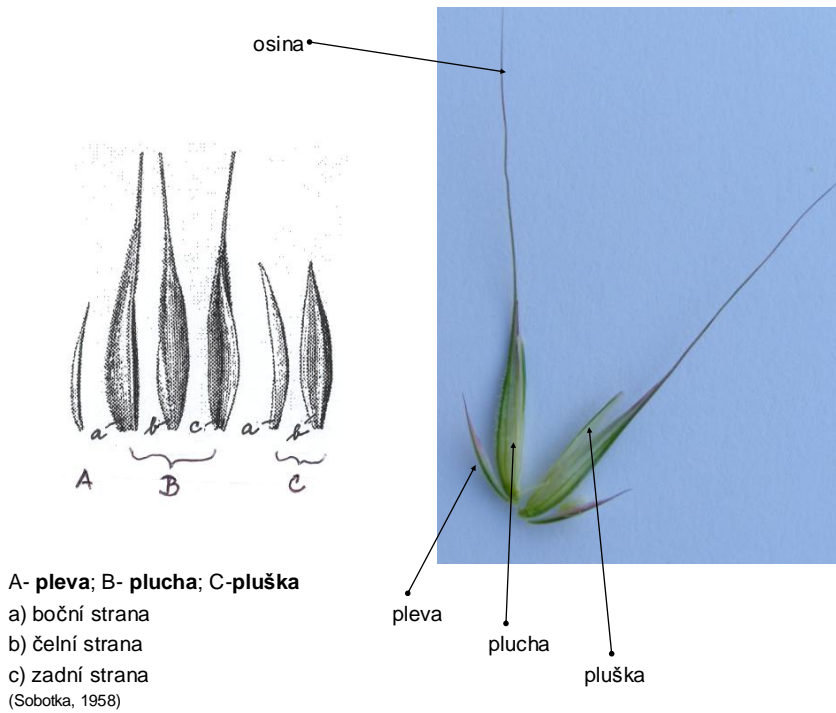
- **Kvetení obilnin**

Obr. 185: Kvetoucí pšenice (Triticum) a žito (Secale)



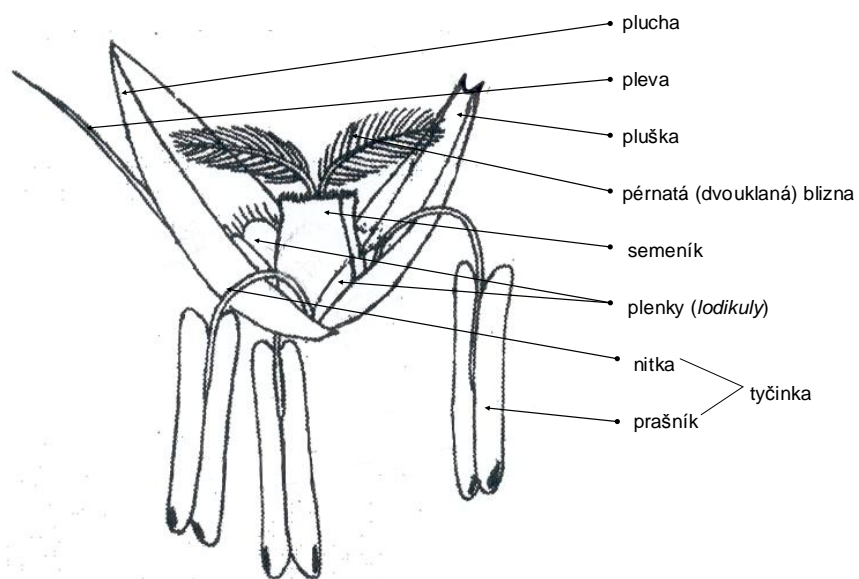
- **Květní obaly obilnin**

Obr. 186: Květní obaly (pleva, plucha, pluška) žita obecného (*Secale cereale*)



- **Květ obilnin**

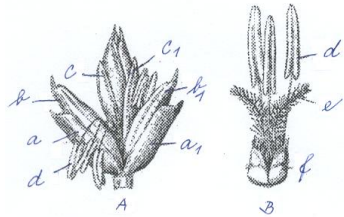
Obr. 187: Květ lipnicovitých (Kühn, 1999)



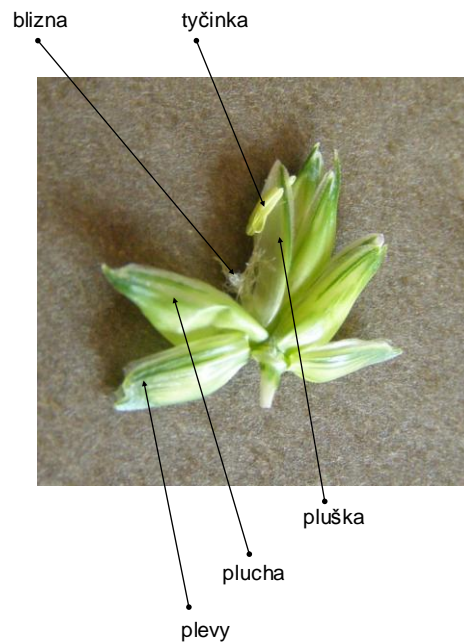
Kvetoucí klásek PŠENICE

Obr. 188: Kvetoucí klásek pšenice obecné (*Triticum sp.*)

A- kvetoucí klásek pšenice
B- detail kvetoucího klásku
(Sobotka, 1958)



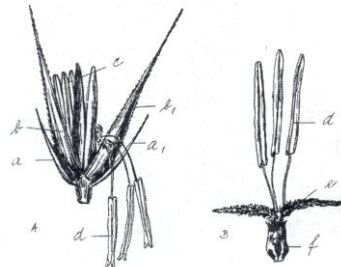
a- plevy
b- pluchy
c- plušky
d- tyčinka
e- pérovitá blizna
f- plenka (*lodikula*)



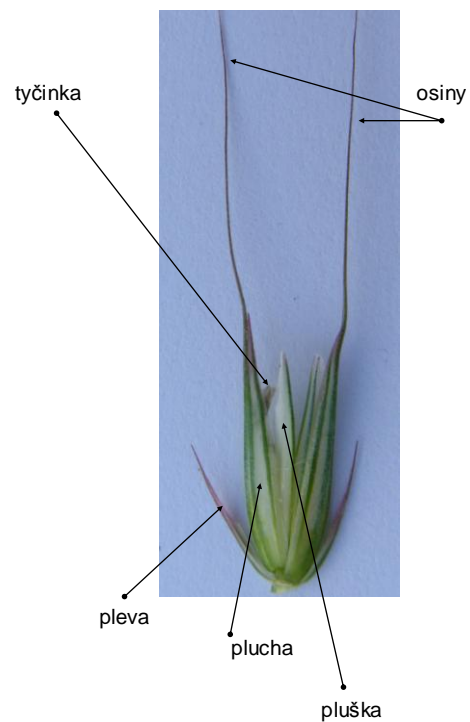
Kvetoucí klásek ŽITA

Obr. 189: Kvetoucí klásek žita obecného (*Secale cereale*)

A- kvetoucí klásek žita
B- detail kvetoucího klásku
(Sobotka, 1958)



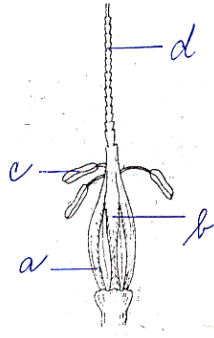
a- plevy
b- pluchy
c- plušky
d- tyčinka
e- pérovitá blizna
f- plenka (*lodikula*)



Kvetoucí klásek JEČMENE

Obr. 190: Kvetoucí klásek ječmene (*Hordeum vulgare*)

Detail středního klásku ječmene
(Sobotka, 1958)



a- pleva
b- plucha
c- tyčinky
d- osina



pleva

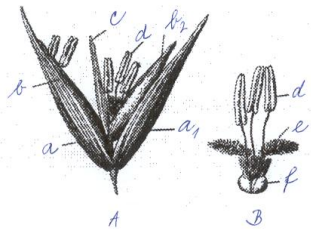
tyčinka

osina

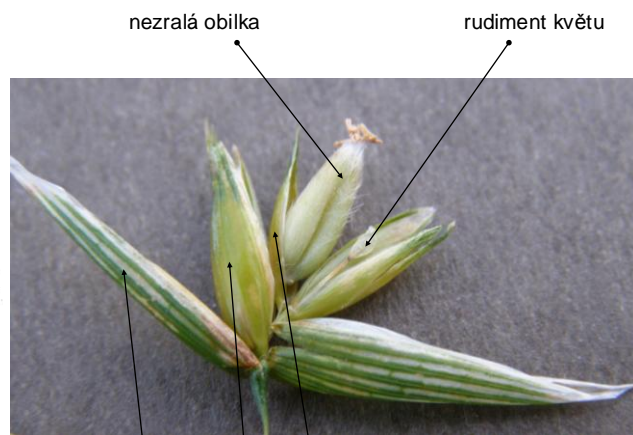
Kvetoucí klásek OVSA

Obr. 191: Kvetoucí klásek ovsa setého (*Avena sativa*)

A- kvetoucí klásek ovsa
B- detail kvetoucího klásku
(Sobotka, 1958)



a- plevy
b- pluchy
c- plušky
d- tyčinka
e- pérovitá blizna
f- plenka (*lodikula*)



nezralá obilka

rudiment květu

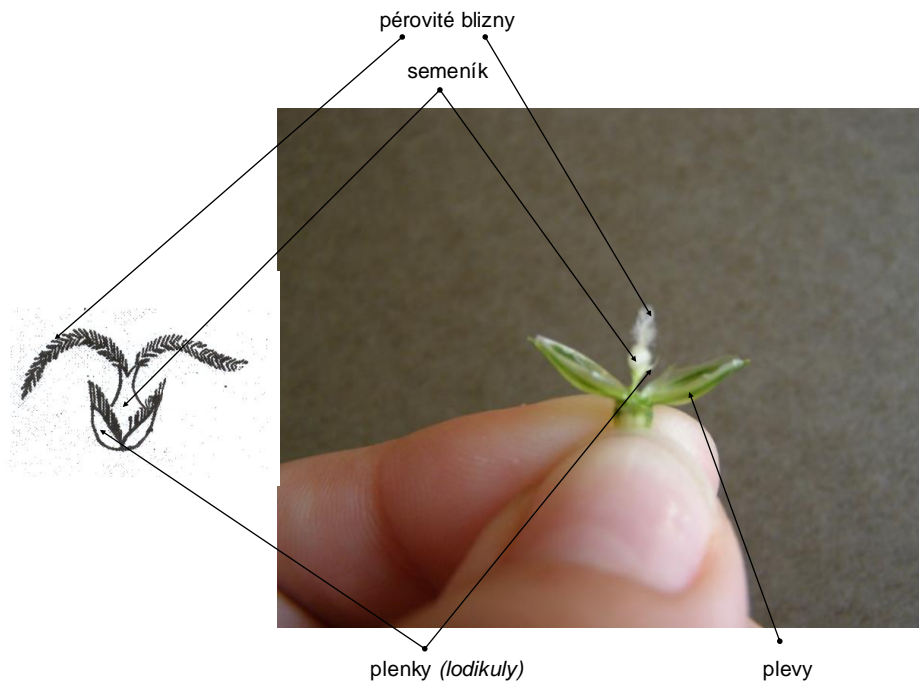
pleva

plucha

pluška

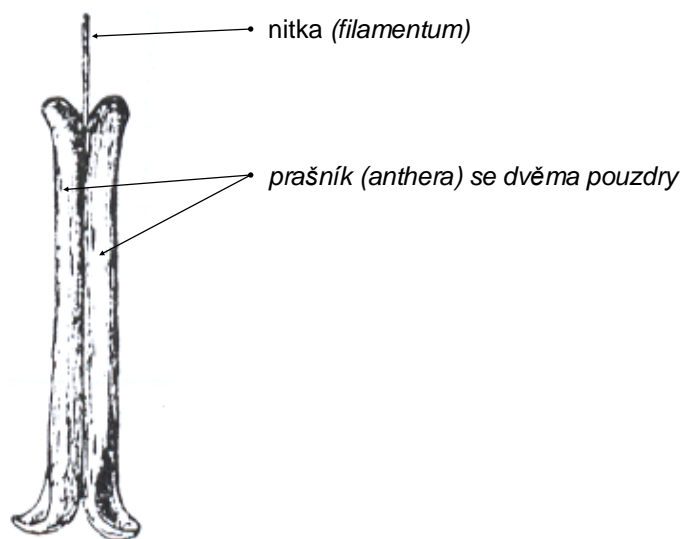
- **Pestík (*pistillum*)**

Obr. 192: *Semeník s pérovitou bliznou*

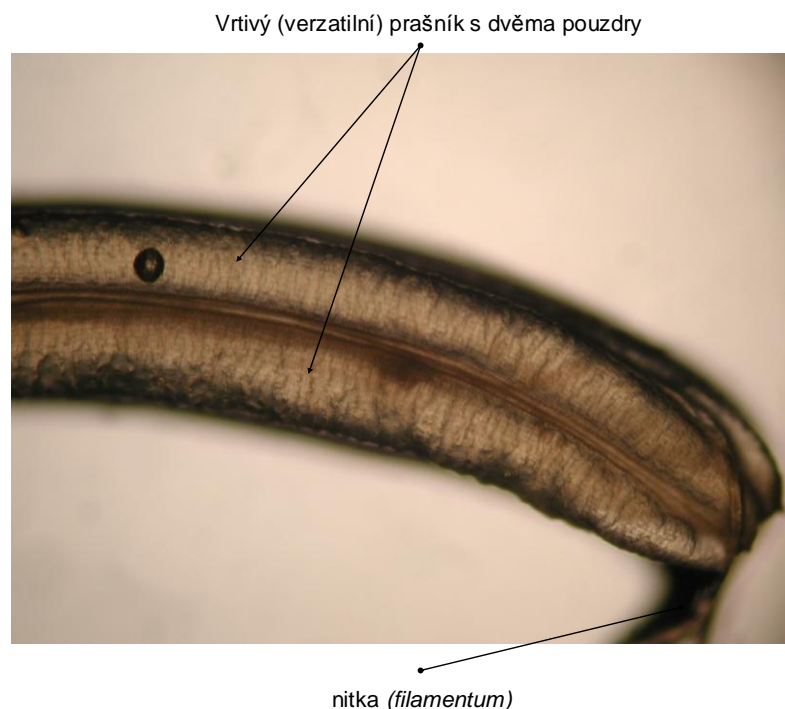


- **Prašník (*anthera*)**

Obr. 193: *Tyčinka (stamen) žita obecného (*Secale cereale*) (Kavina, 1950)*



Obr. 194: Vrtivý (verzatilní) prašník žita obecného (*Secale cereale*)



3.2.5. PLOD (obilka)

Při probírání tématu týkajícího se reprodukčních (generativních) rostlinných orgánů, lze do výuky (hodiny základního typu) zařadit učivo zahrnující typy plodů. Je dobré se zaměřit na plod obilnin zvaný obilka, poněvadž hraje velmi důležitou roli v životě každého z nás – setkáváme se s obilkou každodenně při konzumaci jídel (chléb, pečivo, krupice, pivo, atd.).

Především se zaměřit na způsob vzniku plodu, funkci plodu pro rostlinu, ale také na stavbu plodu a typy plodů. Žáci při určování plodu, musejí zařadit plod podle typu oplodí a také podle způsobu otevírání v době zralosti. Například obilka se řadí mezi suchý plod (podle typu oplodí) a nepukavý (podle způsobu otevírání v době zralosti).

Žáci také mohou pozorovat na příčném či podélném řezu vnitřní stavbu plodu.

Vzdělávací cíle žáka:

Žák:

- popíše jednotlivé části plodu
- schématicky zakreslí obilku

- umí odlišit obilku (plod obilnin) od ostatních plodů
- je schopen zhotovit velmi tenké příčné řezy obilkou
- zakreslí schématicky příčný řez obilkou a popíše jej

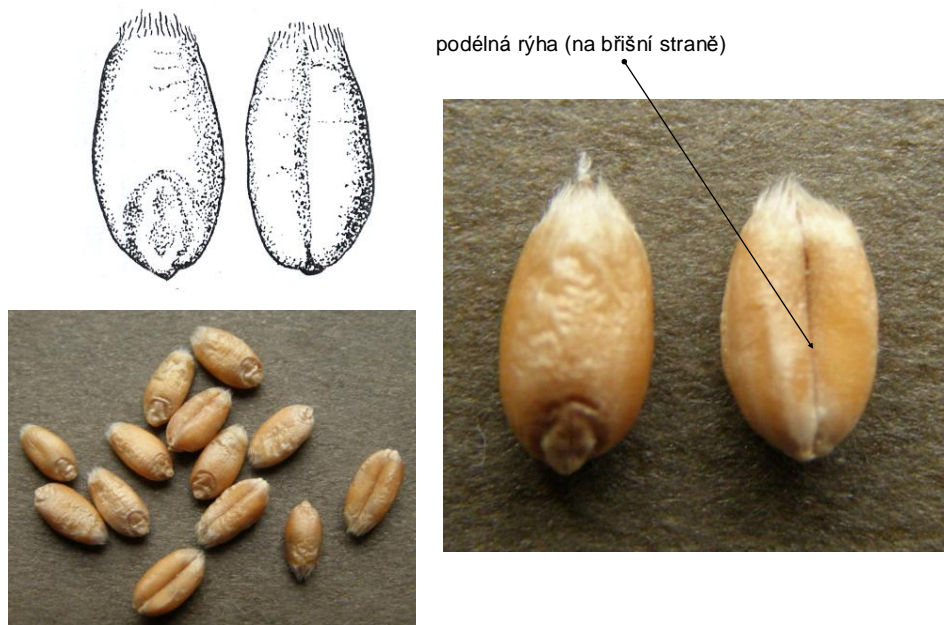
Plodem obilnin je obilka (*caryopsis*) (viz. obr. 195, 196, 197), která vznikla dokonalým srůstem tříplodolistového svrchního semeníku. Podle toho, zda na povrchu obilky jsou po výmlatu zachovány kvítkové orgány - plucha a pluška - rozlišujeme obilky pluchaté (viz. obr. 196, 197) (obilka je uzavřena pluchou a pluškou) a nahé (viz. obr. 195) (povrch obilky tvoří oplodí). Obilku tvoří tři hlavní části : obalové vrstvy, endosperm a zárodek. Obaly chrání obilku před nepříznivými vnějšími vlivy, jsou dva vnější oplodí a vnitřní osemení. Vnější obal zvaný oplodí (*perikarp*) tvoří jej jednovrstevná pokožka (*epidermis*), druhým obalem je osemení (*testa*), které je pod oplodím, ale nesrůstá s ním, obě vrstvy k sobě těsně přiléhají. Osemení tvoří vrstva barevných buněk, které dávají obilce typickou barvu a vrstva skelných buněk (hyalinová membrána). Další částí obilky je endosperm, který zaujímá největší hmotnost obilky (asi 89%). Vnější část endospermu je tvořena jednou nebo více vrstvami aleuronových buněk, které mají vysoký obsah bílkovin. Vlastní endosperm je tvořen velkými tenkostěnnými buňkami se škrobovými zrny. Poslední částí obilky tvoří zárodek (*embryo*), který je uložen na bázi hřbetní strany obilky. Seshora je zárodek kryt oplodím a osemením. Štítek (*scutellum*) (viz. obr. 198), což je první děloha, přiléhá k endospermu. Na apikální straně je vzrostný vrchol (*plumula*) se základy listů, krytý blanitou pochvou (*koleoptile*) (viz. obr. 198, 199, 200). Na bazální straně je *hypokotyl* se zárodky kořínků. V zárodku je, podle druhu obilnin, uloženo 3 až 5 (někdy i více) kořínků. Prostřední zárodečný kořínek (*radicula*) (viz. obr. 198) kryje pochva zvaná *koleorrhiza*. Na vrcholu kořene je kořenová čepička (*calyptra*), která chrání meristematické buňky před poškozením. Na povrchu zárodku je epidermis, na které se v pozdějších vývojových fázích vytvoří kutikula. (Pulkrábek, 2004)

Zralá obilka (zrno) klíčí až po ukončení klidového stádia, ale může také vyklíčit i obilka v mléčné zralosti. Délka klíčení je závislá na druhu a odrůdě obilnin. Klíčení začíná tzv. bobtnáním obilky již po 24-36 hodinách díky příjmu vody. Objeví-li se na povrchu půdy koleoptile nastává fáze vzcházení (viz. obr. 200).

Kořínky u mladých rostlinek ovsa se dosti rozrůstávají na všechny strany (viz. obr. 201), jenž jsou bohaté na vlásečnice než kořínky ostatních obilnin. Proto se oves řadí mezi tzv. hlubokokřenicí rostliny.

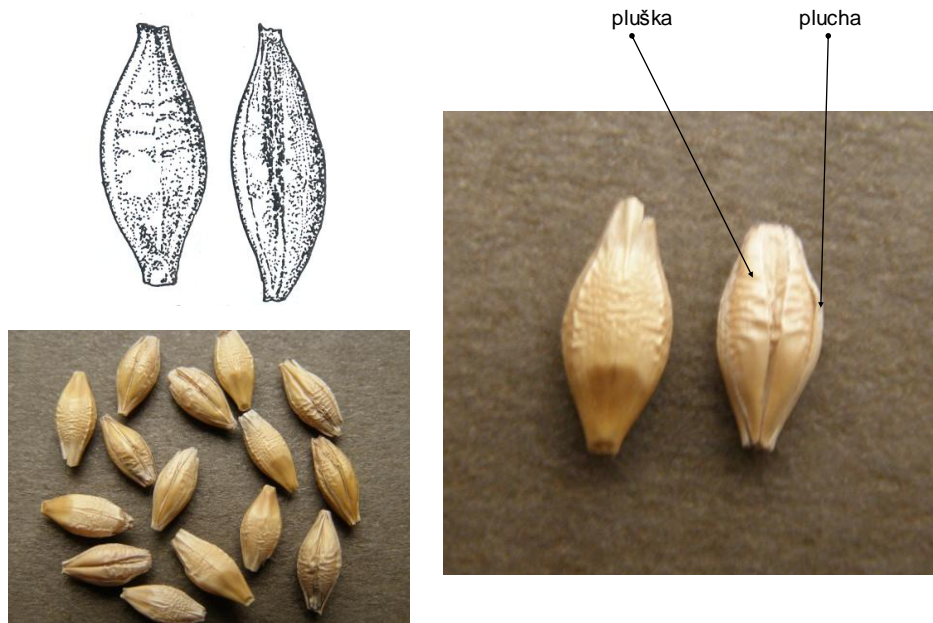
Obr. 195: Nahá obilka pšenice obecné (*Triticum sp.*)

Nahá obilka pšenice (*Triticum*)



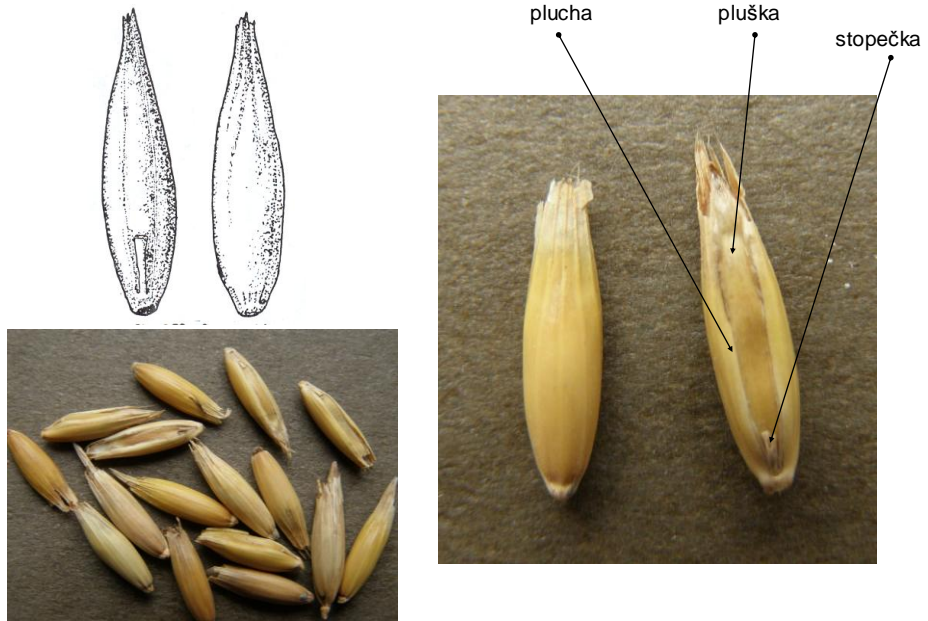
Obr. 196: Pluchatá obilka ječmene obecného (*Hordeum vulgare*)

Pluchatá obilka ječmene (*Hordeum*)



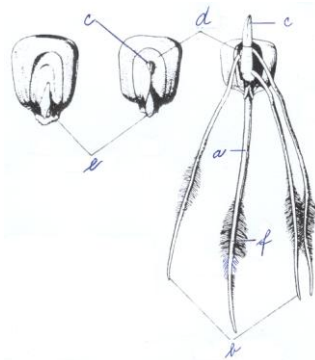
Obr. 197: Pluchatá obilka ovsa setého (*Avena sativa*)

Pluchatá obilka ovsa (*Avena*)



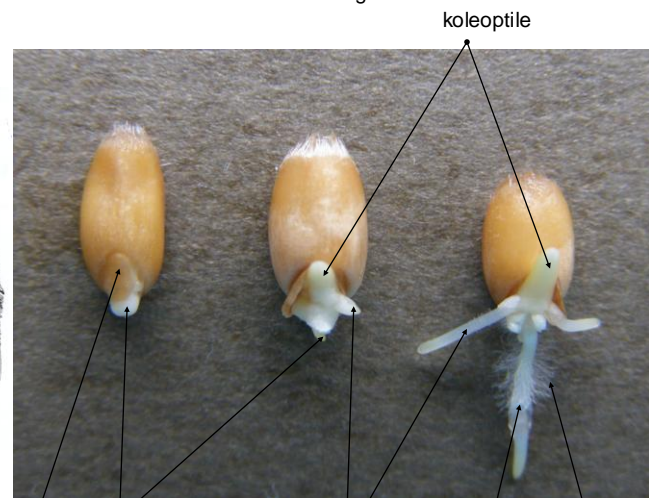
Obr. 198: Klíčící obilka pšenice obecné (*Triticum sp.*)

Klíčící zrna (obilka) kukuřice (*Zea mays*)
- schéma
(Luxová, 1974)



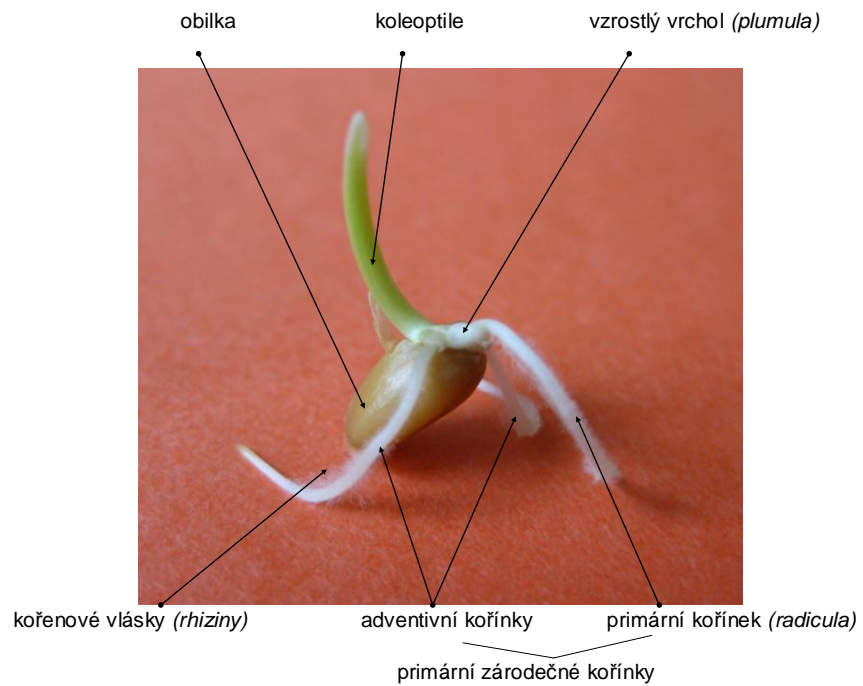
- a- primární kořen
- b- adventivní kořeny
- c- koleoptile
- d- štítek (*scutellum*)
- e- koleorhiza
- f- kořenové vlásky (*rhiziny*)

Klíčící obilka pšenice (*Triticum sp.*)
- makrofotografie

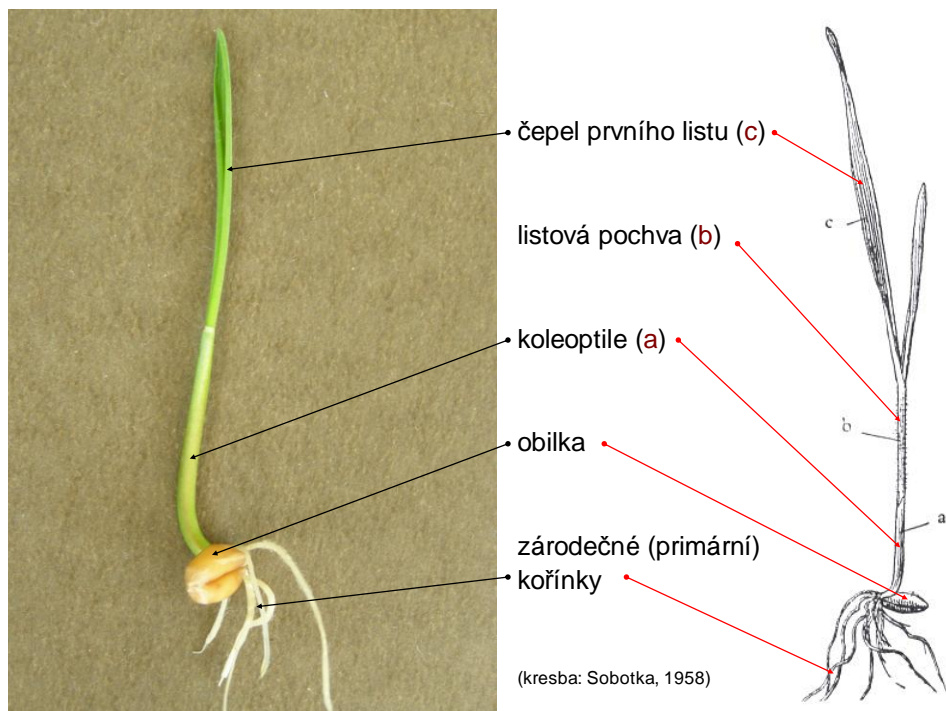


- koleoptile
- štítek
- koleorhiza
- adventivní zárodeční kořínky
- primární zárodeční kořínek (*radicula*)
- rhiziny

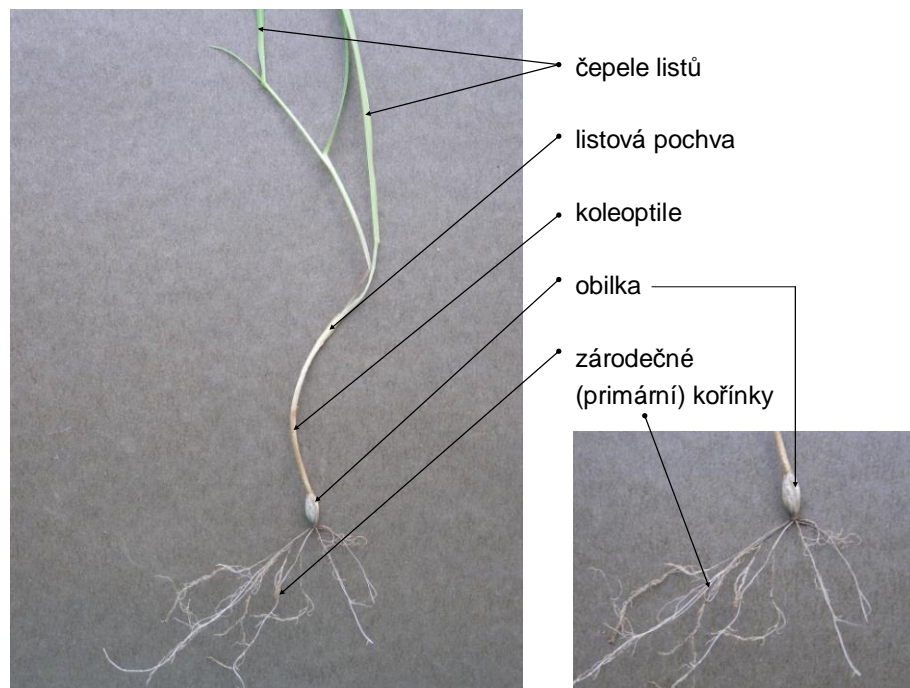
Obr. 199: Detail klíčící obilky pšenice obecné (*Triticum sp.*)



Obr. 200: Klíčící rostlinka pšenice obecné (*Triticum sp.*) – **ve fázi vzcházení** (týden po klíčení)



Obr. 201: Mladá rostlinka ovsa setého (*Avena sativa*) – **vytvořen čtvrtý list** (po měsíci od klíčení)



4 Diskuze

V této diplomové práci byla přehledně prostudována anatomická a také morfoloická stavba rostlinných vegetativních (kořen, stéblo a list) i generativních orgánů (květ a plod). Tyto zkoumané rostliny (pšenice, ječmen, žito a oves) jsou považovány za kulturní plodiny nazývané jako obilniny (někdy také obiloviny), patřící do čeledě lipnicovitých (*Poaceae*). Obilniny jsou typickým zástupcem jednoděložných rostlin, poněvadž splňují všech pět základních znaků jednoděložných rostlin (klíčí v jednu dělohu; hlavní kořen zakrňuje a jeho funkci přebírají postranní /adventivní/ kořeny → je to tzv. homorhizie; cévní svazky jsou rozptýlené na celém průřezu, chybí kambium → druhotně netloustnou; listy mají souběžnou žilnatinu; květy převážně stavěné podle č. 3 → trojčetné květy s vyvinutým okvětím). Proto je velmi výhodné zařadit do hodin (základního typu) biologie obilniny, jakožto zástupce jednoděložných rostlin nebo se o nich zmínit při probírání jednotlivých rostlinných orgánů v rámci anatomie a morfoloie rostlin, především pro jejich snadnou dostupnost. Podle mého názoru, se o obilninách v hodinách biologie žáci dozvídají poměrně málo, i přesto že hrají velmi důležitou roli v životě u každého z nás. Jsou našim každodenním pokrmem, a tudíž se s nimi setkáváme denně (rostou na polích okolo nás), i když si to člověk mnohdy ani neuvědomuje.

Na příčném řezu zárodečným kořínkem obilniny je velmi dobře viditelná pokožka (*epidermis*) s kořenovým vlášením (*rhiziny*), primární parenchymatická kůra, endodermis, pericykl, a také polyarchní svazek cévní, jenž je součástí středního válce. Tento svazek cévní je označuje jako tzv. *exarchní svazek cévní*, který má vždy protoxylém orientován u obvodu a metaxylém ve středu cévního svazku (pozor – u stonku je orientace opačná). Ve středu kořínku je patrná centrální céva.

Při zhotovování příčných řezů stéblem (řez asi 50 mm pod klasem), jsou na nich velice dobře patrné tyto struktury: pokožka (*epidermis*), primární kůra a dřev, uzavřené kolaterální svazky cévní a rhexigenní dutina, která se s rostoucí tloušťkou stébla zvětšuje. Velmi pěkně jde vidět orientace cévních svazků, kdy primární xylém (dřevo) je orientován ke středu stébla (blíže rhexigenní dutině) a primární floém (lýko) je umístěn na straně blíže obvodu stébla (tedy blíže k pokožce).

Při porovnávání příčných řezů stéblem obilnin si lze povšimnout tloušťky hypodermis. Ječmen obecný (*Hordeum vulgare*) má nejméně vrstev sklerenchymatické hypodermis, kdežto žito obecné (*Secale cereale*) má dosti patrné (silné) vrstvy této sklerenchymatické hypodermis. Podle mého názoru, se na tloušťce sklerenchymatické hypodermis podílí hlavně výška rostliny, protože tyto plodiny musí odolávat vnějším vlivům (např. vítr a déšť způsobující poléhání těchto rostlin) počasí. Žito (*Secale*) dosahuje výšky i okolo 1,5 m (někdy i více), a proto musí být jeho stéblo dosti zpevněno, aby nedocházelo k poléhání. Naproti tomu je, z těchto čtyř zkoumaných obilnin, nejnižší ječmen (*Hordeum*), který má u některých kultivarů výšku pohybující se okolo 0,4-0,5 m, a tudíž nemá tolik vrstev sklerenchymatické hypodermis. Nebo se snad na tloušťce sklerenchymatické hypodermis podílí také to, zda se jedná o ozimou nebo jarní formu. U ozimé formy bude, podle mého názoru, tloušťka větší (silnější), protože se seje na podzim předešlého roku (roste déle než jarní forma a vnější vlivy počasí na ně působí také po delší dobu). Ale tento názor by potřeboval ještě více upřesnit dalším a dlouhodobějším zkoumáním těchto obilnin.

Na příčném řezu listovou čepelí je patrná svrchní (adaxiální) epidermis obsahující více průduchů umožňující transpiraci, a také tzv. buliformní (ohýbací) buňky, jenž slouží obilninám (ale také i jiným travinám) k narovnávání polehlých stébel. Na svrchní (i na spodní, ale je jich méně) pokožce, mezi dlouhými epidermálními buňkami, se nacházejí osténky, které jsou tvrdé vakovité buňky zakončené hrotem obráceným ke špičce listu. Proto při přejetí prstem přes listovou čepel obilnin, směrem od špičky k jeho bázi, lze cítit drsnost listu. Osténky patří mezi zvláštní typ trichomu. Spodní (abaxiální) epidermis obsahuje také (ale v menším počtu) průduchy. Stomata (průduchy) obilnin jsou typu *graminoidní*

(trávovitý), mající piškotovitý tvar a nerovnoměrně ztloustlé stěny (hřbetní stěny jsou tenké a břišní stěny ztloustlé).

Velmi dobrým determinačním znakem obilnin jsou ouška (*auricula*) a jazýček (*ligula*). Tyto dvě struktury se nacházejí v místě mezi listovou pochvou a čepelí (ouška) a na vnitřní straně báze listové čepele (jazýček). Nejkratší (nejméně výrazný) jazýček má žito (*Secale*). Kdežto největší (nejvýraznější) jazýček má oves (*Avena*), kterému ale úplně chybí ouška. Oproti tomu má ječmen (*Hordeum*) nejdelší ouška, která objímají skoro celé stéblo.

Také pro každou obilninu je typický tvar a typ květenství. Kdy jediný oves (*Avena*) má z uvedených obilnin latu a ostatní (pšenice, ječmen a žito) mají klas. U nás pěstovaná pšenice (*Triticum*) je převážně bezosinatá, kdežto ječmen (*Hordeum*) a žito (*Secale*) mají dlouhé osiny. Ječmen se v květenství od žita liší zbarvením klasu a délkou osin (ječmen má nejdelší osiny a nezralý klas žito má šedavou barvu).

Na žitu (*Secale*) jsou nejlépe patrné nitky (*filamentum*), které jsou součástí tyčinek (samčích pohlavních orgánů). Obilniny mají v jednom kvítku přítomny tři tyčinky (květ stavěn podle č. 3). Součástí tyčinky je nejen nitka, ale také prašník (*anthera*), který je u obilnin tzv. vrtivý (verzatilní).

Květy obilnin jsou (většinou) oboupohlavní s velmi redukovanými květními obaly, které nejsou barevně rozlišené, tudíž opylení je *anemogamní* (pomocí větru). Tyto květní obaly vytváří okvětí (*perigon*), které (původně trojčetné) je zredukováno na jednu *plušku* (pluška – vznikla srůstem dvou listů vnějšího kruhu okvětí) a dvě plenky (*lodikuly*) (plenky – dva zmenšené lístky vnitřního kruhu okvětí, jejichž funkcí je oddalování pluch od plušky v době zralosti) a pluchu (plucha – přeměněné podpůrné listeny květů) s často dlouhou osinou. Každý klásek má zespodu zpravidla dva jalové podpůrné listeny zvané plevy.

Plodem obilnin je obilka (*caryopsis*) (suchý nepukavý plod), která může být nahá (u pšenice) nebo pluchatá obalená pluchou a pluškou v době zralosti (u ječmene, žita a ovsu). Jakmile začne obilka klíčit tak nejprve vyrůstá hlavní kořínek (*radicula*), a poté až ostatní zárodečné kořínky. Počet zárodečných kořínků se u jednotlivých druhů obilnin liší (ozimá pšenice má 3 kořínky, jarní pšenice 5 kořínků, ječmen 5-8 kořínků, žito a oves 4 kořínky). Klíčení obilky obilnin je *hypogeické* (podzemní), kdy děložní lístky zůstanou pod zemí a nad půdu prorůstá už jen první nadděložní článek zvaný *epikotyl*.

Ze získaných výsledků byly podle Kalouse vytvořeny u každého rostlinného orgánu vzdělávací cíle a podle Altmanna byly také zmíněny mezipředmětové vztahy (k zeměpisu, dějepisu, chemii, matematice a občanské výchově (viz. didaktická část této diplomové práce), jenž slouží k lepšímu a efektnějšímu pochopení učiva.

5 Závěr

Na závěr mohu podotknout, že obilniny, jakožto zástupci jednoděložných rostlin, jsou opravdu vhodnou rostlinou ke studiu anatomické a morfologické stavby vegetativních a generativních orgánů.

Cílem této mé diplomové práce bylo vytvořit celkový přehled našich nejvýznamnějších a nejdůležitějších obilnin (tedy pšenice, ječmene, žita a ovsa) a zhotovit výukového CD (viz. CD umístěné na konci této práce), které se dá uplatnit ve výuce jednoděložných rostlin nebo konkrétních rostlinných (vegetativních i generativních) orgánů v hodinách biologie, což jsem podle mého splnila. Také jsem u jednotlivých rostlinných orgánů vytvořila řadu vzdělávacích cílů, které by měly být nezbytnou součástí každé vyučovací hodiny (tyto cíle by měl učitel dodržovat, poněvadž se tím zefektivní výuka).

Součástí této diplomové práce je také pracovní sešit (viz. příloha), který nalezne uplatnění v praktických cvičeních z botaniky (nejen při samotné realizaci úkolů, ale také i k procvičování či opakování učiva týkajícího se hlavně obilnin). Dále jsem vytvořila (jak již bylo řečeno) výukové CD, které by mělo zpestřit a oživit výuku biologie. Tento pracovní sešit a CD může sloužit jednak učitelům (pro snadnější přípravu vyučovací hodiny), ale také samotným žákům (pro lepší motivaci a zvládnutí daného tématu). Tyto materiály (jak svým obsahem, ale také rozsahem) plně vyhovují učivu biologie na středních školách a uplatní se jednak v hodinách základního typu (např. anatomie a morfologie jednoděložných rostlin), ale také i v praktických cvičeních (náměty k pokusům).

Témata v pracovním sešitě a na výukovém CD jsou seřazeny takto: kořen, stonek (stéblo), list, květenství, květ a plod. Jednotlivé témata jsou na CD i v pracovním sešitě doplněny o spoustu schématických nákresů, obrázků a (mikro- a makro-) fotografií, čímž je uplatněná jedna z důležitých didaktických zásad (zásada názornosti, zásada spojení teorie s praxí). Na konci dílčích témat je celá řada otázek k procvičení a k zopakování, díky nimž učitel získá zpětnou vazbu (jak a do jaké míry si žáci dokázali osvojit dané učivo).

Závěrem chci říci, že pracovní sešit a výukové CD mohou posloužit pro zdokonalení osvojených poznatků a především k propojení teorie s praxí. Toto propojení je velmi důležité v každé vyučovací hodině, protože člověk si dokáže nejlépe zapamatovat to co na vlastní oči vidí a na vlastní uši slyší.

6 Literatura

- Altmann A. (1975): *Metody a zásady ve výuce biologie*. – SPN, Praha
- Benda V. et al. (2000): *Biologie II. - Nauka o potravinářských surovinách*. – Vysoká škola chemicko-technologická, Praha
- Bílek et al. (2008): *Konstruktivismus ve výuce přírodovědeckých předmětů*. – Univerzita Palackého, Olomouc
- Bumerl J. et al. (1997): *Biologie 1,2 pro střední odborné školy*. – SPN, Praha
- Čechová B. et al. (2006): *Nápadník pro rozvoj klíčových kompetencí ve výuce*. – SCIO, Praha
- Černohorský Z. (1967): *Základy rostlinné morfologie*. – SPN, Praha
- Dolejš K. (2002): *Botanika 1 - obecná botanika*. – Česká zemědělská univerzita, Praha
- Doležalová J. (2009): *Vzdělávání - výuka - cíle - obsah výuky*. – Gaudeamus, Hradec Králové
- Domin K. (1944): *Užitkové rostlin A. - část všeobecná*. – neuvedeno
- Dostál P. (2008): *Anatomie a morfologie rostlin v pojmech a nákresech*. – Univerzita Karlova, Praha
- Esau K. (1969): *Pflanzenanatomie*. – Veb Gustav Fischer Verlag, Jena
- Gazda J. et al. (1967): *Soustavná botanika pro pedagogické fakulty. Rostliny krytosemenné* – SPN, Praha
- Hendrych R. (1979): *Systém a evoluce vyšších rostlin*. – SPN, Praha
- Jelínek J. (1995): *Biologie prokaryot, nižších a vyšších rostlin, hub*. – FIN, Olomouc
- Kalhous Z. et Obst O. (2002): *Školní didaktika*. – Portál, Praha
- Kavina K. (1950): *Morfologie rostlin*. – Nakladatelství československých zemědělců, Praha
- Kincl L. et al.(1993): *Biologie rostlin pro 1. ročník gymnázií*. – FORTUNA, Praha
- Kühn F. (1999): *Zemědělská botanika - návody do cvičení ze speciální botaniky*. – Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno
- Luxová M. (1974): *Zemědělská botanika 1- Anatomie a morfologie rostlin*. – Státní zemědělské nakladatelství, Praha
- Mach P. (2007): *Didaktika odborných předmětů*. – Západočeská univerzita, Plzeň

- Mandžuková J. (2007): Potraviny pro zdravou výživu od A do Z. – Vyšehrad, Praha
- Manniche L. (2000): Egyptský herbář. – VOLVOX GLOBATOR, Praha
- Moudrý J. et Jůza J. (1998): Pěstování obilnin. – Jihočeská Univerzita, České Budějovice
- Navrátil L. (2010): Teorie učení. – DigiPort, Ostrava
- Nezvalová D. (2006): Rámcový a školní vzdělávací program. – Univerzita Palackého, Olomouc
- Nováček F. (1987): Praktikum z rostlinné organologie s přehledem morfologie zástupců rostlinné říše. – Univerzita Palackého, Olomouc
- Novák F. (1961): Vyšší rostliny. Tracheophyta. – ČSAV, Praha
- Pazdera J. et al. (2005): Cvičení ze speciální fyto techniky. – Česká zemědělská univerzita, Praha
- Pazourek J. (1986): Atlas anatomické stavby rostlin. – SPN, Praha
- Pazourek J. et Votrubová O. (1997): Atlas of Plant Anatomy. – Peres Publishers, Praha
- Petr J. (1999): Obiloviny, řepka a jejich kvalita. – Česká zemědělská Univerzita, Praha
- Petr J. et al. (1997): Speciální produkce rostlinná - I.část, – Česká zemědělská univerzita, Praha
- Průcha J et al. (1995): Pedagogický slovník. – Portál, Praha
- Pulkrábek et al. (2004): Speciální fyto technika. – Česká zemědělská univerzita, Praha
- Rovenská B. (1968): Anatomický atlas pšenice. – Academia, nakl.ČSAV, Praha
- Rovenská B. (1973): Anatomický atlas žita. – Academia, nakl. ČSAV, Praha
- Růžička E. et Růžičková B. (2007): Technologie vzdělávání. – Univerzita Palackého, Olomouc
- Řepka R. et Koblížek J. (2007): Systematická botanika. – Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno
- Skalický M. et Novák J. (2007): Botanika I. - Anatomie a morfologie rostlin. Česká zemědělská univerzita, Praha
- Sobotka M. et al. (1958): Atlas obilnin československých povolených a rayonovaných odrůd. –Státní zemědělské nakladatelství, Praha
- Sychra L. et al. (2001): Nové trendy a poznatky při pěstování obilnin. – Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno

- Šikula J. et al. (1965): Cvičení z botaniky a pícninářství. – SPN, Praha
- Šimon J. (1962): Pěstování rostlin část I. - Obilniny. – SPN, Praha
- Šebánek J. et al. (1983): Fyziologie rostlin. – Státní zemědělské nakladatelství, Praha
- Špaldon E. et al. (1982): Rastlinná výroba. – Příroda, Bratislava
- Štřihavková H. (1978): Praktikum z botaniky. – SPN, Praha
- Šturma J. (1996): Školní pedagogika. – Gaudeamus, Hradec Králové
- Tichá M. (2006): Polní plodiny. – Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno
- Vančurová R. et Kühn F. (1966): Zemědělská botanika 3 - Systematika rostlin. – Státní zemědělské nakladatelství, Praha
- Veteška J. et Tureckiová M. (2008): Vzdělávání a rozvoj dle kompetencí. – Univerzita Jana Amose Komenského, Praha
- Větvička V. (2008): Herbář pod polštářem. – Vašut, Praha
- Vinter V. (2009): Rostliny pod mikroskopem - Základy anatomie cévnatých rostlin. – Univerzita Palackého, Olomouc
- Volf F. et al. (1988): Zemědělská botanika. – Státní zemědělské nakladatelství, Praha
- Votrubová O. (2001): Anatomie rostlin. – Karolinum, Praha

Publikace z internetu

<http://old.mendelu.cz>

<http://krv.biologie.cz>

<http://www.agrokrom.cz>

<http://www2.zf.jcu.cz>

<http://krv.agrobiologie.cz>

<http://www.szes.cz>

<http://www.vurv.cz>

<http://www.naturfoto.cz>

<http://www.profimedia.cz>

<http://www.botanik.de>

<http://www.digitalefolien.de>

<http://www.pflanzen-deutschland.de>

<http://www.sortengarten.ethz.ch>

<http://flora.nhmwien.ac.at>

<http://luirig.altervista.org>

<http://apps.eol.org>

<http://flickr.com>

<http://www.naturganznah.com>

<http://www.visualphotos.com>

<http://www.kvetena.com>

<http://www.flowersinisrael.com>

<http://www.henriettesherbal.com>

<http://www.biorede.pt>

7 Příloha

