

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



**MORFOLOGIE A ANATOMIE KVĚTU VE VÝUCE BIOLOGIE NA
STŘEDNÍCH ŠKOLÁCH**

Diplomová práce

Bc. Jana Kozlovská

Učitelství biologie pro SŠ – Učitelství TV pro SŠ

Prezenční studium

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

Olomouc 2014

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracovala samostatně podle metodických pokynů vedoucího práce a použila vybranou literaturu a ostatní zdroje.

V Olomouci dne 25. 7. 2014

Jana Kozlovská

Poděkování:

Děkuji vedoucímu práce panu PaedDr. Ing. Vladimíru Vinterovi, Ph.D. za cenné rady a trpělivost při vedení diplomové práce.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení: Bc. Jana Kozlovská

Název práce: Morfologie a anatomie květu ve výuce biologie na středních školách

Typ práce: Diplomová práce

Pracoviště: Katedra botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

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

Rok obhajoby práce: 2014

Abstrakt: Diplomová práce se zaměřuje na téma květ ve výuce biologie na středních školách. Dosažené výsledky jsou didakticky transformovány tak, aby byly použitelné ve výuce. K tomuto účelu byly zhotoveny výukové prezentace doplněné animacemi, rozšiřující informační materiál pro pedagogy, pracovní sešit s úkoly do praktických cvičení a pracovní list pro studenty. Součástí práce je také literární rešerše dostupných literárních zdrojů, které se zabývají tématem květ.

Klíčová slova: květ, květenství, anatomie, morfologie, generativní orgány, evoluce květu, ontogeneze, biologie pro střední školy

Počet stran: 72

Počet příloh: 3

Jazyk: čeština

Bibliographical identification:

Author's first name and surname: Bc. Jana Kozlovská

Title: The morphology and anatomy of flowers in secondary school biology teaching

Type of thesis: Diploma thesis

Department: Department of Botany, Faculty of Science, Palacký University

Supervisor: PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Ph.D.

The year of presentation: 2014

Abstract: This thesis focuses on a flower in teaching biology in secondary schools. Achievements are didactically transformed so as to be usable in the classroom. For this purpose were made educational presentations and animations, expanding information material for teachers, workbook tasks in practical exercises and worksheet for students. The work also includes a literature review of available literature sources that deal with the theme flower.

Keywords: flowers, anatomy, morphology, generative organs, the evolution of flowering, ontogeny, biology for secondary schools

Number of pages: 72

Number of appendices: 3

Language: Czech

OBSAH:

ÚVOD.....	8
1 CÍLE	9
2 TEORETICKÁ ČÁST S PŘEHLEDEM LITERATURY	10
2.1 Krytosemenné rostliny	10
2.2 Reprodukční orgány krytosemenných rostlin.....	10
2.3 Evoluce květu	12
2.4 Ontogeneze květu	12
2.5 Anatomie květních částí.....	13
2.5.1 Květní lůžko (receptaculum).....	14
2.5.2 Koruna (corolla)	14
2.5.3 Kalich (calyx)	17
2.5.4 Okvětí (perigon)	19
2.5.5 Nektária (nektarové žlázy, medníky)	19
2.5.6 Samičí orgány krytosemenných rostlin.....	19
2.5.7 Samčí orgány krytosemenných rostlin	22
2.6 Opylení	24
2.6.1 Vznik samčího gametofytu	25
2.6.2 Typy opylení.....	25
2.6.3 Mechanismy bránící samoopylení	27
2.7 Oplození.....	28
2.7.1 Vznik samičího gametofytu (zárodečný vak).....	28
2.7.2 Oplození krytosemenných rostlin	29
2.8 Klasifikace květenství.....	29
2.9 Květní vzorec a květní diagram	32
2.10 Důmyslná zařízení v květech	34
2.10.1 Šálivé květy	34
2.11 Hospodářský význam květů a květenství	36
3 DIDAKTICKÁ ČÁST	38
3.1 Postavení biologie v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia	38
3.2 Využití mezipředmětových vztahů v hodinách biologie	38
3.3 Téma květ a květenství v RVP pro gymnázia	39
3.4 Klíčové kompetence a jejich rozvoj v hodinách biologie.....	39
3.5 Problematika propojení teorie s praxí ve výuce biologie.....	41
3.6 Didaktické zásady	42

3.7 Organizační formy výuky	43
3.7.1 Vyučovací hodina	43
3.7.2 Laboratorní práce (praktické cvičení)	44
3.7.3 Exkurze, vycházky, terénní práce	44
4 MATERIÁL A METODIKA PRÁCE	45
4. 1 Koncepce výukové ppt prezentace a souboru praktických úloh	45
5 VÝSLEDKY	46
5.1 Výuková prezentace – Evoluce a ontogeneze květu.....	46
5.2 Výuková prezentace – Oplození a opylení krytosemenných rostlin (vybrané slidy)	55
5.3 Výuková prezentace – Květní vzorce (vybrané slidy).....	58
5.4 Výuková prezentace – Typy květů a květenství (vybrané slidy)	62
6 DISKUZE	66
6. 1 Využitelnost ppt prezentací a návodů pro praktická cvičení ve výuce	66
7 ZÁVĚR	68
8 REFERENČNÍ SEZNAM.....	69
9 PŘÍLOHY	72

ÚVOD

Předložená diplomová práce se zabývá významem květů v rostlinné říši. Poukazuje na značnou rozmanitost a důležitost květů, opylování a oplození pro rostlinu. Základním výstupem je soubor didaktických materiálů pro pedagogy a studenty středních škol, které mohou být využity v běžné výuce, při terénním cvičení (exkurzi) a v rámci laboratorních cvičení. K tvorbě materiálů byly použity nejmodernější dostupné prostředky, které je možno ve výuce biologie na středních školách aplikovat.

Důraz při zpracování materiálů byl kladen především na jejich využitelnost v praxi. Studentům nabízí hlubší proniknutí do problematiky života rostlin. Materiály jsou navrženy tak, aby studentům co nejvíce přiblížily probírané učivo. Vědomosti, které získají při studiu pomocí powerpointové prezentace, animací a pracovních listů mohou využít při terénním cvičení, a také v laboratorních cvičeních.

V rostlinné říši existuje obrovské množství různých typů květů. Jejich tvar i barva souvisí s jejich funkcí a představují přizpůsobení rostliny pro určitý způsob života (podmínky, prostředí, strategie). Květ (flos, anthos) je soubor specializovaných orgánů, které zajišťují pohlavní rozmnožování krytosemenných rostlin. Skládá se z květních obalů a vlastních reprodukčních orgánů – tyčinek a pestíků (Vinter, 2009).

1 CÍLE

Vytvořit didaktické materiály využitelné ve výuce biologie na středních školách.

Provést kompletní literární rešerši dostupných zdrojů.

Zdůraznit důležitost praktického pozorování rostlin a přírody kolem sebe.

1.1 Dílčí cíle

- Zpracovat výukové prezentace na téma květ.
- Vytvořit doprovodný komentář k prezentacím pro pedagogy.
- Vytvořit pracovní sešit do biologického praktika.
- Vytvořit pracovní listy a úkoly k opakování.

2 TEORETICKÁ ČÁST S PŘEHLEDEM LITERATURY

2.1 Krytosemenné rostliny

Krytosemenné rostliny (Magnoliophyta, Angiospermophyta) představují fylogeneticky nejvíce odvozenou a druhově nejbohatší skupinu cévnatých rostlin (300 000 druhů). Původ této skupiny dokládají fosilní nálezy z počátku křídy, což bylo období, kdy na Zemi výrazně převládaly nahosemenné rostliny. Pravděpodobným místem vzniku krytosemenných rostlin, byly příbřežní pláně podél vodních toků a jezer (Kvaček, Z., Kvaček, J., 2009).

Krytosemenné rostliny jsou celosvětově nejrozšířenější skupinou cévnatých rostlin, vyznačují se velkou diverzitou vegetativních i generativních orgánů a odlišnými ekologickými nároky. Jedná se pravděpodobně o skupinu monofyletickou, což můžeme doložit velkým množstvím morfologických, anatomických, embryonálních i molekulárních synapomorfických znaků.¹

Systematicky zahrnuje oddělení krytosemenných rostlin, rostliny dvouděložné (Magnoliopsida) a rostliny jednoděložné (Liliopsida) (Vinter, 2009).

2.2 Reprodukční orgány krytosemenných rostlin

Květ (flos, anthos) představuje soubor specializovaných orgánů, které zajišťují pohlavní rozmnožování krytosemenných rostlin. Květ je složen z květních obalů a vlastních reprodukčních orgánů – tyčinek a pestíků (Vinter, 2009).

Květ je vysoce variabilní, především z hlediska velikosti, tvaru, barevnosti a délky doby kvetení (trvání květu). Nejmenší květy, o velikosti asi 0,5 mm má drobnička bezkořenná (*Wolffia arrhiza*). Naopak největší květy v rostlinné říši tvoří tropická parazitická rostlina *Rafflesia arnoldii*. Tento druh je známý ze Sumatry a Bornea, vytváří květy o velikosti 1,5 m s hmotností dosahující až sedm kilogramů. Největší květy střední Evropy zastupuje rod leknín (*Nymphaea*) s velikostí květů kolem 10 cm, dále střešníček (*Cypripedium calceolus*) nebo také lilie cibulonosná (*Lilium bulbiferum*). Délka kvetení se u různých druhů krytosemenných rostlin výrazně liší. Může se jednat o kvetení od několika minut až po půlroční trvání květů. Některé tropické druhy orchidejí, pokud nejsou opyleny, kvetou až několik měsíců (Skalický, Novák, 2007).

¹ JCU, 200 <http://botanika.bf.jcu.cz/morfologie/MorfologieKvet.htm>



Obr. 1 Drobníčka bezkořenná (*Wolffia arrhiza*)²



Obr. 2 *Rafflesia arnoldi*³ (Ševčík, 2011)



Obr. 3 Leknín bílý (*Nymphaea alba*)



Obr. 4 Lilie cibulkonosná (*Lilium bulbiferum*)⁴ (Cibulka, 2010)



Obr. 5 Střevičník pantoflíček (*Cypripedium calceolus*)

² <http://flora.upol.cz/kvetena/info/9146-Wolffia-arrhiza.html>

³ <http://satwa.net/wp-content/uploads/2013/05/rafflesia-arnoldi.jpg>

⁴ <http://www.botanickafotogalerie.cz/fotogalerie.php?lng=cz&latName=Liliumbulbiferum>

2.3 Evoluce květu

Evoluci květu popisující možný vznik květu krytosemenných rostlin se věnují dvě základní teorie. Každá z teorií nabízí jiný náhled na původ květů krytosemenných rostlin.

Euanthiovou teorií formulovala anglická botanická škola na přelomu 19. a 20. století. Tato teorie byla podpořena fosilními nálezy benetitů (*Bennettitales*), které představují vyhynulou vývojovou linii cykasů. Euanthiová teorie předpokládá, že na počátku vývoje květu vznikly oboupohlavné květní šištice (anthostrobily). Postupnou redukcí oboupohlavných květů vznikly květy jednopohlavné. Původní květy byly poměrně velké, jednotlivé s vyklenutým květním lůžkem a větším množstvím květních částí. Původní květy krytosemenných rostlin připomíná řád šácholanotvaré (*Magnoliales*) (Vinter, 2009).

Pseudanthiová teorie vychází z toho, že výchozím typem pro krytosemenné rostliny je jednopohlavný květ. Jednopohlavný květ se vyvinul redukcí květenství jednopohlavných strobilů. Postupným sdružováním těchto jednopohlavných květů mohly vzniknout květy oboupohlavné (Novák, Skalický, 2008).

2.4 Ontogeneze květu

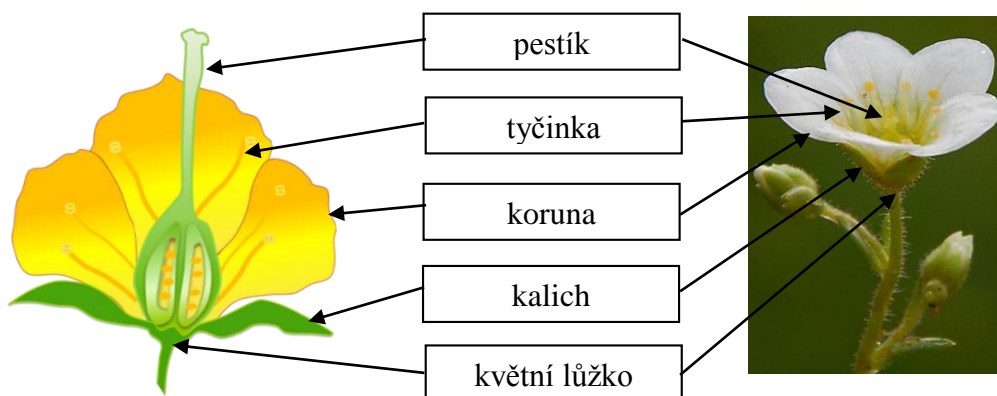
Současné chápání ontogeneze květu vychází z nejnovějších poznatků o genetickém základu formování květních orgánů. Na základě genetických poznatků, byl vytvořen tzv. ABC MADS-box model vývoje květu, který pravděpodobně představuje univerzální vysvětlení vzniku a diferenciaci jednotlivých květních orgánů. Vědci provedly výzkum na květech rostliny rodu huseníček (*Arabidopsis*). Pozorovali změnu morfologie květů na základě mutací. Výzkumy bylo zjištěno, že za uspořádání květních částí jsou zodpovědné tři skupiny genů orgánové identity (MADS-box geny). Produktem těchto třech skupin genů jsou transkripční faktory, které regulují expresi jiných genů – tyto geny jsou zodpovědné za vývoj specifických květních orgánů. Exprese genů skupiny A vede ke vzniku kalicha, kombinovaná exprese skupin genů A, B vede ke vzniku koruny, B a C tvoří andreceum a z genů skupiny C vzniká gyneceum (Campbell, Reece, 2006).

Díky dalším analýzám mutantů huseníčku se vědci snažili zjistit, která látka v rostlině aktivuje a dále ovlivňuje kvetení. Vědci označili za možné aktivátory kvetení dva geny CONTANS (CO) a FLOWERING LOCUS T (FT), kteří pracují v listech a ostatních vegetativních částech rostliny. Gen FT neboli florigen, ovlivňující zakládání

generativních orgánů, a tím také nástup kvetení, byl označen za gen regulovaný nadřazeným genem CO. U topolu (*Populus*) byla objasněna dráha regulace kvetení. Topol vnímá délku dne pomocí fytohormonu A. Fytohormon A reguluje činnost genu CO, tento gen následně spouští produkci genu FT, tedy florigenu. Tímto způsobem je ovlivněn proces anatomických změn v růstovém vrcholu a zakládání květů a reprodukčních orgánů. Také byl nalezen gen označovaný jako TERMINAL FLOWER LIKE1, který je velmi podobný genu FT, ale má opačné účinky, tedy blokuje nástup kvetení (Smýkal, 2008). Výzkum v této oblasti stále pokračuje s výhledem na možnou aplikaci odhalených mechanismů v praxi a možném využití při pěstování obilovin a dalších důležitých rostlin v chudých částech světa.

2.5 Anatomie květních částí

Klasický květ se skládá z květních obalů a vlastních reprodukčních orgánů – tyčinek a pestíků. Květní obal (periant) je soubor přeměněných listů chránící vnitřní květní orgány. Květní obal je tvořen buď okvětními lístky, jako například u tulipánu (*Tulipa*), koniklece lučního (*Pulsatilla pratensis*), blatouchu bahenního (*Caltha palustris*) nebo je odlišen na lístky korunní a lístky kališní, jak to můžeme pozorovat například u prvosenky jarní (*Primula veris*), štírovníku růžkatého (*Lotus corniculatus*) nebo kakostu lučního (*Geranium pratense*). Další funkcí kromě ochrany vnitřních orgánů květu je také lákání opylovačů, což je funkce velmi důležitá a pro rozmnožování rostliny nezbytná. Květní obal se také může podílet na stavbě plodu a pomáhat při rozšiřování plodu – jako například chmýr nažky u rodu pampeliška (*Taraxacum*) (Novák, Skalický, 2008). Na obrázcích 6 a 7 jsou znázorněny jednotlivé květní části oboupohlavného květu krytosemenných rostlin.



Obr. 6 Schématický popis květu

Obr. 7 Květ lomikámenu

Rostliny dělíme podle přítomnosti či nepřítomnosti tyčinek a pestíků na jednopohlavné a oboupohlavné. Oboupohlavné květy obsahují funkční tyčinky i pestíky. Jednopohlavné květy obsahují buď jen samičí pestíky, nebo samčí tyčinky. Pokud se na rostlině vyskytují současně květy samčí i samičí, označujeme rostlinu jako jednodomou kukuřice (*Zea*), dub (*Quercus*). Dvoudomé rostliny vytvářejí květy na jedné rostlině buď jen samčí, nebo jen samičí vrba (*Salix*), chmel (*Humulus*). Některé květy jsou sterilní a jejich funkcí je lákat opylovače např. jazykovité květy v úboru slunečnice (*Helianthus*) (Campbell, Reece, 2006).

2.5.1 Květní lůžko (receptaculum)

Květní lůžko (receptaculum) je stonkového původu. Může být vyklenuté, ploché nebo prohloubené, bylinné i dřevnatějící. Prohloubené a často dřevnatějící lůžko označujeme jako číšku. Číška je typická například pro plody kaštanovníku jedlého (*Castanea sativa*) nebo dubu letního (*Quercus robur*). Pokud se na stavbě květního lůžka podílejí také dolní části květních obalů a tyčinek, vzniká češule, což je typické například pro růži (*Rosa*) či třešeň (*Prunus*) (Kubát a kol., 2003).

V odborné literatuře bývá rozlišováno také tzv. receptakulum a hypanthium, kdy na stavbě receptakula se podílí pouze květní lůžko, na stavbě hypanthia se podílí květní lůžko a spodní části květních obalů a tyčinek. Tento útvar se nachází například u růží, kdy je souplodí nažek ukryto v šípku. Uspořádání vodivých pletiv v květním lůžku se v porovnání se stonkem mění. Často dochází k tzv. ataktostélickému uspořádání vodivých pletiv, a to také u dvouděložných rostlin (Vinter, Macháčková, 2013).

2.5.2 Koruna (corolla)

Koruna (corolla) je tvořena korunními lístky (petala). Korunní lístky mohou být nesrostlé (volné), typické pro čeleď pryskyřníkovité (*Ranunculaceae*). Tato koruna je odborně nazývána jako koruna volnolupenná (corolla choripetala), každý korunní lístek je rozdělen na nehet (unguis) a čepel (lamina). Nehet je spodní tenká část, která je téměř celá ukrytá v kalichu. Čepel je horní, do plochy rozšířená část, která vystupuje z kalicha a většinou bývá nejviditelnější. Při ústí volné koruny se objevují výrůstky vytvářející

bariéru, která brání pronikání většího hmyzu a vody – tzv. pakorunka (paracorolla), vyskytuje se u hvozdíkovitých (*Caryolaphyllaceae*), pakorunka se nachází také u sympetální koruny – narcis (*Narcissus*) (Novák, Skalický, 2008).

Korunní lístky mohou také srůst, hovoříme o koruně srostlolupenné (corolla sympetala). Tato koruna má korunní trubku (tubus corollae), což je srostlá část korunních lístků, vystupuje z kalicha a korunní lem (limbus corollae), což je horní nesrostlá část korunních lístků. Jelikož srůsty korunních lístků jsou rozmanité, rozlišujeme několik druhů korun.

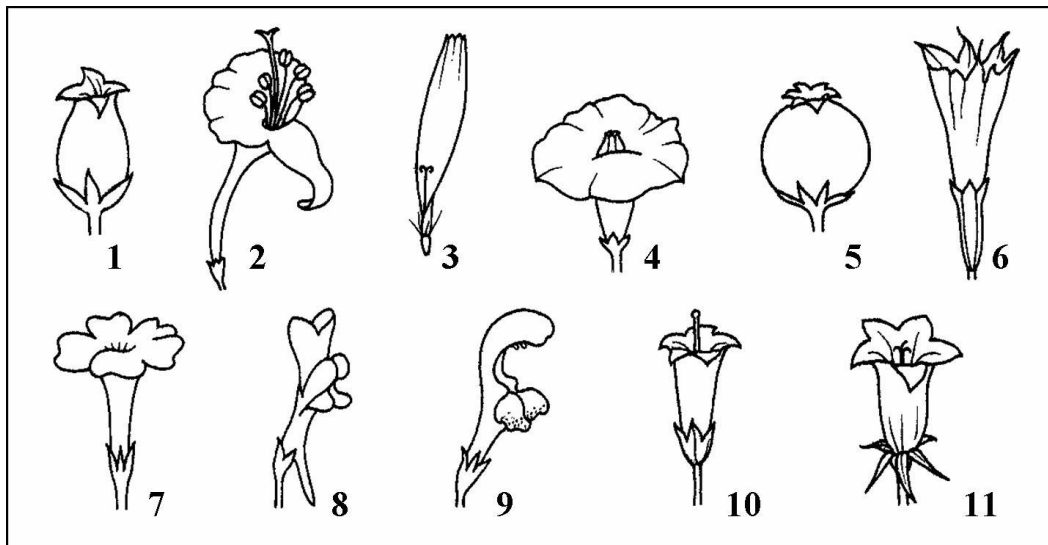
- 1) **koruna baňkovitá (*corolla urceolata*)** – korunní trubka je v dolní části rozšířena, v horní části se zužuje. Na horním okraji baňkovité koruny se nacházejí krátké směrem ven zahnuté cípy. Typickým zástupcem s baňkovitou korunou je čeleď vřesovcovité (*Ericaceae*).⁵
- 2) **koruna dvoupyská (*corolla bilabiata*)** – koruna je rozdělená na horní a dolní pysk, ústí je otevřené, pysky jsou umístěné nad sebou. Typické květy pro některé zástupce čeledi hluchavkovité (*Lamiaceae*), např. popenec břechťanolistý (*Glechoma hederacea*), zběhovec trojklanný (*Ajuga chamaepitys*), medovník meduňkolistý (*Melittis melissophyllum*) (Kubát a kol., 2003).
- 3) **koruna jazykovitá (*corolla ligulata*)** – v dolní části je krátká korunní trubka, která v horní části přechází v plochý jazyk (ligulu). Typické je také, že květy jazykovité a trubkovité se vyskytují společně a tvoří mnohokvětý útvar nazývaný úbor. Tento typ květu se nachází u čeledi hvězdicovitých (*Asteraceae*) (Kubát a kol., 2003).
- 4) **koruna kolovitá (*corolla rotata*)** – korunní trubka je velmi krátká, rozšiřuje se do cípů rozložených do plochy nebo vytváří lem. Typickým zástupcem čeledi s kolovitou korunou jsou krtičníkovité (*Scrophulariaceae*).⁶
- 5) **koruna kulovitá (*corolla globosa*)** – trubka vytváří kulovitý tvar zakončený úzkým hrdlem. Mezi zástupce s tímto typem koruny patří brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a konvalinka vonná (*Convallaria majalis*).⁷
- 6) **koruna nálevkovitá (*corolla infundibuliformis*)** – korunní trubka je zesponu úzká, v horní části se nálevkovitě rozšiřuje. Tento typ koruny se vyskytuje u čeledi lilkovité (*Solanaceae*) (Kubát a kol., 2003).

⁵ <http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?622>

⁶ <http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?633>

⁷ <http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?636>

- 7) **koruna řepicovitá (*corolla hypocrateridormis*)** – květní trubka je dlouhá, v horní části rozšířená v plochý a široký okraj. Okraj svírá s trubkou téměř pravý úhel. Čeledi s řepicovitou korunou jsou zimozelovité (*Caprifoliaceae*) (Kubát a kol., 2003).
- 8) **koruna šklebivá (*corolla personata*)** – je tvořena dvěma pysky, které mají uzavřené ústí. Toto ústí se při zmáčknutí otevírá. Patro dolního pysku je vypouklé. Typickou čeledí se šklebivou korunou jsou bublinatkovité (*Lentibulariaceae*) (Kubát a kol., 2003).
- 9) **koruna tlamatá (*corolla ringens*)** – z korunní trubky vystupují dva pysky, které mají široce otevřené ústí. Tlamatou korunu mají někteří zástupci čeledi hluchavkovité (*Lamiaceae*) (Kubát a kol., 2003).
- 10) **koruna trubkovitá (*corolla tubulosa*)** – korunní trubka vytváří poměrně úzký a dutý válec. V horní části velmi malé, ven otevřené cípy. Společně s květy jazykovitými se vyskytuje u čeledi hvězdicovité (*Asteraceae*) (Novák, Skalický, 2008).
- 11) **koruna zvonkovitá (*corolla campanulata*)** – ve spodní části je korunní trubka široká, v horní části se dále rozšiřuje do tvaru zvonu. Typickou čeledí s tímto typem koruny je čeleď zvonkovité (*Campanulaceae*).⁸



Obr. 8 Typy srostlolupenných korun (Kubát a kol., 2002)

⁸ <http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?656>

Koruna představuje vnitřní část květního obalu různobarvného květu. Zbarvení květu je velmi pestré a láká opylovače. Rozličné zbarvení květů je způsobeno karotenoidy v chromoplastech nebo antokyany, které jsou přítomné ve vakuolách. Barevnost květů je důležitá především z důvodu optické signalizace u hmyzosnubných rostlin. Na této signalizaci se podílejí i bezbarvé flavonoidy, které dokáží pohlcovat UV záření, které je pro mnohé hmyzí druhy viditelné (Votrubová, 2010).

Koruna nejčastěji bývá větší než vnější část květního obalu kalich. U rostlinných druhů opylovaných větrem (vrba jíva, jasan ztepilý), může být koruna velmi zakrnělá nebo může zcela chybět. Květy, které nemají korunu ani kalich, případně okvěti nazýváme jako květy bezobalné (achlamydní, nahý, flos achlamydeus).⁹

Podle tvaru rozlišujeme zygomorfni a aktinomorfni koruny a květy. Zygomorfni květy (koruny) mají nestejný tvar korunních lístků. Typickým příkladem je květ čeledi Fabaceae (*bobovité*). Koruna je tvořena pavézou, dvěma postranními křídly a člunkem. Člunek srůstá ze dvou volných lístků. U dymnivky (*Corydalis*) nebo violky (*Viola*) je přítomný dutý kuželovitý nebo válcovitý útvar protažen v korunní nebo okvětní lístek (Dostál, 2008).

2.5.3 Kalich (calyx)

Kalich (calyx) představuje vnější část květního obalu. Skládá se z kališních lístků (sepala), vyvinul se z listenů. Kalich ochraňuje nerozkvetlé poupě před poškozením. Zpravidla je kratší než koruna. Jedná se o méně nápadnou část květu, většinou zeleně zbarvenou.¹⁰ Kališní lístky mohou být i pestře zbarvené, například u fuchsie (*Fuchsia*) nebo u vřesu obecného (*Calluna vulgaris*). Kalich bývá někdy doplněn kalíškem (calyculus), který je menší než kalich, jedná se o zelené lístky vyrůstající mezi kališními lístky nebo pod kalichem. Jde o vnější obal kalicha vznikající z listenců u slézu lesního (*Malva sylvestris*) nebo z palistů kališních lístků u mochny (*Potentilla*) a mučenky (*Passiflora*) (Votrubová, 2010).

Postupným vývojem vznikly dva typy kalichů, které se rozlišují podle odlišně vyvinutých kališních lístků. Jedná se o kalich volnolupenný a kalich srostlolupenný. Kalich volnolupenný (calyx chorisepalus) je považován za vývojově starší a tvoří ho zcela

⁹ <http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?599>

¹⁰ <http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?565>

volné kališní lístky. Kalich srostlolupenný (calyx synsepalus) je tvořen srůstem kališních lístků. U tohoto typu kalicha rozlišujeme kališní trubku (tubus calycis) a kališní cípy (dens calycis). Kališní trubka je tvořena srostlou částí kališních lístků, kališní cípy jsou tvořeny nesrostlými částmi kališních lístků. U některých květů nedochází k pravému srůstu, kališní lístky se mohou spojovat papilami nebo chlupy. U blahovičnicku (*Eucalyptus*) se vyskytuje tzv. čepičkovitý kalich (Novák, Skalický, 2008).

Jak uvádějí Vinter a Macháčková (2013) anatomicky se stavba kališního listu podobá listu asimilačnímu. Můžeme tedy rozlišit mezofyl, v epidermis se nacházejí stomata, a také různé typy trichomů. Kalich bývá u většiny rostlin zachován v době květu i zralosti plodů. Tento kalich označujeme jako kalich vytrvalý (calyx persistens). Kališní lístky mohou také opadnout před úplným rozvinutím květů, jedná se o kalich prchavý (calyx cadutus) – mákovité (*Papaveraceae*). Dalším typem je nápadně zveličelý kalich u mochně (*Physalis*), zbarvený kalich u čemeřice (*Helleborus*) – kalich korolinický. Častým případem je přeměna kalicha na chmýr, který pomáhá v rozšiřování plodů u pampelišek (*Taraxacum*).

Podle utváření květních obalů je možno rozlišit květy na:

achlamydeické – jedná se o květy bez květních obalů, např. vrba (*Salix*) nebo jasan (*Fraxinus*),

homochlamydeické – květy jsou nerozlišené, jsou složeny z okvětních lístků (tepala) a vytvářejí tzv. okvětí (perigon). Okvětní lístky mohou srůstat (syntepální) – konvalinka (*Convallaria*) nebo mohou být volné (choritepální) – tulipán (*Tulipa*),

heterochlamydeické – jedná se o květy s rozlišenými květními obaly na kalich (calyx) a korunu (corollu),

haplochlamydeické – květy, které mají pouze 1 kruh květních obalů. Vznikly postupným vymizením jednoho kruhu u původně heterochlamydeického květu. Patří sem květy asepální, pokud jim chybí kruh kališních lístků – typické pro miříkovité (*Apiaceae*) nebo apetální, pokud chybí řada korunních lístků, např. u kontryhele (*Alchemilla*) (Vinter, Macháčková, 2013)

2.5.4 Okvětí (perigon)

Jedná se o typ květního obalu, který je vytvořen z přibližně stejně velkých a stejně zbarvených květních lístků. Není rozlišený na kalich a korunu. Okvětní lístek se nazývá tepalum a květ s okvětím, je květ stejnoobalný (homotepální perigon). Květy vytvářející okvětí najdeme například u begonie (*Begonia*), kopřivovitých (*Urticaceae*), podražcovitých (*Aristolochiaceae*). U primitivnějších rostlin se okvětí může lišit, jedná se o tzv. heteropetální perigon, např. u sněženky (*Galanthus*), kdy se lístky vnějšího kruhu odlišují tvarem a velikostí od vnitřního kruhu lístků. Okvětní lístky mohou být volné, jako je tomu u lilie (*Lilium*) nebo srostlé u konvalinky (*Convallaria*) (Novák, Skalický, 2008).

2.5.5 Nektária (nektarové žlázy, medníky)

Nektária jsou místa na rostlině, ze kterých je vylučován různě koncentrovaný cukerný roztok. Tento cukerný roztok označujeme jako nektar. Jeho primárním úkolem je lákat opylovače, květy rostlin opylované větrem nektária nemají. Podle rozmístění nektárií rozlišujeme nektária florální a extraflorální.¹¹

Nektária florální (nuptiální) jsou různého původu – mezofylární, epiteliální a trichomová. Nektar u těchto nektárií slouží pro opylovače jako potrava. Tento typ nektárií najdeme na různých květních orgánech krytosemenných rostlin. Složky nektaru a koncentrace jednotlivých složek je rozdílná u různých druhů rostlin. Hlavními složkami nektaru jsou sacharóza, glukóza, fruktóza, další složky představují bílkoviny – enzymy, tuky, organické kyseliny, fosfáty, alkaloidy. Nektar je vytvářen v buněčné šťávě sítkovic, během přesunu do tzv. sekrečních pletiv bývá často obohacován v nektarodárných pletivech. Produkce nektaru se během dne poměrně výrazně liší. Např. lípa (*Tilia*) produkuje nejvíce nektaru ráno, kyprej (*Lythrum*) vylučuje nejvíce nektaru odpoledne, večer plicník (*Pulmonaria*) (Novák, Skalický, 2008).

2.5.6 Samičí orgány krytosemenných rostlin

Pestík (pistillum) je samičí pohlavní orgán krytosemenných rostlin listového původu, který nese vajíčka. Vzniká srůstem jednoho nebo více plodolistů (karpelů).

¹¹ <http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?672>

Plodolisty představují samičí výtrusné listy (megasporofyly). Vajíčka vyrůstají na specifickém místě plodolistu, kde se nachází dělivé pletivo, jedná se o placentu. Placentu nalezneme většinou na okraji plodolistu, někdy též ve vnitřní ploše plodolistu. Soubor všech plodolistů v květu se nazývá gyneceum. Pokud se v květu nachází více jednoplodolistových pestíků, hovoříme o tzv. apokarpním gyneceu, jako například u pryskyřníku (*Ranunculus*) nebo jahodníku (*Fragaria*). Jedná se o původnější typ gynecea. Pokud větší počet plodolistů srůstá v jeden pestík, jedná se o cenokarpní gyneceum, vyskytuje se u máku (*Papaver*) či rajčete (*Solanum lycopersicum*).

Cenokarpní gynecea se dále dělí podle způsobu srůstu plodolistů na:

synkarpní – jedná se o nejpůvodnější typ gynecea, plodolisty srůstají svými stěnami. Vyskytuje se například lilie (*Lilium*).

parakarpní – v tomto případě srůstají plodolisty pouze svými okraji, např. mákovité (*Papaveraceae*), brukvovité (*Brassicaceae*). Parakarpní gyneceum je nejčastěji se vyskytující typ gynecea.

lyzikarpní – uprostřed semeníku se vytváří sloupek, přepážky se nevytvářejí. Typické pro hvozdíkovité (*Caryophyllaceae*) (Vinter, Macháčková, 2013).

Na plodolistech jsou uložena vajíčka, která vyrůstají odlišným způsobem. Na základě tohoto zjištění rozlišujeme placentaci laminární – vajíčka rostou na celé ploše plodolistu – původní typ – šmel (*Butomus*), leknín (*Nymphaea*). Marginální placentace je typická tím, že vajíčka vyrůstají na okraji plodolistu – nejrozšířenější typ u krytosemenných rostlin. Pro cenokarpní gynecea jsou typické tři základní typy placentace – nákoutní placentace (axilární, středoúhlá), nástěnná (parietální), placentace středová (centrální) – od ní odvozená placentace spodinová (bazální) (Novák, Skalický, 2008).

Semeník (ovarium)

Pestík se skládá ze semeníku, obsahující vajíčka, čnělky, která je spojovacím článkem mezi semeníkem a bliznou a blizny, na které dochází k zachycení pylových zrn a klíčení pylové láčky.

Podle postavení semeníku a květních obalů rozlišujeme:

semeník svrchní – kdy je semeník umístěn nad místem, odkud vyrůstají květní obaly – pryskyřníkovité (*Ranunculaceae*), brukvovité (*Boraginaceae*), hvozdíkovité (*Caryophyllaceae*).

semeník polospodní – je typický pro lomikámen (*Saxifraga*). Květní obaly vyrůstají v polovině semeníku.

semeník spodní – je umístěn pod květními obaly – miříkovité (*Apiaceae*), zvonkovité (*Campanulaceae*), hvězdnicovité (*Asteraceae*) (Dostál, 2008).

Čnělka (stylus)

Jedná se o střední část pestíku ve tvaru trubičky. Prodlužuje pestík a dostává bliznu do vhodnějšího postavení pro opylení. Může být různě dlouhá, také může zcela chybět. Pokud čnělka chybí, což se vyskytuje u některých větrosnubných rostlin, nazýváme bliznu jako přisedlou. Čnělku, která vyrůstá ze středu semeníku, označujeme jako gynobazickou čnělku - hluchavkovité (*Lamiaceae*), brutnákovité (*Boraginaceae*).

Dalším jevem, který může nastat, je tzv. heterostylie (různočnělečnost). Jedná se o schopnost některých rostlin vytvářet na jedné rostlině dva typy květů – tzv. dlouhočnělečné květy, které mají dlouhé čnělky a krátké tyčinky a krátkočnělečné květy, které mají krátké čnělky a dlouhé tyčinky, které mohou vyčnívat z korunní trubky. Pyl z krátkých tyčinek opyluje krátkočnělečný květ, naopak pyl z dlouhých tyčinek opyluje dlouhočnělečný květ. Díky tomuto způsobu opylování je zabráněno samooplození. Heterostylie se vyskytuje například u prvosenky (*Primula*), u rodu *Mitchella* z čeledi mořenovité (*Rubiaceae*), lnu (*Linum*) nebo zlatice (*Forsythia*) (Dostál, 2008).

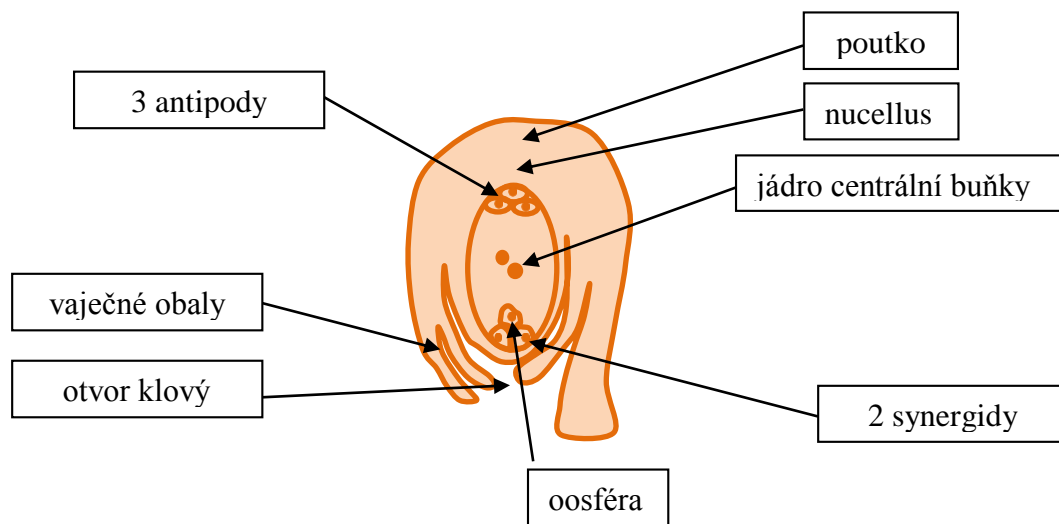
Blizna (stigma)

Blizna je svrchní částí pestíku, velmi důležitá při opylení. Přisedá na vrchní část čnělky. Blizna má různá přizpůsobení sloužící k zachytávání pylových zrn.

Vajíčko (ovulum)

Vajíčko (megasyngangium) se vyvíjí z placenty, což je dělivé pletivo plodolistu. Vajíčko má na sobě různý počet obalů, tzv. integumentů. Tyto integumenty obalují velkou část vajíčka, pouze na vrcholu zůstává volná plocha, tzv. otvor klový (mikropyle). Tímto otvorem prorůstá pylová láčka při procesu oplození. Vajíčka jsou k placentě přichycena vaječným poutkem (funiculus). Do vajíčka proniká cévní svazek místem nazývaným chaláza. Vajíčko je mnohobuněčný útvar, jeho větší část tvoří výživné pletivo – nucellus (megaspangium), zde se vyvíjí v průběhu vývoje zralý zárodečný vak.

U původnějších rostlin se vyskytují 2 integumenty, odvozené typy rostlin mají vajíčka bezobalná. Oosféra (buňka vaječná) představuje velkou nepohyblivou samičí gametu.¹² Synergidy sousedí s vaječnou buňkou. Nazývají se také jako buňky podpůrné a jejich funkcí je pomáhat při oplození. Velmi často plní svoji funkci pouze omezenou dobu. Antipody (buňky protistojné) se nacházejí na druhé straně zárodečného vaku, než je umístěn otvor klovy. Slouží k výživě vajíčka. (Kubát a kol., 2003).



Obr. 9 Stavba vajíčka krytosemenných rostlin

Vajíčka umístěná v semeníku zaujímají různou polohu. Podle růstu a orientace rozlišujeme vajíčka:

přímá (atropická) – rdesnovité (*Polygonaceae*), pepřovníkovité (*Piperaceae*)

obrácená (anatropická) – len (*Linum*)

příčná (kampylotropická) – brukvovité (*Brassicaceae*), slézovité (*Malvaceae*)

(Novák, Skalický, 2008).

2.5.7 Samčí orgány krytosemenných rostlin

Jako samčí reprodukční orgány krytosemenných rostlin označujeme tyčinku (stamen). Jedná se o mikrosporofyl. Soubor všech tyčinek v jednom květu se nazývá andreceum. Předpokládá se, že tyčinek v květu bylo mnoho a byly uspořádány do šroubovice – polymerické acyklické andreceum – např. šácholan (*Magnolia*). Rostliny vývojově dokonalejší mají jeden nebo dva kruhy tyčinek a jejich počet bývá poměrně

¹² <http://www.biolib.cz/cz/glossaryterm/id1824/>

stálý. Pokud mají květy jeden kruh tyčinek, jedná se o haplostemonické andreceum např. prvosěnka (*Primula*). Soubor tyčinek ve dvou kruzích označujeme jako diplostemonické andreceum, lilie (*Lilium*). Hvozdíkovité (*Caryophyllaceae*) mají obdiplostemonické andreceum, kdy je vnější kruh tyčinek posunut před korunní lístky. Sterilní tyčinku, která ztratila svoji reprodukční funkci, označujeme jako staminodium (Votrubová, 2010).

Tyčinky velkého množství recentních krytosemenných rostlin je možno rozlišit na tři základní části – nitku, konektiv (spojidlo) a prašník.

Nitka (filamentum)

Jedná se o spodní část tyčinky, která je sterilní. Většinou bývá tenká, u některých původnějších druhů lupenitě rozšířená, např. u leknínu (*Nymphaea*). Viola (*Viola*) má nitku redukovanou, tzn., že má přisedlý prašník (Vinter, Macháčková, 2013).

Spojidlo (konektiv)

Je sterilní pletivo parenchymatického typu, které spojuje prašné váčky.

Prašník (anthera)

Nachází se na konci nitky, jde o fertilitní část, dochází zde k vývoji samčích pohlavních buněk.

Prašníky se podle svého postavení v květu dělí na 3 typy:

prašníky intrózní – prašník obrácený do květu, např. leknín (*Nymphaea*)

prašníky extrózní – prašník obrácený směrem ven z květu, např. ocún (*Colchicum*)

prašníky latrózní – bočné postavení prašníků v květu, např. mák (*Papaver*)

(Dostál, 2008)

Prašník se skládá ze dvou prašných váček. Každý z prašných váček má běžně 2 prašná pouzdra. Prašný váček (theca) je homologický mikrosynangiu. Prašné pouzdro (loculamentum) je homologické mikrosporangiu. Na povrchu prašníku se nachází epidermis, označovaná jako exothecium. Pod exotheciem se nachází endothecium, které se skládá ze silnostěnných a protažených buněk. Díky vysychání buněk endothecia v době zralosti prašníku dochází k praskání prašných pouzder. Výplň prašných pouzder tvoří tapetum, které má několik významných funkcí. Tapetum dodává pylu výživné a stavební látky, produkuje kalázu, což je enzym, který uvolňuje mikrospory z tetrad. Archespor (sporogenní buňky) vyplňují vnitřní prostor prašných pouzder, jedná se o výtrusorodé pletivo. Redukčním dělením (meiózou) zde vznikají pylová zrna. V době, kdy dozraje

pyl, prašné váčky se otevírají různým způsobem, jedná se o druhově stálý znak (Vinter, Macháčková, 2013).

Soubor tyčinek v jednom květu tvoří tzv. andreceum. Protože stavba tyčinek bývá v květech poměrně rozmanitá, rozlišujeme mocnost a bratrstvo tyčinek. Mocnost tyčinek znamená, že nitky tyčinek mají různou délku v jednom květu, rozlišujeme proto tyčinky dvoumocné (didynamické) u hluchavkovitých (*Lamiaceae*), kdy dvě tyčinky jsou delší a dvě kratší a čtyřmocné (tetradynamické) tyčinky u brukvovitých (*Brassicaceae*). Pokud srůstají tyčinky nitkami ve skupiny, hovoříme o tzv. bratrstvech. Jednobratré u ibišku (*Hibiscus*), dvoubratré tyčinky u některých bobovitých (*Fabaceae*), trojbratré u třezalky (*Hypericum*). Tykvovité (*Cucurbitaceae*) jsou typické tím, že jim srůstají prašníky i nitky v jeden útvar označovaný jako synandrium. Gynostegium je útvar vznikající srůstem andrecea a gynecia, např. u klejichovitých (*Asclepiadaceae*). Také může srůstat andreceum, čnělka a blizna pestíku a vytvářet tak gynostemium, jako je tomu u vstavačovitých (*Orchidaceae*) (Pavlová, Fischer, 2012).

Pylové zrno (pollinium=mikrospora)

Jedná se o haploidní buňku, která vzniká redukčním dělením buněk archesporu uvnitř prašných pouzder. Povrch pylového zrna tvoří exina. Exina se liší u různých typů pylových zrn, hmyzosprašné rostliny mají povrch pylových zrn lepkavý s výčnělkem, u větrosprašných rostlin jsou pylová zrna suchá a hladká, případně mohou být nafouknutá ve vzdušné váčky. Další částí pylového zrna je intina, jedná se o vnitřní buněčnou stěnu. Pylové zrno na povrchu blizny klíčí v pylovou láčku a postupně přináší spermatické buňky až k vajíčku, které je uloženo v semeníku. Brylka je útvar složený ze slepených pylových zrn celého prašného pouzdra. Vyskytuje se např. u vstavačovitých (*Orchidaceae*) (Dostál, 2008).

2.6 Opylení

Opylení je charakterizováno jako přenos zralých pylových zrn z prašníků tyčinek na bliznu pestíku. Aby mohlo dojít k opylení, musí se nejprve vyvinout a dozrát pylové zrno (samčí gametofyt).

2.6.1 Vznik samčího gametofytu

Pylové zrno vzniká vývojovými změnami uvnitř prašníku, přesněji řečeno uvnitř prašného pouzdra, z parenchymatického pletiva zvaného archespor, které představuje sporangium. Uvnitř prašného pouzdra v prašníku se nachází mnoho diploidních buněk, zvaných mateřské buňky pylové. Každá z přítomných mateřských buněk prodělává redukční dělení (meiózu) a vytváří 4 haploidní mikrospory. Z každé mikrospory nakonec může vzniknout haploidní samčí gametofyt. Mikrospora se dále mitoticky dělí na dvě buňky, jedná se o buňku generativní (rozmnožovací) a buňku vegetativní (láčkovou). Generativní buňka se dále dělí na dvě buňky spermatické. Láčková buňka neustále obklopuje generativní buňky a po opylení vytváří pylovou láčku, což je struktura nezbytná pro přenos spermatických buněk k vajíčku. Pylové zrno je kryto odolným obalem, který je různě utvářen a představuje druhově specifický znak. Pokud se generativní buňka rozdělí mitózou na dvě buňky spermatické, považujeme pylové zrno za dospělý samčí gametofyt. K tomuto procesu dochází u většiny rostlinných druhů po dosednutí pylového zrna na blizně pestíku a vytváření pylové láčky (Pavlová, Fischer, 2012).

2.6.2 Typy opylení

Opylení je přenos pylových zrn z prašníků tyčinek na bliznu pestíku. Rostliny rozdělujeme na samosprašné (autogamické) a cizosprašné (allogamické).

Při autogamii (samosprašnosti) dochází k opylení vlastním pylem. Autogamní květy se dále člení do několika podskupin podle způsobu přenesení pylu v květu. Pokud dojde k opylení pylem z tyčinek téhož květu, jedná se o idiogamii. Geitonogamie znamená opylení pylem z tyčinek jiného květu téže rostliny. Některé idiogamické rostliny vytváří květy kleistogamické. Při kleistogamii se květ vůbec neotvírá, k opylení dochází uvnitř poupěte. Pokud se u rostliny vyskytují květy kleistogamické, vytváří rostlina i květy chazmogamické (otevřené). Příkladem je hluchavka objímavá (*Lamium amplexicaule*) a šřavel kyselý (*Oxalis acetosella*). Autogamní květy však mohou být opylovány i cizím pylem (Kubát a kol., 2003). Mezi obligátně autogamní rostliny patří např. ječmen (*Hordeum*), hrách (*Pisum*). Autogamie není pro rostliny příliš výhodná, především z toho důvodu, že dochází k malé variabilitě u potomstva, výhodou je však

nezávislost na opylovačích, a také není pro opylování potřeba druhého jedince, vyplatí se při rychlém osidlování krátkodobých biotopů (Vinter, 2009). Rostliny se brání autogamii různými způsoby. Dvoudomostí, inkompatibilitou pylu a blizny daného jedince, časovým oddělením – protogymie a proterandrie a prostorovým oddělením – heterostylie (Votrubová, 2010).

Obligátně allogamní (cizosprašné) rostliny, u kterých nemůže dojít k samosprašení, jsou třešeň (*Prunus*) nebo jetel (*Trifolium*). Pro alogamické populace je typická větší variabilita. Nevýhodou je závislost na opylovačích (Vinter, 2009).

K přenosu pylu dochází mezi květy různými způsoby. Zoogamie znamená opylování živočichy – do této skupiny zařazujeme entomogamii (opylování hmyzem), kantarogamii (opylování brouky), ornitogamii (opylování ptáky), chiropterogamii (opylování prostřednictvím koloňů). Květy mají různá přizpůsobení pro lákání svých opylovačů. Entomogamické květy jsou nejvíce rozšířeným typem. K lákání hmyzu používají různé prostředky – barva, kresba, vůně květu. Velmi rozšířená je produkce nektaru v květních (florálních) nektáriích. Nektária jsou žláznaté útvary, které produkují cukernaté roztoky-nektar. Florální nektária produkují roztoky, které slouží jako potrava. Někteří opylovači sbírají nektar k vlastní obživě (brouci, dvoukřídlý hmyz, ptáci), včely využijí k vlastní obživě jen malou část nektaru. Z větší části získaného nektaru tvoří med, kterým se živí larvy (Pavlová, Fischer, 2012).

Květní nektária jsou umístěna na různých částech květu. Řády hvozdíkotvaré (*Caryophyllales*), Polygonales, merlíkotvaré (*Chenopodiales*) mají nektária umístěná v bazální části tyčinek nebo tvoří žláznatý val připomínající kruh. Nektária také mohou tvořit tzv. podsemeníkové žláznaté valy čajovníkotvaré (*Theales*), vřesovcotvaré (*Ericales*), lilíkotvaré (*Solanales*), hluchavkotvaré (*Lamiales*). Nadsemeníkové žláznaté valy jsou typické pro rostliny se spodním semeníkem a rozšířenouází čnělky (stylopodium), miříkotvaré (*Apiales*), někteří zástupci čeledi zvonkovité (*Campanulaceae*). Druhým typem jsou nektária extraflorní (mimokvětní), které mají především lákat opylovače. Mimokvětní nektária se vyskytují na vegetativních částech rostlin, např. na palistech – zástupci čeledi bobovité (*Fabaceae*) nebo na řapíku listu, zástupci rodu mučenka (*Passiflora*). Existují však také květy bez nektárií, které jsou typické vysokou produkcí pylu, označují se jako květy pylové. Mezi takto opylované květy patří mák (*Papaver*), třezalka (*Hypericum*). Některé rostliny lákají opylovače za pomoci pastí – áron (*Arum*) a podražec (*Aristolochia*) (Novák, Skalický, 2008).

Lákání hmyzu na květy podobné samičkám je typické pro tořič (*Ophrys*). Rostliny s nesnadno dostupným nektarem mají velmi silné vztahy s opylovačem. Opylení může vykonat pouze několik, případně jeden druh hmyzu. S tím souvisí vymizení rostlinného druhu, pokud vyhyne jeho opylovač a naopak. Opylování krytosemenných rostlin živočichy je využíváno asi u 80 % druhů. Zoogamie je velmi výrazně ovlivněna procesem zvaným koevoluce, kdy se květy vyvíjely do takové podoby, aby byly atraktivní pro opylovače. A opylovač má různá uzpůsobení k tomu, aby byl schopen získat potravu, s co nejmenším úsilím (Vinter, Macháčková, 2013).

Anemogamie je opylování větrem, jedná se o způsob, který není příliš rozšířený. Vyskytuje se asi u 10 % druhů krytosemenných rostlin a předpokládá se, že vznikla druhotně. Běžně se vyskytuje u trav a opadavých dřevin. Rostliny opylované větrem vytvářejí velké množství pylu, který může být rozšiřován na velké vzdálenosti. Hydrogamie – je využívána pouze výjimečně, jako například u růžkatce (*Ceratophyllum*), kdy je pyl uvolňován přímo do vody a tou je přenášen (Votrubová, 2010).

2.6.3 Mechanismy bránící samoopylení

Jak již bylo uvedeno v předešlém textu, samoopylení není pro rostlinu příliš prospěšné, proto jsou vyvinuty mechanismy, které samoopylení zabraňují. Jedním z mechanismů zabraňujícím samoopylení je dichogamie, což znamená, že prašníky a blizna v květu dozrávají v jinou dobu. Existují dva způsoby – protogynie (proterogynie) – samičí pohlavní orgány (pestíky) dozrávají dříve než samčí pohlavní orgány (tyčinky). U jabloně (*Malus*), hrušně (*Pyrus*), jitrocel (*Plantago*) a některých zástupců čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). U protandrie dozrávají dříve samčí pohlavní orgány (tyčinky) a později až samičí pohlavní orgány (pestíky). Typické pro rod zvonek (*Campanula*) a mnoho zástupců hvězdnicovitých (*Asteraceae*). Dalším prostředkem zabraňujícím samoopylení je odlišná květní morfologie. Jedná se o heterostylii (různočnělečnost) a heteroatharii (různoprašníkovanost) (Pavlová, Fischer, 2012).

To, že reaguje pylová láčka s pletivem čnělky a blizny, je dáno genotypem pylu a blizny. Rostliny vyvinuly proti samoopylení mechanismus nazývaný pylová (auto)inkompatibilita. Jedná se o to, že pyl z jedné rostliny může opylovat pouze cizí květy, ne však květy vlastní rostliny. Podstatou tohoto mechanismu jsou interakce mezi bliznou, čnělkou a klíčovými pylovými zrnem. Rozlišujeme gametofytickou pylovou

inkompatibilitu a sporofytickou pylovou inkompatibilitu. Gametofytická pylová inkompatibilita je nejčastějším typem pylové inkompatibility a vyskytuje se u čeledí lilkovité (*Solanaceae*), růžovité (*Rosaceae*), bobovité (*Fabaceae*) či lipnicovité (*Poaceae*). Tento proces ovlivňuje genetická výbava pylu, tedy haploidní genom gametofytu. Pylová láčka začíná klíčit obvyklým způsobem, její růst je však zastaven ve zhruba 1/3 pestíku. Sporofytická pylová inkompatibilita je dána diploidním genotypem prašníku, tedy sporofytem. Tento způsob inkompatibility najdeme u brukvovitých (*Brassicaceae*), hvězdicovitých (*Asteraceae*) či hvozdíkovitých (*Caryophyllaceae*). V případě sporofytické inkompatibility je nekompatibilní pyl rozeznán podle povrchových molekul rovnou na blizně, ještě před vyklíčením. Vyklíčí tedy výhradně pyl, který je nepříbuzný.¹³

2.7 Oplození

2.7.1 Vznik samičího gametofytu (zárodečný vak)

Vajíčka krytosemenných rostlin jsou uložena v semeníku. Jedná se o jednoduchá sporangia, která vznikají uvnitř semeníku. V každém vajíčku je jedna mateřská buňka (megaspóra), která roste a dochází u ní k redukčnímu dělení (meióze). Dělením mateřské buňky vznikají 4 haploidní megaspory. Další vývoj se poměrně liší u různých druhů rostlin. U mnoha krytosemenných rostlin přežívá pouze 1 megaspóra. Tato megaspóra dále pokračuje v růstu a její jádro se třikrát mitoticky dělí, tímto procesem vzniká velká osmijaderná buňka. Na jednom konci zárodečného vaku jsou tři buňky, jedná se o buňku vaječnou a dvě synergidy (buňky pomocné). Synergidy jsou důležité před oplozením, kdy přitahují a navádějí pylovou láčku k vaječné buňce. Na opačném konci zárodečného vaku jsou 3 antipody (buňky protistojné). Dvě zbylá jádra nejsou rozdělena na samostatné buňky, ale sdružují se v jedno diploidní centrální jádro zárodečného vaku. Vajíčko je obklopeno obaly (integumenty), které mají funkci ochrannou. Prostor mezi obaly se nazývá otvor klový (mikropyle) (Campbell, Reece, 2006).

¹³ http://www.biologickaolympiada.cz/files/brozura12_webo.pdf

2.7.2 Oplození krytosemenných rostlin

Oplození začíná klíčením pylového zrna na blizně. Pylové zrno vyklíčí na blizně při splnění několika podmínek. Musí se jednat o receptivní bliznu, pyl musí být kompatibilní, tedy musí se jednat o pyl vhodný pro oplození daného květu. Po zachycení na blizně dochází k hydrataci pylových zrn, která po určité době klíčí v pylovou láčku (v řádech několika hodin nebo dnů). Pylová láčka (sipho) začíná klíčit ztenčeninou (aperturou) v exině pylového zrna. Pylová láčka má vrcholový způsob růstu, do pylové láčky se přesunuje cytoplazma pylového zrna, dále vegetativní a generativní buňka. Generativní buňka se v pylové láčce rozdělí na dvě gamety, buňky spermatické. Pylová láčka postupně prorůstá k vajíčku, především díky signálům ze synergid vajíčka. Spermatické buňky se pohybují ve směru růstu pylové láčky tak, že jsou vždy při povrchu pylové láčky. Rostoucí pylová láčka se dostává postupně přes pletivo blizny a čnělky. Až pylová láčka proroste do semeníku, vstoupí do vajíčka nejčastěji přes otvor klový a vniká do jedné ze dvou synergid. V pylové láčce se vytváří otvor, kterým se dostane ven cytoplazma a dvě spermatické buňky. Poté nastává oplození, které je u krytosemenných rostlin dvojité. Jedna spermatická buňka splyne s buňkou vaječnou za vzniku diploidní zygoty, druhá spermatická buňka splývá s pólými jádry a vzniká primární jádro endospermu, toto jádro je nejčastěji triploidní, dalším dělením se tvoří endosperm (Votrubová, 2010).

2.8 Klasifikace květenství

Květenství (inflorescentia) představuje soubor květů na společném stonku, které jsou uspořádány podle určitého vzorce. Květenství se u rostlin vyskytuje běžně, jelikož větší množství květů pohromadě zvyšuje pravděpodobnost opylení květu. Květenství rostlin dosahuje různých rozměrů. Největší květenství má palma z čeledi arekovité *Corypha umbraculifera*, jejíž květenství je průměrně 14 m dlouhé a 12 m široké. Rostlina kvete až po čtyřiceti letech života, vytváří plody a hyne. Dalším příkladem velkého květenství je *Agave*, která může mít květenství vysoké až 10 m.¹⁴

¹⁴ <http://botanika.bf.jcu.cz/morfologie/MorfologieKvetenstvi.htm>

Květenství dělíme na jednoduchá a složená. Jednoduchá květenství se dále rozdělují na hroznovitá (racemózní) a vrcholičnatá (cymózní). Z jednoduchých květenství se skládají květenství složená.

Jednoduchá květenství (inflorescentia simplex)

Hroznovitá (racemózní, monopodiální) květenství – boční větve nepřerůstají hlavní stonek. Tyto květy rozkvétají odspoda nahoru (akropetálně) např. konvalinka (*Convallaria*), jabloň (*Malus*) nebo od obvodu ke středu. Mezi základní hroznovité květenství patří lata (*panicula*).

Lata (panicula) se skládá z dlouhého hlavního větenu a kratších rozvětvených postranních větví – vinná réva (*Vitis vinifera*).¹⁵ Jedná se o fylogeneticky nejpůvodnější typ květenství, vznikla několikanásobným větvením stonku. Typická je pro ptačí zob (*Ligustrum vulgare*), šeřík (*Syringa*), pryskyřníkovité (*Ranunculaceae*).¹⁶

Dalším typem hroznovitého květenství, který vzniká zjednodušením latory je hrozen (*racemus*). **Hrozen (racemus)** může být buď ukončen květem – hyacint (*Hyacinthus*), rybíz (*Ribes*), dřívíál (*Berberis*) nebo bez květu, tedy neukončený – komonice (*Melilotus*), vlčí bob (lupina mnoholistá, *Lupinus polyphyllus*).

Klas (spica) jedná se o přisedlé květy na prodlouženém větenu. Vzniká zkrácením větviček postranních květů – jitrocel (*Plantago*), rdest (*Potamogeton*), zvonečník (*Phyteuma*). Klas je uspořádán buď dvoustranně – dvouřadý klas broméliovité (*Bromeliaceae*), nebo se skládá ve spirálovité větenu – šroubovité klas švihlík (*Spiranthes*) (Dostál, 2008). Redukcí klasu vzniká typické květenství lipnicovitých – **klásek (spicula)**. Je složen z jednoho až mnoha květů v úžlabí listenů – pluch. Na bázi klásku se nacházejí dvě plevy. Redukované lístky vnějšího okvětí tvoří plušku. Květ je doplněn třemi tyčinkami s vrtivými prašníky a pestíkem s pérovitou bliznou.¹⁷

Jehněda (amentum) – jedná se o klas s převislým větvenem opadávajícím vcelku. Vyskytuje se u topolu (*Populus*), vrby (*Salix*) (Dostál, 2008).

¹⁵ <http://botanika.bf.jcu.cz/morfologie/MorfologieKvetenstvi.htm>

¹⁶ http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/texty-organologie-kvetenstvi.html

¹⁷ http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/texty-organologie-kvetenstvi.html

Palice (spadix) je odvozena od klasu, vyznačuje se ztlustlým nebo zdužnatělým větvenem a přisedlými květy. Typická je pro zástupce čeledi áronovité (*Araceae*), u kterých je palice obalena barevným listencem, který nazýváme toulec. Palici bez přítomnosti toulce má orobinec (*Typha*) (Vinter, Macháčková, 2013).

Okolík (umbella) je tvořen květy vyrůstajícími zdánlivě z jednoho místa, tyto květy jsou paprscitě rozmístěné na stejně dlouhých stopkách. Vzniká zkrácením internodií na větenu hroznu. Jednoduchý okolík se vyskytuje u vlašovičnicku (*Chelidonium*), složený okolík u miříkovitých (*Apiaceae*) (Kubát a kol., 2003).

Strboul = hlávka (capitulum) dochází u něho ke zkrácení větenu hroznu i květních stopek, květní stopky jsou na vypouklém stonku, jetel (*Trifolium*), žindava (*Sanicula*).

Úbor (anthodium) je typický tím, že se skládá ze dvou typů květů. Na květní lůžko nasedají jazykovité a trubkovité květy v různém uspořádání. Jazykovité květy se nacházejí na okraji květenství a tvoří tzv. paprsek. Květy umístěné ve středu jsou fertilmí trubkovité květy a tvoří tzv. terč. Některé druhy mají květ složen buď pouze z jazykovitých květů pampeliška (*Taraxacum*), čekanka (*Cichorium*), nebo pouze z trubkovitých květů, např. chrpa (*Centaurea*). Listeny nacházející se pod úborem tvoří zákrov (Kubát a kol., 2003).

Chocholík (corymbus) – postranní větévký jsou prodlouženy tak, že květy dosahují délky prostředního květu. Dolní květní stopky jsou tedy prodloužené a v horní části se postupně zkracují. Typické pro javor mléč (*Acer platanoides*)¹⁸

Další skupinou jednoduchých květenství jsou vrcholičnatá (cymózní, sympodiální) květenství. U těchto typů květenství je hlavní stonek výrazně zkrácen a přerůstají ho boční větve. Tyto květy rozkvétají odshora dolů, při uspořádání do plochy od středu k okraji. Patří zde **mnohoramenný vrcholík (pleiocháziium)**, který je pokládán za původní typ vrcholičnatého květenství. Terminální květ zakončuje hlavní stonek, pod terminálním květem vyrůstá několik postranních větví. Vyskytuje se u skřípiny (*Scirpus*). Pokud květy vrcholíku přisedají, vytvářejí tzv. klubko (glomerulus) typické pro merlíkovité (*Chenopodiaceae*) (Votrubová, 2010).

Kružel (anthella) je mnohoramenný vrcholík se silně zkráceným hlavním větvenem, postranní větve jsou delší. Sítina (*Juncus*), bika (*Luzula*), tužebník (*Filipendula*).

¹⁸ <http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?810>

Dvouramenný vrcholík = vidlan (dicházium) – takto se nazývá květenství, ve kterém vyrůstají pod terminálním květem pouze 2 postranní větve. Rožec (*Cerastium*). Pokud vyrůstá pouze jediná postranní větev pod terminálním květem, označujeme toto květenství jako jednoramenný vrcholík (monocházium) (Novák, Skalický, 2008).

Vijan (cincinus) – vychází z jednoramenného vrcholíku, kde květní stopky vyrůstají proti sobě. Tvoří tak dvě řady listenů a květů. Mladé vijany se spirálně svinují. Tento typ květenství najdeme u brutnákovitých (*Boraginaceae*) a některých lilkovitých (*Solanaceae*) (Kubát a kol., 2003).

Šroubel (bostryx) je dalším typem vrcholičnatého květenství, které vzniká z vidlanu. U tohoto typu vyrůstají všechny květní stopky v jedné řadě a jsou spirálně stočené. Třezalka (*Hypericum*).¹⁹

Složená květenství (inflorescentia composita)

Spojením jednoduchých květenství vznikají květenství složená. Pokud je květenství hlavní i vedlejší stejného typu, jedná se o květenství homotaktická. Heterotaktická květenství vznikají kombinací hroznovitých a vrcholičnatých květenství. Mezi nejvýznamnější složená květenství patří složený klas trav, pseudanthium – květenství připomíná svým vzhledem jediný květ.

Složený okolík se skládá z dílčích květenství – okolíčky, obaly, obalíčky. Jedná se o typické květenství čeledi miříkovitých (*Apiaceae*).

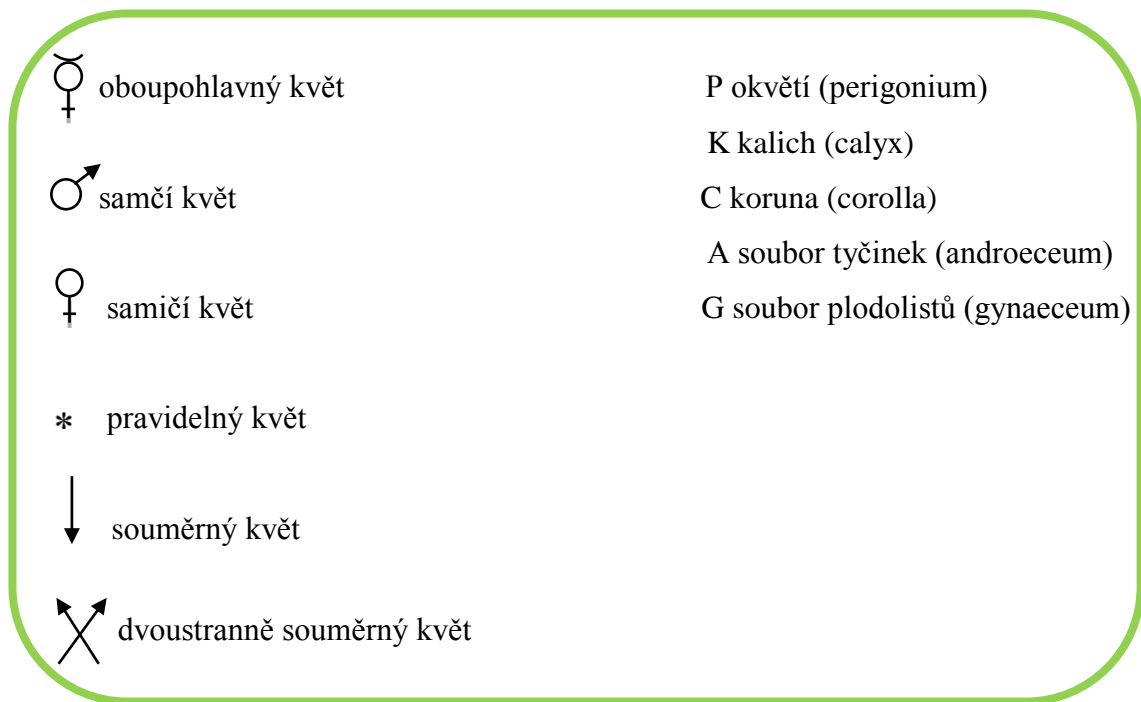
Cyathium (cyathium) pryšců – listeny vytvářejí pohárek, na jehož okraji jsou nektária (přeměněné palisty listenů). Uvnitř je jediný samičí květ, obklopený vijany samčích květů, které jsou redukovány na jedinou tyčinku. Rod *Euphorbia* u nás má hroznovité větvení ukončené okolíkem, na větvených stopkách složeného květenství jsou vlastní cyatia (Novák, Skalický, 2008).

2.9 Květní vzorec a květní diagram

Stavbu květu můžeme schematicky vyjádřit květním vzorcem. V literatuře se také často používá květní diagram, který znázorňuje postavení květních částí při pohledu na květ shora. Struktura květního vzorce se popisuje pomocí dohodnutých symbolů, písmen

¹⁹ http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/texty-organologie-kvetenstvi.html

a čísel. Květní vzorec vyjadřuje stavbu květních obalů, přítomnost tyčinek a pestíků. Nejčastěji používané značky a zkratky v květních vzorcích jsou uvedeny na obrázku 10.



Obr. 10 Nejčastěji používané značky a zkratky v květních vzorcích (Kubát a kol., 2003)

Květní diagram

Jedná se o schematický náčrtek pohledu na květ shora, který znázorňuje vzájemnou polohu květních orgánů. Existují dohodnuté symboly, které zastupují jednotlivé části květu.



Nejčastější používané symboly v květních diagramech,
 1 – listen nebo listénc, 2 – okvětí, 3 – kalich,
 4 – koruna, 5 – chybějící lístek okvětí, kalicha nebo koruny,
 6 – tyčinka, 7 – chybějící tyčinka, 8 – schéma příčného
 řezu semeníkem svrchním, 9 – schéma příčného řezu
 semeníkem spodním, 10 – poloha prýtu (pro vystižení
 orientace květu)

Obr. 11 Nejčastěji používané symboly v květních diagramech (Kubát a kol., 2003)

2.10 Důmyslná zařízení v květech

2.10.1 Šálivé květy

Označení šálivé květy znamená, že květy lákají hmyz na barvu, vůni a tvar, ale nenabízejí žádnou odměnu v podobě nektaru. Květy rodu tořič (*Ophrys*) z čeledi vstavačovitých (*Orchidaceae*) se vyznačují tím, že produkují látky podobné samičím feromonům svých opylovačů. Tyto feromony lákají samečka v domnění, že najde svoji partnerku, aby se s ní mohl spářit. Navíc květ připomíná svým zbarvením a tvarem, kresbou i chlupatým povrchem samičku. Sameček se tedy pokusí s tímto květem připomínající samičku spářit. Přisednutím na květ se na samečka přilepí pylová zrna, které sameček přenáší na další květ. V ČR je typickým zástupcem tořič čmelákovitý Holubyho (*Ophrys holoserica*). Odborně se tento jev nazývá jako sexuálně feromonový parazitismus.²⁰ Směs několika uhlovodíků izolovaná z pysku tořiče je velmi podobná sexuálním feromonům daného opylovače a u samečků spouští intenzivní kopulační chování (Mihulka, 1999).



Obr.12 Šálivý květ tořiče čmelákovitého Holubyho²¹ (Prosický, 2010)



Obr. 13 Šálivý květ střevičníku pantoflíčku

²⁰ http://www.inforama.cz/aktuality/divy/09_06_květ.html

²¹ <http://www.naturephoto.cz/priroda/255-toric-cmelakovity-holubyho-v-karpattech.html>

Dalším zástupcem s velmi zajímavým způsobem opylení je střeвиčník pantoflíček (*Cypripedium calceolus*). Hmyz, který pronikne do květu, se musí pohybovat v květu tak dlouho, dokud nedojde k opylení. Hmyz je přilákan velmi nápadnou žlutou barvou velkého květu, usedne na hladký okraj otvoru pysku a sklouzává dovnitř květu. Zpátky je poměrně obtížné se dostat, protože stěna pyskové dutiny je kluzká a má zakřivené vnitřní stěny. Aby se hmyz mohl dostat z květu ven, musí se protáhnout úzkým místem kolem tyčinek a pestíků. Lepkavý pyl zůstává na hřbetě živočicha, pokud se nechá zlákat dalším květem a přenese pyl, dochází k opylení. Úspěšnost tohoto způsobu opylení bývá velmi malá.²²



Obr. 14 Áron plamatý (*Arum maculatum*)



Obr. 15 Kruštík (*Epipactis veratrifolia*)²³
(Pettemerides, 2009)

Áron plamatý (*Arum maculatum*) – jeho toulec ochraňuje květní části a hraje důležitou roli při opylování květů. Květy jsou ukryty ve spodní baňkovité části, palice, která vystupuje z toulce velmi výrazně zapáchá a láká tím hmyz. Hmyz, který pronikne toulcem ke květům je uvězněn do doby opylení květu, poté uzavírající vlákna vadnou a umožní hmyzu vyletět ven.²⁴

Kruštík (*Epipactis veratrifolia*) v květech dokáže produkovat látky, které jsou běžně produkovány mšicemi. Tyto látky slouží mšicím k dorozumívání a signalizují nebezpečí. Pestřenky, dvoukřídlý hmyz, který je hlavním opylovačem tohoto kruštíku čte signál jako záruku potravy, jelikož se mšicemi živí. Také je to pro pestřenky znamením, že

²³ <http://www.treknature.com/gallery/photo225881.htm>

²⁴ <http://www.kvetenacr.cz/detail.asp?IDdetail=561>

mohou klást vajíčka, protože jejich larvy budou mít dostatek potravy. Svým opylovačem nabízí také malé množství nektaru. Další strategií, jak si zaručit opylování je to, že v květech vytváří barevné fleky připomínající stopy po mšicích, což je pro pestřenky dalším signálem dobrého místa pro naklazení vajíček. Jelikož nejsou na květech žádné mšice přítomny, vajíčka pestřenek po vylíhnutí uhynou. Samička sice přenese pyl, ale likvidací potomstva pestřenek může v budoucnu pro tyto orchideje znamenat značný problém (Jin a kol., 2014).

Zajímavý je taky způsob opylování rodu oměj (*Aconitum*). Opylování běžně provádějí čmeláci. Může se však stát, že jiný hmyz prokousne květní části ostruhu a přilbu z boku květu a dostanou se tak k nektaru. Takto narušené květy již čmeláci nevyhledávají, a proto zůstanou neopleně.²⁵

2.11 Hospodářský význam květů a květenství

Květy a květenství mají pro člověka nepostradatelný význam. Využívají se v mnoha odvětvích průmyslu a potravinářské produkce. Květy je možno konkrétně využít při přípravě léčivých čajů – heřmánek (*Matricaria*), lípa (*Tilia*), bez černý (*Sambucus nigra*), ibišek (*Hibiscus*) a mnoho dalších (Aichele, Golteová-Bechtleová, 2007).

Další možností je použití ve farmaceutickém průmyslu na výrobu léčiv. Květy obsahují různé silice, které mají protizánětlivé, anestetické a další účinky, které působí pozitivně na zdraví člověka. Důležitou součástí je také využití v kosmetickém průmyslu, kdy se květů využívá k výrobě krémů a parfémů – violka (*Viola*), jasmín (*Jasminum*), šeřík (*Syringa*), růže (*Rosa*) (Campbell, Reece, 2006).

V neposlední řadě využíváme také různé květní části jako koření při přípravě a dochucování pokrmů. U hřebíčkovce kořenného (*Syzygium aromaticum*) z čeledi myrtovité se využívá jako koření sušený kalich s poupětem. Původní výskyt této rostliny je na Moluckých ostrovech v Indonésii. V současné době jsou největší producenti hřebíčku kromě Indonésie i Srí Lanka, Zanzibar a Madagaskar. Květy hřebíčkovce vytvářejí květenství vrcholík se 3 – 40 oboupohlavnými květy. Kališní lístky srůstají a tvoří slabě hranatou trubku, která splývá s češulí. Hřebíček se používá k dochucení rýže, masa, ale i sladkých potravin. Má velmi výrazné aroma, takže se přidává i do různých aromatických směsí. Obsahuje silice, jejichž hlavní složkou je fenolická sloučenina

²⁵ <http://www.kvetenacr.cz/detail.asp?IDdetail=619>

eugenol. Eugenol má lokálně-anestetické a antiseptické účinky, často se používá v zubním lékařství jako přísada do ústních vod či zubních past.²⁶

Významnou rostlinou, u které využíváme květy, je šafrán setý (*Crocus sativus*). Šafrán pochází ze západní Asie. Kveté na podzim, součástí fialového květu jsou také tyčinky, které mají nitkovité hnědé blizny. Tyto blizny se sklízí ručně, dále se zpracovávají a slouží jako koření. Cena šafránu je velmi vysoká, jedná se o nejdražší koření na světě. Pěstuje se ve Španělsku, jižní Francii, v severní Africe. Další rostlinou, u které se využívají květy je kapara trnitá (*Capparis spinosa*). Nerozvinutá poupata v solném nálevu s vinným octem se nazývají kapary a používají se do salátů (Novák, Skalický, 2008).

²⁶ <http://botany.cz/cs/syzygium-aromaticum/>

3 DIDAKTICKÁ ČÁST

„Průměrný učitel vypráví. Dobrý učitel vysvětluje. Výborný učitel ukazuje. Nejlepší učitel inspiruje.“ W. A. Ward

3.1 Postavení biologie v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia

Biologie patří v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia společně s fyzikou, chemií, geografii a geologií do vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Cílem vzdělávací oblasti Člověk a příroda je pozorování a měření. Na základě pozorování a experimentů studenti zpracují a interpretují získaná data, a také hledají souvislosti mezi pozorovanými jevy. Studenti by se během výuky měli také naučit pracovat s moderními technologiemi a využít je v průběhu své vědecké (badatelské) činnosti. Poznání přírodních zákonitostí a vztahů mezi nimi by dále mělo studenty vést k přemýšlení o možných dopadech činností člověka na životní prostředí. Nabyté vědomosti a zkušenosti pomáhají studentům při budování vztahu k přírodě a okolí, ochraně životního prostředí, zdraví svého i ostatních obyvatel.²⁷

3.2 Využití mezipředmětových vztahů v hodinách biologie

Do učiva biologie spadají velmi široké oblasti s poměrně značným přesahem do jiných vzdělávacích oborů, především chemie, geografie, geologie a fyziky. Mezipředmětové vztahy mezi biologií a chemií se dají velmi dobře využít především při probírání učiva z oblasti fyziologie rostlin, fyziologie živočichů a fyziologie člověka. Geografie je využitelná při práci s mapou v terénu, pokud se jedná o terénní cvičení, či rozšíření rostlin a živočichů na Zemi. Platnost zákonů, které se studenti naučí ve fyzice, mohou dále ověřovat při používání mikroskopu, při zkoumání funkcí lidského oka, případně při pozorování zbarvení rostlin a živočichů.

Další oblastí, která se může dobře prokládat s výukou biologie, je také výuka cizích jazyků. Světoznámí vědci publikují své nové objevy především v anglickém jazyce. Existuje mnoho výukových videí, které se dají použít ve výuce a motivovat tak žáky, k tomu, aby cizí jazyk studovali a především viděli, že znalost cizího jazyka jim otevře dveře k dalšímu studiu a novým informacím.

²⁷ http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf

Průřezové téma Enviromentální výchova propojuje znalosti ze všech přírodovědných disciplín, ale i společenských disciplín a dává studentům náhled, jak se komplexně zamýšlet a řešit problémy spojené s životem na planetě Zemi.

3.3 Téma květ a květenství v RVP pro gymnázia

Květ a květenství v Rámcových vzdělávacích programech pro gymnázia je zařazeno ve vzdělávacím obsahu Biologie rostlin, učivu Morfologie a anatomie rostlin. Toto téma je běžně vyučováno v rámci klasických hodin, také v rámci praktických (laboratorních) cvičení, kdy mají studenti možnost pozorovat např. stavbu květu. Téma květ je také součástí terénních exkurzí, kde žáci mohou porovnat vědomosti, které se naučili ve školních lavicích s praktickou zkušeností a praktickým pozorováním.²⁸

Toto učivo je zařazováno v prvním ročníku čtyřletého gymnázia, případně ve druhém a pátém ročníku osmiletého gymnázia. Časová dotace je různá, podle zaměření školy. Může se jednat například o dvě hodiny běžné výuky v týdnu a dvě hodiny laboratorních cvičení 1x za 14 dnů. Tato výuka může být dále doplněna jedno či vícedenní exkurzí. Učivo o květech se podle vzdělávacího plánu probírá v rámci učiva krytosemenné rostliny, tedy na počátku měsíce května, kdy nastávají také dobré podmínky pro laboratorní cvičení, případně terénní exkurze.²⁹

Očekávané výstupy, které by podle RVP měl žák v rámci Biologie rostlin, učiva Květ dosáhnout jsou popis a stavba rostlinného těla, také stavba a funkce rostlinných orgánů. Důležitým výstupem je také pochopení, na jakém principu funguje rozmnožování rostlin. Další oblastí, která souvisí s květem, je také poznávání jednotlivých zástupců a popis významných rostlinných druhů. Student by si také měl uvědomit důležitost květů nejenom pro rostlinu, ale i pro celé lidstvo.³⁰

3.4 Klíčové kompetence a jejich rozvoj v hodinách biologie

S novou koncepcí vzdělávání přišly do škol také klíčové kompetence, které jsou charakterizovány jako soubor vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj jedince, jeho aktivní zapojení a uplatnění ve společnosti. V Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnaziální vzdělávání je uváděno 6 klíčových

²⁸ http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf

²⁹ http://www.mgvsetin.cz/images/MG/dokumenty/%C5%A0VP/%C5%A0VP_G4_11_Biologie_A.pdf

³⁰ http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf

kompetencí. Jedná se o kompetence k učení, řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, občanská a k podnikavosti. Co se týká uplatňování a rozvíjení klíčových kompetencí u studentů zodpovídá za ně daná škola. Postupy určené k rozvoji klíčových kompetencí se nazývají výchovné a vzdělávací strategie (VÚP, 2007).

Klíčové kompetence je možno rozvíjet také v hodinách biologie. Jak uvádí Vinter (2009) v rámci kompetence k učení by měli být žáci schopni vyhledat, tříditi a interpretovat informace z různých zdrojů, ať už se jedná o internet, novinové články či odbornou literaturu. Další důležitou součástí je kritický výběr informací, na základě již získaných znalostí z nižšího stupně vzdělání. V biologii je také kladen důraz na správnou terminologii, používání definic, pochopení a správné vysvětlení teorií. Nedílnou součástí je také orientace v přirozených systémech organismů s důrazem na pochopení fylogenetických vztahů.

Do kompetence k řešení problémů spadá praktické uplatnění nabytých vědomostí, při řešení konkrétních životních situací. Na základě znalostí jsou studenti schopni posoudit důsledky různých jevů na životní prostředí, zdraví člověka a jsou také schopni posoudit ekonomické dopady daného jevu. Při komplexním řešení problémů také využívají znalosti z ostatních vyučovacích předmětů, díky čemuž vnímají věci v souvislostech. V hodinách biologie je obvykle věnován prostor také samostatnému projevu, rozvíjí se tedy kompetence komunikativní. Studenti se mají vyjadřovat souvisle, srozumitelně, tak, aby jejich vysvětlení mělo vědecký základ a bylo pochopitelné pro celou třídu. Další možností pro rozvoj komunikace jsou různé formy prezentací na zadané téma, které mohou být doplněny vhodnou diskusí. Nedílnou součástí hodin biologie je také skupinová práce, kdy se studenti mohou zamýšlet nad zadanými úkoly a hledat řešení a vyvozovat závěry. Kompetence pracovní a kompetence k podnikavosti – studenti v praktických cvičeních postupují podle návodu a musí dodržovat bezpečnost práce a pokyny učitele. Také zdokonalují manuální zručnost a rozvíjí tak další dovednosti. Při dodržování pracovního postupu si také uvědomují nutnost systematické a pečlivé práce (Hausenblas, 2008).

Čechová (2009) upozorňuje na to, že pro rozvoj klíčových kompetencí jsou vhodné a prospěšné metody aktivního učení. Tyto metody učení směřují k vytváření vlastního úsudku žáka, který společně s pochopením nové informace začlení tuto informaci do okruhu (systému) svých znalostí. Aktivní učení charakterizuje jako učení, kdy žáci více pracují, než naslouchají. Menší důraz je kladen na sdělování informací a více je zdůrazněno rozvíjení dovedností žáků.

3.5 Problematika propojení teorie s praxí ve výuce biologie

Žáky a studenty je důležité ve výuce správně motivovat. Jednou z velmi dobrých motivačních pomůcek může být možnost žáků využít své nabyté poznatky v oblastech, které je zajímají a pomohou jim rozvíjet jejich myšlení a nápady. Pokud žák vidí, že informace, které se dozví ve škole, může dále použít v praktickém životě, je ochoten se i více věnovat teoretickému základu. Této motivaci pomáhají příklady z praxe, setkání s odborníky, exkurze na odborná pracoviště nebo do přírody, velmi přínosná bývá také spolupráce s univerzitami, které přinášejí pro žáky další rozvoj a možnost navázat ve svém zaměření vysokoškolským studiem na vybrané univerzitě.³¹

Každoročně je organizována pro žáky základních a studenty středních škol Biologická olympiáda. Jedná se o mimoškolní činnost, která má za cíl vyhledat talentované žáky a studenty, podporovat jejich odborný růst a ty nejlepší připravovat na reprezentaci v Mezinárodní biologické olympiádě. Biologická olympiáda je jednotná v celé ČR a má 4 kola, kterých se úspěšní řešitelé mohou účastnit. Jedná se o kolo školní, okresní, krajské a republikové. Soutěž probíhá v kategoriích, jedná se o soutěž postupovou. Žáci řeší ve svých kategoriích vždy teoretický test, poznávání rostlin a živočichů a praktickou úlohu. Biologická olympiáda je vyhlašována MŠMT.³² Další celorepublikovou soutěží, tentokrát určenou pro studenty středních škol, je ekologická olympiáda, kterou pořádá Český svaz ochránců přírody. Ekologická olympiáda má 3 postupová kola – místní kola, krajská kola, národní kolo. Jedná se o týmovou soutěž z oblasti ekologie, ochrany přírody a péče o životní prostředí. Součástí soutěže je také doprovodný program, který studentům umožňuje se setkat s odborníky z daného oboru.³³

Možností a akcí, které probíhají je opravdu mnoho, záleží však na učitelích, jestli žáky dokáže dostatečně motivovat, aby se do soutěže přihlásili a dále se sami ve volném čase vzdělávali. Existuje mnoho středisek ekologické výchovy po celé ČR, které nabízejí různé aktivity pro žáky základních a studenty středních škol. Jedná se například o sdružení PAVUČINA, Lipka, Líska, atd.

³¹ <http://www.nuov.cz/kurikulum/jak-a-cim-motivovat-zaky-ke-studiu-a-vest-je-k-odpovednosti>

³² <http://www.biologickaolympiada.cz/>

³³ <http://www.ekolympiada.cz/wp-content/uploads/2013/01/ekologicka-olympiada-propozice-2013-14.pdf>

3.6 Didaktické zásady

Didaktické zásady představují obecná doporučení, díky jejichž dodržování by měl učitel dosáhnout maximální efektivity vyučovacího procesu.

Zásada uvědomělosti a aktivity – tato zásada je u žáka velmi výrazně spojena s motivací. Učitel (pedagog) se má snažit žákům představit svůj předmět zajímavou formou tak, aby žáci přijali cíle výuky a přirozeným způsobem je vedl k aktivitám, které přinášejí osobní rozvoj. To, jestli pedagog dokáže motivovat své studenty, se odráží od toho, jestli je sám motivován. Pokud je učitel motivován, předává informace s nadšením, stále se vzdělává ve svém oboru i jiných oborech a dokáže svým žákům představit učivo různými metodami a zajímavou formou (Malach, 2003).

Zásada komplexního rozvoje žáka – osobnost žáka je v edukačním procesu velmi důležitá. Komplexní rozvoj žáka klade na učitele velké požadavky. Podle struktury osobnosti je potřeba rozvíjet oblast poznávací, afektivní a psychomotorickou.

Zásada vědeckosti – poznatky, které učitel žákům předává, musí být založeny na vědeckých poznatcích, které by se měly dostávat do pedagogické praxe. Věda jde neustále dopředu a učitel by měl být schopen nové poznatky vnímat, hledat a umět je předávat metodou didaktické transformace učiva (Malach, 2003).

Zásada spojení teorie s praxí – nazývá se také jako zásada aplikability učiva a transferu. Jedná se o to, že probírané učivo má být dále využito v běžném životě a použitelné v reálných situacích. Tato zásady však bývá často opomíjena a dává se přednost spíše teoretickým znalostem, než jejich uplatnění. Důležitou součástí je také přenášení dovedností a znalostí do vyššího stupně vzdělávání tak, ať má žák základ, na který může navázat (Obst, 2006).

Zásada přiměřenosti – učivo, cíle a prostředky předkládané žákům má být na takové úrovni, aby bylo přístupné pro určitou věkovou kategorii. Do této kategorie spadá také přiměřenost vůči jazykové vybavenosti žáků (Obst, 2006).

Zásada názornosti – tato zásada patří k nejstarším didaktickým zásadám, z tohoto pramení také její důležitost. Žáci mají mít o probíraném učivu určitou představu. Mezi další zásady patří: zásada individuálního přístupu, zásada emociálnosti, zásada trvalosti, zásada soustavnosti a zásada zpětné vazby (Malach, 2003).

3.7 Organizační formy výuky

V následujícím oddílu jsou charakterizovány organizační formy výuky, které jsou běžnou součástí vyučovacího procesu.

- vyučovací hodina,
- praktické cvičení (laboratorní práce),
- exkurze, vycházka a terénní práce,
- projekt (projektová výuka),
- odborný seminář,
- odborná praxe a stáž,
- domácí úkoly, domácí příprava, samostudium.

Jako organizační forma výuky v hodinách biologie je nejčastěji využívána vyučovací hodina, dále praktické cvičení a exkurze, případně projektová výuka.

3.7.1 Vyučovací hodina

Vyučovací hodina neboli hodina základního typu představuje základní organizační formu výuky. Je charakteristická tím, že probíhá frontální výuka s dominantní pozicí učitele, který vede výklad. (Malach, 2003).

Při přípravě na vyučovací hodinu je nejprve potřeba promyslet a stanovit si výukové cíle hodiny. Při stanovování cílů vycházíme z prekonceptů, tedy ze znalostí, dovedností a postojů žáků, které získali již při předchozí výuce, nebo z jiných zdrojů, jako je například internet. Při přípravě na vyučovací hodinu je nutné si připravit strukturu vyučovací hodiny (Vinter, 2009).

Struktura klasické vyučovací hodiny může vypadat následovně:

1. Zahájení hodiny (sdělení cíle a tématu hodiny, motivace)
2. Opakování probraného učiva (kontrola a hodnocení vědomostí)
3. Probírání nového učiva
4. Opakování a procvičování nového učiva
5. Zadání domácího úkolu
6. Zhodnocení hodiny, stupně dosažení cílů, aktivity žáků, sdělení, co bude obsahem příští hodiny.

3.7.2 Laboratorní práce (praktické cvičení)

Při praktickém cvičení, které trvá zpravidla 2 vyučovací hodiny si žáci mohou vyzkoušet a ověřit své vědomosti při praktickém pozorování. Dále se při této činnosti rozvíjejí jejich dovednosti a myšlení v souvislostech. Žáci se učí pracovat samostatně nebo ve dvojicích, formulují hypotézy, závěry, řeší výzkumný problém. Pokus by měl být nastaven tak, aby žáci zjišťovali něco pro ně nového, neznámého (Vinter, 2009).

Struktura laboratorních cvičení je zpravidla následující:

1. Zahájení laboratorní práce. Sdělení cílů laboratorní práce.
2. Zopakování teoretických poznatků.
3. Vlastní provedení laboratorní práce.
4. Prezentace výsledků.
5. Celkové zhodnocení laboratorní práce.

Výstupem laboratorní práce je písemný protokol, jehož struktura by měla být stejná pro celou skupinu. Žáci doplní zadané úkoly a zaměří se na celkové zhodnocení práce v závěru (Vališová, Kasíková a kol., 2007).

3.7.3 Exkurze, vycházky, terénní práce

Exkurze je určena k propojení teoretických znalostí s praktickým pozorováním, které žáci mohou vidět kolem sebe. Žáci/studenti mohou pozorovat přírodu a jevy kolem sebe a v praxi si tak ověřit teoretické znalosti, které se dozvěděli ve škole. Jak uvádí Švecová (2002) exkurze mohou být motivační, závěrečné, průvodní. Podle náplně je pak dělíme na monotematické a komplexní.

Vlastní průběh exkurze je většinou následující:

1. Sraz – kontrola účastníků, prezence, organizační pokyny, zadání úkolů, rozdání pracovních listů a výukových materiálů. Cesta na vhodnou lokalitu.
2. Práce na lokalitě a průběžná kontrola učitelem.
3. Návrat z lokality.
4. Odevzdání zpracovaných úkolů (ve formě pracovních listů).

Ve škole dojde ke zhodnocení exkurze, kontrole pracovních listů. Na exkurzi může navázat také laboratorní cvičení, kde se bude pracovat s materiálem nasbíraným na exkurzi (Malach, 2003).

4 MATERIÁL A METODIKA PRÁCE

Součástí diplomové práce jsou ppt prezentace, komentář k výukovým prezentacím pro pedagogy, soubor praktických úloh pro studenty a pracovní listy do běžných hodin. V práci se objevují tzv. didaktické typy, což jsou rostliny běžně známé, které mohou být demonstrovány při botanické exkurzi nebo při laboratorních cvičeních. Pro učitele tedy není náročné tyto rostliny obstarat a mohou být tak běžně při výuce využity.

Fotodokumentace byla zhotovena pomocí přístroje Canon, režim makro. Fotografie byly dále upraveny v grafickém programu Adobe Photoshop 13.0. Z fotografií byly zhotoveny výřezy tak, aby mohlo být poukázáno na konkrétní části květů, dále byl upraven jas a gama efekt.

4. 1 Koncepce výukové ppt prezentace a souboru praktických úloh

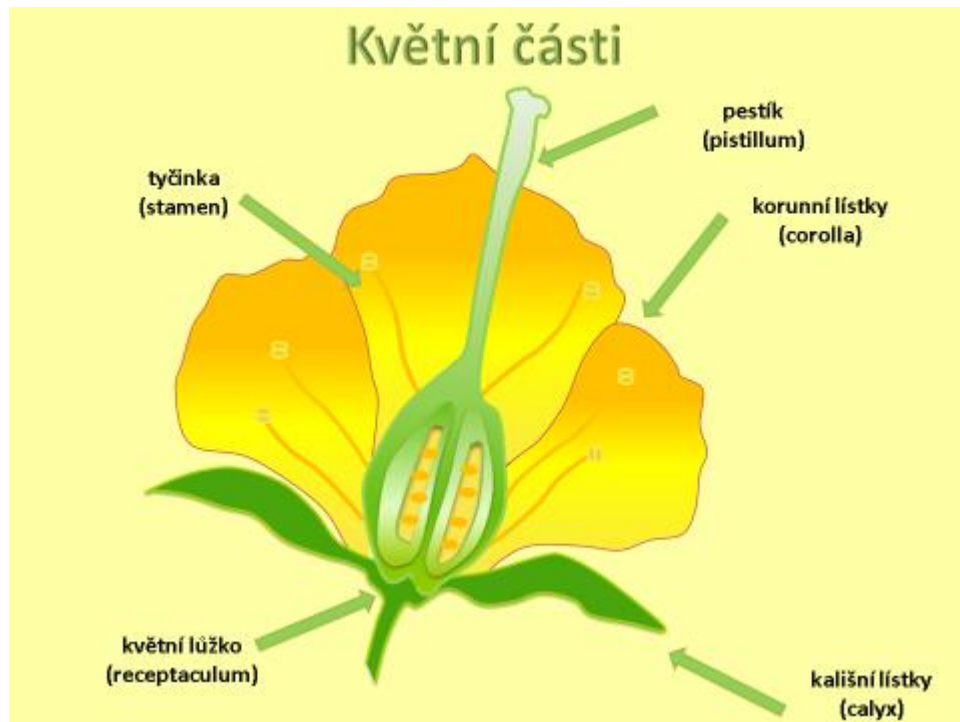
Výukové prezentace byly vytvořeny v programu PowerPoint 2013, velký důraz byl kladen na přehlednost a názornost jednotlivých slidů. Animace v prezentaci znázorňují jednoduchou formou náročně představitelné jevy ze života rostlin a vysvětlují velmi důležité procesy, jako je opylení a oplození rostlin. Součástí prezentací je také část, která se věnuje opakování a doporučená videa, která dále rozšiřují probírané učivo. Jelikož součástí prezentace není mnoho textu, byl vytvořen také doprovodný materiál pro pedagogy s rozšiřujícími informacemi k jednotlivým slidům, které je možno použít ve výuce. Pro studenty jsou vytvořeny pracovní listy, které mohou sloužit k zopakování probíraného učiva a doplnění nových poznatků.

Při tvorbě výukové powerpointové prezentace a dalších didaktických materiálů jsem vycházela především z aktuálních kurikulárních dokumentů platných v České republice, dále jsem se řídila také obecnými didaktickými zásadami (zásada názornosti, zásada vědeckosti, zásada přiměřenosti a srozumitelnosti, zásada soustavnosti a posloupnosti, zásada trvalosti, zásada spojení teorie s praxí, zásada individuálního přístupu k žákům, zásada respektování mezipředmětových vztahů, zásada hygieny a bezpečnosti výuky). Dalším didaktickým materiálem je návod na praktická cvičení týkající se květu a květenství. Jednotlivé úlohy byly vybírány tak, aby mohly být jednoduše proveditelné, a také, aby studenti viděli výsledek svého pozorování a mohli odvodit závěr z pozorovaných jevů. Všechny psané materiály byly vyhotoveny v programu Microsoft Office – Word a převedeny do formátu pdf.

5 VÝSLEDKY

5.1 Výuková prezentace – Evoluce a ontogeneze květu





Evoluční teorie

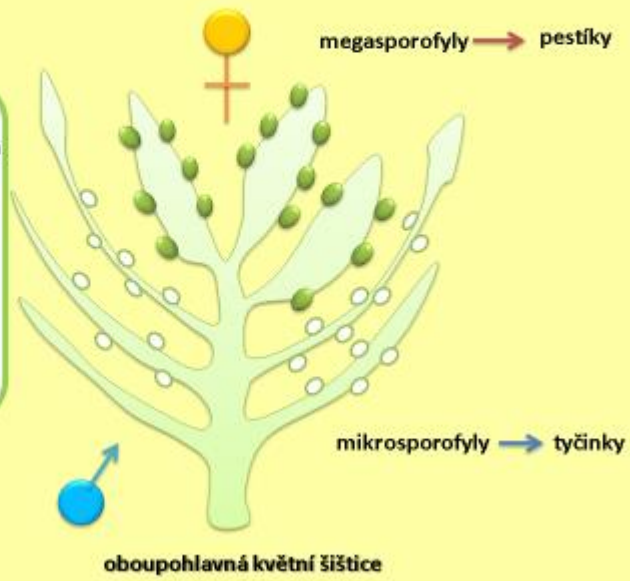
aneb jak vznikl květ krytosemenných rostlin...

- Euanthiová (strobilární) teorie
- Pseudanthiová teorie

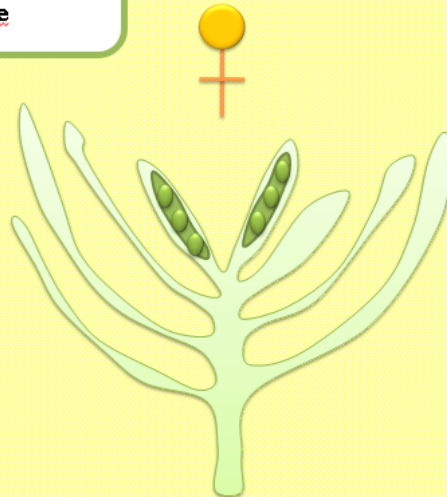
Euanthiová teorie

Původní květ starobylých krytosemenných rostlin byl oboupohlavný

- asimilační listy
- mikrosporofyly
- megasporofyly



Redukcí pestíků nebo tyčinek vznikaly květy jednopohlavné - anemogamie



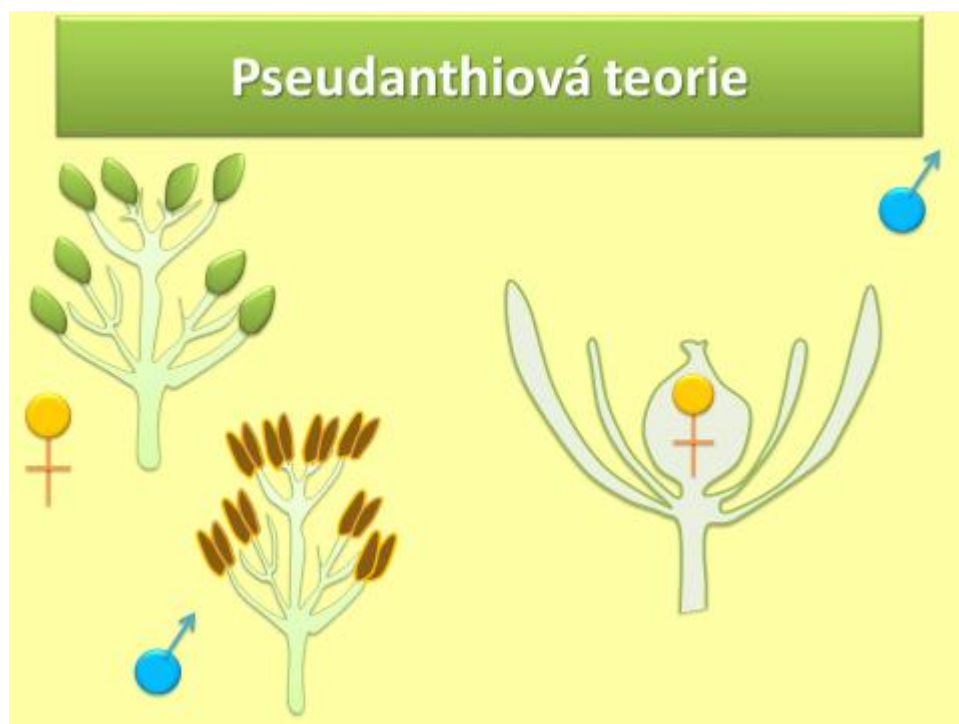
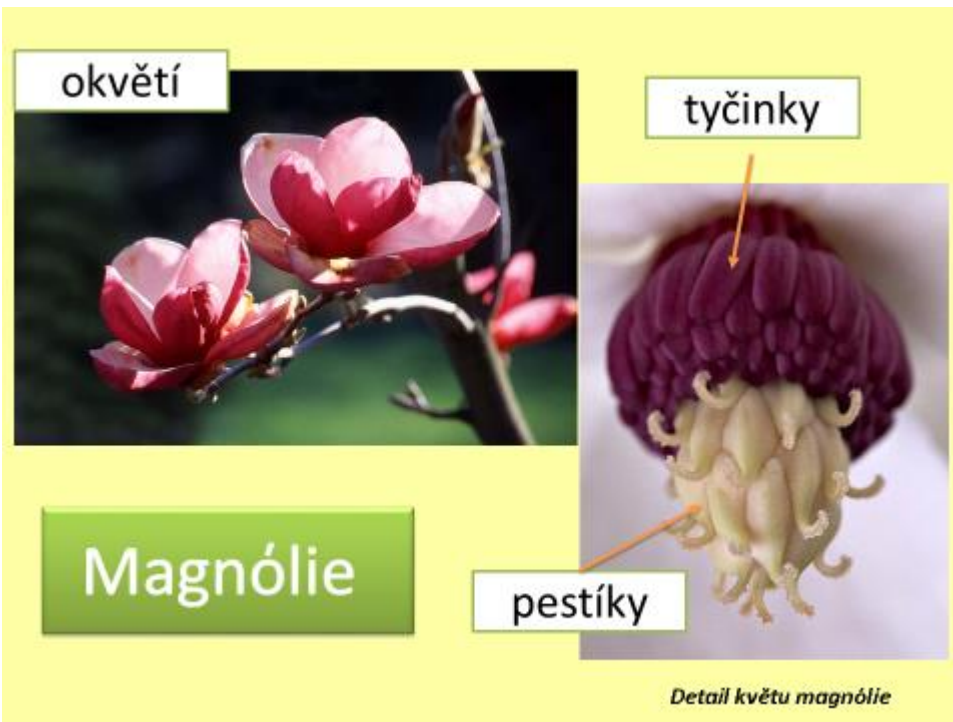
Původní květy

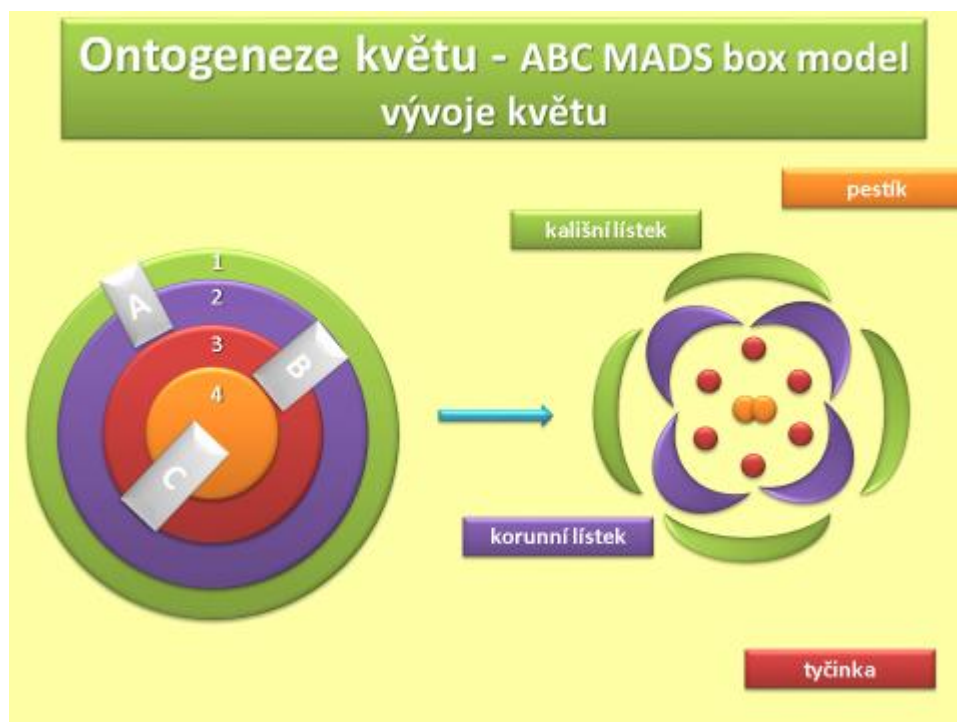
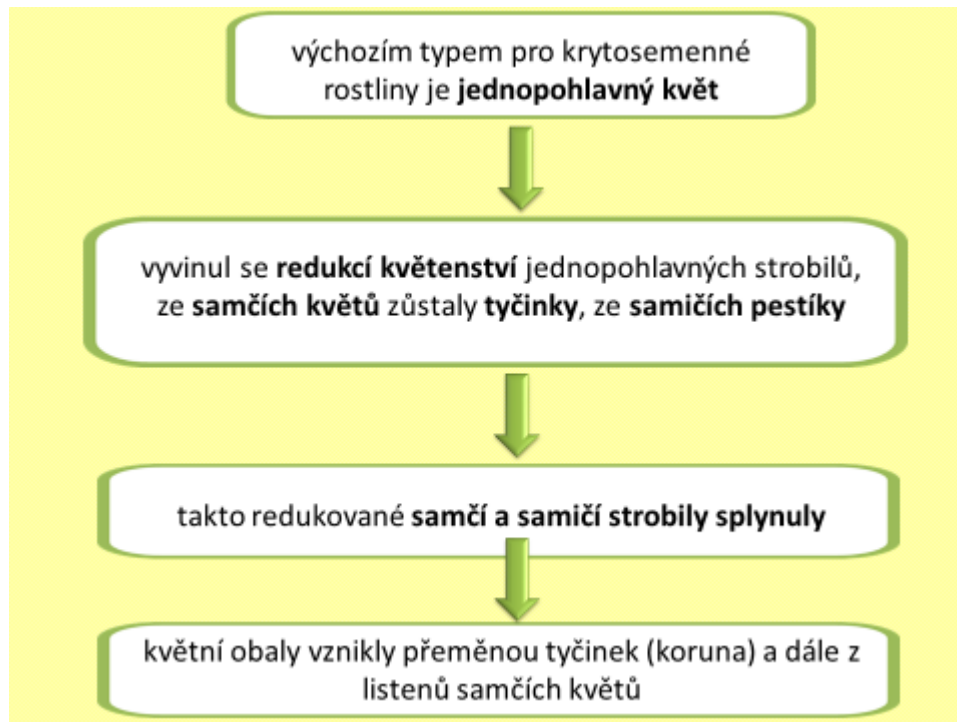
- ❖ jednotlivé, velké
- ❖ s vyklenutým květním lůžkem
- ❖ oboupohlavné
- ❖ polymerické
- ❖ s květními částmi spirálně uspořádanými,
- ❖ s apokarpickým gyneceem a s velkými květními obaly, typickými pro entomogamii

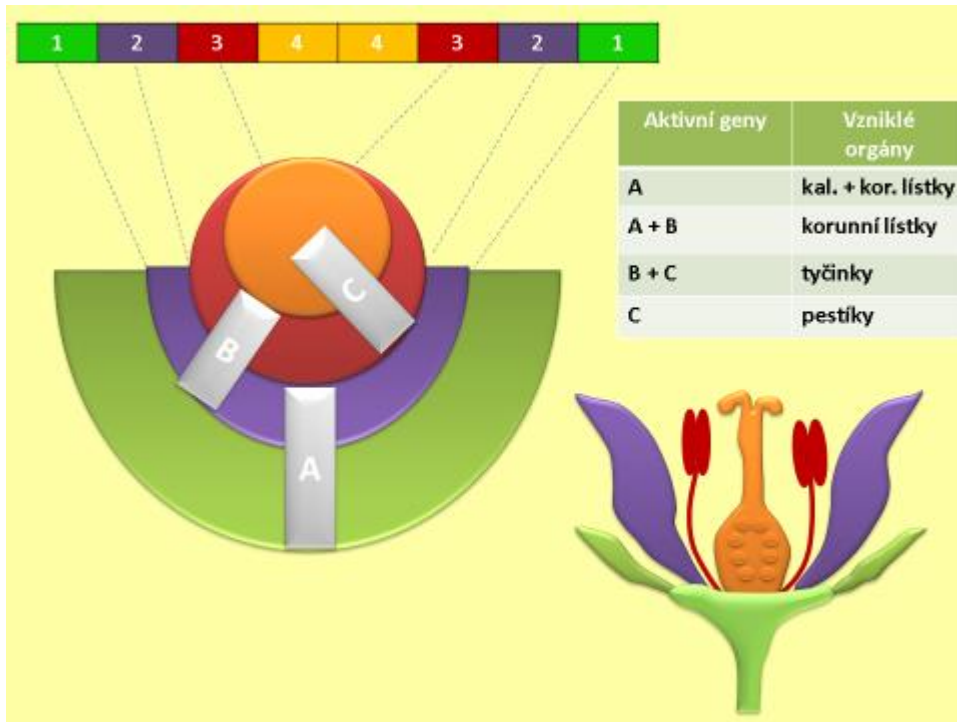
- ❖ existenci původních krytosemenných rostlin s oboupohlavnými anthostrobily, připomínající řád Magnoliales, dokumentují fosilní nálezy ze střední křídly – např. *Archaeanthus*

Archaeanthus linnenbergeri







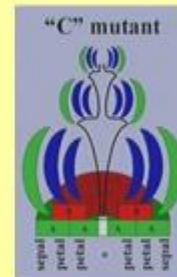
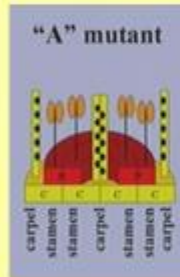


Na základě genetických pokusů s **huseníčkem rolním** (*Arabidopsis thaliana*) byly objeveny 3 skupiny genů, které zodpovídají za vývoj květu a jeho částí.

Skupina genů A, B, C

Aktivní geny	Vzniklé orgány
A	kal. + kor. lístky
A + B	korunní lístky
B + C	tyčinky
C	pestíky

❖ Ztráta funkce genů skupiny A (např. mutacemi) má za následek tvorbu plodolistů místo kališních lístků v kruhu 1 a tvorbu tyčinek místo korunních lístků v kruhu 2.



Opakování

- 1) Popiš, ze kterých částí se skládá květ?
- 2) Pseudanthiová teorie považuje oboupohlavné květy za: a) původní
b) odvozené
- 3) Květy které skupiny rostlin připomínají podle euanthiové teorie původní květy?
- 4) Vysvětli ontogenezi květu pomocí ABC modelu vývoje květu.

Videa k této kapitole

- <http://www.youtube.com/watch?v=WgC4Ri0vLeE>
- <http://www.youtube.com/watch?v=Gil3VOQq6k4>

Použité zdroje:

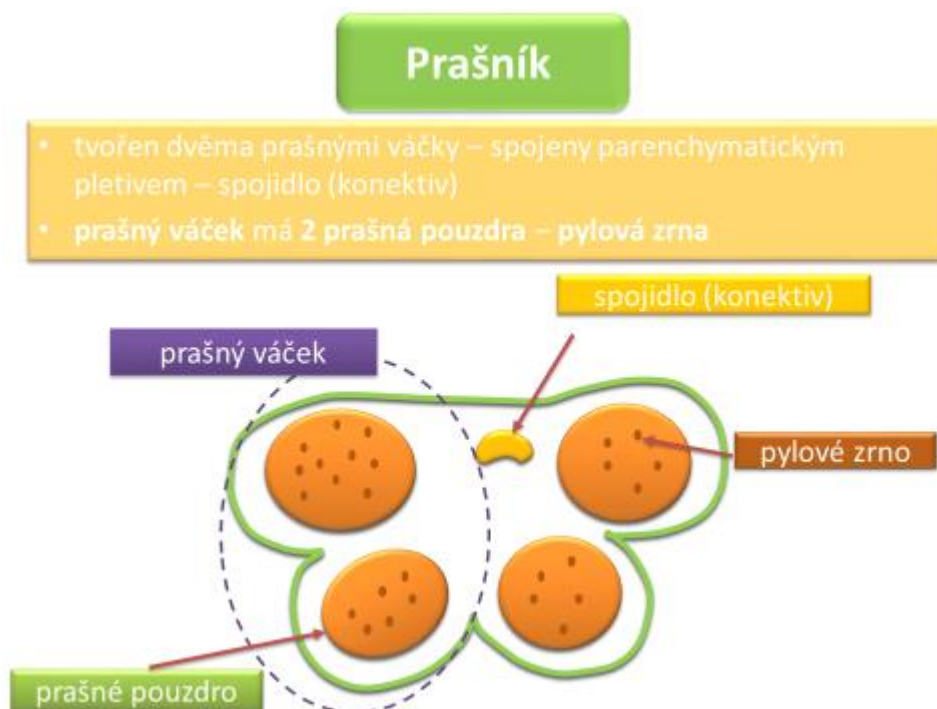
- CAMPBELL, A., N., REECE, B., J. (2006): *Biologie*. – Computer Press, Brno. 1245 s. ISBN 80-251-1178-4
- VINTER, V. (2009): *Rostliny pod mikroskopem – Základy anatomie cévnatých rostlin*. – Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc. 191 s. ISBN 978-80-244-2223-7
- KVAČEK, Z., KVAČEK, J. (2009). *Jak vznikly krytosemenné rostliny a jejich květy*. Živa, Praha. 5: 209–211.

5.2 Výuková prezentace – Oplození a opylení krytosemenných rostlin (vybrané slidy)

Slide 1



Slide 4

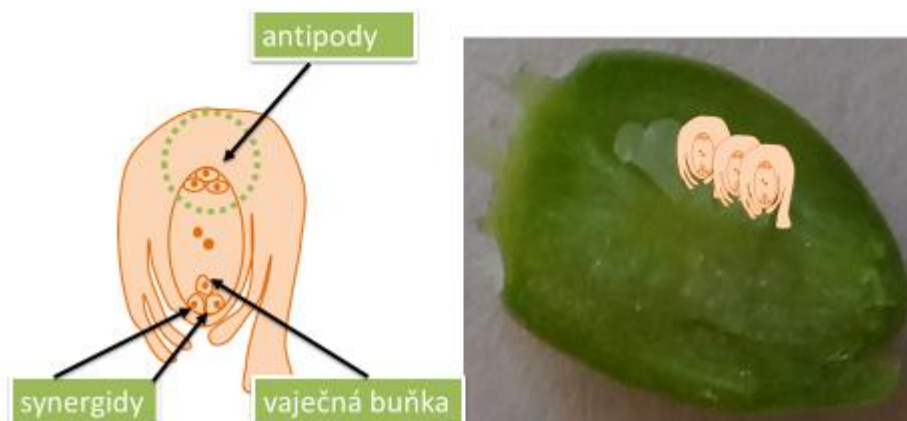


Semeník (ovarium)

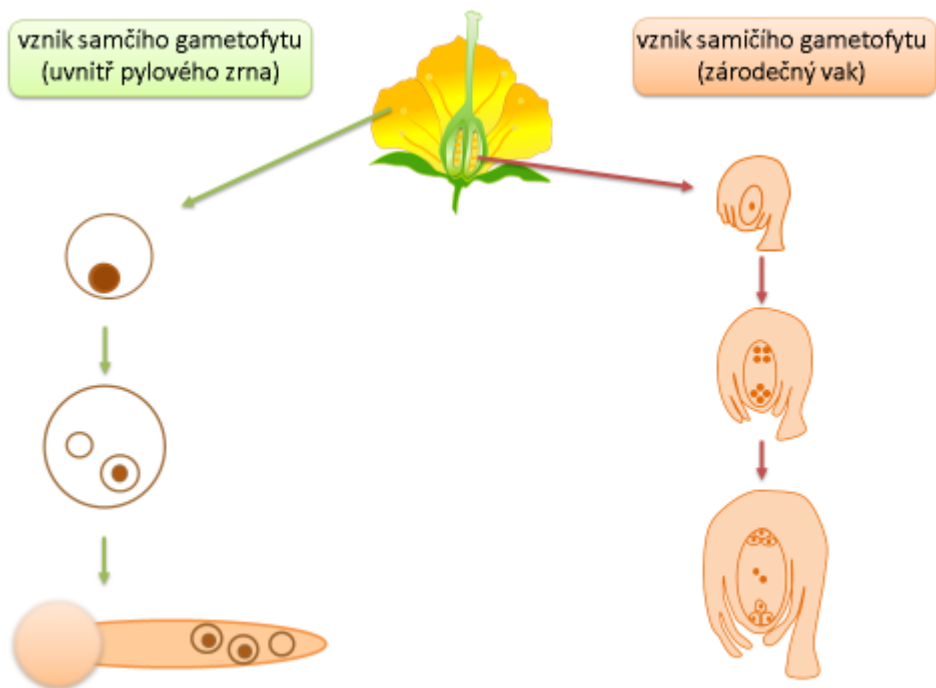
- ❖ část pestíku obsahující vajíčka
- ❖ ze semeníku po oplození vzniká plod – stěna semeníku se přeměňuje v oplodí
- ❖ existují 3 typy semeníku



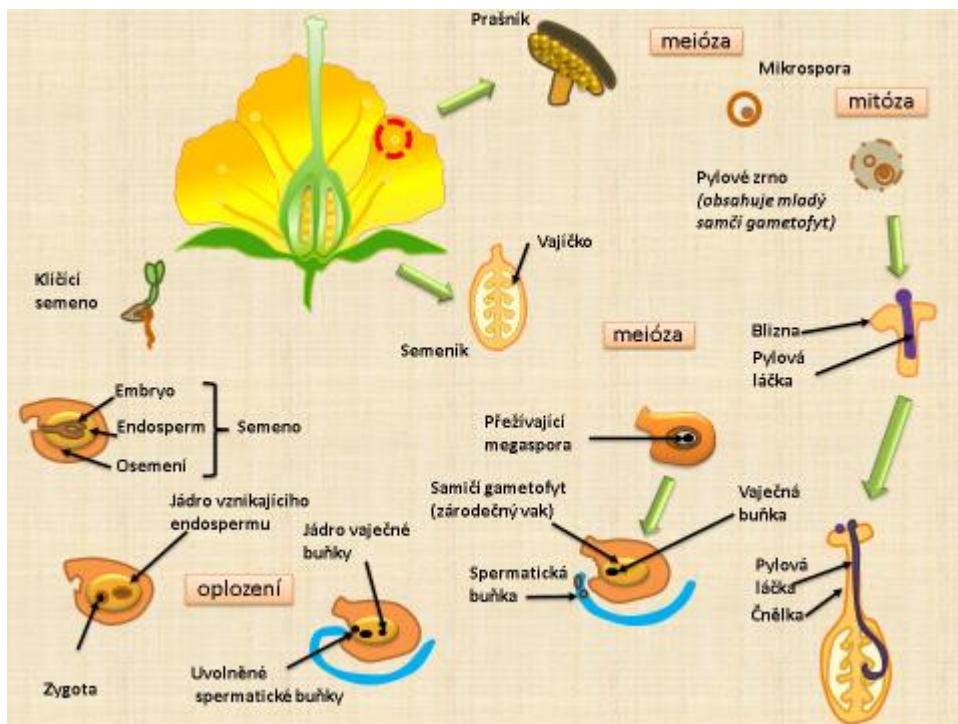
- ❖ **synergidy** - dvě buňky sousedící s vaječnou buňkou – napomáhají oplození
- ❖ **antipody (buňky protistojné)** – na opačném pólu zárodečného vaku – ovlivňují výživu vajíčka



Slide 17



Slide 24



5.3 Výuková prezentace – Květní vzorce (vybrané slidy)

Slide 1

Univerzita Palackého v Olomouci,
Přírodovědecká fakulta

Květní vzorce a květní diagramy

Katedra botaniky

Slide 8




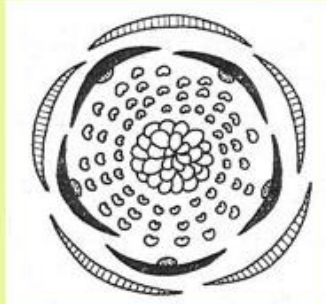
Pryskyřníkovité (Ranunculaceae)

$\text{♀} * \text{nebo} \downarrow P_{\infty-5} A_{\infty-5} \underline{G_{\infty-5}}$
 $\text{♂} * \text{nebo} \downarrow K_5 C_{\infty-5} A_{\infty-5} \underline{G_{\infty-5}}$

plod: souplodí měchýřků (blatouch)
nebo nažek (orsej)

souplodí měchýřků

Zástupci:
1) Orsej jarní hlíznatý (*Ficaria verna subsp. bulbifera*)
2) Blatouch bahenní (*Caltha palustris*)



Hvozdikovitě (Caryophyllaceae)

♀ * K5 nebo K(5) C5 A5+5 nebo
+ A5 G(5-2)

plod: tobolka



Zástupci:

- 1) hvozdík kropenatý (*Dianthus deltooides L.*)
- 2) Rožec rolní (*Cerastium arvense*)



Kakostovitě (Geraniaceae)

♀ * nebo ↓ K5 C5 A5+5 G(5)

plod: tobolka, nažka



Zástupci:

- 1) Kakost lesní (*Geranium sylvaticum L.*)
- 2) Kakost hnědočervený (*Geranium phaeum*)
- 3) Pelargónie (*Pelargonium triste*)



Hluchavkovité (Lamiaceae)

♀ ↓ K(5) [C(5) A4] G(2) plod: tvrdky

Zástupci:
1) Hluchavka bílá (*Lamium album*)
2) Čistec lesní (*Stachys sylvatica*)
3) Konopice sličná (*Galeopsis speciosa*)





Liliovité (Liliaceae)

plod: tobolka

♀ * P3+3 A3+3 G(3)

Zástupci:
1) Lilie zlatohlávek (*Lilium mahagon*)
2) Tulipán (*Tulipa*)

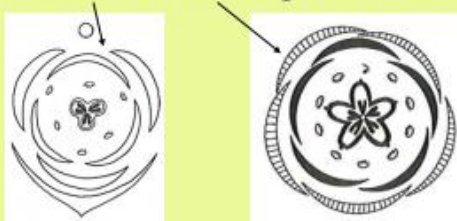


Opakování

- Zapište květní vzorec následujících květů, urči čeleď, do které patří.



- Srovnej stavbu květu lilie a hvozdíku podle květního diagramu.



- Doplň informace do následující tabulky:

	hluchavka	brukev	tulipán
počet kališních lístků			
počet korunních lístků			
počet tyčinek			
barva prašníků			
počet pestíků			
typ semeníku			
počet čnělek			
čnělky volné-srostlé			
češule zřetelná- nezřetelná			
vůně květu			

5.4 Výuková prezentace – Typy květů a květenství (vybrané slidy)

Slide 1



Slide 3



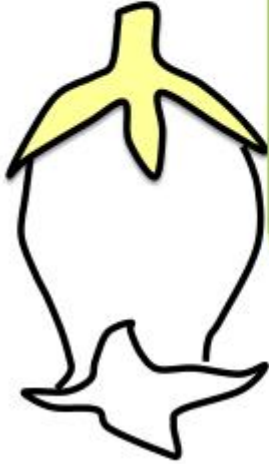
Slide 5

Baňkovitá koruna

(*corolla urceolata*)

Popis:

- korunní trubka je v dolní části rozšířena, v horní části se zužuje.
- na horním okraji baňkovité koruny se nacházejí krátké směrem ven zahnuté cípy.
- vřesovcovité (Ericaceae)



vřesovec těkavý



Slide 8

Kolovitá koruna

(*corolla rotata*)

Popis:

- korunní trubka je velmi krátká, rozšiřuje se do cípů rozložených do plochy nebo vytváří lem.
- typickým zástupcem čeledi jsou krtičníkovité (Scrophulariaceae)



divizna černá



Tlamatá koruna (*corolla ringens*)



Popis:

- z korunní trubky vystupují dva pysky, které mají široce otevřené ústí.
- tlamatou korunu mají někteří zástupci čeledi hluchavkovité (Lamiaceae).

čistec lesní



konopice sličná



Zvonkovitá koruna (*corolla campanulata*)



Popis:

- ve spodní části je korunní trubka široká, v horní části se dále rozšiřuje do tvaru zvonu.
- typickou čeledí s tímto typem koruny je čeleď zvonkovité (Campanulaceae).

zvonek vousatý



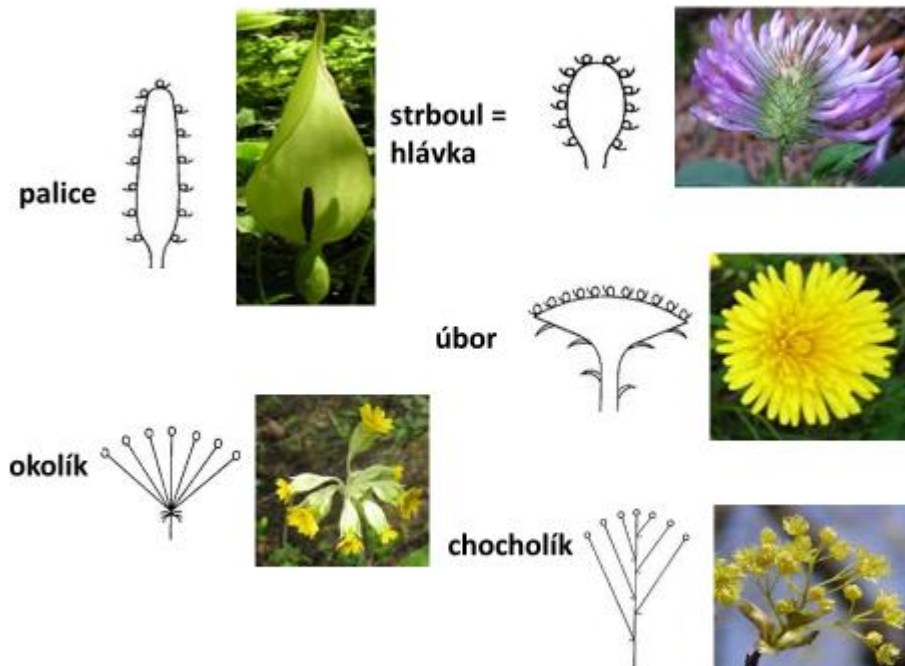
zvonek broskvolistý



Slide 16



Slide 18



6 DISKUZE

Předložené didaktické materiály mohou být využity při výuce na středních školách spíše gymnaziálního typu, případně odborně zaměřených středních školách, jako je např. škola zemědělská, lesnická, případně školy s rozšířenou výukou přírodovědných oborů. Při tvorbě prezentací byl kladen zásadní důraz na srozumitelnost, názornost a odbornost předkládaných materiálů. Powerpointové prezentace nabádají k využití počítače a dataprojektoru ve výuce biologie. Využití ICT ve výuce je stále poměrně aktuální a diskutované téma. Existují učitelé, kteří s výukou pomocí dataprojektoru a počítače souhlasí a hojně ji využívají a učitelé, kterým nepřipadá tato metoda výuky efektivní.

Co se týká samotné prezentace, vždy záleží na její kvalitě a na tom, jestli jsou dodržována obecná doporučení pro tvorbu prezentace. Přírodovědné obory jsou charakteristické svojí názorností, v podstatě stále pozorujeme jevy kolem sebe. Ve třídě např. v hodinách biologie se sice studenti učí o jevech, které jsou běžně pozorovatelné kolem nich, ale z organizačních důvodů nemohou vždy tyto jevy sledovat na vlastní oči. Proto se domnívám, že názornost kvalitně zpracovaných obrázků, fotografií, videí a animací je nezbytná pro pochopení daného tématu a slouží k lepšímu porozumění světa kolem nás. Navíc na fotografiích se učitel může zaměřit na detaily, kterých by si sám student běžně pravděpodobně nevšimnul. Animace zase poslouží k vysvětlení těžko představitelných a složitějších jevů. Pokud je prezentace dále doplněna srozumitelným výkladem a praktickými ukázkami, jedná se o velmi dobrý způsob, jak předat studentům učivo zajímavou formou. Kvalitně připravená a názorná prezentace také upoutá pozornost žáků a má velmi dobrý motivační charakter.

6.1 Využitelnost ppt prezentací a návodů pro praktická cvičení ve výuce

Navržené prezentace budou nejlépe uplatnitelné v hodinách základního typu nebo se dají použít také jako teoretický základ pro laboratorní cvičení. Jsou určeny pro první ročník středních škol, jelikož v tomto ročníku je téma květ zahrnuto také v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia ve vzdělávacím obsahu Biologie rostlin, učivu Morfologie a anatomie rostlin.³⁴

³⁴ http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf

Čtyři vytvořené prezentace se zaměřují na téma květ a výrazně rozšiřují poznatky ze středoškolských učebnic. Komentář k výukovým prezentacím pro pedagogy představuje teoretický základ pro prezentace a učitelé v něm najdou také mnoho rozšiřujících informací, které je možné uplatnit ve výuce nebo alespoň pro svůj profesní rozvoj.

Evoluce květu – tato prezentace se zaměřuje na vysvětlení evolučních teorií, týkajících se původu květů. Nedílnou součástí prezentace je také vysvětlení ontogeneze květu.

Opylení a oplození krytosemenných rostlin – na jednotlivých slidech jsou nejdříve popsány generativní orgány květu. Poté je na jednoduchých animacích vysvětleno opylení. Dále jsem se zaměřila na znázornění vývoje samčího a samičího gametofytu. Pomocí animace a nákresů je vysvětlen srozumitelně proces oplození u rostlin.

Typy květů a květenství – v této prezentaci jsou přiřazeny ke každému tvaru srostloplátečné koruny fotografie s typickými zástupci. Dále jsou uvedeny typy květenství, jejich členění a praktické příklady.

Květní vzorce – tato prezentace je sestavena tak, aby lépe vysvětlila sestavování, význam a použití květních vzorců a květních diagramů. Na každém slidu je uvedena čeleď, květní vzorec, květní diagram a zástupci.

Praktická cvičení z botaniky představují návody se zadáním, postupem práce, pomůckami a biologickým materiálem potřebným při laboratorních cvičeních. Úkoly jsou sestaveny tak, aby se mohli zapojit všichni studenti, úkoly je možno vypracovat individuálně nebo ve dvojicích či menších skupinkách. Zadání slouží také jako protokol z laboratorního cvičení, do kterého doplní studenti svá pozorování a experiment zhodnotí v závěru. Některé úlohy jsou srovnávací, což studenty nutí k zamyšlení nad rozmanitostí světa kolem a vůbec všímání si i na první pohled nepatrných odlišností. Důležité je také odvození obecných závěrů z pozorovaných jevů. Při pozorování si studenti mohou své získané vědomosti z běžných hodin ověřit při zkoumání živých objektů.

7 ZÁVĚR

V diplomové práci Morfologie a anatomie květu ve výuce biologie na středních školách jsem se zaměřila na tvorbu didaktických materiálů využitelných ve výuce.

Stanovila jsem si 3 hlavní cíle a 4 cíle dílčí. Jako základ pro didaktické materiály byla využita literární rešerše dostupných zdrojů a fotodokumentace různých typů květů a květenství. Vytvořila jsem výukové CD se čtyřmi výukovými prezentacemi – Evoluce květu, Opylení a oplození krytosemenných rostlin, Typy květů a květenství a Květní vzorce. Prezentace jsou sestaveny především z fotografií, nákresů s popisy a animací, které názorně vysvětlují procesy jako oplození, opylení a evoluční teorie vývoje květu. Součástí prezentací je i soubor testových úloh a cvičení sloužící k zopakování probíraného učiva. Jako doprovodný materiál s doplňujícími a rozšiřujícími informacemi k prezentaci jsem vytvořila komentář k prezentacím pro pedagogy.

Dále byly sestaveny návody do laboratorních cvičení pro studenty. Úkoly jsem vybrala tak, aby byly poměrně jednoduše proveditelné se zřetelným výsledkem při pozorování. Některé vybrané úkoly je možné použít také při terénním cvičení.

Co se týká pracovních listů a úkolů k opakování, byl vytvořen 1 ukázkový pracovní list využitelný v rámci opakování v hodině běžného typu nebo v rámci laboratorního cvičení. Další úkoly k opakování jsou vždy součástí prezentace a slouží ke shrnutí probíraného učiva. Součástí těchto úkolů jsou testové otázky, popis obrázků, vysvětlení pojmů či doplňování informací do tabulky. Zadané úkoly mohou studenti zpracovávat samostatně, ve dvojicích či menších skupinkách s důrazem na společnou kontrolu ve třídě.

Navržené materiály se řídí aktuálními kurikulárními dokumenty platnými v České republice a dodržují obecné didaktické zásady, především zásadu názornosti, vědeckosti, přiměřenosti a srozumitelnosti.

Téma květ je velmi obsáhlé, nových poznatků stále přibývá. Květy jsou nesmírně důležitou částí rostlin, a proto je nezbytné studenty kvalitně seznámit s jejich funkcí, typem a rozmanitostí. Věřím, že názorně vytvořené prezentace a další doprovodné materiály budou pro studenty zajímavé a stanou se přínosem ve výuce na různých typech středních škol.

8 REFERENČNÍ SEZNAM

1. AICHELE, D., GOLTEOVÁ-BECHTLEOVÁ, M. (2007). *Co tu kvete?* – Euromedia Group, Praha. 432 s. ISBN 978-80-242-1762-8
2. CAMPBELL, A., N., REECE, B., J. (2006): *Biologie*. – Computer Press, Brno. 1245 s. ISBN 80-251-1178-4
3. ČECHOVÁ, H., B. (2009): *Nápady pro rozvoj a hodnocení klíčových kompetencí žáků*. – Portál, Praha. 120 s. ISBN 978-80-7367-388-8
4. DOSTÁL, P. (2008): *Anatomie a morfologie rostlin v pojmech a nákresech*. – Univerzita Karlova, Praha. 129 s. ISBN 978-80-7290-358-0
5. HAUSENBLAS, O. a kol. (2008): *Klíčové kompetence na gymnáziu*. – Výzkumný ústav pedagogický, Praha. 129 s. ISBN 978-80-87000-20-5
6. JIN, H., X. a kol. (2014): *The evolution of floral deception in *Epipactis veratrifolia* (Orchidaceae): from indirect defense to pollination*. BMC Plant Biology, 14(63).
7. KUBÁT, K. a kol. (2002): *Klíč ke květeně České republiky*. – Academia, Praha. 927 s. ISBN 80-200-0836-5
8. KUBÁT, K. a kol. (2003): *Botanika*. – Scientia, Praha. 232 s. ISBN 80-7183-266-9
9. KVAČEK, Z., KVAČEK, J. (2009): *Jak vznikly krytosemenné rostliny a jejich květy*. Živa, Praha. 5: 209–211.
10. MALACH, J. (2003). *Základy pedagogiky*. – Ostravská univerzita, Ostrava. 126 s. ISBN 978-80-704-2293-9
11. MIHULKA, S. (1999). *Pachová lež tořičů*. Nature 399: 421–422.
12. NOVÁK, J., SKALICKÝ, M. (2008): *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. – Powerprint, Praha. 344 s. ISBN 978-80-904011-1-2
13. OBST, O. (2006): *Didaktika sekundárního vzdělávání*. – Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc. 195 s. ISBN 80-244-1360-4
14. PAVLOVÁ, L., FISCHER, L. (2011): *Růst a vývoj rostlin*. – Karolinum, Praha. 325 s. ISBN 978-80-246-1913-2
15. SMÝKAL, P. (2008): *Čas květů – tajemný florigen nalezen*. Vesmír, Praha. 87: 231–235.
16. VALIŠOVÁ, A., KASÍKOVÁ, H. a kol. (2007): *Pedagogika pro učitele*. – Grada, Praha. 404 s. ISBN 978-80-247-1734-0
17. VINTER, V. a kol. (2009): *Příručka pro začínající učitele biologie*. – Trifox, Šumperk. 243 s. ISBN 978-80-904309-4-5
18. VINTER, V. (2009): *Rostliny pod mikroskopem – Základy anatomie cévnatých*

- rostlin*). – Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc. 191 s. ISBN 978-80-244-2223-7
19. VINTER V., MACHÁČKOVÁ P. (2013): *Přehled morfologie cévnatých rostlin*. Univerzita Palackého v Olomouci, 199 s. ISBN 978-80-244-3322-6
20. VOTRUBOVÁ, O. (2010): *Anatomie rostlin*. – Univerzita Karlova, Praha. 192 s. ISBN 978-80-246-1867-8
21. VÚP (2007): *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. – Výzkumný ústav pedagogický, Praha. 100 s. ISBN 978-80-87000-11-3.
22. Aconitum [online]. Dostupné na:
<<http://www.kvetenacr.cz/detail.asp?IDdetail=619>>
23. Arum maculatum [online]. Dostupné na:
<<http://www.kvetenacr.cz/detail.asp?IDdetail=561>>
24. Biologická olympiáda [online]. Dostupné na:
<<http://www.biologickaolympiada.cz/>>
25. Ekologická olympiáda [online]. Dostupné na:
<<http://www.ekolympiada.cz/wp-content/uploads/2013/01/ekologicka-olympiada-propozice-2013-14.pdf>>
26. Epipactis veratrifolia [online]. Dostupné na:
<<http://www.treknature.com/gallery/photo225881.htm>>
27. Chocholík [online]. Dostupné na:
<<http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?810>>
28. Jak motivovat žáky ke studiu a vést je k odpovědnosti [online]. Dostupné na:
<<http://www.nuov.cz/kurikulum/jak-a-cim-motivovat-zaky-ke-studiu-a-vest-je-k-odpovednosti>>
29. Kalich [online]. Dostupné na:
<<http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?565>>
30. Koruna [online]. Dostupné na:
<<http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?599>>
31. Koruna baňkovitá [online]. Dostupné na:
<<http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?622>>
32. Koruna kolovitá [online]. Dostupné na:
<<http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?633>>
33. Koruna kulovitá [online]. Dostupné na:
<<http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?636>>

34. Koruna zvonkovitá [online]. Dostupné na:
<<http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?656>>
35. Květenství [online]. Dostupné na:
<http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/texty-organologie-kvetenstvi.html>
36. *Lilium bulbiferum* [online]. Dostupné na:
<<http://www.botanickafotogalerie.cz/fotogalerie.php?lng=cz&latName=Liliumbul>>
37. Morfologie květenství [online]. Dostupné na:
<<http://botanika.bf.jcu.cz/morfologie/MorfologieKvetenstvi.htm>>
38. Nektárium [online]. Dostupné na:
<<http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?672>>
39. Oosféra [online]. Dostupné na:
<<http://www.biolib.cz/cz/glossaryterm/id1824/>>
40. Ophrys holoserica [online]. Dostupné na:
<<http://www.naturephoto.cz/priroda/255-toric-cmelakovity-holubyho-v-karpatech.html>>
41. Pylová inkompatibilita [online]. Dostupné na:
<http://www.biologickaolympiada.cz/files/brozura12_webo.pdf>
42. *Rafflesia arnoldi* [online]. Dostupné na:
<<http://satwa.net/wp-content/uploads/2013/05/rafflesia-arnoldi.jpg>>
43. RVP pro gymnázia [online]. Dostupné na:
<http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf>
44. *Syzygium aromaticum* [online]. Dostupné na:
<<http://botany.cz/cs/syzygium-aromaticum/>>
45. ŠVP Masarykovo gymnázium Vsetín [online]. Dostupné na:
<http://www.mgvsetin.cz/images/MG/dokumenty/%C5%A0VP/%C5%A0VP_G4_11_Biologie_A.pdf>
46. *Wolffia arrhiza* [online]. Dostupné na:
<<http://flora.upol.cz/kvetena/info/9146-Wolffia-arrhiza.html>>

9 PŘÍLOHY

Seznam příloh:

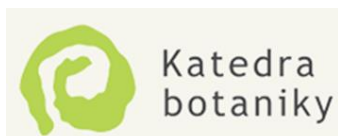
1. Praktická cvičení z botaniky – květ
2. Komentář k výukovým prezentacím pro pedagogy
3. Pracovní listy pro studenty.

Univerzita Palackého v Olomouci – Přírodovědecká fakulta

Praktická cvičení z botaniky

Anatomie a morfologie generativních orgánů krytosemenných
rostlin

Jana Kozlovská



Olomouc 2014

Úvod

Následující materiál je určen jako zadání do laboratorních cvičení pro studenty středních škol. Úkoly byly vybrány tak, aby se daly poměrně jednoduše provést a měly jasně pozorovatelný a popsitelný výsledek. K provedení úkolů zcela postačí běžně vybavená biologická laboratoř. U studentů se předpokládá, že umí pracovat s mikroskopem a zhotovovat řezy a dočasné preparáty.

Ve vybraných úkolech se studenti dostatečně seznámí s morfologickou stavbou různých typů květů, dále se naučí komentovat květní vzorce a zakreslovat květní diagramy. Několik úkolů je zaměřeno také na zhotovování mikroskopických preparátů, kdy si studenti zopakují správnou techniku řezů pomocí bezové duše a práci s mikroskopem. V části vypracování studenti zakreslí a popíší svá pozorování. Jako teoretický základ k úkolům slouží powerpointové prezentace – Květní vzorce, Typy květů a květenství, Opylení a oplození rostlin. Tyto prezentace jsou doprovázeny fotografiemi, nákresey a animacemi tak, aby podávaly vysvětlení pozorovaných jevů.

Práce se zadáním

Tento soubor zadání praktických úkolů studentům poslouží jako předpřipravené laboratorní protokoly, v nichž jsou uvedeny veškeré pomůcky a postup práce k jednotlivým úkolům. Studenti si také budou muset obstarat biologický materiál na většinu laboratorních cvičení. Studenti doplní část vypracování o obrázky z pozorování, které provedli a popíší nákresey. U úkolů, ve kterých používali mikroskop, napíší také zvětšení. V závěru u každého úkolu studenti vždy zhodnotí průběh pozorování a dosažené výsledky.

Téma: Morfologie květu a květních částí

Úkol č. 1: Stavba květu tulipánu

Pomůcky: podložka, preparační jehla

Biologický materiál: květ tulipánu (*Tulipa*)

Postup: 1) Pozorujte stavbu květu tulipánu – boční i horní pohled.

2) Zakreslete květ a pojmenujte jeho jednotlivé části.

3) Pozorujte vzájemnou polohu jednotlivých květních částí.

Vypracování:

Nákres – stavba květu tulipánu – horní pohled

Nákres – tyčinka

Nákres - pestík

Závěr:

Úkol č. 2: Tvary korunních lístků

Pomůcky: lupa, mikroskopovací potřeby

Biologický materiál: květy, které studenti donesou do praktika

Postup: 1) Vypreparujte vždy jeden až dva korunní lístky z každého květu.

2) Vypreparované korunní lístky položte na podložku

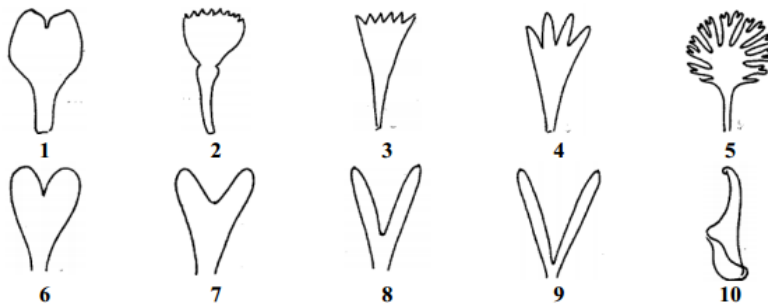
3) Pod lupou pozorujte tvar korunních lístků, podle přiloženého klíče určete, o jaký tvar korunní lístek má.

4) Určete vybrané zástupce a zakreslete tvar jejich korunních lístků do protokolu.

Vypracování:

Klíč k určení tvaru korunních lístků

- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| 1 - dvoulaločný (nehet, čepel) | 6 - srdčitý |
| 2 - zubatý | 7 - hluboce dvoulaločný |
| 3 - pilovitý | 8 - hluboce dvoudílný |
| 4 - zastříhovaný | 9 - dvouzářezový |
| 5 - dřipený | 10 - korunovitý |



Závěr:

Úkol č. 3: Kalich

Pomůcky: lupa, mikroskopovací potřeby, podložka

Biologický materiál: květy, které studenti donesou do praktika (5 ks)

Postup: 1) Z květu opatrně odpreparujte kalich.

2) Vypreparované květní kalichy položte na podložku.

3) Pod lupou pozorujte tvar kališních lístků, podle přiloženého klíče určete, o jaký typ kalicha se jedná. Pozorujte, jestli jsou kališní lístky přítomny, jestli srůstají nebo jsou volné.

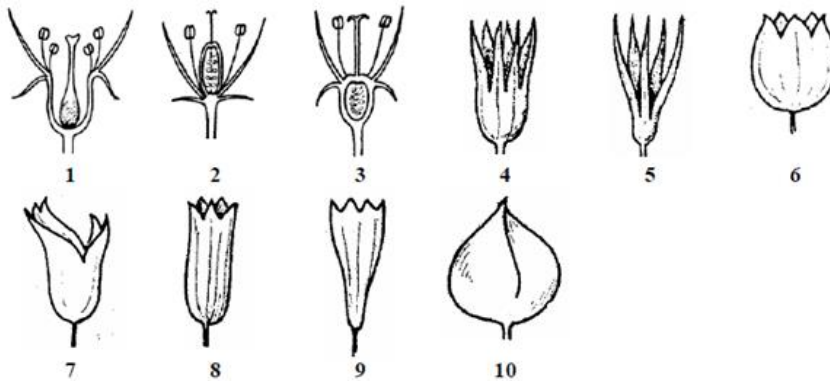
4) Určete vybrané zástupce a zakreslete tvar jejich kalicha do sešitu

Vypracování:

Klíč k určení tvaru a typu kalicha

- 1 - okolosemeníkový k. (c. perigynus)
- 2 - podsemeníkový k. (c. hypogynus)
- 3 - nadsemeníkový k. (c. epigynus)
- 4 - šestiklaný k.
- 5 - pětídílňý k.

- 6 - srostlý k.
- 7 - dvoupyský k.
- 8 - rourkovité pětizubý k.
- 9 - kyjovitý k.
- 10 - za plodu zvětšený



Závěr:

Úkol č. 4: Květní části

Pomůcky: mikroskopické potřeby, lupa, podložka

Biologický materiál: květy, které studenti nasbírají a přinesou do praktika

Postup: 1) Nasbírané květy rozdělte na jednotlivé květní části.

2) Srovnajte stavbu tyčinek, pestíků a květních obalů.

3) Pozorování zakreslete a запиšte počty jednotlivých částí do tabulky.

Vypracování:

	květ č. 1	květ č. 2	květ č. 3	květ č. 4	květ č. 5
koruna					
kalich					
okvěť					
tyčinka					
pestík					

Závěr:

Úkol č. 5: Mikroskopická stavba tyčinky

Pomůcky: mikroskopické potřeby, lupa, mikroskop

Biologický materiál: tyčinky vybraných květů

Postup: 1) Z květů vypreparujte tyčinky.

2) Proved'te příčný řez prašníkem tyčinky.

3) Jednu část prašníku vložte do bezové duše, proved'te zarovnávací řez, a poté několik dalších příčných řezů.

4) Zhotovte dočasný preparát a nejlepší řezy pozorujte pod mikroskopem.

5) Pozorování zakreslete a obrázek popište.

Vypracování:

Nákres – příčný řez prašníkem tyčinky

Závěr:

Úkol č. 6: Příčný řez semeníkem tulipánu a sněženky

Pomůcky: mikroskopické potřeby, lupa, mikroskop

Biologický materiál: tulipán (*Tulipa*) nebo sněženka podsněžník (*Galanthus nivalis*)

Chemikálie: roztok safraninu

Postup: 1) Z květů vypreparujte semeník vybraného zástupce.

2) Veďte příčný řez semeníkem.

3) Pozorujte stavbu semeníku pod lupou.

4) Část semeníku vložte do bezové duše, proveďte jeden zarovnávací řez a poté několik řezů, které ihned přeneste do vody.

5) Řezy obarvěte safraninem.

6) Z nejužšího a nejpodatřejšího řezu proveďte dočasný preparát.

7) Pozorování zakreslete a obrázek popište.

Vypracování:

Závěr:

Úkol č. 7: Pozorování pylových zrn

Pomůcky: mikroskopické potřeby, mikroskop

Biologický materiál: lilie (*Lilium*)

Postup: 1) Vypreparujte zralou tyčinku z květu lilie.

2) Poklepáním z tyčinky uvolněte pylová zrna do kapky vody na podložním skle.

3) Zhotovte dočasný preparát a pozorujte pod mikroskopem.

4) Před koncem laboratorního cvičení, cca. Po 60 minutách znovu pozorujte tento preparát se stejným.

5) Popište stavbu pylového zrna

6) Zakreslete srovnání pylových zrn při prvním a druhém pozorování.

Vypracování:

Závěr:

Úkol č. 8: Pozorování pylových zrn – trvalé preparáty

Pomůcky: mikroskopické potřeby, mikroskop

Biologický materiál: trvalé preparáty pylových zrn

Postup: 1) Pozorujte trvalé preparáty pylových zrn různých druhů rostlin.

2) Tvary pylových zrn zakreslete a popište, které rostlině daná pylová zrna patří.

Vypracování:

Závěr:

Úkol č. 9: Květní vzorce a květní diagramy

Pomůcky: lupa, botanický klíč

Biologický materiál: květ tulipánu (*Tulipa*), jabloně (*Malus*), hluchavky (*Lamium*), pampelišky (*Taraxacum*)

Postup: 1) Seznamte se se znaky, které se používají pro zápis květních vzorců a květních diagramů.

2) Pozorujte shora květní uspořádání části a zakreslete květní diagram.

3) Rozeberte květ na části a zapište jeho květní vzorec.

Vypracování:

Závěr:

Úkol č. 10: Květní vzorce

Pomůcky: kartičky s fotografiemi květů nebo vitální květy

Postup: K zadanému květnímu vzorci přiřaďte zástupce.

Vypracování:

$$\text{♀} * \underline{K2} \ C_{2+2} \ A_{\infty} \ \underline{G(\infty)} \ \text{nebo} \ \underline{G(2)}$$

$$\text{♀} \ \times \underline{K2+2} \ C_4 \ A_{2+4} \ \underline{G(2)}$$

$$\text{♀} * \underline{K5} \ C_5 \ A_{\infty} \ \underline{G_{\infty}} \ \text{nebo} \ G_{\infty} \ \text{nebo} \ G(5) \ \text{nebo} \ \underline{G1} \ \text{nebo} \ \underline{G5}$$

$$\text{♀} \downarrow \underline{K(5)} \ [C(5) \ A_4] \ \underline{G(2)}$$

$$\text{♀} * \underline{K(5)} \ C(5) \ A_5 \ \overline{G(5-2)}$$

$$\text{♀} * \underline{K5} \ \text{nebo} \ \underline{K(5)} \ C_5 \ A_{5+5} \ \text{nebo} \ A_5 \ \underline{G(5-2)}$$

$$\text{♀} * \underline{P3+3} \ A_{3+3} \ \underline{G(3)}$$

Závěr:

Úkol č. 11: Květenství

Pomůcky: botanický klíč

Biologický materiál: květy a květenství různých rostlin

Postup: 1) Při terénní vycházce nasbírejte různé typy květenství.

2) Určete typ květenství a zástupce, u kterého se toto květenství vyskytuje.

3) Schematicky zakreslete květenství a určete, jestli se jedná o jednoduché nebo složené květenství.

Vypracování:

Závěr:

Úkol č. 12: Barviva v květech

Pomůcky: zkumavky, stojan na zkumavky, nůžky, třecí miska, odměrný válec

Biologický materiál: květy různých druhů rostlin

Chemikálie: soda, voda, ocet

Postup: 1) Vybrané květy rozstříhejte na malé kousky.

2) Rozstříhané květy vložte do třecí misky a přidejte 2 lžice vody, květy rozmělněte, počkejte, až se voda obarví.

3) Do tří zkumavek nalejte postupně 3 cm³ roztoku sody, vody a octa.

4) Poté do každé zkumavky přilejte 2–3 cm³ výluhu z květů.

5) Zkumavky protřepejte a pozorujte změnu zbarvení.

6) Pozorované změny zapište do tabulky.

Vypracování:

Název rostliny	Původní barva květu	Barva v kyselém prostředí	Barva v neutrálním prostředí	Barva v zásaditém prostředí
Chem. indikátor (pH)				
Chem. indikátor (pH)				
Chem. indikátor (pH)				

Závěr:

Úkol č. 13: Vůně květů

Pomůcky: šátek

Biologický materiál: květy různých druhů rostlin

- Postup:**
- 1) V biologické laboratoři jsou nachystané květy různých druhů rostlin.
 - 2) Postupně navštivte všechna stanoviště a opatrně přivoněte ke každému květu.
 - 3) Snažte se zapamatovat si vůni každého květu.
 - 4) Vytvořte dvojice, jednomu z dvojice zakryjte oči šátkem. Vyberte 10 květů a dejte přivonět květ členu dvojice se zavázanýma očima.
 - 5) Zapisujte odpovědi, poté společně zkontrolujte a vůně popište do sešitu.

Závěr:

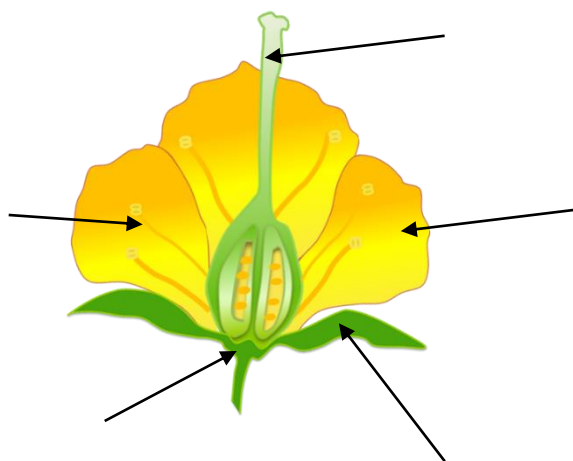
Pracovní list - květ krytosemenných rostlin

1) Přiřaď název koruny k obrázku a napiš jednoho zástupce.

- a) koruna kolovitá
- b) koruna jazykovitá
- c) koruna řepicovitá
- d) koruna baňkovitá
- e) koruna zvonkovitá



2) Popiš stavbu oboupohlavného květu



3) Urči, rostlinu, kterou vidíš na obrázku. Popiš květ pomocí květního vzorce.



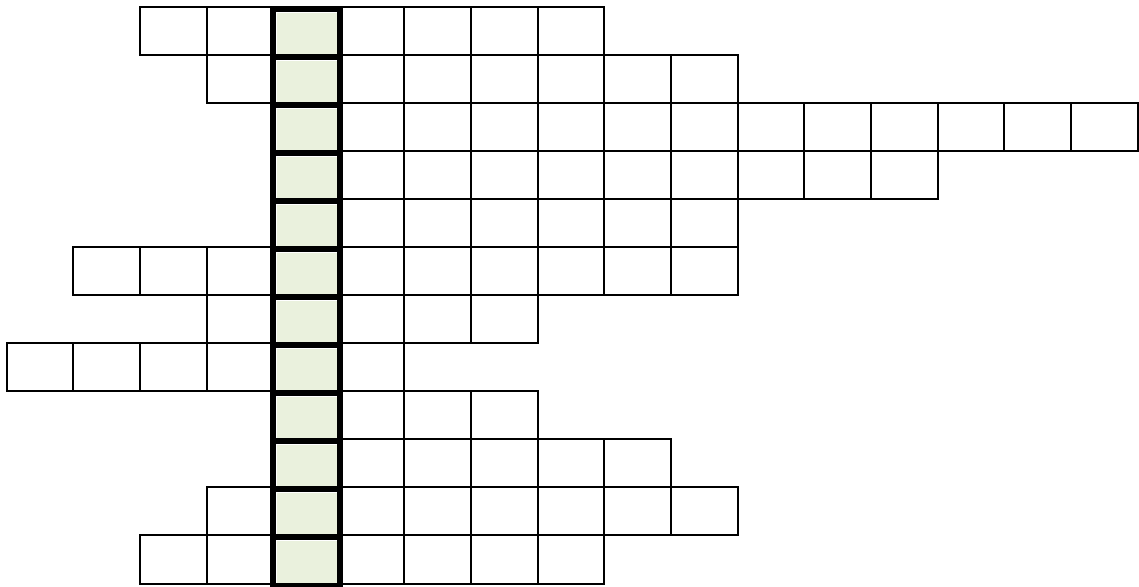
.....

.....

4) Spoj květ se zeleninou, která ke květu patří.



5) Doplnovačka:



- 1) Jak se latinsky nazývá část květu typická velkou barevností.
- 2) Jaký název keře se skrývá pod latinským označením *Sambucus nigra*.
- 3) Pokud je rostlina opylována pylem jiného jedince, jedná se odoplň
- 4) Jak se jmenuje teorie označující oboupohlavné květy za původní.
- 5) Část tyčinky, kde dochází k vývoji samčích pohlavních buněk.
- 6) Soubor květů uspořádaných podle určitého vzorce nazýváme....
- 7) ♂ tento znak je typický pro květy
- 8) Část pestíku, kterou při opylení prorůstá pylová láčka, označujeme jako...
- 9) Typ květenství skládající se ze dvou typů květů.
- 10) Zástupci kterého rodu mají největší květy ve střední Evropě?
- 11) Koruna brusnice borůvky nebo konvalinky je... doplň.
- 12) Část pestíku obsahující vajíčka.

Tajenka: _____

Vysvětli, co tento pojem znamená.

Univerzita Palackého v Olomouci – Přírodovědecká fakulta

Komentáře k výukovým prezentacím z biologie rostlin

(materiál pro pedagogy)

Anatomie a morfologie generativních orgánů krytosemenných rostlin

Jana Kozlovská



Olomouc 2014

ÚVOD

Tento materiál je určen pro pedagogy, kteří se rozhodnou k výuce využívat soubor výukových prezentací. V tomto přehledu najdete komentář k jednotlivým slidům prezentace, který slouží jako výklad učiva. Jelikož je mnoho kvalitního materiálu již zpracováno, odkazy kvalitních a osvědčených materiálů jsou vždy součástí prezentace.

Materiál je navržen tak, aby splňoval požadavky RVP pro střední vzdělávání. Velká pozornost byla věnována sběru nových informací, které, jak věřím, pomohou k zefektivnění výuky a získání zájmu o přírodu a svět kolem sebe studentům na středních školách.

Prezentace 1: Evoluce a ontogeneze květu

Květ

Květ (flos, anthos) představuje soubor specializovaných orgánů, které zajišťují pohlavní rozmnožování krytosemenných rostlin. Květ je složen z květních obalů a vlastních reprodukčních orgánů – tyčinek a pestíků (Vinter, 2009).

Květ je vysoce variabilní, především z hlediska velikosti, tvaru, barevnosti a délky doby kvetení (trvání květu). Nejmenší květy, o velikosti asi 0,5 mm má drobnička bezkořenná (*Wolffia arrhiza*). Naopak největší květy v rostlinné říši tvoří tropická parazitická rostlina *Rafflesia arnoldii*. Tento druh je známý ze Sumatry a Bornea, vytváří květy o velikosti 1,5 m s hmotností dosahující až sedmi kilogramů. Největší květy střední Evropy zastupuje rod leknín (*Nymphaea*) s velikostí květů kolem 10 cm, dále střešníček pantoflíček (*Cypripedium calceolus*) nebo také lilie cibulkonosná (*Lilium bulbiferum*) (Skalický, Novák, 2007).

Délka kvetení se u různých druhů krytosemenných rostlin poměrně výrazně liší. Může se jednat o kvetení od několika minut až po půlroční trvání květů. Některé tropické druhy orchidejí, pokud nejsou opyleny, kvetou až několik měsíců (Skalický, Novák, 2008).

Stavba květu

Klasický květ se skládá z květních obalů a vlastních reprodukčních orgánů – tyčinek a pestíků. Květní obal (periant) je soubor přeměněných listů chránící vnitřní květní orgány. Květní obal je tvořen buď okvětními lístky, jako například u tulipánu (*Tulipa*), koniklece lučního (*Pulsatilla pratensis*), blatouchu bahenního (*Caltha palustris*) nebo je odlišen na lístky korunní a lístky kališní, jak to můžeme pozorovat například u prvosenky jarní (*Primula veris*), štirovníku růžkatého (*Lotus corniculatus*) nebo kakostu lučního (*Geranium pratense*). Další funkcí kromě ochrany vnitřních orgánů květu je také lákání opylovačů, což je funkce velmi důležitá a pro rozmnožování rostliny nezbytná. Květní obal se také může podílet na stavbě plodu a pomáhat při rozšiřování plodu – jako je například chmýr nažky u rodu pampeliška (*Taraxacum*) (Novák, Skalický, 2008).

Evoluce květu

Evoluci květu popisující možný vznik květu krytosemenných rostlin se věnují dvě základní teorie. Každá z teorií nabízí jiný náhled na původ květů krytosemenných rostlin.

Euanthiovou teorií formulovala anglická botanická škola na přelomu 19. a 20. století. Tato teorie byla podpořena fosilními nálezy benetitů (*Bennettitales*), které představují vyhynulou vývojovou linii cykasů. Euanthiová teorie předpokládá, že na počátku vývoje květu vznikly oboupohlavné květní šištice (anthostrobily). Postupnou redukcí oboupohlavných květů vznikly květy jednopohlavné. Původní květy byly poměrně velké, jednotlivé s vyklenutým květním lůžkem a větším množstvím květních částí. Původní květy krytosemenných rostlin připomíná řád šácholanotvaré (*Magnoliales*) (Vinter, 2009).

Pseudanthiová teorie vychází z teorie, že výchozím typem pro krytosemenné rostliny je jednopohlavný květ. Jednopohlavný květ se vyvinul redukcí květenství jednopohlavných strobilů. Postupným sdružováním těchto jednopohlavných květů mohly vzniknout květy oboupohlavné (Novák, Skalický, 2008).

Ontogeneze květu

Současné chápání ontogeneze květu vychází z nejnovějších poznatků o genetickém základu formování květních orgánů. Na základě genetických poznatků, byl vytvořen tzv. ABC MADS-box model vývoje květu, který pravděpodobně představuje univerzální vysvětlení vzniku a diferenciaci jednotlivých květních orgánů. Vědci provedly výzkum na květech rostliny rodu huseníček (*Arabidopsis*). Pozorovali změnu morfologie květů na základě mutací. Výzkumy bylo zjištěno, že za uspořádání květních částí jsou zodpovědné tři skupiny genů orgánové identity (MADS-box geny). Produktem těchto třech skupin genů jsou transkripční faktory, které regulují expresi jiných genů – tyto geny jsou pak odpovědné za vývoj specifických květních orgánů. Expresí genů skupiny A vede ke vzniku kalicha, kombinovaná exprese skupin genů A, B vede ke vzniku koruny, B a C tvoří andreceum a z genů skupiny C vzniká gynecium (Campbell, Reece, 2006).

Díky dalším analýzám mutantů huseníčku se vědci snažili zjistit, která látka v rostlině aktivuje a dále ovlivňuje kvetení. Vědci označili za možné aktivátory kvetení dva geny CONTANS (CO) a FLOWERING LOCUS T (FT), kteří pracují v listech a ostatních vegetativních částech rostliny. Gen FT, ovlivňující zakládání generativních orgánů, a tím také nástup kvetení označovaný jako florigen byl nakonec označen za gen

regulovaný nadřazeným genem CO. U topolu (*Populus*) byla objasněna dráha regulace kvetení. Topol vnímá délku dne pomocí fytohormonu A. Fytohormon A reguluje činnost genu CO, tento gen následně spouští gen FT, tedy florigen. Tímto způsobem je ovlivněn proces anatomických změn v růstovém vrcholu a zakládání květů a reprodukčních orgánů. Také byl nalezen gen označovaný TERMINAL FLOWER LIKE1, který je velmi podobný genu FT, ale má opačné účinky, tedy blokuje nástup kvetení (Smýkal, 2008).

Otázky k prezentaci:

- 1) Popiš, ze kterých částí se skládá květ?
- 2) Pseudanthiová teorie považuje oboupohlavné květy za: a) původní
b) odvozené
- 3) Květy které skupiny rostlin připomínají podle euanthiové teorie původní květy?
- 4) Vysvětli ontogenezi květu pomocí ABC modelu vývoje květu.

Prezentace 2: Opylení a oplození krytosemenných rostlin

Opylení

Opylení je charakterizováno jako přenos zralých pylových zrn z prašníků tyčinek na bliznu pestíku. Aby mohlo dojít k opylení, musí se nejprve vyvinout a dozrát pylové zrno (samčí gametofyt).

Vznik samčího gametofytu

Pylové zrno vzniká vývojovými změnami uvnitř prašníku, přesněji řečeno uvnitř prašného pouzdra, z parenchymatického pletiva zvaného archespor, které představuje sporangium. Uvnitř prašného pouzdra v prašníku se nachází mnoho diploidních buněk, zvaných mateřské buňky pylové. Každá z přítomných mateřských buněk prodělává redukční dělení (meiózu) a vytváří 4 haploidní mikrospory. Z každé mikrospory nakonec může vzniknout haploidní samčí gametofyt. Mikrospora se dále mitoticky dělí na dvě buňky, jedná se o buňku generativní (rozmnožovací) a buňku vegetativní (láčkovou). Generativní buňka se dále dělí na dvě buňky spermatické. Láčková buňka neustále obklopuje generativní buňky a po opylení vytváří pylovou láčku, což je struktura nezbytná pro přenos spermatických buněk k vajíčku. Pylové zrno je kryto odolným obalem, který je různě utvářen a představuje druhově specifický znak. Pokud se generativní buňka rozdělí mitózou na dvě buňky spermatické, považujeme pylové zrno za dospělý samčí gametofyt. K tomuto procesu dochází u většiny rostlinných druhů po dosednutí pylového zrna na bliznu pestíku a vytváření pylové láčky.

Mechanismy bránící samoopylení

Jak již bylo uvedeno v předešlém textu, samoopylení není pro rostlinu příliš prospěšné, proto jsou vyvinuty mechanismy, které samoopylení zabraňují. Jedním z mechanismů zabraňujícím samoopylení je dichogamie, což znamená, že prašníky a blizna v květu dozrávají v jinou dobu. Existují dva způsoby – protogynie (proterogynie) – samičí pohlavní orgány (pestíky) dozrávají dříve než samčí pohlavní orgány (tyčinky). U jabloně (*Malus*), hrušně (*Pyrus*), jitrocel (*Plantago*) a některých zástupců čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). U protandrie dozrávají dříve samčí pohlavní orgány (tyčinky) a později až samičí pohlavní orgány (pestíky). Typické pro rod zvonek (*Campanula*) a mnoho zástupců hvězdnicovitých (*Asteraceae*).

Dalším prostředkem zabraňujícím samoopylení je odlišná květní morfologie. Jedná se o heterostylii (různočnělečnost) a heteroatharii (různoprašníkuvost).

To, že reaguje pylová láčka s pletivem čnělky a blizny, je dáno genotypem pylu a blizny. Rostliny vyvinuly proti samooplození mechanismus nazývaný pylová (auto)inkompatibilita. Jedná se o to, že pyl z jedné rostliny může opylovat pouze cizí květy, ne však květy vlastní rostliny. Podstatou tohoto mechanismu jsou interakce mezi bliznou, čnělkou a klíčícím pylovým zrnem. Rozlišujeme gametofytickou pylovou inkompatibilitu a sporofytickou pylovou inkompatibilitu. Gametofytická pylová inkompatibilita je nejčastějším typem pylové inkompatibility a vyskytuje se u čeledí lilkovité (*Solanaceae*), růžovité (*Rosaceae*), bobovité (*Fabaceae*) či lipnicovité (*Poaceae*). Tento proces ovlivňuje genetická výbava pylu, tedy haploidní genom gametofytu. Pylová láčka začíná klíčit obvyklým způsobem, její růst je však zastaven ve zhruba 1/3 pestíku. Sporofytická pylová inkompatibilita je dána diploidním genotypem prašníku, tedy sporofytem. Tento způsob inkompatibility najdeme u brukvovitých (*Brassicaceae*), hvězdicovitých (*Asteraceae*) či hvozdíkovitých (*Caryophyllaceae*). V případě sporofytické inkompatibility je nekompatibilní pyl rozeznán podle povrchových molekul rovnou na blizně, ještě před vyklíčením. Vyklíčí tedy výhradně pyl, který je nepříbuzný.³⁵

Vznik samičího gametofytu (zárodečný vak)

Vajíčka krytosemenných rostlin jsou uložena v semeníku. Jedná se o jednoduchá sporangia, která vznikají uvnitř semeníku. V každém vajíčku je jedna mateřská buňka (megaspóra), která roste a dochází u ní k redukčnímu dělení (meióze). Dělením mateřské buňky vznikají 4 haploidní megaspory. Další vývoj se poměrně liší u různých druhů rostlin. U mnoha krytosemenných rostlin přežívá pouze 1 megaspóra. Tato megaspóra dále pokračuje v růstu a její jádro se třikrát mitoticky dělí, tímto procesem vzniká velká osmijaderná buňka. Na jednom konci zárodečného vaku jsou tři buňky, jedná se o buňku vaječnou a dvě synergidy (buňky pomocné). Synergidy jsou důležité před oplozením, kdy přitahují a navádějí pylovou láčku k vaječné buňce. Na opačném konci zárodečného vaku jsou 3 antipody (buňky protistojné). Dvě zbylá jádra nejsou rozdělena na samostatné buňky, ale sdružují se v jedno diploidní centrální jádro zárodečného vaku. Vajíčko je

³⁵ http://www.biologickaolympiada.cz/files/brozura12_webo.pdf

obklopeno obaly (integumenty), které mají funkci ochrannou. Prostor mezi obaly se nazývá otvor klovy (mikropyle) (Campbell, 2006).

Oplození

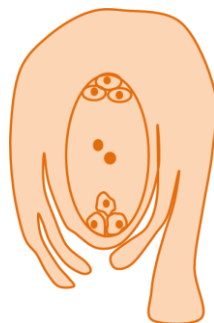
Oplození začíná klíčením pylového zrna na blizně. Pylové zrno vyklíčí na blizně při splnění několika podmínek. Musí se jednat o receptivní bliznu, pyl musí být kompatibilní, tedy musí se jednat o pyl vhodný pro oplození daného květu.

Po zachycení na blizně dochází k hydrataci pylových zrn, která po určité době klíčí v pylovou láčku (v řádech několika hodin nebo dnů).

Pylová láčka (siphon) začíná klíčit ztenčeninou (aperturou) v exině pylového zrna. Pylová láčka má vrcholový způsob růstu, do pylové láčky se přesunuje cytoplazma pylového zrna, dále vegetativní a generativní buňka. Generativní buňka se v pylové láčce rozdělí na dvě gamety, buňky spermatické. Pylová láčka postupně prorůstá k vajíčku, především díky signálům ze synergid vajíčka. Spermatické buňky se pohybují ve směru růstu pylové láčky tak, že jsou vždy při povrchu pylové láčky. Rostoucí pylová láčka se dostává postupně přes pletivo blizny a čnělky. Až pylová láčka proroste do semeníku, vstoupí do vajíčka nejčastěji přes otvor klovy a vniká do jedné ze dvou synergid. V pylové láčce se vytváří otvor, kterým se dostane ven cytoplazma a dvě spermatické buňky. Poté nastává oplození, které je u krytosemenných rostlin dvojitě. Jedna spermatická buňka splyne s buňkou vaječnou za vzniku diploidní zygoty, druhá spermatická buňka splývá s pólovými jádry a vzniká primární jádro endospermu, toto jádro je nejčastěji triploidní, dalším dělením se tvoří endosperm (Votrubová, 2010).

Otázky k prezentaci:

- Z jakých částí se skládá pestík a jaké buňky se tvoří v jedné z jeho částí?
- Vysvětli vznik samčího gametofytu.
- Co se děje při procesu oplození u rostlin?
- Popiš plně vyvinuté vajíčko



Prezentace 3: Typy květů a květenství

Koruna (corolla)

Korunní lístky mohou také srůst, hovoříme o koruně srostlolupenné (corolla sympetala). Tato koruna má korunní trubku (tubus corollae), což je srostlá část korunních lístků, vystupuje z kalicha a korunní lem (limbus corollae), což je horní nesrostlá část korunních lístků. Jelikož srůsty korunních lístků jsou rozmanité, rozlišujeme ještě několik druhů korun.

koruna baňkovitá (corolla urceolata) – korunní trubka je v dolní části rozšířena, v horní části se zužuje. Na horním okraji baňkovité koruny se nacházejí krátké směrem ven zahnuté cípy. Typickým zástupcem s baňkovitou korunou je čeleď vřesovcovité (*Ericaceae*).³⁶

koruna dvoupyská (corolla bilabiata) – koruna je rozdělená na horní a dolní pysk, ústí je otevřené, pysky jsou umístěné nad sebou. Typické květy pro některé zástupce čeledi hluchavkovité (*Lamiaceae*), např. popenec břečťanolistý (*Glechoma hederacea*), zběhovec trojklanný (*Ajuga chamaepitys*), medovník meduňkolistý (*Melittis melissophyllum*) (Kubát a kol, 2003).

koruna jazykovitá (corolla ligulata) – v dolní části je krátká korunní trubka, která v horní části přechází v plochý jazyk (ligulu). Typické je také, že květy jazykovité a trubkovité se vyskytují společně a tvoří mnohokvětý útvar nazývaný úbor. Tento typ květu se nachází u čeledi hvězdicovitých (*Asteraceae*) (Kubát a kol, 2003).

koruna kolovitá (corolla rotata) – korunní trubka je velmi krátká, rozšiřuje se do cípů rozložených do plochy nebo vytváří lem. Typickým zástupcem čeledi s kolovitou korunou jsou krtičníkovité (*Scrophulariaceae*).³⁷

koruna kulovitá (corolla globosa) – trubka vytváří kulovitý tvar zakončený úzkým hrdlem.³⁸

koruna nálevkovitá (corolla infundibuliformis) – korunní trubka je zesponu úzká, v horní části se nálevkovitě rozšiřuje. Tento typ koruny se vyskytuje u čeledi lilkovité (*Solanaceae*) (Kubát a kol., 2003).

³⁶ <http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?622>

³⁷ <http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?633>

³⁸ <http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?636>

koruna řepicovitá (*corolla hypocrateridormis*) – květní trubka je dlouhá, v horní části rozšířená v plochý a široký okraj. Okraj svírá s trubkou téměř pravý úhel. Čeledi s řepicovitou korunou jsou zimozelovité (*Caprifoliaceae*) (Kubát a kol., 2003).

koruna šklebivá (*corolla personata*) – tvořena dvěma pysky, které mají uzavřené ústí. Toto ústí se při zmáčknutí otevírá. Patro dolního pysku je vypouklé. Typickou čeledí se šklebivou korunou jsou bublinatkovité (*Lentibulariaceae*) (Kubát a kol., 2003).

koruna tlamatá (*corolla ringens*) – z korunní trubky vystupují dva pysky, které mají široce otevřené ústí. Tlamatou korunu mají někteří zástupci čeledi hluchavkovité (*Lamiaceae*).

koruna trubkovitá (*corolla tubulosa*) – korunní trubka vytváří poměrně úzký a dutý válec. V horní části velmi malé, ven otevřené cípy. Společně s květy jazykovitými se vyskytuje u čeledi hvězdicovité (*Asteraceae*).

koruna zvonkovitá (*corolla campanulata*) – ve spodní části je korunní trubka široká, v horní části se dále rozšiřuje do tvaru zvonu. Typickou čeledí s tímto typem koruny je čeleď zvonkovité (*Campanulaceae*).³⁹

Květenství (inflorescentia) představuje soubor květů na společném stonku, které jsou uspořádány podle určitého vzorce. Květenství se u rostlin vyskytuje běžně, jelikož větší množství květů pohromadě zvyšuje pravděpodobnost opylení květu. Květenství rostlin dosahuje různých rozměrů. Největší květenství má palma z čeledi arekovité *Corypha umbraculifera*, jejíž květenství je 14 m dlouhé a 12 m široké. Rostlina kvete až po čtyřiceti letech života, vytváří plody a hyne. Dalším příkladem velkého květenství je *Agave*, která může mít květenství vysoké až 10 m.⁴⁰

Květenství dělíme na jednoduchá a složená. Jednoduchá květenství se dále rozdělují na hroznovitá (racemózní) a vrcholičnatá (cymózní). Z jednoduchých květenství se skládají květenství složená.

Jednoduchá květenství (inflorescentia simplex)

Hroznovitá (racemózní, monopodiální) květenství – boční větve nepřerůstají hlavní stonek. Tyto květy rozkvétají odspoda nahoru (akropetálně) např. konvalinka

³⁹ <http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?656>

⁴⁰ <http://botanika.bf.jcu.cz/morfologie/MorfologieKvetenstvi.htm>

(*Convallaria*), jabloň (*Malus*) nebo od obvodu ke středu. Mezi základní hroznovité květenství patří lata (*panicula*).

Lata (*panicula*) se skládá z dlouhého hlavního větenu a kratších rozvětvených postranních větví - vinná réva (*Vitis vinifera*).⁴¹ Jedná se o fylogeneticky nejpůvodnější typ květenství, vznikla několikanásobným větvením stonku. Typická je pro ptačí zob (*Ligustrum vulgare*), šejk (*Syringa*), pryskyřníkovité (*Ranunculaceae*).⁴²

Dalším typem hroznovitého květenství, který vzniká zjednodušením laty je hrozen (*racemus*). **Hrozen (*racemus*)** může být buď ukončen květem – hyacint (*Hyacinthus*), rybíz (*Ribes*), dřívák (*Berberis*) nebo bez květu, tedy neukončený - komonice (*Melilotus*), vlčí bob (lupina mnoholistá, *Lupinus polyphyllus*).

Klas (*spica*) jedná se o přisedlé květy na prodlouženém větenu. Vzniká zkrácením větviček postranních květů – jitrocel (*Plantago*), rdest (*Potamogeton*), zvonečník (*Phyteuma*). Klas je uspořádán buď dvoustranně – dvouřadý klas broméliovité (*Bromeliaceae*), nebo se skládá ve spirálovité větenu – šroubovitý klas švihlík (*Spiranthes*) (Dostál, 2008).

Redukcí klasu vzniká typické květenství lipnicovitých – **klásek (*spicula*)**. Je složen z jednoho až mnoha květů v úžlabí listenů – pluch. Na bázi klásku se nacházejí dvě plevy. Redukované lístky vnějšího okvětí tvoří plušku. Květ je doplněn třemi tyčinkami s vrtivými prašníky a pestíkem s péřovitou bliznou.⁴³

Jehněda (*amentum*) – jedná se o klas s převislým větenu opadávajícím vcelku. Vyskytuje se u topolu (*Populus*), vrby (*Salix*) (Dostál, 2008).

Palice (*spadix*) je odvozena od klasu, vyznačuje se ztlustlým nebo zdužnatělým větenu a přisedlými květy. Typická je pro zástupce čeledi áronovité (*Araceae*), u kterých je palice obalena barevným listencem, který nazýváme toulec. Palici bez přítomnosti toulce má orobinec (*Typha*) (Vinter, Macháčková, 2013).

Okolík (*umbella*) je tvořen květy vyrůstajícími zdánlivě z jednoho místa, tyto květy jsou paprscitě rozmístěné na stejně dlouhých stopkách. Vzniká zkrácením internodií na

⁴¹ <http://botanika.bf.jcu.cz/morfologie/MorfologieKvetenstvi.htm>

⁴² http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/texty-organologie-kvetenstvi.html

⁴³ http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/texty-organologie-kvetenstvi.html

vřetenu hroznu. Jednoduchý okolík se vyskytuje u vlašovičnicku (*Chelidonium*), složený okolík u miříkovitých (*Apiaceae*).

Strboul = hlávka (capitulum) dochází u něho ke zkrácení vřetena hroznu i květních stopek, květní stopky jsou na vypouklém stonku, jetel (*Trifolium*), žindava (*Sanicula*).

Úbor (anthodium) je typický tím, že se skládá ze dvou typů květů. Na květní lůžko nasedají jazykovité a trubkovité květy v různém uspořádání. Jazykovité květy se nacházejí na okraji květenství a tvoří tzv. paprsek. Květy umístěné ve středu jsou fertillní trubkovité květy a tvoří tzv. terč. Některé druhy mají květ složen buď pouze z jazykovitých květů pampeliška (*Taraxacum*), čekanka (*Cichorium*), nebo pouze z trubkovitých květů, např. chrpa (*Centaurea*). Listeny nacházející se pod úborem tvoří zákrov.

Chocholík (corymbus) – postranní větévky jsou prodlouženy tak, že květy dosahují délky prostředního květu. Dolní květní stopky jsou tedy prodloužené a v horní části se postupně zkracují. Typické pro javor mléč (*Acer platanoides*)⁴⁴

Další skupinou jednoduchých květenství jsou vrcholičnatá (cymózní, sympodiální) květenství. U těchto typů květenství je hlavní stonek výrazně zkrácen a přerůstají ho boční větve. Tyto květy rozkvétají odshora dolů, při uspořádání do plochy od středu k okraji. Patří zde **mnohoramenný vrcholík (pleiocházium)**, který je pokládán za původní typ vrcholičnatého květenství. Terminální květ zakončuje hlavní stonek, pod terminálním květem vyrůstá několik postranních větví. Vyskytuje se u skřípiny (*Scirpus*). Pokud květy vrcholíku přisedají, vytvářejí tzv. klubko (glomerulus) typické pro merlíkovité (*Chenopodiaceae*).

Kružel (anthella) je mnohoramenný vrcholík se silně zkráceným hlavním vřetenem, postranní větve jsou delší. Sítina (*Juncus*), bika (*Luzula*), tužebník (*Filipendula*).

Dvouramenný vrcholík = vidlan (dicházium) – takto se nazývá květenství, ve kterém vyrůstají pod terminálním květem pouze 2 postranní větve. Rožec (*Cerastium*).

Pokud vyrůstá pouze jediná postranní větev pod terminálním květem, označujeme toto květenství jako jednoramenný vrcholík (monocházium).

Vijan (cincinus) – vychází z jednoramenného vrcholíku, kde květní stopky vyrůstají proti sobě. Tvoří tak dvě řady listenů a květů. Mladé vijany se spirálně svinují. Tento typ

⁴⁴ <http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?810>

květenství najdeme u brutnákovitých (*Boraginaceae*) a některých lilkovitých (*Solanaceae*).

Šroubel (bostryx) je dalším typem vrcholičnatého květenství, které vzniká z vidlanu. U tohoto typu vyrůstají všechny květní stopky v jedné řadě a jsou spirálně stočené. Třezalka (*Hypericum*).⁴⁵

Složená květenství

Spojením jednoduchých květenství vznikají květenství složená. Pokud je květenství hlavní i vedlejší stejného typu, jedná se o květenství homotaktická. Heterotaktická květenství vznikají kombinací hroznovitých a vrcholičnatých květenství. Mezi nejvýznamnější složená květenství patří složený klas trav, pseudanthium – květenství připomíná svým vzhledem jediný květ.

Složený okolík se skládá z dílčích květenství – okolíčky, obaly, obalíčky. Jedná se o typické květenství čeledi miříkovitých (*Apiaceae*).

Cyathium (cyathium) pryšců – listeny vytvářejí pohárek, na jehož okraji jsou nektária (přeměněné palisty listenů). Uvnitř je jediný samičí květ, obklopený vijany samčích květů, které jsou redukovány na jedinou tyčinku. Rod *Euphorbia* u nás má hroznovité větvení ukončené okolíkem, na větvených stopkách složeného květenství jsou vlastní cyathia (Novák, Skalický, 2008).

Otázky k prezentaci:

Přiřaď název koruny k obrázku a napiš jednoho zástupce.

- a) koruna kolovitá
- b) koruna jazykovitá
- c) koruna řepicovitá
- d) koruna baňkovitá
- e) koruna zvonkovitá



⁴⁵ http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/texty-organologie-kvetenstvi.html