

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

KATEDRA BIOLOGIE

**Využití klíčivosti v badatelsky orientovaném vyučování
na ZŠ a na nižším stupni gymnázia**

Bc. Tereza Landová

Diplomová práce

Vedoucí práce: RNDr. Božena Šerá, Ph.D.

2017

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá diskusí možností zpestření výuky klíčivosti v podobě pracovních listů a také možností využití testů klíčivosti v badatelské výuce přírodopisu a biologie na základní škole a nižším gymnáziu. Práce čtenáře seznamuje s obecnou problematikou vývoje, stavby a klíčení semen. Dále se zabývá badatelsky orientovaným vyučováním, což je v posledních letech jednou z nejvyužívanějších metod v přírodovědných předmětech. Pracovní listy vytvořené za tímto účelem jsou proto ověřeny v praxi a následně zpracovány a vyhodnoceny. Práce diskutuje, zda je klíčivost vhodným biologickým materiálem pro badatelské vyučování a také, zda lze tyto pracovní listy doporučit jako didaktický výukový materiál umožňující rozvoj dovedností a teoretických znalostí o klíčení.

Anotation

This diploma thesis discusses the possibilities of diversifying the teaching on the issue of germination in the form of worksheets as well as possibility of using germination tests in the inquiry-based teaching of biology at elementary schools and lower secondary schools. The readers are introduced into the general issues regarding seed development, construction and germination. It then deals with inquiry-based teaching, which is one of the most used methods in biology education in recent years. Worksheets created for this purpose are therefore validated through teaching practice and subsequently processed and evaluated. The paper discusses whether germination is a suitable biological material for inquiry-based teaching and also whether these worksheets can be recommended as a didactic teaching material for the development of skills and theoretical knowledge of germination.

Poděkování:

Ráda bych poděkovala RNDr. Boženě Šeré, Ph.D. a Mgr. Lukášovi Rokosovi, Ph.D. za odborné vedení, za poskytnutí cenných rad, za zájem a čas, který mi po celou dobu práce věnovali.

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledky obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum:

Podpis studenta:

OBSAH

1. ÚVOD.....	7
2. LITERÁRNÍ REŠERŠE	8
2.1 Semena rostlin	8
2.2 Vývoj a stavba semen	8
2.3 Embryogeneze	9
2.3.1 Endosperm	11
2.3.2 Perisperm	11
2.3.3 Testa	12
2.3.4 Perikarp	12
2.4 Klíčení semen	13
2.4.1 Dormance semen	13
2.4.2 Podmínky klíčení semen	15
2.4.3 Typy klíčení rostlin	21
2.4.3.1 Klíčení dvouděložných rostlin	21
2.4.3.2 Klíčení jednoděložných rostlin	22
2.4.4 Klíčivost semen	23
2.5 Hrách setý jako modelová rostlina	24
2.6 Badatelsky orientované vyučování	25
2.6.1 Aktivizující výukové metody	25
2.6.2 Výuka přírodopisu v ČR	26
2.6.3 Badatelsky orientované vyučování (BOV)	27
2.5 Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání	30
3. CÍLE PRÁCE	32
4. METODIKA	33
4.1 Výzkumný vzorek	33
4.2 Badatelské úlohy	34
4.2.1 Jednotlivé úkoly pracovních listů	35

4.2.2 Pracovní listy opakovací a souhrnné	36
4.2.3 Souhrn pracovních listů	37
4.3 Vyhodnocení dat	37
5. VÝSLEDKY	38
5.1 Badatelsky orientované pracovní listy	38
5.1.1 Základní škola	38
5.1.1.1. Postřehy z pozorování „testovacích“ hodin	38
5.1.1.2. Výsledky vyhodnocení pracovních listů.....	39
5.1.2 Nižší gymnázium.....	43
5.1.2.1. Postřehy z pozorování „testovacích“ hodin	43
5.1.2.2. Výsledky vyhodnocení pracovních listů.....	44
5.1.3 Srovnání výsledků základní školy a gymnázia	47
5.2 Pracovní listy opakovací a souhrnné.....	48
5.2.1 Pracovní list: <i>Semena rostlin 1</i>	48
5.2.2 Pracovní list: <i>Semena rostlin 2</i>	49
5.2.3 Pracovní list: <i>Jednoděložné a dvouděložné rostliny</i>	50
5.3 Metodické doporučení	51
6. DISKUSE	52
7. ZÁVĚR.....	55
8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	56
9. SEZNAM PŘÍLOH	62
10. SEZNAM OBRÁZKŮ	63

1. Úvod

Přírodopis je rychle se rozvíjející vědecký obor, ve kterém neustále dochází k objevům nových poznatků. Avšak současné pojetí přírodopisu ve vyučování na tyto nové poznatky reaguje jen zvolna. Z výsledků PISA 2015 OECD (2016) je zřejmé, že ve výkonu v oblasti přírodovědné gramotnosti má Česká republika lehce nadprůměrné hodnoty v porovnání s ostatními zeměmi světa. Přesto je stále zájem o přírodovědné předměty v posledních letech upadající. Proto se také učitelé zaměřují na nejrůznější aktivizační metody, jako je právě badatelsky orientované vyučování (BOV).

BOV jako součást vzdělávacího procesu má charakter praktický, poutavý, dlouhotrvající i náročný. Žáci si pomocí této metody spojují teorii s praxí a osvojují si nejrůznější přírodovědné vědomosti, dovednosti, ale i návyky, a tím získávají konkrétní představu o celkové funkci či procesu zkoumaného objektu, v předložené práci konkrétně o procesu klíčení semen.

Klíčení semen znamená obnovení růstu embrya při současném vývoji nové rostliny. Z fyziologického pohledu lze za počátek klíčení považovat příjem vody – bobtnání a za konec klíčení prodlužování kořínku (Houba a Hosnedl, 2002). Klíčení probíhá pouze za určitých podmínek. Mezi nejdůležitější se řadí dostatek vody, dostupnost kyslíku a optimální teplota. Podmínky pro klíčení jsou u druhů rostlin značně rozdílné (Pecharová a Hejný, 1993). Klíčivost je pak označením pro schopnost semene zahájit svůj růst a udává absolutní počet klíčivých semen ve vzorku (Šerá, 2014).

Tato diplomová práce se zaměřuje na klíčivost a její využití v badatelsky orientovaném vyučování. Téma práce bylo vybráno na základě předchozích znalostí a zkušeností s klíčivostí a počátečním růstem semen při zpracovávání bakalářské práce (Landová, 2015).

Cílem práce je vypracování pracovních listů k sérii laboratorních cvičení. Práce prezentuje, zda je klíčivost vhodným tématem pro BOV a zda je možné tyto laboratorní listy využívat při hodinách přírodopisu na ZŠ a na nižším stupni gymnázia.

První část diplomové práce představuje literární přehled, který se zaměřuje na problematiku klíčení, na BOV a jeho využití v hodinách přírodopisu, na obsah tématu klíčení a klíčivosti v rámcově vzdělávacím programu (RVP) a školním vzdělávacím programu (ŠVP) daných škol. V další části prezentuje návrh badatelské úlohy, výsledky uskutečnění na školách a vyhodnocení.

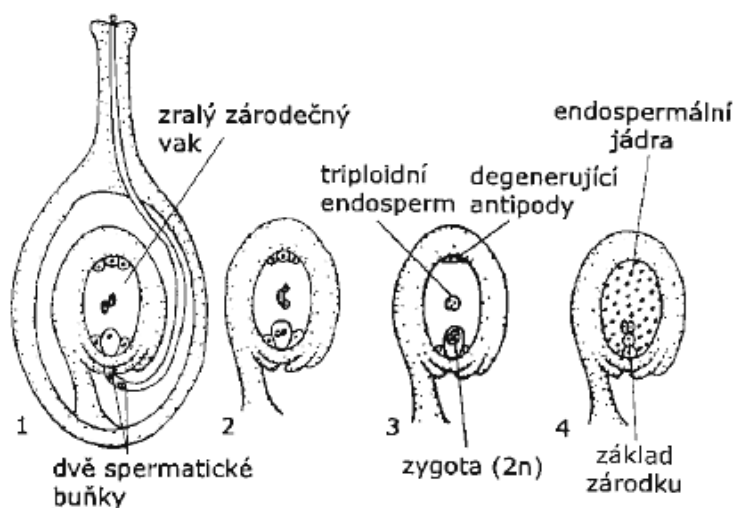
2. Literární řešerše

2.1 Semena rostlin

Semena plní funkci rozmnožovacího útvaru pro semenné rostliny. Jsou vytvářeny mateřskou rostlinou a z ní se také uvolňují, vzniká pak zcela totožná rostlina (Skalický a Novák, 2007). Velikosti i tvary semen jsou u rostlinných druhů rozdílné. Některé druhy mají semena velmi malá, některá značně velká. To je dáno geneticky podmíněnými znaky, které nejsou závislé na prostředí. Počet semen v plodu je také velmi různorodý (Pecharová a Hejný, 1993). Složení semene je dáno genetickým základem a do určité míry je také ovlivněno sezonními podmínkami. Uvnitř jsou uloženy zásobní látky, jako jsou sacharidy – škroby, glycidy, lipidy i proteiny, ale i řadu dalších významných látek: enzymy, alkaloidy i fytin (Houba a Hosnedl, 2002). Semenné rostliny se dělí na dvě velké skupiny podle přítomnosti obalů na nahosemenné (*Gymnospermae*) a krytosemenné (*Angiospermae*) rostliny (Skalický a Novák, 2007).

2.2 Vývoj a stavba semen

Opylení a plození jsou dva důležité procesy pro vznik semene. Jako proces oplození označujeme splynutí samčích a samičích pohlavních buněk (gamet) (Kincl a Krpeš, 2006). Pro krytosemenné rostliny je charakteristické dvojité oplození, které je znázorněno na Obr. 1.



Obr. 1. Schéma dvojitého oplození u krytosemenných rostlin.

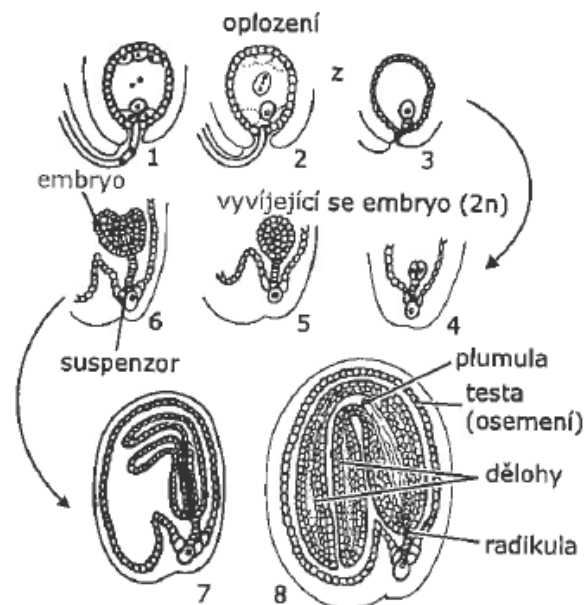
(převzato z Skalický a Novák, 2008)

Dvojité oplození je proces, kdy jedna spermatická buňka splývá s vaječnou buňkou a druhá spermatická buňka splývá s centrální buňkou zárodečného vaku (Skalický a Novák, 2007). Tím vzniká diploidní zygota, z níž se vyvíjí zárodek - embryo a z oplozené centrální buňky zárodečného vaku se vyvíjí triploidní živné pletivo - endosperm. Vajíčka se v průběhu vývoje embrya mění v semeno a semeník se vyvíjí v oplodí (Slavíková, 2002).

2.3 Embryogeneze

Embryogeneze je proces vývoje zárodku v semeni. Embryo některých druhů může obsahovat chlorofyl - může být zelený, avšak při zrání se chlorofyl ztrácí. Začátek jeho vývoje je mnohdy opožděn oproti endospermu a osemení, a to z důvodu růstu zásobního pletiva pro další vývoj zárodku (Skalický a Novák, 2008).

Existuje několik fází vývoje embrya, v nichž se dělí buňky a vznikají dělohy, plumula, hypokotyl a radikula. Embryogeneze začíná lineární fází a pokračuje globulární fází, ve které se rozrůžňují pletiva na protoderm, prokambium a základní meristém. V srdcovité fázi dochází ke vzniku děloh. Poslední je fáze hruškovitá, kde jsou patrné všechny struktury semene a vzniká tak zralé embryo (v některých případech dochází k úplnému dozrání později). Celý proces vzniku embrya a celého semene je znázorněn na Obr. 2.

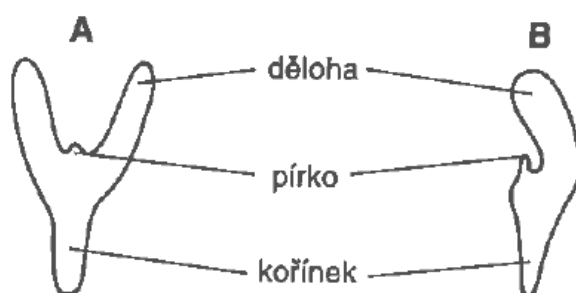


Obr. 2. Schéma vývoje semene krytosemenných rostlin.

(převzato z Skalický a Novák, 2007)

Pro vývoj embrya jsou důležité signály, mezibuněčné kontakty a interakce buněk uvnitř embrya. Poruchy v těchto signálech mohou vést k celkovému poškození semene (Kincl a Krpeš, 2006). Vyvíjející se zárodek je vyživován cévním svazkem a látkami produkované endospermem. Dozríváním embrya dochází i k dozrívání semene (Slavíková, 2002).

Ve zralých semenech jsou základními strukturami zárodku: embryonální kořínek – radikula, stonkový článek podděložní – hypokotyl, dělohy a pupen – plumula (Kubát a kol., 2003). Tyto části zárodku jsou vyobrazeny na Obr. 3, zde uvedené pířko je základem nadzemních částí rostliny. Velikost a tvar zárodků je individuální záležitostí rostlinných druhů (Slavíková, 2002).



Obr. 3. Schéma zárodku (A) dvouděložné rostliny, (B) jednoděložné rostliny.
(převzato z Kubát a kol., 2003)

Plumula označuje embryonální vegetační vrchol výhonu s případnými základy listů (Houba a Hosnedl, 2002). Je to první pupen nové rostliny, tedy meristemický základ vzrostlého vrcholu prýtu. U jednoděložných a dvouděložných rostlin se liší umístěním. U dvouděložných se nachází mezi dělohami, zatímco u jednoděložných se nachází po straně dělohy, u trav plumulu obaluje koleoptile - listová pochva (Skalický a Novák, 2008).

Radikula je označení pro embryonální vegetační vrchol kořene (Houba a Hosnedl, 2002). Vyvine se z ní kořen nové rostliny a její vrchol tvoří meristemický základ vzrostlého vrcholu kořene. V semeni je umístěna směrem ke klíčnímu otvoru. U trav je radikula obalena koleorhizou – kořenovou pochvou (Skalický a Novák, 2008).

Nad hypokotylem se zakládají největší útvary semene – dělohy (cotyledones). Představují ploché listovité útvary. Zásadním rozdílem mezi jednoděložnými a dvouděložnými rostlinami je právě počet děloh (Skalický a Novák, 2008). Jak už vyplývá z názvu jednoděložných rostlin, obsahují jen jednu dělohu v semeni. Dvouděložné rostliny mají zpravidla dvě dělohy (u výjimek se mohou vyskytnout i tři

a více děloh anebo jen jedna). Pro semenné rostliny je vývojově původnější dvouděložnost. V dělohách se skladují zásobní látky a při klíčení z nich ostatní části čerpají živiny pro růst. U některých druhů trav se může vyskytnout epiblast – pozůstatek druhé dělohy (Slavíková, 2002).

2.3.1 Endosperm

Z centrální buňky zárodečného vaku se po splynutí s jednou pohlavní buňkou a dalším dělením vytvoří u většiny rostlin triploidní živné pletivo – endosperm (Slavíková, 2002). Endosperm neboli vnitřní bílek může být diploidní až polyploidní a je tvořen parenchymatickým pletivem (Houba a Hosnedl, 2002). Živné pletivo se vyvíjí od několika dní až po týdny a několik měsíců – u rostlinných čeledí je to značně rozdílné. Fyziologický význam endospermu spočívá ve výživě zárodku v semeni během zrání a také v hromadění zásobních látek potřebných pro následné klíčení semene. Prvotní endospermální buňky se nejprve dělí a tím vzniká endosperm. Podle způsobu dělení těchto buněk se diferencují tři typy endospermu: jaderný, buněčný a helobiální. Tyto typy se nepravidelně vyskytují u různých čeledí, v některých může být jen jeden typ, u dalších jsou přítomné všechny tři typy (Slavíková, 2002).

Podle přítomnosti endospermu můžeme semena rozdělit na semena s endospermem a bez endospermu. U první skupiny je endosperm přítomný v dobře vyvinutém stavu – u lipnicovitých, u máku. U semen bez endospermu, jak už název napovídá, je semeno bez živného pletiva či se vyskytuje jen v redukované formě – už byl značně vyčerpán během zrání semen (Houba a Hosnedl, 2002). Taková semena najdeme například u sóji či salátu. U čeledi lipnicovitých je součástí endospermu ještě aleuronová vrstva. V této vrstvě se nachází jedna či více vrstev buněk, které mají ztloustlé buněčné stěny. Ty se rozrůznily od ostatních buněk endospermu tím, že zůstávají živé, zatímco ostatní buňky jsou mrtvé a ukládají se v nich zásobní látky – škrob a proteiny (Psota a Šebánek, 1999).

2.3.2 Perisperm

V semeni je také přítomný diploidní perisperm – vnější bílek, který vzniká z buněk zárodečného vaku. Slouží pro výživu embrya, a proto se také v počátečních fázích embrya úplně vyčerpá, tudíž se ve zralém stavu semen vyskytuje jen u některých čeledí rostlin – merlíkovité, laskavcovité (Houba a Hosnedl, 2002).

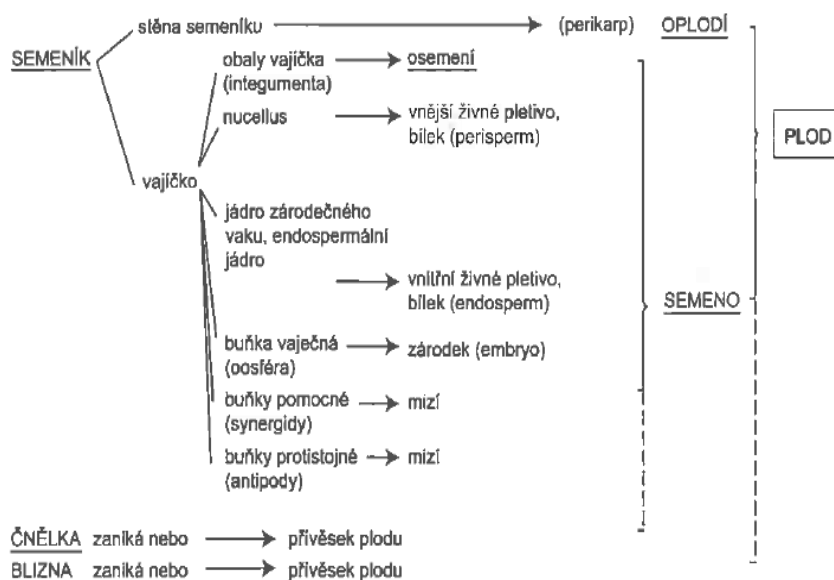
2.3.3 Testa

Testa neboli osemení je další strukturou semene. Vzniká přeměnou obou či jednoho vaječného obalu nebo jen části pletiv. U rozličných rostlinných druhů je osemení značně rozdílné – může se vyskytnout blanité – ořešák, kožovité – jírovec nebo dužnaté – granátové jablko aj. (Slavíková, 2002). Na povrchu osemení mohou vzniknout různé struktury – zoubky, chlupy, křídla a hrbolky nebo může být čistě hladké (Pecharová a Hejný, 1993). Hlavní funkcí osemení je regulace přístupu vody a plynů dovnitř semene. Tím, že zamezuje či povoluje přístup vody a plynů k embryu, ovládá proces klíčení semene, růst vnitřních pletiv, orgánů a vůbec metabolické dráhy v semeni (Houba a Hosnedl, 2002).

2.3.4 Perikarp

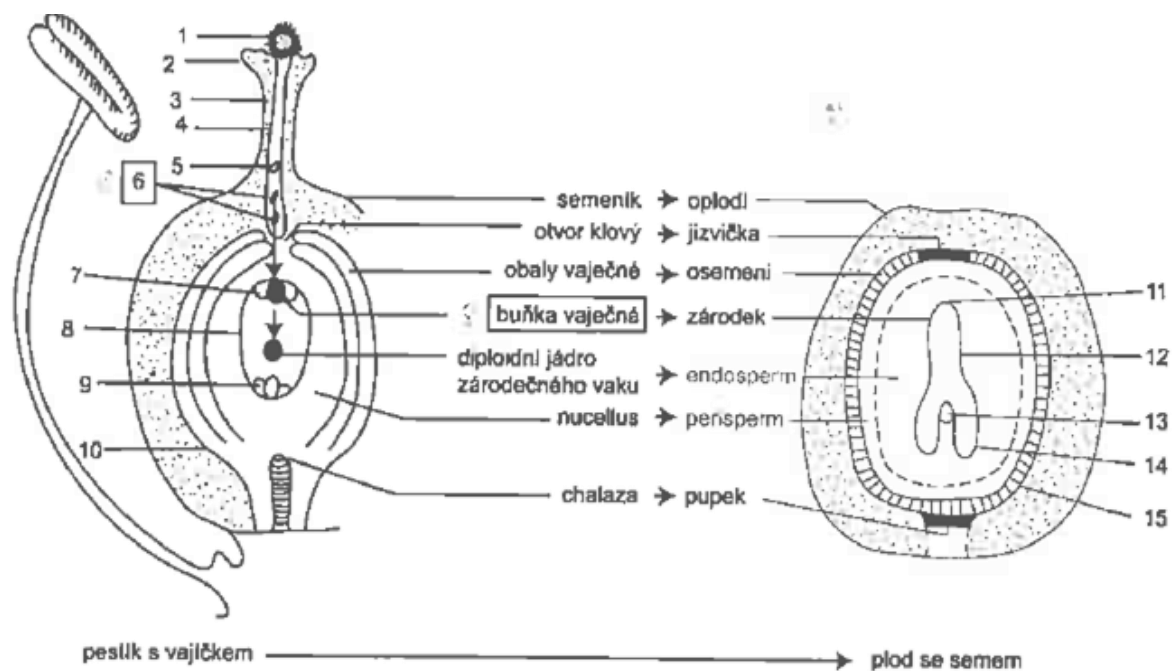
Perikarp neboli oplodí se vyskytuje pouze u plodů – například u obilek. Vzniká přeměnou stěn semeníku a květních částí, které spolu při dozrávání srůstají (Psota a Šebánek, 1999).

Pro uspořádání výše uvedených pojmů, jsou popisované části znázorněny na Obr. 5 a Obr. 4. Zde jsou uvedeny jednotlivé části pestíku a následně části plodu, které z nich vznikají.



Obr. 4. Přehled pojmů plodních struktur během přeměny pestíku v plod.

(převzato z Krpeš a Kincl, 2006)



Obr. 5. Schéma vzniku plodu se semenem z jednotlivých částí pestíku:

(1) pylové zrno, (2) blizna, (3) čnělka, (4) pylová láčka, (5) jádro vyživovací, (6) spermatické buňky, (7) pomocné buňky – synergidy, (8) zárodečný vak, (9) buňky protistojné – antipody, (10) vajíčko, (11) základ kořene, (12) podděložní část stonku, (13) vzrostlý vrchol, (14) dělohy, (15) semeno. Šipkami je znázorněno oplození spermatickými buňkami.

(převzato z Krpeš a Kincl, 2006)

2.4 Klíčení semen

Šebánek in Procházka a kol. (1998) klíčení vysvětluje jako obnovení metabolické aktivity semen, které vede k prodloužení radikuly a hypokotylu zárodku. Viditelnému klíčení, tj. k růstu radikuly embrya skrz osemení, předchází mnoho složitých biochemických i fyzikálních dějů. Za počátek klíčení se z fyziologického hlediska považuje příjem vody (bobtnání) a jako konec se lze označit prodlužovací růst radikuly embrya (Houba a Hosnedl, 2002). U semen, která již mají obnovený metabolismus, tedy u živých semen, dochází k aktivaci dýchání, k prodlužování buněk a ke zvyšování enzymatické a hormonální aktivity. Tyto procesy jsou důležité hlavně pro využití zásobních látek ze semen pro výživu klíčícího zárodka. Semena mohou klíčit až po odeznění dormance (klidové fáze) semen (Šebánek in Procházka a kol., 1998).

2.4.1 Dormance semen

Některá semena rostlin mohou klíčit bezprostředně po dozrání a pro některá semena je nezbytné, aby prošla tzv. klíčným odpočinkem neboli dormancí (Slavíková,

2002). Ačkoli dormantní semena vystavíme optimálním podmínkám umožňující klíčení, i přesto nevyklíčí, jelikož potřebují různě dlouhý odpočinek. Toto je fyziologický proces, který zabraňuje klíčení semen v nevhodných podmínkách či během špatného načasování. Zpravidla dochází k dormanci před zimou, kdy by mráz mohl klíčnou rostlinku zničit (Šebánek in Procházka, 1998).

Dormance se vyskytuje ve dvou základních formách – primární a sekundární dormance.

Primární dormance je navozena během vývinu semene, příčiny mohou být jak exogenní, tak endogenní (Houba a Hosnedl, 2002). Vnějšími (exogenními) příčinami dormance jsou zpravidla vlastnosti semenných obalů – a to zábrana příjmu vody a plynů a odvodu inhibičních látek. Tyto podmínky mohou být ovlivnitelné, a to buď přirozeně, nebo záměrnou úpravou semenných obalů. V přírodě pomocí působení mikroorganismů či změnami v půdě (zamrznání či rozmrznání, kyselost). Při záměrné úpravě semen dojde k mechanickému (skarifikace), chemickému (působení chemických látek) či enzymatickému (působení rozkladných enzymů) působení různých látek a tím dojde k narušení semenných obalů a k následnému klíčení (Houba a Hosnedl, 2002).

Vnitřními (endogenními) příčinami odpočinku semen je vysoký obsah inhibičních látek – především hormonu ABA a jiných chemických látek – kyselina benzoová, jasmonová, skořicová, kumarin. Tyto látky způsobují určité fyziologické procesy (nepropustnost osemení pro vodu a plyny - tvrdosemennost, nevyvinuté embryo atd.), které zabraňují klíčení semen (Šebánek in Procházka a kol., 1998). Tvorbu inhibitorů klíčení ovlivňuje především teplota a délka dne během poslední fáze zrání semen, vláhové podmínky a stáří mateřské rostliny v době kvetení (Houba a Hosnedl, 2002).

Druhotný klíčící odpočinek nastává zejména, jsou-li semena ponechána v nepříznivých podmínkách. Příklady těchto nepříznivých podmínek: vysoký obsah oxidu uhličitého nebo kyslíku, nevhodná teplota, anoxie, vodní stres (Slavíková, 2002).

Mnoho semen pro své vyklíčení potřebuje působení nízkých teplot. Tomuto fyziologickému procesu se říká stratifikace. Chlad je pro některá semena nezbytný pro narušení dormance, ale i pro urychlení klíčení (Murdoch a kol., 2014). V praxi to většinou znamená, že se již nabobtnalá semena ponechají několik týdnů v podmínkách o teplotě 2-8 °C. Během stratifikace dochází k postupnému odbourávání kyseliny abscisové – ABA a ke zvyšování obsahu giberelinů (Šebánek in Procházka a kol., 1998).

2.4.2 Podmínky klíčení semen

Proces klíčení je závislý na celé řadě podmínek, z nichž některé jsou nepostradatelné pro všechna semena nebo specifické pro semena různých druhů rostlin (Kincl a Krpeš, 2006). Klíčení je nenávratný proces, pokud klíčení jednou započne, embryo je neodvolatelně odsouzeno k růstu či úhynu (Fenner a Thompson, 2005). Z hlediska působení jsou tyto podmínky rozděleny do dvou skupin: vnější a vnitřní podmínky klíčení semen (Kincl a Krpeš, 2006).

Mezi hlavní vnější podmínky klíčení, tedy prostředím ovlivnitelné, se řadí voda, přístup kyslíku, teplota, světlo, působení okolního klimatu a půdní chemické prostředí – jako salinita, obsah nitrátů, organických komponentů, uhličitánů (Fenner a Thompson, 2005). Mezi vnitřní podmínky se řadí především tvorba fytohormonů a rozdíly v mechanických vlastnostech semene.

2.4.2.1 Vnější podmínky klíčení

Voda

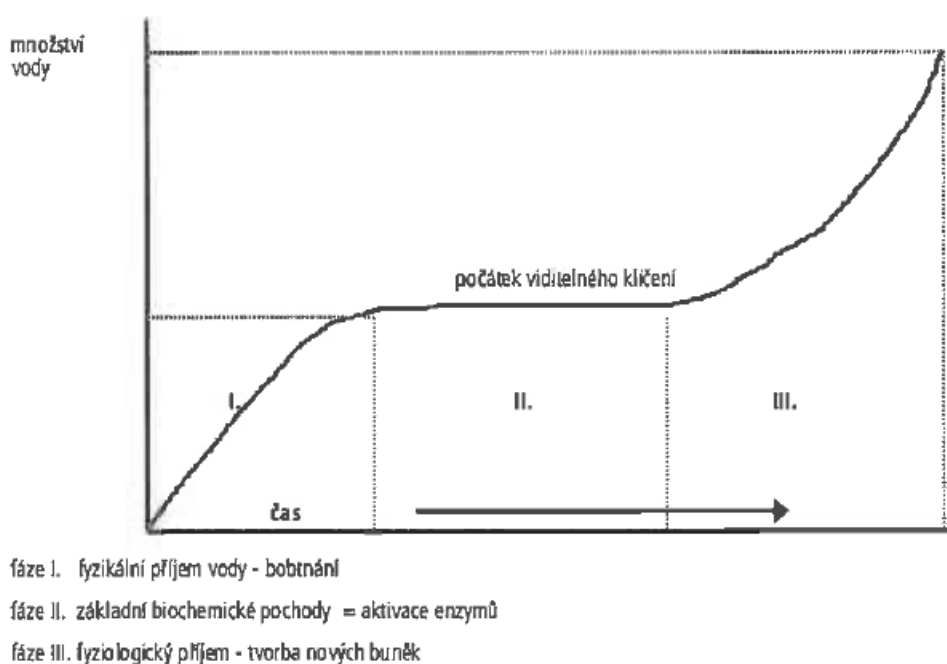
Voda je vysoce významným faktorem, ke klíčení semen je nezbytná. Voda ovlivňuje celý vývoj semene – při formování a zrání, během dormance a skladování, i při bobtnání a následném klíčení semen. Reguluje přechod do dormantního stádia - poklesem obsahu vody. Také může ovlivňovat počátek do procesu klíčení – zvýšením obsahu vody (Fenner a Thompson, 2005).

Klidový režim je narušen přijímáním vody do semene. Ve zralém semeni je obsah vody asi 10 – 15 % (Slavíková, 2002). Při obsahu vody na 60 % započne v semeni metabolická aktivita (Šebánek in Procházka a kol., 1998). Enzymy v semeni jsou pomocí vody aktivovány, a tím buňky mohou růst, respektive jejich vakuoly (Kincl a Krpeš, 2006). Vodní potenciál buněk semen je vyjádřením míry hydratace semen, jde zároveň o tři druhy potenciálu – tlakový, osmotický a hydratační. Jak v celé rostlině, tak i u semene dochází k pohybu vody z místa s vyšším vodním potenciálem do místa s nižším vodním potenciálem (Houba a Hosnedl, 2002).

Příjmem vody započne první fáze klíčení - bobtnání semen. Množství přijaté vody semenem je závislé na mnoha faktorech – chemické složení, velikost semene a také hydratační schopnost semen a propustnost semenných obalů (Houba a Hosnedl, 2002). K příjmu vody dochází nejvíce v okolí pupku semene a následně se na osemení začnou tvořit záhyby. Příjem vody během fáze bobtnání je závislý na teplotě (čím vyšší teplota

tím větší příjem vody) a také na osmotickém tlaku roztoku (čím vyšší osmotický tlak roztoku, tím nižší příjem vody) (Šebánek in Procházka a kol., 1998). Některá semena mohou mít takové osemení, které nepropouští vodu – jde o tzv. tvrdá semena, u nichž je nutností poškrábat osemení – skarifikace (např. třením o písek), tím dojde k normálnímu nabobtnání a klíčení semen (Kincl a Krpeš, 2002).

Druhou fází klíčení je aktivace biochemických pochodů, která je také závislá na příjmu vody. Třetí fází se rozumí růst klíčku, kdy už nastává viditelné klíčení a následný růst klíčící rostlinky (Houba a Hosnedl, 2002). Na Obr. 6 je znázorněn příjem vody během jednotlivých fází klíčení semen.



Obr. 6. Příjem vody semenem během fází klíčení.
(převzato z Houba a Hosnedl, 2002)

Semeno se během klíčení může v závislosti na obsahu vody ocitnout ve stresových podmínkách. A to v situaci, kdy je nedostatek či nadbytek vody během klíčení. Pokud nastane velké sucho, tak není umožněno dokončení klíčení či vzcházení. Během vystavení semene nadbytku vody, dojde k zamezení přístupu vzduchu ke klíčícím semenům, tedy k ukončení dýchání semene a následnému úhynu (Houba a Hosnedl, 2002). Proto většina semen potřebuje ke klíčení dostatek kyslíku. Prvotně dochází k anaerobnímu dýchání semen a od počátku klíčení se vyskytuje aerobní typ dýchání (Šebánek in Procházka a kol., 1998).

Kyslík

Další nezbytnou podmínkou pro klíčení je dostatek kyslíku. Při oxidační fosforylaci vzniká energie, která je nezbytná pro klíčení. S postupným příjmem vody dochází i ke zvýšenému dýchání. Při nedostatku kyslíku při klíčení se sníží procento klíčivosti semen (Houba a Hosnedl, 2002).

Pouze některé druhy rostlin mohou klíčit téměř bez přístupu kyslíku – bažinné rostliny. Ty využívají energii z glykolýzy, během které kyslík není zapotřebí (Šebánek in Procházka a kol., 1998).

Nejen kyslík dokáže ovlivnit klíčivost semen, ale také oxid uhličitý či ethylen, které jsou v půdě také přítomné.

Teplota

Teplota má zásadní význam pro klíčení, stejně tak pro růst rostliny. Opět se rozlišuje maximum, optimum a minimum – tzv. kardinální teploty. U jednotlivých druhů tyto kardinální teplotní body kolísají, avšak většina semen klíčí při konstantní teplotě (Fenner a Thompson, 2005). Na Obr. 7 je výčet několika druhů semen a jejich kardinální teploty. Optimální teplota se u většiny rostlin pohybuje v rozmezí 15 – 30 °C. Nízké či vysoké teploty klíčení většinou zpomalují (Houba a Hosnedl, 2002).

Při klíčení některých druhů je nízká teplota nezbytná pro další vývoj mladých rostlin. Aby mohla tato semena vyklíčit, musí promrznout – musí projít tzv. chladovou stratifikací (Kincl a Krpeš, 2006).

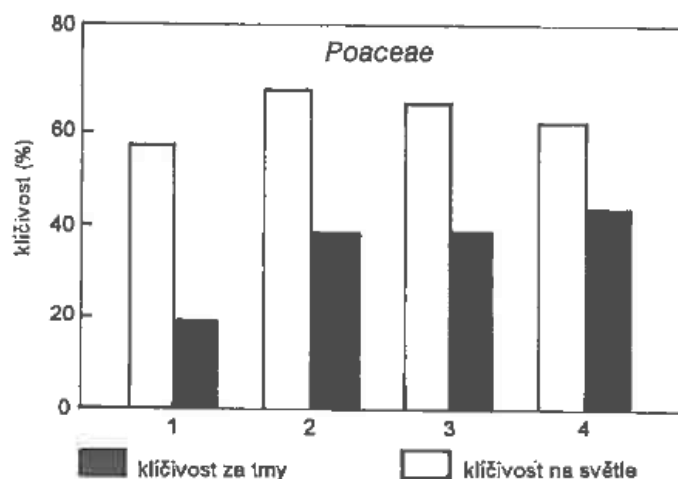
Druh	Minimum	Optimum	Maximum
žito (<i>Secale cereale</i>)	1–2	25	30
ječmen (<i>Hordeum vulgare</i>)	3–4	20	28–30
oves (<i>Avena sativa</i>)	4–5	25	30
pšenice (<i>Triticum aestivum</i>)	3–4	25	30–32
kukuřice (<i>Zea mays</i>)	8–10	35	45
rýže (<i>Oryza sativa</i>)	10–12	35–37	44–50
hrách (<i>Pisum sativum</i>)	1–2	30	35
fazol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	8–10	33	37
mák (<i>Papaver somniferum</i>)	3–4	26	32
řepka (<i>Brassica napus</i>)	1–2	20	40
slunečnice (<i>Helianthus annuus</i>)	8–9	28	35
len (<i>Linum usitatissimum</i>)	6–8	25	30
konopě (<i>Cannabis sativa</i>)	1–2	35	45
tabák (<i>Nicotiana tabacum</i>)	13–14	28	32–35
meloun vodní (<i>Citrullus vulgaris</i>)	12–14	35	40
tykev (<i>Cucurbita pepo</i>)	12	33–34	40
jetel luční (<i>Trifolium pratense</i>)	1–2	30	37
vojtěška (<i>Medicago sativa</i>)	1	30	37

Obr. 7. Kardinální teplotní charakteristiky (ve °C) klíčení několika druhů semen.

(převzato z Procházka a kol., 1998)

Světlo

U většiny rostlin není světlo nezbytnou podmínkou klíčení. Ale u některých může dojít ke zrychlení či zpomalení klíčení. Podle toho také rozlišujeme druhy na kladně či záporně fotoblastické (Houba a Hosnedl, 2002). U první skupiny dochází ke stimulaci klíčení na světle – např. náprstník, pupalka, vrbovka. U druhé skupiny světlo klíčení inhibuje – např. laskavec, tykev, černucha (Slavíková, 2002). Kladně fotoblastická semena nemají dostatek zásobních látek, a proto se klíční rostliny musí rychle přizpůsobit na autotrofní výživu. Klíčení také ovlivňuje spektrální složení světla a fytochromové systémy (Fenner a Thompson, 2005). Závislost světla na semenech čeledi *Poaceae* je uvedena na Obr. 8.



Obr. 8. Vliv světla na klíčivost obilek rodu lipnicovitých.

(1) lipnice roční, (2) lipnice hajní, (3) lipnice bahenní, (4) lipnice luční.

(převzato z Procházka a kol., 1998)

2.4.2.2 Vnitřní podmínky klíčení

Pokud jsou u semen splněny všechny vnější podmínky pro klíčení a semeno přesto neklíčí, příčinou pravděpodobně budou vnitřní faktory semene. Vnitřní podmínky klíčení jsou stejně důležitými podmínkami klíčení jako vnější. Zásadními látkami, ovlivňující klíčení jsou rostlinné hormony – fytohormony. Neschopnost klíčení může být způsobena ještě jinými vnitřními faktory klíčení – nepropustnost povrchových vrstev osemení pro vodu či plyny, jeho výrazná mechanická pevnost nebo nedostatečné vyvinutí embrya (Šebánek in Procházka a kol., 1998).

Fytohormony a klíčení

Na řízení biologických a fyziologických dějů při vzniku semen a plodů se podílejí vnitřní růstové regulátory neboli fytohormony. Tyto látky nejen ovlivňují vývoj a zrání semen, ale také z části řídí proces klíčení (Houba a Hosnedl, 2002). Rostlina produkuje mnoho růstových hormonů, které mohou na své orgány působit inhibičně či stimulačně. Tím je ovlivněna celistvost rostlinného těla jako celku (Kincl a Krpeš, 2006). Mezi inhibitory růstu se řadí kyselina abscisová – ABA, naopak mezi stimulatory růstu se řadí auxiny, gibereliny a cytokininy. Etylen se řadí mezi zvláštní typy, jelikož má smíšený vliv (Houba a Hosnedl, 2002).

Důležitějším faktorem je koncentrace jednotlivých fytohormonů v rostlině, která následně ovlivňuje procesy v celém rostlinném těle. Tyto koncentrace se během vývinu

semen neustále mění a jejich vzájemný poměr a rovnováha hraje zásadní roli v růstu a vývoji rostliny (Psota a Šebánek, 1999).

To, jak fytohormony ovlivňují procesy v semeni, rozdělili Houba a Hosnedl (2002) do třech skupin:

- a) růst a vývin semene a plodů, řídí ukončení růstu semene před jeho zralostí,
- b) ukládání zásobních látek v období zrání – regulují převod asimilátů do semen,
- c) podílí se na dormanci semen a na řízení klíčení a prvních fázích růstu klíčících rostlin.

a) Stimulační hormony

Ve vyvíjejících se obilkách je auxin přítomen ve formě IAA (= indolyl-3octová kyselina). Auxiny vznikají v oplozeném vajíčku a podporují vznik plodu. Plod, který produkuje nejvíce auxinů, roste nejvíce (Kincl a Krpeš, 2006). Tvoří se hlavně v pletivu obilek, nejvíce je obsažený v endospermu. Při klíčení se enzymaticky uvolňuje a je přenášen do vrcholu koleoptile, kde také ovlivňuje pozitivní fototropismus. Ovlivňuje transport asimilátů z listu k dozrávajícím obilkám v klasu (Psota a Šebánek, 1999).

Gibereliny jsou stimulatorem růstu obilek, a spolu s cytokininy i stimulatorem buněčného dělení. Jsou nejvíce obsaženy ve vyvíjejících se semenech ve formě konjugátů (Psota a Šebánek, 1999). Další velice důležitou funkcí je rušení dormance semen a regulace aktivity enzymu amylázy při klíčení semen (Kincl a Krpeš, 2006).

Cytokininy obecně podporují dělení buněk v rostlinném těle. Největší aktivita je na počátku vývinu semene, kde právě nastává dělení buněk, a tím se zvětšuje výsledná kapacita semene. Obsah cytokininů zřetelně vzrůstá během vývinu obilek, ale během zrání koncentrace klesá (Psota a Šebánek, 2006). Tím, že koncentrace cytokininů klesá, zpomaluje se stárnutí celé rostliny, a tak se udržují např. listy stále zelené (Houba a Hosnedl, 2002). Nejznámějším cytokininem je zeatin, vyvíjející se v nezralých obilkách kukuřice či slunečnice (Kincl a Krpeš, 2006).

b) Inhibiční hormony

Kyselina abscisová (ABA) je nejznámějším inhibičním růstovým hormonem. Má protichůdné účinky na auxiny, gibereliny a cytokininy (Kincl a Krpeš, 2006). Působení ABA podporuje stárnutí rostlin a snižuje velikost úložné kapacity semene. Vyšší koncentrace ABA má za následek inhibici klíčení semen na mateřské rostlině, pokud

semena nejsou zralá. Také slouží jako regulátor dormance semen, jelikož se zvyšující se koncentrací ABA se zvyšuje i zralost semene (Houba a Hosnedl, 2002).

Další látkou, která reguluje aktivitu semen je kyselina jasmonová (JA), která inhibuje klíčení semen (Kincl a Krpeš, 2006).

2.4.3 Typy klíčení rostlin

Klíčení vždy začíná růstem radikuly, která v prvotních fázích inhibuje růst nadzemních částí rostlinky – plumuly (Šebánek in Procházka a kol., 1998). U rostlin lze rozeznat dva základní typy klíčení: 1. klíčení nadzemní – epigeické a 2. klíčení podzemní – hypogeické (Slavíková, 2002).

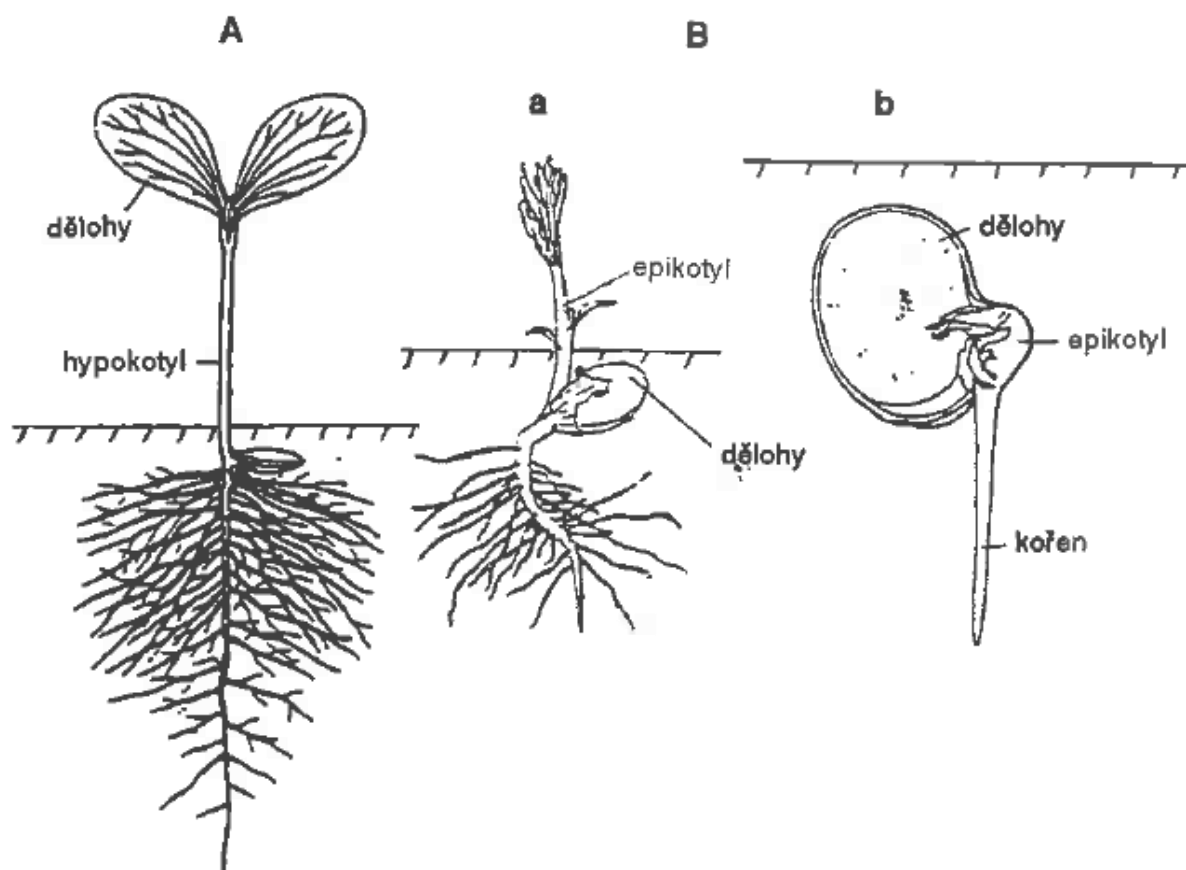
2.4.3.1 Klíčení dvouděložných rostlin

Klíčení nadzemní (epigeické)

Po nabobtnání semene, praskne osemení na mikropylární straně. Při epigeickém klíčení vyrůstá nejprve kořínek (radikula). Kořínek vrůstá do půdy a mění se na hlavní kořen rostliny, posléze z něho vyrůstají adventivní kořeny rostlinky. Následně ze semene vyroste hypokotyl, který na sobě nese dvě dělohy, které vynášejí nad půdu. Nad půdou se dělohy zezelenají a plní funkci prvních asimilačních orgánů klíčící rostliny. Díky nim rostlina přechází na autotrofní způsob výživy. Epikotyl s prvními pravými listy vyroste z plumuly, a tím dělohy začínají schnout (Slavíková, 2002). U těchto rostlin dochází ke stimulaci úžlabních děložních pupenů dělohami (Šebánek in Procházka a kol., 1998). Na Obr. 9 (A) je zobrazeno klíčení epigeické u dvouděložných rostlin.

Klíčení podzemní (hypogeické)

U hypogeického klíčení jsou po nabobtnání semene dělohy stále v semeni, jelikož je hypokotyl inhibován ve svém růstu. Pro začátek růstu klíčící rostliny, mají dělohy funkci haustoria (čerpají zásobní látky z endospermu). Ze semene nejprve roste radikula a záhy začíná růst vzrostlý vrchol, který vytváří první pravé listy. Tyto listy jsou vynášeny epikotylem nad zem (Slavíková, 2002). V tomto případě dělohy hypogeicky klíčících rostlin inhibují růst úžlabních děložních pupenů, a tak nedochází k výraznému prodloužení hypokotyly (Šebánek in Procházka a kol., 1998). Na Obr. 9 (B) je znázorněno klíčení hypogeické u dvouděložných rostlin – u mandloně (a) a bobu (b).



Obr. 9. Klíčení dvouděložných rostlin

(A) epigeické klíčení tykve, (B) hypogeické klíčení: (a) mandloně, (b) bobu.

(převzato z Procházka a kol., 1998)

2.4.3.2 Klíčení jednoděložných rostlin

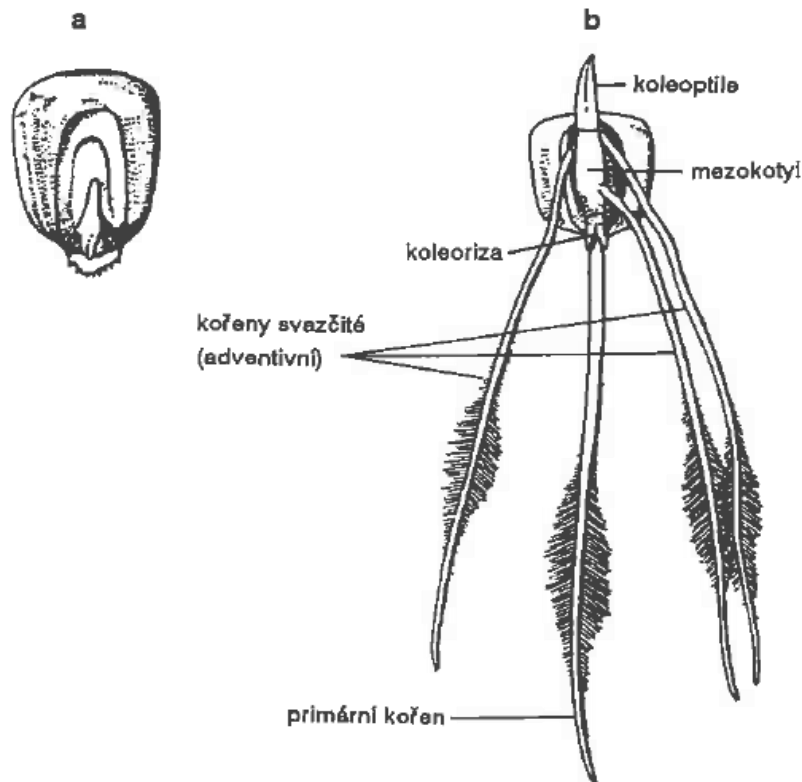
Klíčení nadzemní (epigeické)

K epigeickému klíčení dochází např. u cibule. Radikula jednoděložné rostliny zakořeňuje a současně se vyvíjí úzká děloha. Ta vyrůstá nad zem svou střední částí a její vrchol zůstává v zemi v endospermu. Asimilační listy rostou z dělohy, na jejíž bázi pod zemí je stále plumula (Slavíková, 2000).

Klíčení podzemní (hypogeické)

Jednoděložné klíčení se vyskytuje např. u lilie nebo lipnicovitých. U jednoděložných rostlin jedna děloha zakrněla v tzv. epiblast. Pravou dělohu pak představuje štítek obilky, který je spojen s endospermem a čerpá z něj zásobní látky. Nejprve ze semene vyrůstá radikula a poté plumula, která je krytá blanitou pochvou – koleoptilí a vyrůstá nad zem. Dále vyrůstají z báze stébla první svazčité kořeny.

Z koleoptile vyrůstají nad zemí první pravé listy (Slavíková, 2002). Klíčení jednoděložných rostlin, konkrétně kukuřice seté je znázorněno na Obr. 10.



Obr. 10. Klíčení jednoděložných rostlin :
kukuřice: (a) obilka začíná klíčit, (b) klíčící rostlinka.
(převzato z Procházka a kol., 1998)

2.4.4 Klíčivost semen

Klíčovostí se rozumí hodnocení klíčení semen ve vzorku během omezené doby. Jinak řečeno je klíčivost počet klíčících semen schopných dalšího vývoje v klíčící rostlinku během určité doby (Houba a Hosnedl, 2002). Klíčivost je proto jednou z charakteristik vypovídající o fitness sledované populace rostlin, která je znakem kvality osiva (Šerá, 2014). Tímto znakem se proto nejvíce zabývají semenářské firmy. Ty stanovují přesný postup úprav semen a limitní hodnoty pro dané botanické druhy, které následně ovlivní klíčivost i vzházivost rostlin (Houba a Hosnedl, 2002). Klíčivost se zpravidla stanovuje laboratorními testy klíčivosti. Okolní prostředí během testů klíčivosti by mělo splňovat optimální podmínky pro klíčení semen. Výhodou laboratorních testů je opakovatelnost, reprodukovatelnost dat a porovnatelnost výsledků (Šerá, 2014).

Klíčivost se nejčastěji vyjadřuje v procentech. Podle normy se v určitých dnech nejprve stanoví v první etapě energie (tedy rychlost) klíčení a následně ve druhé etapě se určí vlastní klíčivost (Šebánek in Procházka a kol., 1998). Šerá (2014) uvádí vzorec pro výpočet klíčivosti semen během testů klíčivosti:

Klíčivost semen (seed germination) - SG:

$$SG (\%) = Gf / S * 100$$

Gf.....počet vyklíčených semen na konci kultivace

S.....celkový počet testovaných semen

Hodnocení klíčivosti může být do značné míry ovlivněno výskytem dormantních semen ve vzorku (Houba a Hosnedl, 2002). Klíčivost může ovlivnit také vlastnosti semen spojené s jejich proveniencí, podmínky, během kterých byla semena skladována a také stáří semen (Aniszewski a kol., 2012).

Vysoká míra klíčivosti semen je spojena s budoucí úrodou, jelikož kvalita osiva je dána právě vysokou klíčivostí semen. Nižší klíčivost tak vypovídá o nízké vitalitě osiva a nižší vzcháživosti. Z tohoto důvodu je důležitým hlediskem i vitalita semen (Aniszewski a kol., 2012). Proto pěstitel vybírá takové postupy, které odpovídají standardům, jelikož představují minimální risk, ale maximálně možný zisk (Šerá, 2014). Avšak ani vysoká laboratorní klíčivost semen není vždy zárukou dobré vzcháživosti, jelikož na semeno můžou působit vnější nepříznivé podmínky během klíčení (Houba a Hosnedl, 2002).

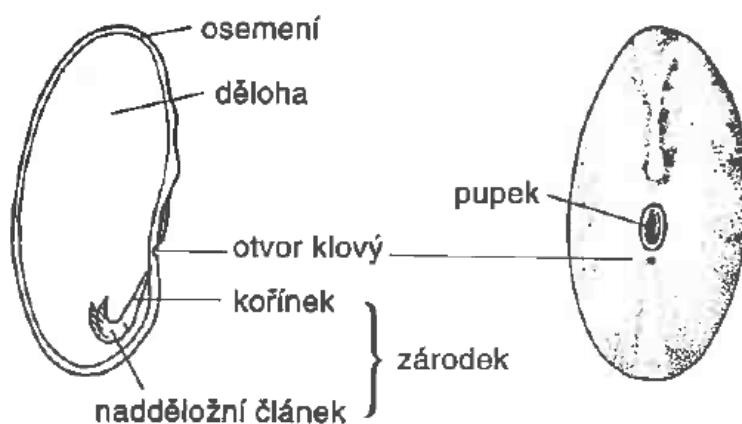
2.5 Hrách setý jako modelová rostlina

Ve školách se k různým laboratorním pokusům často používají semena hrachu setého (*Pisum sativum* L.).

Semena hrachu mají poměrně velký průměr a jejich tvar je kulatý s případným svraštělým povrchem. Semena jsou tvořena osemením a zárodkem s mohutnými dělohami (Moudrý a kol., 2011). Dělohy zaujímají přibližně 90 % z celého semene, na osemení pak připadá 6-9 % a na vlastní klíček okolo 1 %. Osemení luskovin má nízkou propustnost buněčných pletiv pro vodu a plyny (Hosnedl in Šnobl a kol., 2005). Na Obr. 11 Chyba! Nenalezen zdroj odkazů. je zobrazena stavba semene fazole, podobné anatomické struktury se nachází i u semene hrachu.

Hrách je citlivý na dostatek vláhy, přebytek či nedostatek vody může negativně ovlivnit kvalitu semen a jejich klíčení. K nabobtnání je potřeba 90 až 120 % celkové hmotnosti suchých semen (Houba a kol. 2009). Minimální teplota klíčení je 1 – 2 °C, optimální teplota se pohybuje okolo 8 – 10 °C. Na množství vody a teplotě se odvíjí i doba klíčení a vzcházení. Pokud jsou splněny příznivé vnější podmínky, semena vzcházejí 7 – 10 dnů. V případě, že se semena vyskytují v méně optimálních podmínkách, vzcházení může trvat až 4 týdny.

Klíčivost luskovin se pohybuje až okolo 75 – 80 %, zaleží vždy na kvalitě a vitalitě semen (Hosnedl in Šnobl a kol., 2005).



Obr. 11. Stavba semene luskoviny (fazolu).
(převzato z Kubát a kol., 2003)

2.6 Badatelsky orientované vyučování

2.6.1 Aktivizující výukové metody

V posledních letech se ve školách rozvíjí nový trend zaměřující se na „umění myslet“, který zdůrazňuje nejen to, co se učit, ale i jak se to učit. Vše se tedy zaměřuje na výuku myšlení, která rozvíjí inteligenci a učení. Děti nastupující do škol si s sebou přinášejí velkou míru zvědavosti a pružnosti myšlení. Tato zvědavost postupem času uvažá a žák se stává méně pružným, což vede spíše k utlumení dalšího rozvoje (Fisher, 2011).

Pro uchování zvědavosti až do vyššího věku slouží mimo jiné právě i aktivizační metody, které v nedávné době zažívají velký rozkvět. Společnost je obecně označována za společnost plnou vědění, znalostí a informací, ale právě to vyvíjí tlak na žáky, kteří si toto ohromné množství informací nezvládnou osvojit. To je jedním z důvodů pátrání po

nových metodách, které budou přispívat k aktivitě žáka, většímu využívání a třídění informací (Maňák, 2011; Petr, 2014).

Aktivizující výukové metody jsou takové metody, které ve svém středu mají žáka a jeho aktivní postoj k učení. Za aktivní činnost se považuje především zvýšená, intenzivní činnost, která podporuje iniciativu a rozvoj žáků. Žák se tím stává samostatný a není potřeba relativně žádného přímého vedení a ovlivňování během jeho práce. Takových aktivizujících výukových metod a postupů je nepřeborné množství, učitel si však vždy musí vybrat s ohledem na téma výuky a specifiku žáků ve své třídě.

Tyto metody jsou velice účinné ve výchovně-vzdělávací práci školy, protože se neomezují jen na kognitivní oblast žáka, ale umožňují spojení „hlavy, srdce a ruky“ (Maňák, 2011). Do aktivizujících výukových metod lze bezpochyby zahrnout i badatelsky orientovanou výuku.

2.6.2 Výuka přírodopisu v ČR

Petr (2010); Papáček (2010a) hovoří o oblíbenosti biologie v České republice, která v posledních letech spíše klesá, než stoupá, s tím je provázáno i zhoršení výsledků v přírodovědných předmětech. Problém je právě v přehlcní znalostmi žáků nad praktickým užitím při řešení problémových úloh. Škoda a Doulík (2009) hovoří o možném hlavním cíli přírodovědných předmětů – použitelnost teoretických faktů, zákonů a procesů v běžném životě, a tím podporovat rozvoj v bádání přírodních jevů a objektů. Ve škole žáci běžně využívají mechanické učení poznatků bez bližšího pochopení souvislostí, informace jsou často předimenzované a nepochopitelné v běžném životě – to jsou právě důvody změn, které by pomohly žákům v přírodovědném vzdělávání (Škoda a Doulík, 2009).

Na základě definic přírodovědné gramotnosti PISA (1999, 2006, 2015), VÚP (2012) a s přihlédnutím k revidované Bloomově taxonomii je sestavena tato definice přírodovědné gramotnosti: *„Přírodovědná gramotnost je způsobilost využívat přírodovědné poznání, klást relevantní otázky a na základě získaných faktů vyvozovat závěry vedoucí k porozumění přírodním jevům a usnadňující odpovědně rozhodování a jednání.“* Dále je možné požadavky pro přírodovědnou gramotnost zobecnit několika následujícími body:

- a) „základní koncepty k popisu a vědeckému vysvětlování přírodních jevů
- znalost, pochopení a využívání pojmového systému (např. základní pojmy, zákony, teorie, modely, metody, postupy),
- b) proces poznávání k vyhodnocování a navrhování přírodovědného výzkumu
- porozumění empirickým i teoretickým metodám a postupům včetně jejich použití,
 - schopnost navrhnout vědecko-výzkumné otázky,
- c) širší souvislosti k interpretaci vědeckých dat a důkazů
- využívání přírodovědných konceptů v souvislosti s dalšími aspekty (např. společenské, regionální, časové),
 - využívání nezbytných poznatků z dalších oblastí (např. matematika, ICT, jazyky) k popisu,
- d) postoje k přírodovědným tématům
- zaujímání a utváření postojů k problematice přírodních věd (např. morální, etické, zájmové, hodnocení účelnosti a vhodného použití vědeckých postupů)“.

2.6.3 Badatelsky orientovaní vyučování (BOV)

BOV je současně jednou z nejvyužívanějších aktivizujících výukových metod využívanou především v přírodovědných a technických předmětech. BOV není jednou ze zcela nových myšlenek využívaných ve školním prostředí, Petr (2014) se odkazuje právě na dříve využívané metody („učení objevováním“, heuristická metoda, řešení problémů, kritické myšlení, problémové vyučování apod.), ze kterých vychází právě i badatelsky orientované vyučování. BOV pochází z USA, kde se o tomto výukovém postupu uvažovalo již od 60. let 20. století. Zde bylo BOV označované jako inquiry based education (IBE), v přírodních vědách pak jako inquiry based science education (IBSE) (Papáček, 2010a).

Petr (2014) pojem „inquiry“ vysvětluje jako „pátrání, bádání, vyšetřování či zkoumání“. Linn, Davis a Bell (2004) in Stuchlíková (2010) vymezují pojem bádání: „*Inquiry je cílevědomý proces formulování problémů, kritického experimentování, posuzování alternativ, plánování, zkoumání a ověřování, vyvozování závěrů, vyhledávání informací, vytváření modelů studovaných dějů, rozpravy s ostatními a formování koherentních argumentů*“.

V pedagogické oblasti se však tento termín ustálil ve spojení se vzděláváním, přičemž je nutné, aby žák problémům porozuměl a svépomocí nacházel odpovědi – toto

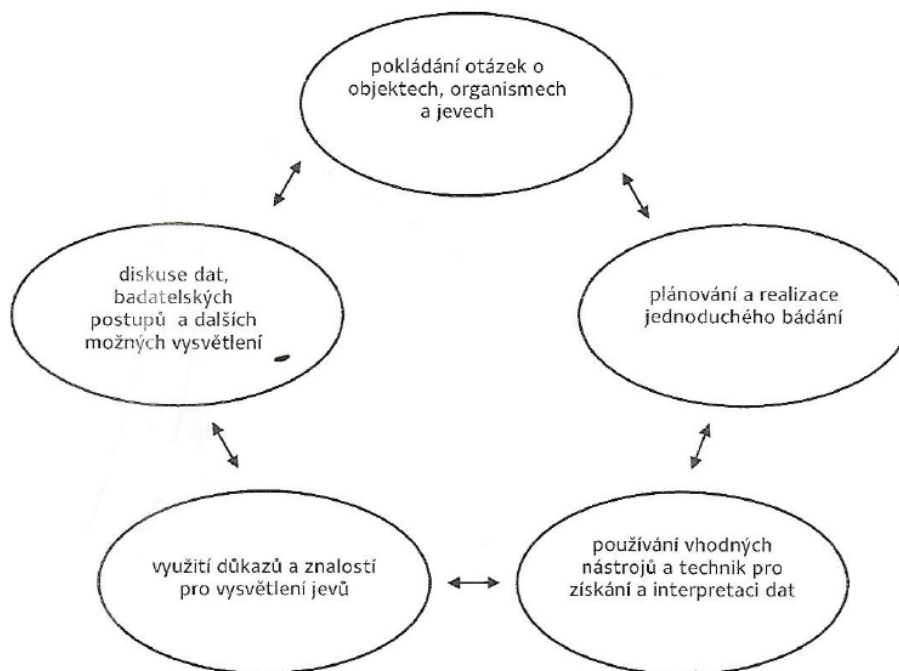
můžeme označit jako bádání (Petr, 2014). Dostál (2015) ve své publikace uvádí, že bádání lze rozdělit na jednotlivé kroky zkoumání: „*pozorování a popis skutečnosti (vjemů, poznatků); uvědomění si rozporu nebo neuspořádanosti; formulace problému; formulace hypotéz (návrh vysvětlení s obecnou platností, logická indukce); předvídání (logická dedukce z hypotéz); ověření souladu skutečnosti s předpovědí (bud' aplikací předpovědi na experiment, nebo aplikací na soubor dat získaný jinak) a ověření logické správnosti předchozích kroků*“. Dle NRC (1996) in Samková a kol. (2015) uvádí, že bádání odkazuje na různé způsoby, jakými vědci zkoumají přírodní svět a navrhují vysvětlení založená na důkazech získaných z jejich práce. Školní bádání obsahuje aktivity studentů, v nichž rozvíjí znalosti a porozumění vědeckým myšlenkám. Bádání ve škole imituje vědecké bádání – může mít bud' teoretický či praktický základ (Samková a kol., 2015). Práce žáků během bádání má podobné kroky, jako „klasická“ práce vědců (Petr, 2014).

Žáci nemusí být vždy odkázání jen na svoje vědomosti a úsudky, ale učitel může určitým způsobem vstupovat do procesu zkoumání. Školní bádání nebo obecně bádání má dle Eastwella (2009) in Stuchlíková (2010) několik stupňů:

- potvrzující bádání – otázka i postup jsou studentům poskytnuty, výsledky jsou známy, jde o to, je vlastní praxí ověřit,
- strukturované bádání - otázku i možný postup sděluje učitel, studenti na základě formulují vysvětlení studovaného jevu,
- nasměřované bádání – učitel dává výzkumnou otázku, studenti vytvářejí metodický postup a realizují jej,
- otevřené bádání – studenti si kladou otázku, promýšlejí postup, provádějí výzkum a formulují výsledky.

Papáček (2010b) definuje: „*Badatelsky orientované vyučování je jednou z účinných aktivizujících metod problémového vyučování a vychází z konstruktivistického přístupu ke vzdělávání. Učitel nepředává učivo výkladem v hotové podobě, ale vytváří znalosti cestou řešení problému a systémem kladených otázek (komunikačního aparát)*“. Na základě aktivního a samostatného zkoumání problémů se žáci učí znalostem, postojům i dovednostem (Dostál, 2013 in Vácha a Ditrich, 2016). Tým autorů Badatelé.cz uvádí, že situace vzbuzující motivaci k vyřešení problému je klíčem bádání a pro tyto účely se často využívají rozporné situace, které odporují dosavadnímu porozumění žáka. Typickými vlastnostmi této vzdělávací metody je skutečnost, že žáci si skrze bádání osvojují jednak poznatky a kompetence v daném předmětu, ale také si odnáší

dovednosti, související se zkoumáním a vyvozováním vědeckých a kritických myšlenek (Petr, 2014). Následující Obr. 12 znázorňuje proces BOV a jeho jednotlivé cyklické kroky.



Obr. 12. Hlavní postupy využívané v BOV.

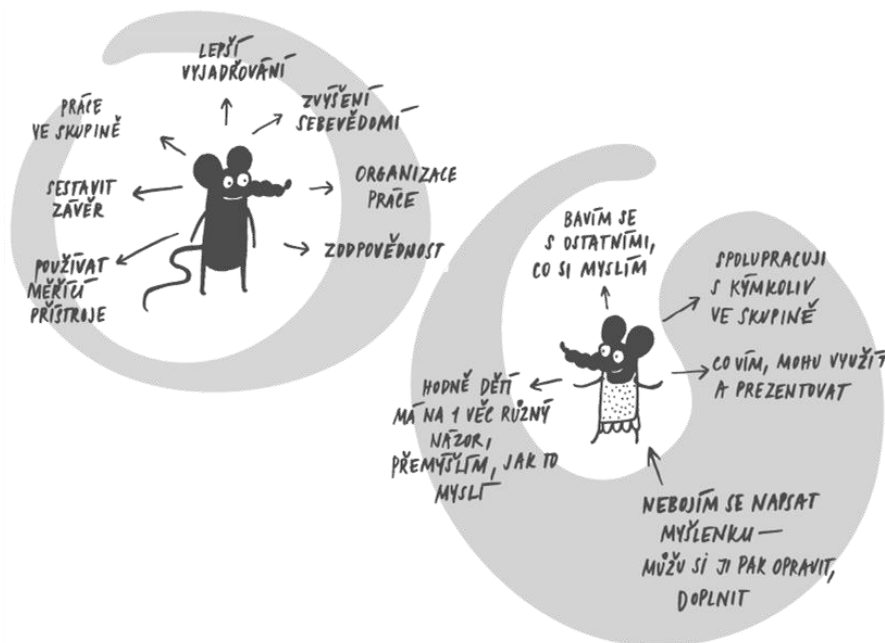
(převzato z Justice a kol., 2007 in Petr, 2014)

Učitel slouží jako průvodce žáka během bádání, připravuje a plánuje postup výuky i využití metod, avšak do myšlenkových pochodů a do celkové práce příliš nezasahuje (Badatelé.cz, 2013). Školní bádání žáků probíhá cíleně a průběh bádání je usměrňován učitelem, avšak do celkové výuky zasahuje do určité míry tak, aby žáci dospěli k vyřešení problému (Dostál, 2015). Učitel nechá žáky, aby si sami kladli otázky a vytvářeli hypotézy/domněnky a metodiku postupu, pomocí které si ověří své domněnky. Na základě provedeného pokusu a získaných výsledků následně stanoví závěry a finální hodnocení (Petr, 2014). Žáci v průběhu bádání nemusí vždy objevovat nové poznatky, ale mohou ověřovat již osvojené znalosti nebo ty, které byly předloženy jako obecně pravdivé (Dostál, 2015).

Pro dosažení lepších výsledků ve školních předmětech slouží BOV jako účinná metoda, avšak je nutné zvážit vhodné použití vzhledem k možnostem školy, učitelů i žáků. Při zavádění BOV do škol je nutné zhodnotit všechna úskalí i pozitiva této metody (Petr, 2014). Petr (2014) uvádí hlavní limitující faktory a překážky učitelů při použití BOV ve vyučování: nedostatek času a materiálního vybavení školy, vlastní pracovní vytížení, která nedovoluje dostatečnou přípravu a také skutečnost, že nelze touto metodou zvládnout širší objem učiva. Hlavními argumenty učitelů pro využívání BOV

jsou: lepší a zábavnější osvojení učiva díky této metodě, lepší fixace znalostí žáků a lepší pochopení zkoumaných problémů (Petr, 2014).

Sdružení TEREZA, 2013 a projekt Badatelé.cz publikovali metodickou příručku o badatelsky orientovaném vyučování a uvádí zde zkušenosti učitelů touto metodou. Následující Obr. 13 znázorňuje přehled, co všechno se žák učí, když bádá.



Obr. 13. Co se žák učí, když bádá.

(převzato z Badatele.cz, sdružení TEREZA, 2013)

Do povědomí učitelů se BOV dostala hlavně prostřednictvím mezinárodních projektů, zaměřených na badatelsky orientované vzdělávání. Tyto projekty se soustředí hlavně na výchovu žáků a studentů, aby měli povědomí o vědeckém bádání a sami ho prováděli. Jsou to především: S-TEAM, ESTABLISH, PROFILES, PŘI-SCI-NET, ASSIST-ME, MaSciL (Samková a kol., 2015).

2.5 Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

V rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (RVP ZV) z roku 2017 je také uplatňováno BOV v technických a přírodovědných předmětech. V tomto kurikulárním dokumentu je uplatňován tento způsob výuky ve smyslu kladení důrazu na bádání žáků namísto memorování již „hotových“ znalostí bez souvislostí (Dostál, 2015). Své uplatnění zaměřuje především ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Splňuje také funkce pro rozvoj kompetencí k učení a řešení problému, a také kompetence pracovní a komunikativní (Badatelé.cz, 2013).

V RVP ZV (2017) je uvedeno cílové zaměření vzdělávací oblasti Člověk a příroda, které má vést žáka k (vybrány jen některé body, související s tématem BOV):

- *„zkoumání přírodních faktů a jejich souvislostí s využitím různých empirických metod poznávání (pozorování, měření, experiment) i různých metod racionálního uvažování,*
- *potřebě klást si otázky o průběhu a příčinách různých přírodních procesů, které mají vliv i na ochranu zdraví, životů, životního prostředí a majetku, správně tyto otázky formulovat a hledat na ně adekvátní odpovědi,*
- *způsobu myšlení, který vyžaduje ověřování vyslovovaných domněnek o přírodních faktech nezávislejšími způsoby,*
- *posuzování důležitosti, spolehlivosti a správnosti získaných přírodovědných dat pro potvrzení nebo vyvrácení vyslovovaných hypotéz či závěrů,*
- *porozumění souvislostem mezi činnostmi lidí a stavem přírodního a životního prostředí“.*

Vyučovací látka klíčení semen a klíčivost se dle RVP ZV (2017) řadí do vzdělávacího oboru Přírodopis a vzdělávacího obsahu Biologie rostlin. Jsou zde spíše z obecnějšího hlediska uvedeny očekávané výstupy základního vzdělávání a učivo daného obsahu. Klíčení semen a klíčivost se řadí do učiva o anatomii a morfologii rostlin – stavba a význam jednotlivých částí těla vyšších rostlin (kořen, stonek, list, květ, semeno a plod) a dále do fyziologie rostlin – základní principy fotosyntézy, dýchání, růstu a rozmnožování (RVP ZV, 2017).

3. Cíle práce

Předložená práce se zaměřuje na využití klíčení semen v badatelsky orientovaném vyučování. V této práci proto představuji návrh série pracovních listů, jak pro badatelské vyučování, tak pro opakování či shrnování daného tématu v klasické hodině. Hlavním cílem je proto ověření těchto pracovních listů na základní škole a nižším gymnáziu a následné vyhodnocení shromážděných dat. Na základě průběhu ověřovacích hodin na školách se stanoví, zda lze tyto pracovní listy využít v hodinách přírodopisu a biologie. Dílčím cílem je ověření, zda klíčivost je vhodným materiálem pro BOV a zda lze použít pro tyto účely semena hrachu setého (*Pisum sativum* L.).

4. Metodika

Jedním z cílů práce je vytvoření série pracovních listů na téma klíčení semen. Pracovní listy byly navrženy na základě RVP a ŠVP jednotlivých škol, a zároveň používaných učebnic v těchto ročnících (Kincl a kol., 2006; Maleninský a kol., 2006; Dobroruka a kol., 2003; Černík a kol., 1999; Jurčák a Froněk., 1998; Švecová a Toběrná, 1998). Všechny pracovní listy byly vytvořené pro běžné účely hodin přírodopisu a biologie, především pro zvýšení motivace k danému tématu či pro opakovací či souhrnné účely. Při tvorbě listů bylo přihlíženo na splnění didaktických zásad – zásada názornosti, uvědomělého osvojování poznatků a aktivity, soustavnosti, přiměřenosti i trvalosti.

Pro klíčení v laboratorních podmínkách byla zvolena semena hrachu setého. Více o hrachu viz předešlá kapitola 2.5 Hrách setý jako modelová rostlina.

Všichni žáci měli k dispozici stejné pomůcky i relativně stejné podmínky k vyplnění pracovního listu a k vypracování laboratorní úlohy. Pomůcky potřebné pro laboratorní práce pro jednu skupinu: 2-3 Petriho misky, filtrační papír, 60 semen hrachu setého, převařená voda, kapátko, krabice s víkem, lednice, zdroj tepla (topení, radiátor).

4.1 Výzkumný vzorek

Pro výzkum byly zvoleny dvě školy – a to jedna základní škola a jedno gymnázium (dále zkráceno ZŠ a G). Obě školy se vyskytují ve stejném městě, které má do 20 tisíc obyvatel. Vzhledem k ŠVP škol, byl výzkum prováděn v 6. třídách na ZŠ a v primě na nižším gymnáziu, kdy se klíčení semen vyučuje. Obě školy nejsou z důvodu dodržení anonymity blíže specifikovány, bližší informace lze získat od autorky diplomové práce nebo od vedoucí práce.

Dohromady se do výzkumu zapojilo 251 žáků z obou škol, tedy 126 žáků ze základní školy a 125 žáků z gymnázia. Věkové rozpětí žáků bylo od jedenácti do třinácti let a ve třídách jsou chlapci a dívky rovnoměrně zastoupeny. Celkem se vyhodnocovalo 164 pracovních listů. Žáci pracovali vždy po dvojicích (někdy i trojice).

Dané téma badatelsky orientované úlohy předem neznali, ani nebylo během předchozích hodin probírané. Zatímco pro opakovací a souhrnné pracovní listy je žádoucí, aby teoretické znalosti předem ovládali. Proto tyto pracovní listy byly zadané až po probrání tématického celku klíčení.

K ověření všech návrhů pracovních listů došlo na školách v březnu 2018, jelikož v tomto časovém období se vyučuje problematika vývinu rostlin, jehož součástí jsou i témata semena a klíčení.

4.2 Badatelské úlohy

Pro vytváření badatelských úloh bylo dle Eastwella (2009) využito nasměrovaného bádání, kdy učitel zadává jen výzkumnou otázku, a žáci si sami vytvářejí metodický postup a realizují jej. Jako základní výzkumné otázky pro laboratorní pokus posloužilo ovlivňování klíčení vnějšími podmínkami, a to konkrétně: *Ovlivňuje přístup kyslíku/teplota/světlo klíčivost semen?* Pro testování výzkumných otázek byly vytvořeny tři badatelsky orientované úlohy. Všechny tři pracovní listy jsou součástí příloh (Příloha 2).

BO pracovní listy splňují základní kroky vědecké práce, které platí i pro BOV: 1. výchozí analýza, 2. formulace hypotéz, 3. návrh postupu řešení, 4. realizaci pokusů, 5. vyhodnocení výsledků, 6. korekce hypotéz, 7. stanovení závěru.

Badatelské úlohy byly časově rozvrženy do dvou vyučovacích hodin v týdenním rozmezí, je to nutné z důvodu časové náročnosti klíčení. Žáci prováděli laboratorní cvičení před probíraným tematickým celkem - vývin rostlin. Tyto laboratorní práce proto sloužily jako úvod do problematiky klíčení semen.

Byl proveden také předvýzkum s žáky 7. a 8. tříd ZŠ. Na základě žákovského vyplnění pracovních listů, pozorování jejich práce a žákovských připomínek byly úlohy upraveny a vznikla tak finální verze.

Hodiny laboratorních prací probíhaly v klasické učebně. Celá laboratorní práce byla časově rozvržena do dvou vyučovacích hodin s rozestupem jednoho týdne – bylo to nutné z důvodu časové náročnosti klíčení. Vyučovací hodina „testovací“ měla následující strukturu:

- a) Úvodní slovo k organizaci, sdělení významu laboratorních prací, rozdání pracovních listů a stručná instrukce k jejich vyplnění, krátká diskuse o rozdílu mezi klíčením a klíčivostí, rozdání pomůcek k laboratornímu cvičení.
- b) Vypracování pracovních listů, práce ve dvojici (někdy trojice). První část listu žáci vypracovali první vyučovací hodinu, druhou část (vyhodnocení a závěr) prováděli až po týdně klíčení semen.
- c) Úklid pomůcek, vybrání pracovních listů, umístění misek do žádoucích podmínek v místnosti.

- d) Po ukončení celého laboratorního pokusu následovalo shrnutí výsledků a společná diskuse o působení vnějších faktorů na klíčení semen.

4.2.1 Jednotlivé úkoly pracovních listů

Byly vytvořeny tři návrhy badatelských úloh, které se zaměřují na ovlivnění klíčivosti světlem, kyslíkem a teplotou. Návrhy se liší jen v použití daných faktorů, obsah i myšlenka pracovních listů se však neliší. Proto design i jednotlivé fáze byly popisovány dohromady a tento popis platí pro všechny BO pracovní listy. Všechny pracovní listy pro BOV lze nalézt v přílohách (Příloha 2).

Úkolem žáků bylo nejprve odpovědět na základní otázku, navrhnout hypotézu, navrhnout si vlastní postup práce s použitím vypsanych potřeb a následně tento experiment provést a vyhodnotit.

Úkol č. 1- základní informace o působení vnějšího faktoru

Badatelská úloha vždy začíná nejprve zjišťovací a ověřovací otázkou, zda daný faktor semeno či rostlina potřebuje k životu. Zaškrtnutou odpověď měli žáci vždy krátkou odpovědí doplnit.

Úkol č. 2 – stanovení domněnky

V úkolu č. 2 se pracuje s domněnkou. V práci bylo místo termínu hypotéza používané slovo domněnka z důvodu lepší srozumitelnosti pro žáky. Úkolem žáků v tomto bodě bylo vytvoření domněnky o příslušném faktoru a jeho působení na klíčivost semen.

Úkol č. 3- návrh pokusu

Nejstěžejnějším bodem tohoto pracovního listu bylo sestavení postupu, kterým žáci mají ověřit, zda je jejich domněnka správná. V zadání byl uveden seznam pomůcek, které byly k dispozici, a také je zde zdůrazněno, že celý pokus bude probíhat v prostředí učebny. Pomůcky zde byly uvedeny na základě předvýzkumu, ve kterém žáci uváděli pomůcky a prostředí, které nebylo k dispozici.

Úkol č. 4 – realizace pokusu

Následuje provedení experimentu podle sepsaného návodu, uvedeného v předchozím bodě. Tímto bodem skončila práce během první vyučovací hodiny –

založený pokus se nechal „odpočívat“ (semena klíčila) do další vyučovací hodiny, která proběhla přesně za týden.

Úkol č. 5 – výsledky pokusu

V tomto úkole, měli žáci na semenech pozorovat všechny změny, ke kterým došlo po týdenním klíčení semen. Nutné bylo využít zjišťující a popisné pozorování pro zhodnocení stavu semen, popřípadě, zda bylo nějakého faktoru nedostatek. Dalším úkolem žáků bylo spočítat, kolik semen vyklíčilo z celkového počtu semen. A následně z těchto údajů vypočítat procento klíčivosti – kolik procent vyklíčilo z celkového počtu semen.

Úkol č. 6 – vztahování výsledků k domněnce

Následuje vztáhnutí výsledků k uvedené domněnce. Žáci měli ověřit či vyvrátit svou domněnku vzhledem k výsledkům své práce a napsat, proč z jakého důvodu to tak je.

Úkol č. 7 – zpětná vazba

Poslední bod pracovního listu se vázal ke zpětné vazbě žákovských prací. Žáci zde měli zhodnotit, zda jejich domněnka a postup experimentu sloužil pro účely splnění zadání tohoto pracovního listu. Popřípadě zda by něco provedli jiným způsobem. Tudíž tato otázka se váže k celému průběhu badatelské úlohy – proto není záměrně hodnocena, jelikož by mohla zkreslit celkové hodnocení úlohy. Tímto bodem byla ukončena celá laboratorní práce.

4.2.2 Pracovní listy opakovací a souhrnné

Byly vytvořeny tři pracovní listy pro „klasické“ vyučovací hodiny, ve kterých už není využita metoda BOV. Pracovní listy byly zaměřeny na semena a klíčení z širšího pohledu a na jednoděložné a dvouděložné rostliny. Všechny listy jsou součástí příloh (Příloha 2).

V testovacích hodinách byly využity jako didaktický nástroj s opakovací a souhrnnou funkcí. Pracovní listy byly ve vyučovacích hodinách použity až po probrané látce v hodinách přírodopisu a biologie. Tak byli žáci se všemi teoretickými fakty seznámeni předem.

U jednotlivých úkolů v pracovních listech byly použity rozmanité druhy otázek. Během tvorby pracovních listů byl kladen důraz na přesnost, srozumitelnost, stručnost

a jednoznačnost otázek. Nejčastěji používanými typy otázek byly: zjišťující, ověřovací, doplňovací, srovnávací, úvahové a návodné otázky. Nejpoužívanějšími úkoly zde bylo doplňování slov do textu a do popisů obrázků, porovnávání obrázků a výběr pravdy a nepravdy. Většinu obrázků vyskytujících se v pracovních listech autorka práce sama vytvářela. Dále byly využity křížovky pro zpestření pracovních listů a pro aktivaci žáků.

Do pracovních listů byly použity nejdůležitější teoretické znalosti, které jsou uváděny v již citovaných učebnicích pro daný ročník (Kincl a kol., 2006; Maleninský a kol., 2006; Dobroruka a kol., 2003; Černík a kol., 1999; Jurčák a Froněk., 1998; Švecová a Toběrná, 1998). Úkoly byly především zaměřeny tak, aby žáci uplatnili své vědomosti zábavnější a pestřejší formou.

4.2.3 Souhrn pracovních listů

Pro zkrácení názvů pracovních listů se dále v práci používají následující zkratky:

- semena rostlin 1 – SR1: týká se obecně semen, jejich částí a dále klíčení,
- semena rostlin 2 – SR2: je zaměřen na podmínky, ve kterých semena mohou klíčit,
- jednoděložné a dvouděložné rostliny – JDR: je zaměřen na základní charakteristiky jednoděložných a dvouděložných rostlin a jejich porovnání.

4.3 Vyhodnocení dat

Všechna data byla sesbírána během výše popsanych hodin přírodopisu a biologie na vybraných školách. Data zahrnovala vyplněné BO pracovní listy a opakovací a souhrnné pracovní listy. Všechny pracovní listy byly dále hodnoceny pomocí bodovacích škál. Bodovací škály byly vytvořeny primárně za účelem vyhodnocení výzkumu. Bodovací škály, se kterými se pracovalo, jsou součástí příloh 4 a 5.

Bodovací škály sledují správnost či nesprávnost informací, které žáci vyplnili do pracovních listů. Sleduje se správnost vědomostí ve vztahu ke klíčení, schopnost definovat domněnku, metodiku laboratorní práce, schopnost provedení experimentu a z něj vyvození výsledků vztahujících se k domněnce. Počty bodů byly rozděleny podle náročnosti úkolů – některé vyžadují jen teoretické vědomosti, některé vyžadují větší iniciativou a samostatnost při řešení či stanovování odpovědí.

Výsledné bodové zisky byly vloženy do tabulek a dále se počítaly průměrné a sumární hodnoty a získávaly se další výsledky. Všechna data byla zpracována v programu Microsoft Office Excel a jsou součástí příloženého CD.

5. Výsledky

Stanovení výsledků práce bylo prováděno již během ověřování pracovních listů – pozorování. Po vypracování úloh byly pracovní listy vyhodnoceny pomocí bodovacích škál (viz Příloha 4 a 5). Maximální možný počet pro vyhodnocování badatelských pracovních listů bylo 19 bodů.

5.1 Badatelsky orientované pracovní listy

5.1.1 Základní škola

5.1.1.1. Postřehy z pozorování „testovacích“ hodin

Během zadávání pracovních listů byli žáci značně nepozorní, neaktivní, nebyli schopni vnímat delší mluvené slovo. Rozdíl v klíčení a klíčivosti semen neznali, avšak po lehkém nasměrování byli schopni odpovědět. Žáci se s metodou BOV nikdy dříve nesetkali, byli proto značně zmatení a měli tendence se pořád učitele na něco ptát. Velkým problémem bylo nepozorné čtení žáků a provádění dalších kroků bez souhlasu učitele.

Stanovení domněnky byl největší problém, jelikož nevěděli, co přesně zjišťovat. Mnohé domněnky se netýkaly klíčení, ale růstu nebo rychlosti klíčení. Bylo nutné žáky lehce nasměrovat, aby domněnku stanovovali vzhledem k výzkumné otázce správně. I přes to, 9 skupin (17 %) stanovilo domněnku, která se netýkala výzkumné otázky.

Během tvorby postupu práce se žáci ve dvojicích dohadovali, problémem bylo psaní nepřesného a málo konkrétního postupu, ve kterém většinou zapomněli mnoho věcí. Žáci nevěděli, kolik semen dát do Petriho misek, zda použít všechny nebo jen část z nich.

U pracovního listu *Ovlivňuje teplota klíčivost rostlin?* nevěděli, proč jsou v pomůckách napsány tři Petriho misky – žáci na základní škole často zapomínali zakládat kontrolní pokus pro porovnávání (ze 48 skupin 18 skupin nezaložilo kontrolní pokus). U pracovního listu *Ovlivňuje přístup kyslíku klíčivost rostlin?* se všichni žáci pozastavovali nad tím, jak zajistit, aby k semenům nešel vzduch – po dlouhé úvaze přibližně polovina žáků stanovila metodiku pokusu, tak, že zalila semena vodou (což je

autorským řešením) a druhá polovina jednu Petriho misku zavřela víčkem a druhou nechala otevřenou „na vzduchu“.

Zakládání pokusu už pro žáky nebyl velký problém, všichni postup provedli tak, jak si to v předešlém kroku vymysleli. Avšak stále zde byl problém provést vlastní krok, bez vědomosti učitele. Další potíží bylo množství vody – jelikož v pracovním listě není uvedeno přesné množství vody, žáci nevěděli, kolik vody k semenům dát.

Během druhé vyučovací hodiny - vyhodnocování jejich pokusu, se velice zaráželi nad zápachem semen v Petriho miskách – to byl velký problém. Dále velkou nesnází bylo počítání klíčivosti semen, procenta často jen odhadovali bez přesného počítání. Na základní škole nedokázala žádná skupina stanovit procento klíčivosti.

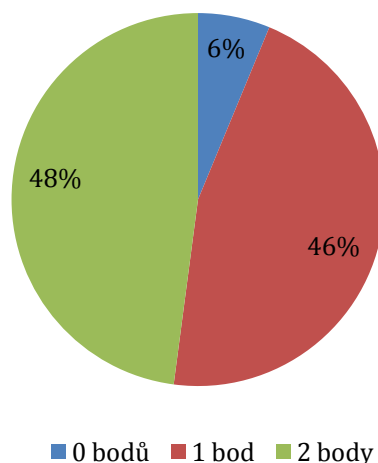
V posledním úkolu – zpětné vazbě už své odpovědi odbyli a velice nedbale odpovídali, aniž by se zpětně podívali na svou předešlou práci.

5.1.1.2. Výsledky vyhodnocení pracovních listů

V této kapitole jsou uvedeny výsledky jednotlivých úkolů v pracovním listu. Pomocí bodovacích škál bylo hodnocení zpracováno a následně z něj byly vytvořeny grafy. Celkový počet pracovních listů na ZŠ byl 48.

Úkol č. 1 – základní informace o působení vnějšího faktoru

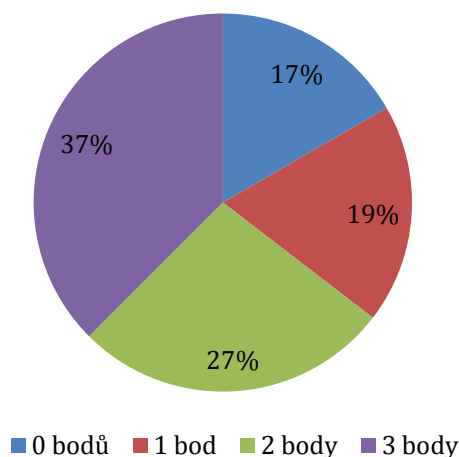
Na Obr. 14 vidíme přehled bodových zisků, přičemž maximální možný zisk v tomto úkolu byly 2 body. Průměrný počet bodů v tomto úkolu bylo 1,5 – to můžeme vidět i ve výsečovém grafu na obrázku. Tedy nejčastěji žáci psali zcela správnou odpověď anebo jen z části správnou.



Obr. 14. Četnosti bodových zisků – úkol č. 1

Úkol č. 2 – stanovení domněnky

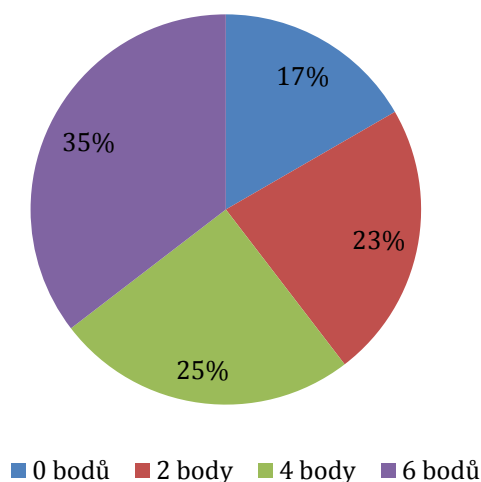
Stanovení domněnky se během pozorování zdálo jako nejsložitějším bodem, avšak po lehkém nasměrování 37 % žáků – počtem 18 skupin zvládlo stanovit platnou domněnku, 46 % napsaných domněnek bylo nejasně definovaných nebo nesouvisejících s daným tématem. Taková často se objevující domněnka byl například: „*Semena klíčí rychleji na světle než ve tmě*“. U zbylých 17 % odpovědí se nejednalo o domněnku nebo žáci nic nevyplnili. Tyto výsledky jsou znázorněny na následujícím Obr. 15. Maximální bodový zisk v tomto úkolu - 3 body.



Obr. 15. Četnosti bodových zisků – úkol č. 2

Úkol č. 3 – návrh pokusu

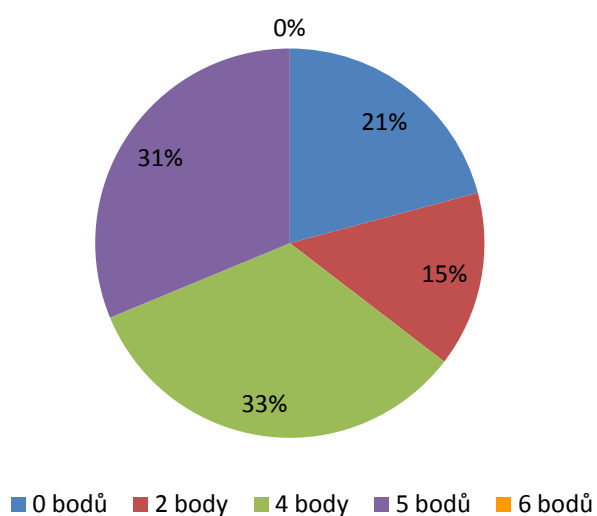
Tento úkol byl náročnější – proto je zde i vyšší možný zisk bodů, a to až 6 bodů. Průměrný počet bodů byl 3,58. Metodika pokusu byla velice rozmanitá – žáci využívali mnoho variant pro ověření domněnky. Avšak většina (35 %) dokázala správně popsat metodiku, která zcela vedla k ověření jejich domněnky. 17 % - tedy 8 skupin nedokázalo vymyslet metodiku pro ověření výzkumné otázky. Skoro polovina pracovních listů měla metodiku s nějakými nedostatky – jak je již uvedeno ve výsledcích pozorování, žáci nedostatečně popisovali svůj postup práce. Všechny výsledky jsou shrnuty na Obr. 16.



Obr. 16. Četnosti bodových zisků – úkol č. 3

Úkol č. 5 – výsledky pokusu

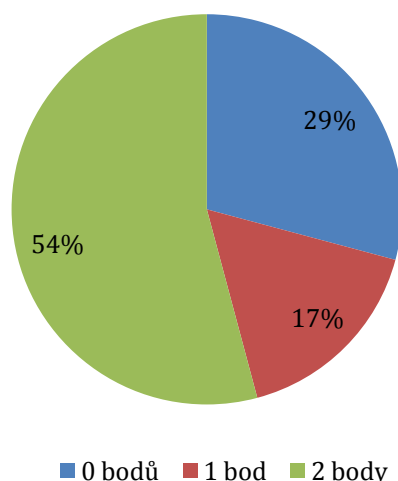
Stejně jako předešlý úkol, bylo obtížnější určit všechny výsledky pokusu – proto je nejvyšší bodový zisk opět až 6 bodů. Na Obr. 17 je viditelné, že ani jedna skupina nebyla schopna odpovědět zcela správně – nikdo nezískal maximální počet bodů. Zatímco 10 skupin (21 %) nedokázalo vyhodnotit své výsledky práce. Průměrný počet bodů na základní škole byl 3,19. Výsledky úzce souvisí i se stanovením postupu práce - ve kterém bylo také velké procento nezdarů. Velký problém byl i při stanovení klíčivosti a procenta klíčivosti – to nezvládlo 16 skupin.



Obr. 17. Četnosti bodových zisků – úkol č. 5

Úkol č. 6 – vztážení výsledků k domněnce

Velice důležitým bodem úlohy bylo celkové ověření domněnky – zda svou domněnku navrhli správně. Bodový zisk byl až 2 body. Zde více jak polovina skupin zvládla vztáhnout výsledky k jejich domněnce, ale ze zbylé poloviny skoro 30 % (14 skupin) nebyli schopni výsledky vztáhnout k domněnce nebo nevyplnili nic. Tento závěr je platný i na Obr. 18.



Obr. 18. Četnosti bodových zisků – úkol č. 6

Úkol č. 7 – zpětná vazba:

Tato část není záměrně hodnocena, jsou zde uvedeny některé příklady zajímavých odpovědí z vypracovaných listů tohoto úkolu:

„Ano, pokus jsme navrhli správně a klíčení semen závisí na spodní teplotě. Ne, nic bychom neměnili, jen bychom zavedli ještě jednu misku, kterou bychom dali do pokojové teploty.“

„Pokus jsme neprovedli správně.“

„Postup se povedl, stejně tak i pokus, i když ne tak, jak jsme očekávali.“

„Pokus jsme nenavrhli správně a nejsme si vědomi, co jsme udělali špatně. Rozhodně bychom pokus změnili.“

„Měli jsme si dávat pozor na postup. Pokus jsme zvládli dobře, semena klíčí na světle i ve tmě.“

„Pokus byl navržen správně i odpovědi jsme získali, ale odpověď byla opačná, než jsme očekávali. Na pokusu bychom nic neměnili.“

5.1.2 Nižší gymnázium

5.1.2.1. Postřehy z pozorování „testovacích“ hodin

Na gymnázium podobně jako na základní škole se žáci s touto metodou nikdy nesetkali, proto byli celkem rozrušení. Během úvodního slova a zadávání pracovních listů byly žáci plně soustředění a dokázali vnímat všechny pokyny. Část žáků dokázala odpovědět jaký je rozdíl v klíčení a klíčivosti semen. Na základě pozorování bylo jednoznačné, že žáci jsou zvyklí provádět laboratorní cvičení, jelikož bez problémů ovládali základní laboratorní úkony. Ihned po rozdělení pracovních listů začali samostatně pracovat na úkolech dle pracovního listu a jen zřídka se ptali na nějaké otázky.

Při pozorování práce žáků pedagogem, bylo zjištěno, že práce chlapců a dívek se lišila – dívky byly mnohem pečlivější, protokoly jsou detailněji popsány a nad jednotlivými kroky práce se více rozmýšlely.

Stejně jako na základní škole měli žáci problém se stanovením domněnky, často se týkala rychlosti klíčení či barvy klíčku, ale ne klíčivosti semen. Po nasměrování žáků ke stanovení domněnky vzhledem k výzkumné otázce jen dvě skupiny (2 %) ze 47 vytvořily domněnku, která nesouvisela s daným tématem, avšak 10 skupin (21 %) nic nevyplnily anebo se nejednalo o domněnku.

S postupem práce neměli žádný problém, většinou ho popsali velice do detailu a správně. Neměli velké problémy se založením kontrolního vzorku (jen 7 skupin ze 47 - 15 % nezaložilo kontrolní pokus), ani s rozdělením semen do Petriho misek. U pracovního listu *Ovlivňuje přístup kyslíku klíčivost rostlin?* si všichni žáci dokázali poradit a zalili semena vodou, aby k nim vzduch neměl přístup.

Díky zkušenostem v laboratorním prostředí žáci neměli nesnáze se zakládáním pokusu a umístěním misek na příslušná místa. Stejně jako na základní škole byl problém s množstvím vody.

Podobně jako na základní škole se žáci během vyhodnocování pozastavovali nad velkým zápachem semen v Petriho miskách. Procento klíčivosti a klíčivost semen také

nedokázali spočítat všichni, většinou procenta odhadovali, avšak někteří dokázali klíčivost spočítat správně (11 skupin – 23 %).

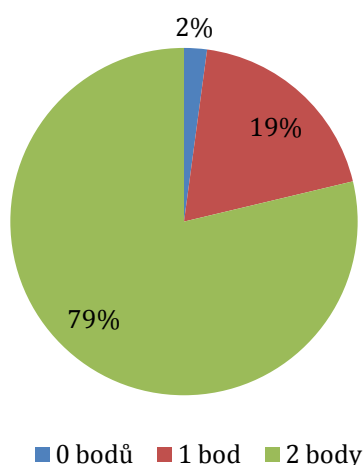
V závěrečném úkolu svou práci zhodnotili – často velice kriticky a důsledně odpověděli otázky.

5.1.2.2. Výsledky vyhodnocení pracovních listů

V této kapitole jsou uvedeny výsledky jednotlivých úkolů pracovního listu na nižším gymnáziu. Pomocí bodovacích škál bylo zpracované bodové hodnocení každého listu a následně z něj byly vytvořeny grafy. Celkový počet hodnocených pracovních listů na G byl 47.

Úkol č. 1 – základní informace o působení vnějšího faktoru

Výsledky v tomto úkolu dopadly velice dobře. Maximální počet bodů, tedy 2, získalo 37 skupin ze 47 – tedy 79 %. Necelých 20 % (9 skupin) měly správně jen jednu část odpovědi. Jen jedna skupina odpověděla špatně. Tyto skutečnosti jsou znázorněny i na Obr. 19. Průměrný počet bodů u žáků z nižšího gymnázia bylo 1,77.

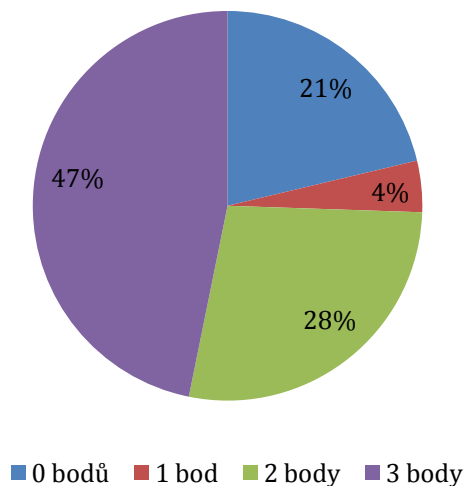


Obr. 19. Četnosti bodových zisků – úkol č. 1

Úkol č. 2 – stanovení domněnky

Opět je zde nižší procento správného stanovení domněnky – 47 % (22 skupin). Avšak dalších 13 domněnek bylo nepřesně definovaných. Bylo zde i velké množství úplně neplatných domněnek nebo nevyplněných odpovědí – 10 skupin (21 %). Průměrný bodový zisk byl přesně 2 body. Velmi často se objevovali domněnky, které

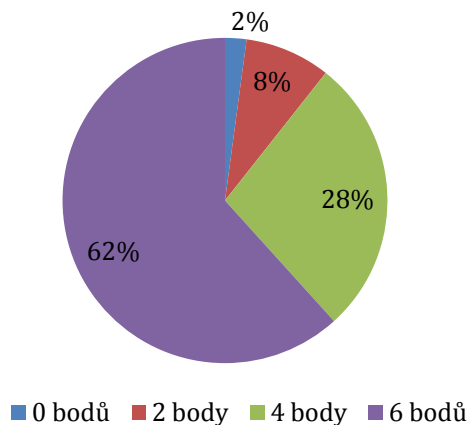
nesouvisely s daným tématem, například: „*Semena na světle budou zelená, ve tmě bílá*“. Ty ovšem byly doplněny platnou domněnkou, která souvisela s daným tématem. Proto počet domněnek nesouvisejících s daným tématem jsou jen dvě (4 %). Vše je vyobrazeno na Obr. 20.



Obr. 20. Četnosti bodových zisků – úkol č. 2

Úkol č. 3 – návrh pokusu

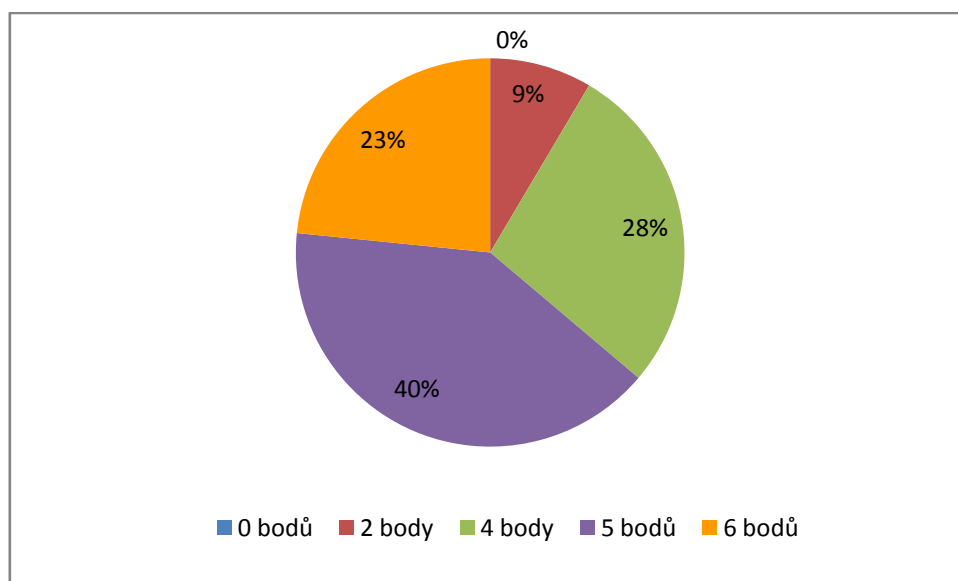
Stejně jako u ZŠ byl zde maximální bodový zisk 6 bodů (z důvodu větší náročnosti). Metodika zde nebyla tak variabilní, opakovali se zde 2 postupy stále dokola. Z Obr. 21 vyplývá, že 29 skupin (62 %) dokázalo bez problémů stanovit podrobný postup práce, pomocí které ověří svou domněnku. Jen 10 % (5 skupin) pracovních listů mělo napsanou metodiku s výraznými nedostatky, která vůbec nevedla k cíli. Průměrný zisk bodů byl velmi vysoký – skoro 5 bodů.



Obr. 21. Četnosti bodových zisků – úkol č. 3

Úkol č. 5 – výsledky pokusu

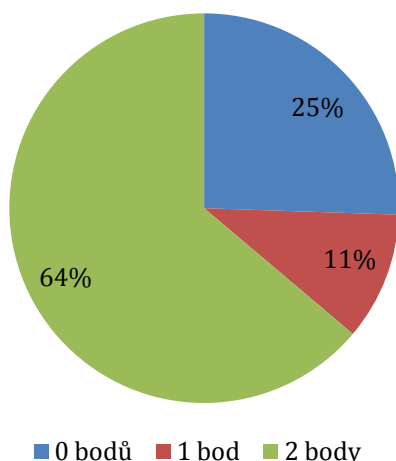
Na Obr. 22 jsou shrnuty počty bodů, je zde viditelné, že 11 skupin (23 %) dokázalo zcela přesně definovat výsledky práce – tedy dokázaly vyvodit z pokusu správné výsledky a zaznamenat klíčivost a procento klíčivosti. Dalších 68 % - tedy 32 skupin dokázali vyhodnotit výsledky pokusu, avšak stanovit klíčivost a procenta klíčivosti, nedovedli. Skupiny výsledky neodhadovaly, vždy se jim podařilo vyvodit alespoň nějaké – to vyplývá z nulové četnosti 0 bodů. Průměrný počet bodů u tohoto úkolu je také vysoký – 4,70.



Obr. 22. Četnosti bodových zisků – úkol č. 5

Úkol č. 6 – vztahení výsledků k domněnce

Jak je znázorněno na Obr. 23, přes 60 % - 30 skupin bylo schopno zdárně vztáhnout výsledky ke své domněnce. Avšak u 12 skupin (25 % prací) nebyla správně stanovena souvislost výsledků s domněnkou.



Obr. 23. Četnosti bodových zisků – úkol č. 6

Úkol č. 7 – zpětná vazba

Zde platí to samé jako u ověřování pracovních listů na základní škole – tento úkol se nebodoval (viz výsledky vyhodnocení pracovních listů na ZŠ). Vybrané některé příklady zajímavých odpovědí z vypracovaných listů tohoto úkolu:

„Ano, naše myšlenka se potvrdila. Hrách bez přístupu vzduchu začne kvasit.“

„Teplota ovlivňuje klíčivost.“

„Nedostali jsme odpověď na otázku, jelikož jsme přes plíseň neviděli semena.“

„Pokus jsme sice špatně navrhli, ale zjistili jsme, že světlo neovlivní klíčivost semen.“

„Na našem pokusu bychom nic neměnili, ale změnili bychom náš špatný výsledek.“

5.1.3 Srovnání výsledků základní školy a gymnázia

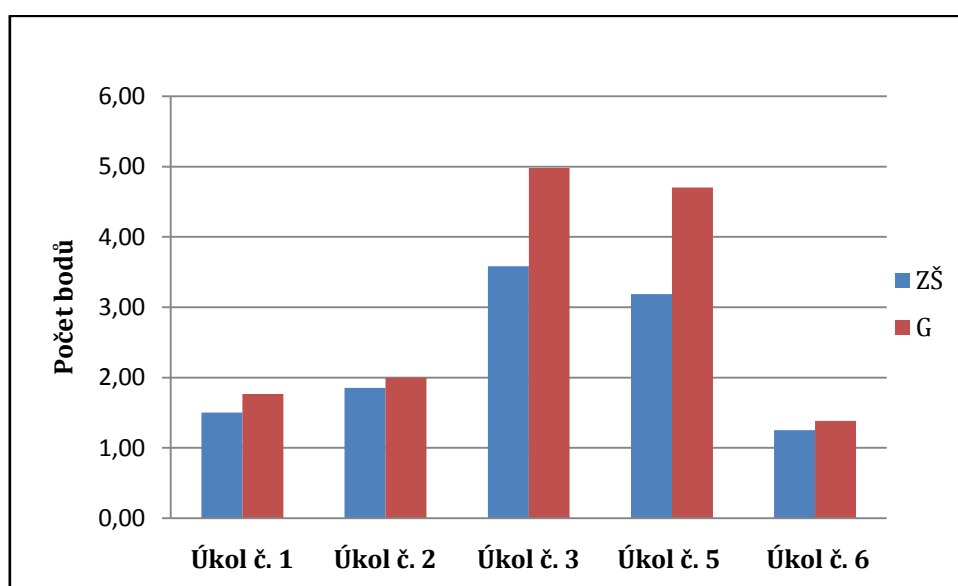
Již při pozorování vyučovacích hodin se práce žáků značně lišila. Na ZŠ byla práce žáků zmatená. Nevěděli, jakým způsobem mají postupovat a také vpisovali velmi stručné odpovědi do pracovních listů. Na druhou stranu, neplatí to pro všechny skupiny. Nejvyšší počet celkových bodů na základní škole byl u dvou skupin, které měly 18 z 19 bodů.

Na gymnáziu byla práce ve skupině aktivnější, žáci byli soustředěnější a více se zajímali o dané téma. Psali vyčerpávající odpovědi do pracovních listů a i bodové výsledky měli lepší. Šest skupin (ze 47) mělo vysoký počet bodů – 18 až 19 bodů.

V další části můžete vidět přehled celkového průměrného bodového zisku, které se liší mezi gymnáziem a základní školou přibližně o 3 body:

- základní škola – 11,5 bodů,
- nižší gymnázium – 14,8 bodů.

Na Obr. 24 můžeme vidět, že ve všech úkolech, které žáci vyplňovali v pracovních listech, měl lepší zisk bodů gymnázium než základní škola. Největší rozdíl je v úkolech č. 3 a 5 – návrh pokusu a výsledky pokusu, ve kterých byl rozdíl v počtu bodů přibližně 1,5.



Obr. 24. Porovnání počtů bodů v jednotlivých úkolech mezi základní školou (ZŠ) a nižším gymnáziem (G)

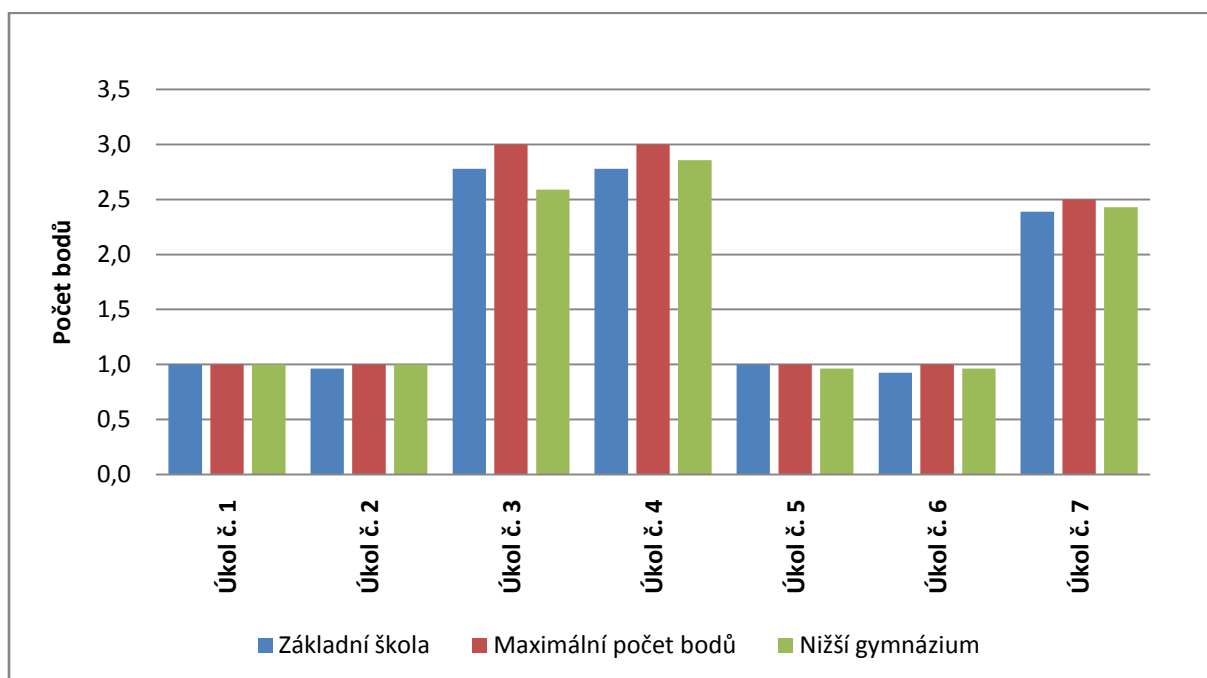
5.2 Pracovní listy opakovací a souhrnné

Všechny vytvořené pracovní listy byly hodnoceny podle bodovací škály, která je součástí přílohy 5. Podle tohoto hodnocení byly vytvořeny grafy, které jsou využity v dalších kapitolách. K zadávání pracovních listů došlo po přednesení teoretických faktů – tudíž chyby se vyskytují zřídka. Během pozorování žáků nebyly zaznamenány žádné změny. Žáci byli pozorní, bylo velmi znatelné, že takovou metodu využívají velice často. Nepracovali ve skupinách, byli více soustředění.

5.2.1 Pracovní list: *Semena rostlin 1*

Na Obr. 25 jsou vyneseny průměrné počty bodů, a to od žáků ze základní školy i z gymnázia, zároveň je znázorněn i maximální počet bodů. Je znatelné, že body se od sebe liší jen velmi málo, největší rozdíly jsou u úkolu č. 3 a 4, kde žáci měli doplňovat

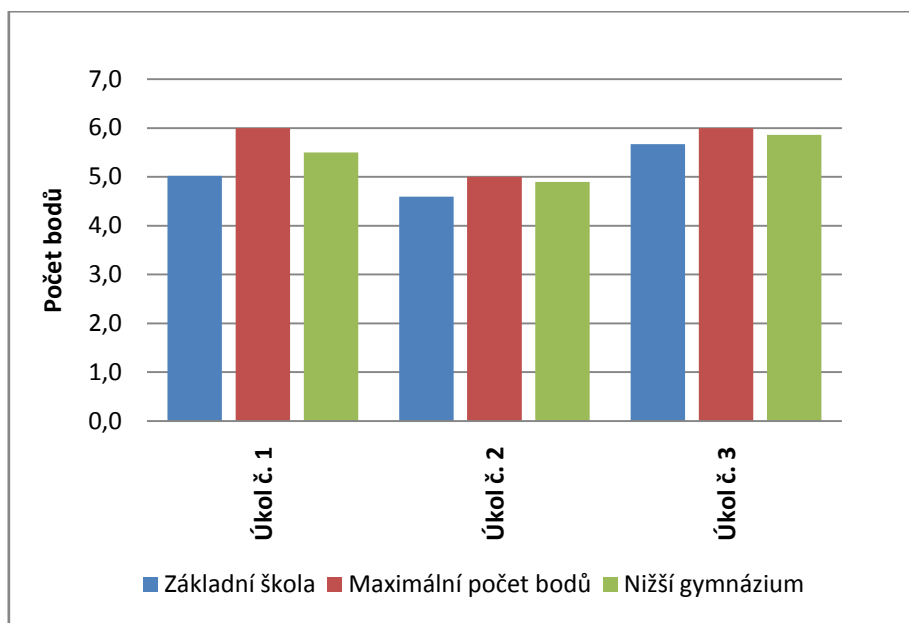
biologické pojmy do obrázku a k určitým funkcím. V ostatních úkolech nejsou velké rozdíly, avšak součty bodů gymnázia jsou vyšší nebo rovné součtu bodů základní školy. Celkový průměrný počet bodů se u obou škol rovná (11,8 z 12,5 bodů).



Obr. 25. Pracovní list -*Semena rostlin 1*
(v grafu jsou znázorněny průměrné bodové zisky)

5.2.2 Pracovní list: *Semena rostlin 2*

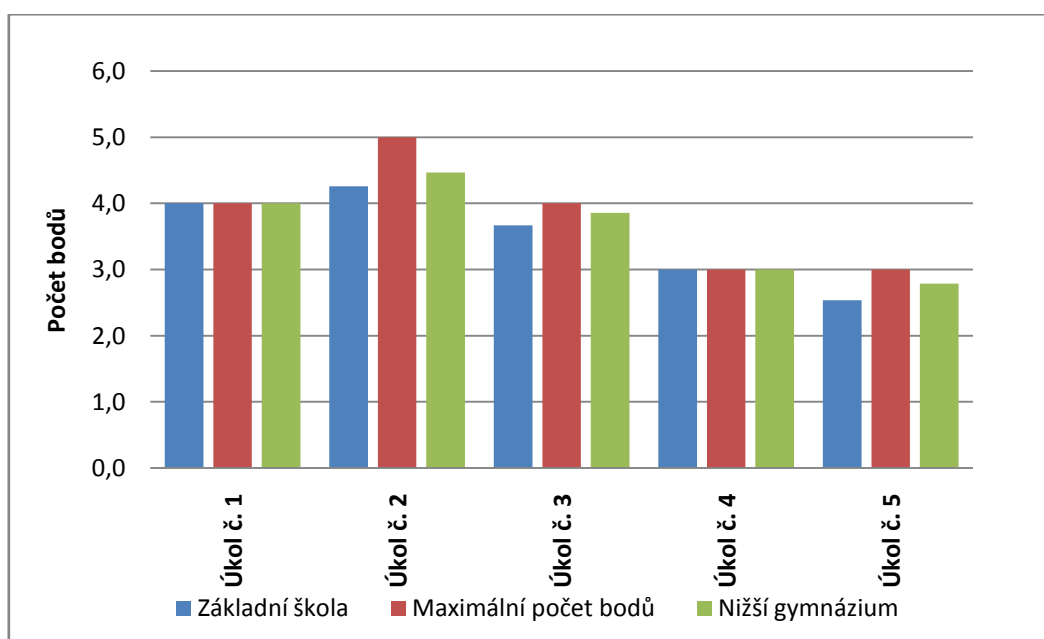
Jako u předešlého pracovního listu výsledky obou škol jsou podobné, jen základní škola má ve všech úkolech o něco horší bodové zisky než nižší gymnázium. To je viditelné i na Obr. 26 – kde se opět obě školy průměrnými body přibližují. Maximální počet bodů činil 17 – základní škola měla 15,3 bodů a gymnázium mělo 16,3 bodů. Tudíž opět jen minimální rozdíl.



Obr. 26. Pracovní list – *Semena rostlin 2*
(v grafu jsou znázorněny průměrné bodové zisky)

5.2.3 Pracovní list: *Jednoděložné a dvouděložné rostliny*

Z Obr. 27 je viditelné, že žáci první a čtvrtý úkol zcela správně vyplnili - mají tedy plný počet bodů. U ostatní úkolů jsou jen malé rozdíly v zisku bodů. Celkový možný počet bodů byl 19, přičemž základní škola měla průměrně 17,5 bodů a gymnázium 18,1 bodů. Opět gymnázium mělo lepší výsledky ve všech úkolech než základní škola.



Obr. 27. Pracovní list – *Jednoděložné a dvouděložné rostliny*
(v grafu jsou znázorněny průměrné bodové zisky)

5.3 Metodické doporučení

Praktické ověření navržený úloh a pracovních listů ukázalo několik nedostatků, které lze vykompenzovat následujícími body – ty shrnují metodologické doporučení navržených úloh.

- BO úlohy lze zařadit do výuky buď na počátku vyučovacího celku, nebo v době, kdy už mají žáci osvojené základní vědomosti o problematice klíčení. Navržené pracovní listy je nejlepší zařadit do vyučovací hodiny zaměřené na opakování, při níž by si žáci měli ujasnit teoretické znalosti.
- Dále je možné použít všechny BO úlohy v jedné hodině, přičemž třída by byla rozdělena do tří skupin podle výzkumné otázky. Je to velice vhodné řešení, zejména z časového hlediska, jelikož takto lze ověřit tři podmínky klíčení. V závěru hodiny však nesmí chybět shrnutí výsledků jednotlivých skupiny, při kterém prezentují své závěry a zjištění ostatním spolužákům.
- Z hlediska přípravy materiálu na úlohu se ukázalo, že je z časového hlediska nutné mít předem připravené veškeré pomůcky – především přesně napočítaných 60 semen hrachu setého (počítání semen v hodině zabere mnoho času).
- Další žádoucí podmínkou této laboratorní práce je provádění v průběhu zimy, jelikož v této době je po celou dobu výzkumu zapnutý zdroj tepla (topení, radiátor) ve třídě. Dále je důležité mít k dispozici lednici.
- Ujistit se, zda všechno použité laboratorní sklo je vyčištěno, jelikož může dojít k zanesení plísně do Petriho misek a výzkum tak bude znehodnocen. S tím také souvisí použití destilované vody či předem převařené vody.
- Dále je vhodné žákům sdělit přesné množství vody (popřípadě dopsat do pracovních listů), kterou nalijí do Petriho misek na počátku výzkumu. Také je vhodné, aby žáci měli možnost během testovacího týdne dolévat vodu do Petriho misek dle potřeby.
- Během vyhodnocování pokusu se ukázalo, že vhodným doporučením je ujistit se, zda žáci umí počítat s procenty.

6. Diskuse

Pro účely diplomové práce byly navrženy pracovní listy, které jsou zaměřeny na téma semena a klíčení. Na základě získaných výsledků během ověřování těchto pracovních listů, se ukázalo, že ve všech úkolech jednotlivých pracovních listů žáci získali spektrum možných bodů – z toho tedy vyplývá, že tyto pracovní listy lze využít v hodinách přírodopisu a biologie ve školách. Pro další aplikace je však v kapitole 5.3 uvedeno metodické doporučení k pracovním listům, které uvádí nedostatky a jejich možné řešení a také návrhy pro práci s těmito listy.

Z výsledků pozorování obou skupin vyplývá, že téma klíčení bylo velice vhodně využito v BOV, jelikož žáci se k výuce stavěli velice pozitivně. Tato metoda vzbudila zájem o toto téma – bylo pozorováno nadšení během sestavování i provádění pokusu. Dle výzkumu Váchy a Ditricha (2016), BOV má velký vliv na osvojování nových poznatků u žáků na primárním stupni ZŠ, zároveň ovlivňuje i pozitivnější vztah k přírodovědným předmětům. Stejně tak i Nezvalová (2010) ve své práci uvádí, že aplikace BO prvků do výuky pozitivně ovlivňuje dosavadní poznatky a vědomosti. Tato skutečnosti je patrná i ve výzkumech Changa a Maoa (1999), kde se ukázalo, že v porovnání klasického a badatelského způsobu vyučování, dosahují jednoznačně lepších výsledků studenti pracující badatelsky.

Při analyzování výsledků pracovních listů vyplynulo, že u žáků na obou školách byl pozorován problém s formulací hypotézy a často také s vyhodnocením výsledků pokusu a vztáhnutím těchto výsledků k hypotéze – to může mít za následek nulové dosavadní zkušenosti žáků s touto metodou. K podobnému závěru došli i Vácha a Ditrich (2016) ve svém výzkumu na prvním stupni ZŠ, ze kterého vyplývá, že častější zařazování BOV do výuky bude mít za následek větší zkušenosti s touto metodou a samostatné řešení problému, ale také i vyšší oblíbenost této metody. S rostoucími zkušenostmi budou žáci samostatnější a jistější v jednotlivých krocích badatelské výuky a doporučují také častější zařazení prvků BOV do výuky již na prvním stupni, které může zkvalitnit budoucí práci na druhém stupni ZŠ. Stejně tak i Činčera (2013) zdůrazňuje opakování procesu BOV v hodinách.

Podobné vysvětlení práce žáků na obou školách může mít i dosavadní četnost laboratorních prací ve třídách. U žáků na nižším gymnáziu, kde mají laboratorní práce častěji, bylo možné sledovat vyšší samostatnost, lepší orientaci v laboratoři a jistotu v provádění laboratorních úkonů než na základní škole, kde laboratorní práce mají méně

často. Což potvrzuje tvrzení Rokose a Vomáčkové (2017) ve své práci, kde uvádí, že možným rozdílem ZŠ a gymnázia může představovat druh práce využívaný na školách, kdy žáci gymnázia mohou být více zvyklí na samostatnou práci, projekty a pokusy v laboratoři.

Bylo sledováno, že velký problém mají žáci u badatelské úlohy, a to s počítáním procenta klíčivosti – z analyzovaných údajů vyplývá, že na gymnáziu dokázalo procento klíčivosti spočítat 23 % skupin, na ZŠ nebyl nikdo schopen spočítat správné procento klíčivosti. Data většinou jen odhadovali. Proto je zde možnost nezařazovat počítání procenta klíčivosti do vyhodnocování výsledků pracovního listů.

Při srovnání celkové práce a výsledků pracovních listů ZŠ a G, je z výsledků i z pozorování jednoznačné, že gymnázium nemá horší výsledky než ZŠ. U badatelských pracovních listů jsou shledány větší rozdíly v celkových průměrných bodech – rozdíl ve 3,3 bodech. Avšak rozdíly v průměrných dosažených bodech u opakovacích a souhrnných pracovních listů nejsou veliké – u jednotlivých pracovních listů se liší, avšak nikdy nepřesahují hranici 1 bodu. Ke stejným výsledkům dospěli i Rokos a Vomáčková (2017).

Téma klíčení semen bylo zvoleno z důvodu předešlých zkušeností s prováděním testů klíčivosti a počátečního růstu semen v bakalářské práci autorky (Landová, 2015). Klíčení rostlin se ukázalo jako vhodná oblast pro implementaci badatelských úloh. Důvodů zavádění tohoto tématu do vyučovacích hodin je mnoho - snadná dostupnost semen, využití nenáročných a levných pomůcek a v neposlední řadě snadné zacházení se semeny – což se potvrdilo i během laboratorních prací. Vysoká četnost využití klíčení v hodinách přírodopisu a biologie je také ukázána na dostupnosti pracovních listů (klasických i badatelských) zaměřených na toto téma – jak internetové či literární zdroje. Dalším důvodem je fakt, že ve školách je tématu klíčení věnována jen malá část výukového celku. Z těchto hodin si často žáci odnesou strohé teoretické znalosti. Tyto pracovní listy jsou jedním z mnoha způsobů, kdy žáci ověřují své znalosti tohoto tématu zábavnější formou. Což potvrzuje i Dostál (2015), který dodává, že výuka s prvky BOV pozitivně ovlivňuje emoce žáků během výuky a to zároveň kladně působí i na vstřebávání nových vědomostí. Stuchlíková (2010) také uvádí, že BOV má pozitivní vliv na dlouhodobé upevnění nových znalostí.

Velmi často se používá hrách setý, jako modelová rostlina pro klíčení – i v tomto případě byl hrách setý vhodným materiálem. Jeden z důvodů je velikost semene, kde jsou patrné změny během počátků klíčení. Avšak jednou z negativních vlastností je

zápach semen během klíčení, což často zaznamenali i žáci v pracovních listech. Velmi důležitým faktorem bylo množství vody v Petriho miskách, jelikož v pracovních listech není uvedeno přesné množství vody. Všichni žáci s tímto bodem měli problém, a proto byla nutná pomoc pedagoga. Toto je nejpodstatnějším problémem a je i popsán v kapitole 5.3 Metodické doporučení. Vyvarování tomuto problému spočívá v použití jiných semen např. kukuřice seté (*Zea mays* L.) nebo pšenice seté (*Triticum aestivum* L.).

7. Závěr

Cílem předložené diplomové práce bylo navržení série pracovních listů, využitelné jak v badatelsky orientovaném vyučování, tak i v opakovacích či souhrnných vyučovacích hodinách. Tyto listy byly zaměřené na téma klíčení semen. Dílčím cílem bylo ověření těchto pracovních listů, vyhodnocení získaných údajů a následné stanovení využitelnosti těchto listů v hodinách přírodopisu a biologie. Dalšími cíli bylo vyhodnocení shromážděných výsledků a pozorování. Tím se získali údaje pro ověření dalšího cíle - zda je klíčivost vhodné téma pro badatelsky orientovanou výuku a zda lze pro tyto účely využít semena hrachu setého (*Pisum sativum* L.).

Výsledky výzkumu ukazují, že klíčivost představuje vhodné téma pro badatelsky orientovanou výuku. Zároveň je pro tyto účely velice příhodné využít semena hrachu setého, ale je možné využít i jiné druhy semen – kukuřice setá či pšenice setá. Významnými důvody pro zavádění badatelské výuky do této problematiky je především nenáročný postup, který lze realizovat i v běžné školní třídě, nejsou vyžadovány speciální pomůcky a také skutečnost, že tímto způsobem lze zpestřit výuku a zvýšit zájem žáků o toto téma.

Z výsledků porovnávání základní školy a gymnázia jednoznačně vyplývají lepší výsledky na gymnáziu v hodnocení všech pracovních listů, než na základní škole. Možným vysvětlením je náročnější práce v hodinách, důraz na samostatné myšlení a také frekventovanější laboratorní cvičení v hodinách biologie na gymnáziu, kde mohou žáci získat zkušenosti v tomto prostředí.

Výzkum potvrdil, že badatelsky orientované vyučování může v problematice klíčení semen sloužit jako aktivizující metoda, kde si žáci osvojí teoretické znalosti a souvislosti mezi vnějším prostředím a klíčením. Dále se prokázalo, že žáci jsou na základně navržené úlohy schopni vyvodit příslušné závěry o klíčení rostlin a také kriticky zhodnotit svou práci. Z výzkumu vyplývá, že tyto pracovní listy mohou být jednou z možností rozšířit žákům znalosti o klíčení a semenech zábavnější formou, což se také osvědčilo během testovacích hodin, kde se projevil vyšší zájem žáků o toto téma.

Tato metoda představuje vyučování, které vede k lepšímu osvojení vědomostí a dovedností v přírodovědných předmětech a tím by mohla mít pozitivní vliv na zvýšení atraktivity v těchto předmětech ve škole.

8. Seznam použité literatury

BLAŽEK R. a PŘÍHODOVÁ S. (2016). Mezinárodní šetření PISA 2015: Národní zpráva – přírodovědná gramotnost. Praha: Česká školní inspekce.

ČERNÍK V., BIČÍK V., BIČÍKOVÁ L., MARTINEC Z. (1999). Přírodopis 2: zoologie, botanika: pro 7. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií. Praha: SPN

ČINČERA J. (2013). Badatelé.cz: Evaluační zpráva. Liberec: Technická univerzita v Liberci.

DOBRORUKA L. J., GUTZEROVÁ N., HAVEL L., CHOCHOLOUČKOVÁ Z., KUČERA T. Č. (2003). Přírodopis II pro 7. Ročník základní školy. 2 vyd. Praha: Scentia.

DOSTÁL, J. (2013). Badatelsky orientovaná výuka jako trend soudobého vzdělávání. e-Pedagogium, (3), 81-93.

DOSTÁL, J. (2015). Badatelsky orientovaná výuka: Pojetí, podstata, význam a přínosy. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

EASTWELL, P. 2009: Inquiry learning: Elements of confusion and frustration. The American biology teacher, 71(5): 263-264.

FENNER M. a THOMPSON K. (2005). The ecology of the seeds. Cambridge: Cambridge university press.

FISHER R. (2011). Učíme děti myslet a učit se: praktický průvodce strategiemi vyučování. Praha: Portál. Pedagogická praxe.

GALLAGHER R. S. (2014). Seeds: The exology of regeneration in plant communities. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI.

GAVORA P. (2012). Tvorba výskumného nástroja pre pedagogické bádanie. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo.

GULOVÁ L. a ŠÍP R. (2013). Výzkumné metody v pedagogické praxi: nové paradigma pedagogického výzkumu, tradiční a netradiční metody výzkumu, vzdělávání sociálně znevýhodněných žáků, případová studie drogových kariér. Praha: Grada. Pedagogika.

HOUBA M. (1997). Minimum praktického semenáře. Institut výchovy a vzdělávání MZe v ČR v Praze.

HOUBA M. a HOSNEHL V. (2002). Osivo a sadba: praktické semenářství. Praha: Sedláček Martin.

HOUBA M., HOCHMAN M., HOSNEHL V., DOSTÁLOVÁ J., DOSTÁLOVÁ R., HOLEČEK J., HÝBL M., HUŇADY I., ONDRÁČKOVÁ E., ONDŘEJ M., PONÍŽIL A., PRÁŠIL J., SEIDENGLANZ M., SMÝKAL P., ŠMIROUS P., VACULÍK A., ZELENÝ V. (2009). Luskoviny: pěstování a užití. České Budějovice: Kurent.

HRAŠKA Š., ZUBAL P., JECH J., LETOVANEC M., ŠMÁLIK M., SEDLÁK M., HÚSKA J. (1992). Semenářstvo polních plodín. Piešťany: Staško Juraj.

CHANG, CH. Y. a MAO S. L. (1999). Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. The Journal of Educational Research, 92(6), 340-346.

CHRÁSKA M. (1999). Didaktické testy: příručka pro učitele a studenty učitelství. Brno: Paido.

CHRÁSKA M. a KOČVAROVÁ I. (2015). Kvantitativní metody sběru dat v pedagogických výzkumech. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta humanitních studií. Pedagogika.

JURČÁK J. a FRONĚK J. (1998). Přírodopis 7. Olomouc: Prodos.

JUSTICE a kol. (2007). Inquiry in Higher Education: Reflections and Directions on Course Design and Teaching Methods. Innovative Higher Education, 31, 201-214.

KINCL L., KINCL M., JAKRLOVÁ J. (2006). Biologie rostlin: pro 1. ročník gymnázií. 4. přeprac. Vydání. Praha: Fortuna.

KINCL M. a KRPEŠ V. (2006). Základy fyziologie rostlin. Ostrava: Ostravská univerzita.

KUBÁT K., KALINA T., KOVÁČ J., KUBÁTOVÁ D., PRACH K., URBAN Z. (2003). Botanika. Praha: Scientia.

LANDOVÁ T. (2015). Růstové faktory řepky olejky (*Brassica napus* L.) a kukuřice seté (*Zea mays* L.) po ošetření obilek netermálním plazmatem. České Budějovice.

LINN, M. C., DAVIS, E. A., BELL, P. (1999). Internet environments for science education. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, USA.

MALENINSKÝ M., NOVÁK J., ŠVECOVÁ M., TOBĚRNÁ V. (2006). Přírodopis pro 7. ročník: učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií. Praha: Nakladatelství České geografické společnosti.

MÁLKOVÁ G. (2009). Zprostředkované učení: jak učit žáky myslet a učit se. Praha: Portál.

MAŇÁK J. (2011). Aktivizující výukové metody. Dostupné z:

<https://clanky.rvp.cz/clanek/c/o/14483/AKTIVIZUJICI-VYUKOVE-METODY.html/>

MOUDRÝ J., BÁRTA J., BÁRTOVÁ V., BUBENÍK J., DIVIŠ J., DOSTÁLOVÁ R., HÝBL M., KONVALINA P., ONDŘEJ M., PETERKA J., PEXOVÁ KALINOVÁ J., PONÍŽIL A., SEIDENGLANZ M., STRAŠIL Z., ŠMIROUS P., ŠTOLCOVÁ M., VACULÍK A. (2011). Alternativní plodiny. Praha: Profi Press.

MURDOCH A. J. (2014). Seeds: the ecology of regeneration in plant communities. CAB International. Dostupné z: <https://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20133410602>

National Research Council – NRC (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.

NEZVALOVÁ D. (2010). Inovace v přírodovědném vzdělávání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

OECD (2016), PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education, PISA, OECD Publishing, Paris. Dostupné z:

http://www.iave.pt/images/FicheirosPDF/Estudos_Internacionais/PISA-2015_Rel_Int_Vol_I.pdf

PAPÁČEK M. (2010a). Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. In M. Papáček (Ed.), Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování (DiBi 2010). České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Pedagogická fakulta. Dostupné z:

<https://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>

PAPÁČEK M. (2010b). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in Education*, 1(1), 33–49.

PECHAROVÁ E. a HEJNÝ S. (1993). *Botanika I.: obecná část, příručka pro studenty zemědělských a přírodovědných škol*. České Budějovice: DONA.

PETR J. (2010). Biologická olympiáda – inspirace pro badatelsky orientované vyučování přírodopisu a jeho didaktiku. In M. Papáček (Ed.), *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování (DiBi 2010)*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Pedagogická fakulta. Dostupné z:

<https://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>

PETR J. (2014). Možnosti využití úloh z biologické olympiády ve výuce přírodopisu a biologie: inspirace pro badatelsky orientované vyučování. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

PROCHÁZKA S., MACHÁČKOVÁ I., KREKULE J., ŠEBÁNEK J., GLOSER J., HAVEL L., NÁTR L., PRÁŠIL I., SLADKÝ Z., ŠANTRŮČEK J., TESAŘOVÁ M., VYSKOT B. (1998). *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia.

PROCHÁZKA S., ŠEBÁNEK J., MACHÁČKOVÁ I., KREKULE J., KAMÍNEK M., BORKOVEC V., HRADILÍK J., HAVEL L., ONDŘEJ M., PSOTA V., LUXOVÁ M., RAUSCHEROVÁ L., SLADKÝ Z., VIZÁROVÁ G., ČÍŽKOVÁ R., KLÍČKOVÁ Š., ROZKOŠOVÁ V. (1997). *Regulátory rostlinného růstu*. Praha: Academia.

Průvodce pro učitele badatelsky orientovaný vyučováním (2013). Praha: Sdružení TEREZA, projekt Badatelé.cz. Dostupné z: <http://badatele.cz/cz/metodicke-materialy>

PSOTA, V. a ŠEBÁNEK, J., (1999): *Role fytohormonů v klíčení a sladování*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací.

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (2017). Praha: MŠMT. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/file/43792/>

ROKOS L. a VOMÁČKOVÁ J. (2017). Hodnocení efektivity badatelsky orientovaného vyučování v laboratorních pracích při výuce fyziologie člověka na základní škole a nižším stupni gymnázia. *Scientia in Education*, 8(1), 32-45.

RYPLOVÁ R. a REHÁKOVÁ J. (2011). Přínos badatelsky orientovaného vyučování (BOV) pro environmentální výchovu: Případová studie implementace BOV do výuky na ZŠ. *Envigogika*, 6(3), 1-9.

SAMKOVÁ L., HOŠPESOVÁ A., ROUBÍČEK F., TICHÁ M. (2015). Badatelsky orientované vyučování matematice. *Scientia in educatione*, 6(1), 91-122.

SKALICKÝ M. a NOVÁK J. (2007). *Botanika I.: Anatomie a morfologie rostlin*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze.

SKALICKÝ M. a NOVÁK J. (2008). *Botanika: Cytologie, histologie, organologie a systematika*. Praha: Power Print.

SKUTIL M., BARTOŠOVÁ I., FABEROVÁ M., HAVIGER J., HAVEGEROVÁ J., CHRÁSKA M., JUKLOVÁ K., KŘOVÁČKOVÁ B., MANĚNOVÁ M., PRŮCHA J., ZIKL P., ŽUMÁROVÁ M. (2011). *Základy pedagogicko-psychologického výzkumu pro studenty učitelství*. Praha: Portál.

SLAVÍKOVÁ Z. (2002). *Morfologie rostlin*. Praha: Karolinum.

SLIPKA J., PETERKA J., SLÍPKA M. (1997). *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

STUHLÍKOVÁ, I. (2010). O badatelsky orientovaném vyučování. In M. Papáček (Ed.), *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování (DiBi 2010)*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Pedagogická fakulta. Dostupné z: <https://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>

ŠEBÁNEK J. (1998). Klíčení semen. In: Procházka a kol.: *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia Praha.

ŠKODA J. a DOULÍK P. (2009): Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 19(3): 24-44.

ŠNOBL J., PULKRÁBEK J., BARANYK P., FAMĚRA O., FUKSA P., HAKL J., HAMOUZ K., HORÁK L., HOSNEDL V., KOCOURKOVÁ D., KUČTOVÁ P., MRKVIČKA J., NOVÁK D., PETR J., SVOBODOVÁ M., ŠANTŮREK J., ŠKODA V., ŠNOBL J., ŠTAUD J., TRUSTOŠ P., VANĚK V., VAŠÁK J., VESELÁ M. (2005). *Základy rostlinné produkce*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. Power Print.

ŠVECOVÁ M. a TOBĚRNÁ V. (1998). Botanika: učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií. Praha: Nakladatelství České geografické společnosti.

VÁCHA Z. a DITRICH T. (2016). Efektivita badatelsky orientovaného vyučování na primárním stupni základních škol v přírodovědném vzdělávání v České republice s využitím prostředí školních zahrad. *Scientia in Education*, 7(1), 65–79.

VOMÁČKOVÁ J. (2017). Rozhovor mezi žáky jako metoda vrstevnického hodnocení při badatelských úlohách z biologie člověka v hodinách přírodopisu. České Budějovice.

VOMÁČKOVÁ V. (2016). Badatelsky orientován výuka ve fyziologii člověka s využitím školních experimentálních systémů. České Budějovice.

VÚP (2011). Přírodovědná gramotnost ve výuce: příručka pro učitele se souborem úloh. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, školské poradenské zařízení a zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků. Dostupné z:

www.vuppraha.cz/wpcontent/uploads/2012/01/Prirodovedna_gramotnost.pdf

9. Seznam příloh

Příloha 1. Fotografie z vyučovacích hodin

Příloha 2. Badatelsky orientované pracovní listy – *Ovlivňuje přístup kyslíku klíčivost semen?, Ovlivňuje teplota klíčivost semen?, Ovlivňuje světlo klíčivost semen?*

Příloha 3. Pracovní listy opakovací a souhrnné – *Semena rostlin 1, Semena rostlin 2, Jednoděložné a dvouděložné rostliny*

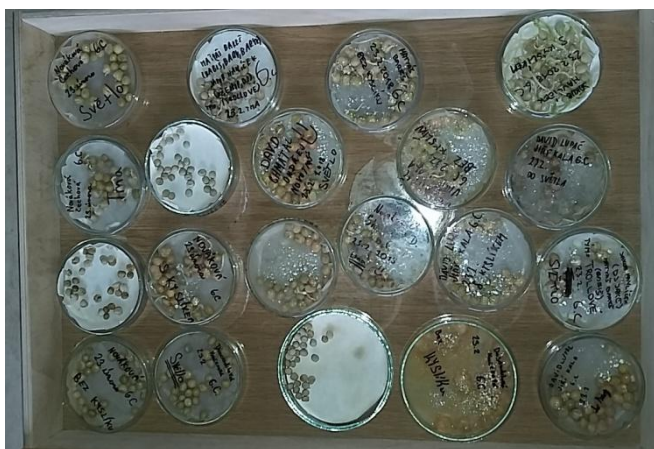
Příloha 4. Bodovací škála pro vyhodnocování badatelských pracovních listů

Příloha 5. Bodovací škála pro vyhodnocování opakovacích a souhrnných pracovních listů

10. Seznam obrázků

Obr. 1. Schéma dvojitého oplození u krytosemenných rostlin.	8
Obr. 2. Schéma vývoje semene krytosemenných rostlin.....	9
Obr. 3. Schéma zárodku (A) dvouděložné rostliny, (B) jednoděložné rostliny.....	10
Obr. 4. Přehled pojmů plodních struktur během přeměny pestíku v plod.	12
Obr. 5. Schéma vzniku plodu se semenem z jednotlivých částí pestíku:	13
Obr. 6. Příjem vody semenem během fází klíčení.....	16
Obr. 7. Kardinální teplotní charakteristiky (ve °C) klíčení několika druhů semen.....	18
Obr. 8. Vliv světla na klíčivost obilek rodu lipnicovitých.	19
Obr. 9. Klíčení dvouděložných rostlin.....	22
Obr. 10. Klíčení jednoděložných rostlin :	23
Obr. 11. Stavba semene luskoviny (fazolu).	25
Obr. 12. Hlavní postupy využívané v BOV.	29
Obr. 13. Co se žák učí, když bádá.....	30
Obr. 14. Četnosti bodových zisků – úkol č. 1.....	40
Obr. 15. Četnosti bodových zisků – úkol č. 2.....	40
Obr. 16. Četnosti bodových zisků – úkol č. 3.....	41
Obr. 17. Četnosti bodových zisků – úkol č. 5.....	41
Obr. 18. Četnosti bodových zisků – úkol č. 6.....	42
Obr. 19. Četnosti bodových zisků – úkol č. 1.....	44
Obr. 20. Četnosti bodových zisků – úkol č. 2.....	45
Obr. 21. Četnosti bodových zisků – úkol č. 3.....	45
Obr. 22. Četnosti bodových zisků – úkol č. 5.....	46
Obr. 23. Četnosti bodových zisků – úkol č. 6.....	47
Obr. 24. Porovnání počtů bodů v jednotlivých úkolech mezi základní školou (ZŠ) a nižším gymnáziem (G).....	48
Obr. 25. Pracovní list - <i>Semena rostlin 1</i>	49
Obr. 26. Pracovní list – <i>Semena rostlin 2</i>	50
Obr. 27. Pracovní list – <i>Jednoděložné a dvouděložné rostliny</i>	50

Příloha 1. Fotografie z vyučovacích hodin



Příloha 2. Badatelsky orientované pracovní listy – *Ovlivňuje přístup kyslíku klíčivost semen?, Ovlivňuje teplota klíčivost semen?, Ovlivňuje světlo klíčivost semen?*

Ovlivňuje přístup kyslíku klíčivost semen?

Datum: _____

Členové týmu: _____

1. Označ, zda rostlina potřebuje k životu kyslík. Odpověď zdůvodni.

Ne	<input type="checkbox"/>	Ano	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	-----	--------------------------

Proč?

2. Zkuste napsat domněnku, jaký vliv na klíčivost bude mít přístup/zamezení vzduchu.

3. Zkuste navrhnout postup, kterým ověříte, zda je vaše domněnka správná. Při svém návrhu použijte připravené pomůcky (k dispozici máte: 60 semen hrachu, 2

4. Provedte pokus podle svého návodu.

5. Co jste zjistili? Zaznamenejte své výsledky.

Zhodnoťte stav semen. Kolik semen vyklíčilo z celkového počtu? (příklad zápisu: 20/100 = 20 semen vyklíčilo z celkových 100 semen). Kolik procent semen vyklíčilo z celkového počtu?

6. Potvrdila se vaše původní domněnka? Proč ano, proč ne?

7. Napište, zda jste navrhli pokus správně a získali odpověď na otázku, zda přístup kyslíku ovlivní klíčivost semen. Změnili byste něco na vašem postupu. Pokud ano, co?

Ovlivňuje teplota klíčivost semen?

Datum: _____

Členové týmu: _____

1. Zaškrtni, zda teplota ovlivňuje klíčení semen. Odpověď zdůvodni.

Ne	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------

Ano	<input type="checkbox"/>
-----	--------------------------

Proč?

2. Pokuste se napsat domněnku, jaký vliv na klíčivost bude mít teplota prostředí.

3. Zkuste navrhnout postup, kterým ověříte, zda je vaše domněnka správná. Při svém návrhu použijte připravené pomůcky (k dispozici máte: 60 semen hrachu, 3 Petriho misky, lihový fix, lednici, topení, vodu). Pokus navrhnete tak, aby se mohl uskutečnit v prostředí učebny.

4. Proved'te pokus podle svého návodu.

5. Co jste zjistili? Zaznamenejte své výsledky.

Zhodno'te stav semen. Kolik semen vyklíčilo z celkového počtu? (příklad zápisu: $20/100 = 20$ semen vyklíčilo z celkových 100 semen). Kolik procent semen vyklíčilo z celkového počtu?

6. Potvrdila se vaše původní domněnka? Proč ano, proč ne?

7. Napište, zda jste navrhli pokus správně a získali odpověď na otázku, zda okolní teplota ovlivní klíčivost semen. Změnili byste něco na vašem postupu. Pokud ano, co?

Ovlivňuje světlo klíčivost semen?

Datum: _____

Členové týmu: _____

1. Označ, zda rostlina potřebuje k životu světlo. Odpověď zdůvodni.

Ne	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------

Ano	<input type="checkbox"/>
-----	--------------------------

Proč?

--

2. Zkuste napsat domněnku, jaký vliv na klíčivost bude mít světlo nebo tma.

--

3. Pokuste se navrhnout postup, kterým ověříte, zda je vaše domněnka správná. Při svém návrhu použijte připravené pomůcky (k dispozici máte: 60 semen hrachu, 2 Petriho misky, krabici s víkem, lihový fix, vodu). Pokus navrhnete tak, aby se mohl uskutečnit v prostředí učebny.

--

4. Provedte pokus podle svého návodu.

5. Co jste zjistili? Zaznamenejte své výsledky.

Zhodnoťte stav semen. Kolik semen vyklíčilo z celkového počtu? (příklad zápisu: $20/100 = 20$ semen vyklíčilo z celkových 100 semen). Kolik procent semen vyklíčilo z celkového počtu?

6. Potvrdila se vaše původní domněnka? Proč ano, proč ne?

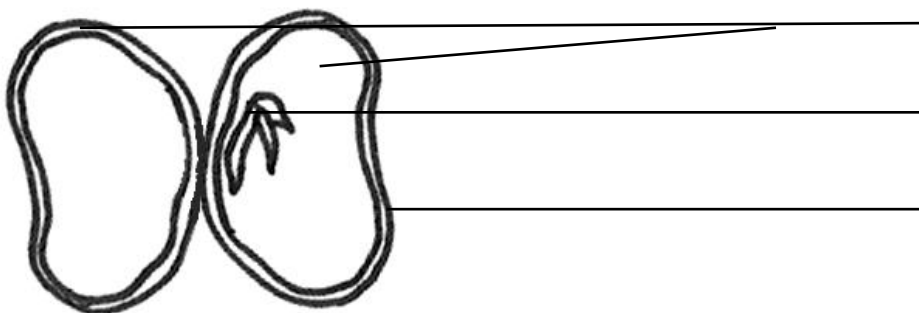
7. Napište, zda jste navrhli pokus správně a získali odpověď na otázku, zda světlo ovlivní klíčivost semen. Změnili byste něco na vašem postupu. Pokud ano, co?

Semena rostlin 1

1. Jakou roli plní semena pro rostlinu?

2. Jak se nazývá proces, při kterém vzniká semeno z vajíčka?

3. Napište názvy jednotlivých částí semene:



4. Doplň názvy částí semene

z předchozího úkolu:

_____ plní ochrannou funkci semene.

Ze _____ vzniká základ nové rostliny (kořen, stonek, list).

Z _____ vznikají první listy rostliny.

5. Zakroužkujte, kde jsou uložena semena krytosemenných rostlin?

a) v osemení

b) v plodech

c) v pestíku

6. Proces, při kterém kořínek proráží osemení, se označuje:

a) bobtnání

b) opylení

c) klíčení

7. Zaškrtněte, v jakých podmínkách může většina rostlin začít klíčit?

	✓/✗
dostatek kyslíku	
žádná voda	
pokožová teplota	
tma	
teplota okolo 0°C	

Semena rostlin 2

1. Roztříd' podmínky pro klíčení semen podle toho, zda jde o vnitřní či vnější faktory.



Písmeno napiš do správného rámečku:

VNĚJŠÍ FAKTORY

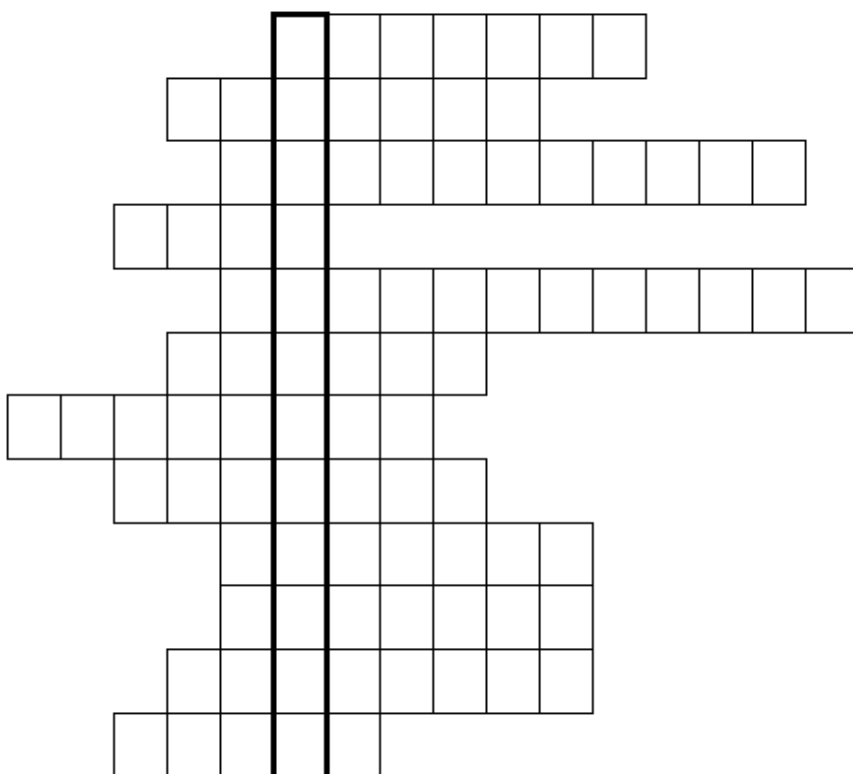
VNITŘNÍ FAKTORY

2. Napiš, zda je tvrzení pravdivé (P) nebo nepravdivé (N):

a) Všechna semena mohou vyklíčit pod vodou.	
b) Semeno nepotřebuje k vyklíčení vodu.	
c) Některá semena musí projít trávicím traktem, aby se narušilo jejich osemení a ona mohla vyklíčit.	
d) Semena vyklíčí na světle i ve tmě.	
e) Rostlinné hormony ovládají klíčení semene a růst rostliny.	

3. Po vylúštení tajenky se dozvíš, jaké rostliny mají semena v plodech.

- Prorážení osemení při vhodných podmínkách.
- Část semene, ze které vzniká základ nové rostliny.
- Obecný název pro rostlinné hormony.
- Část rostliny, která slouží hlavně pro fotosyntézu.
- Funkce semene pro rostlinu.
- Látka, která zajišťuje dýchání a vyskytuje se ve vzduchu.
- Proces, při kterém vzniká z vajíčka semeno.
- Jak se nazývá obal semene?
- Vnější podmínka pro klíčení semen, jednotkou jsou °C.
- Mezi jaké podmínky se řadí rostlinné hormony?
- Látky, vyskytující se v půdě a jsou nezbytné pro růst roslin.
- Podzemní část rostlin.



Tajenka: _____

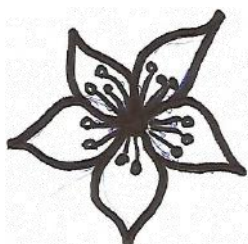
Jednoděložné a dvouděložné rostliny

1. Vyberte vhodná slova do textu:

jednoděložné
zárodku
dvouděložné
osemení

Na povrchu semene se nachází _____. Semeno _____
 rostliny se skládá z jedné dělohy. Semeno _____ rostliny se skládá ze
 dvou děloh. Dělohy obsahují zásobní látky pro výživu _____.

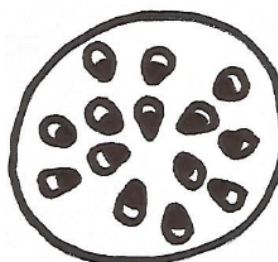
2. Přiřaď, jaké vlastnosti mají jednoděložné a dvouděložné rostliny.



Pětičetný květ



2 dělohy

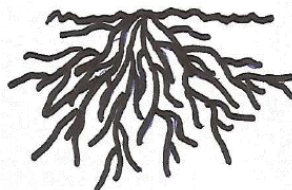
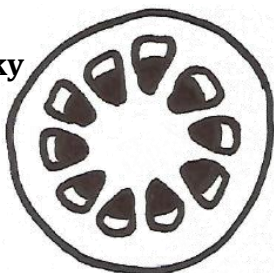


Roztroušené
cévní svazky

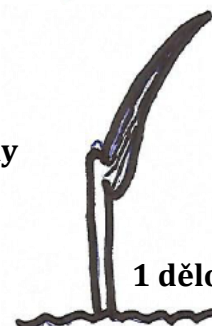


Zpeřená
žilnatina

Cévní svazky
v kruhu



Svazčité kořeny



1 děloha



Kořen hlavní a
vedlejší kořeny



Souběžná
žilnatina

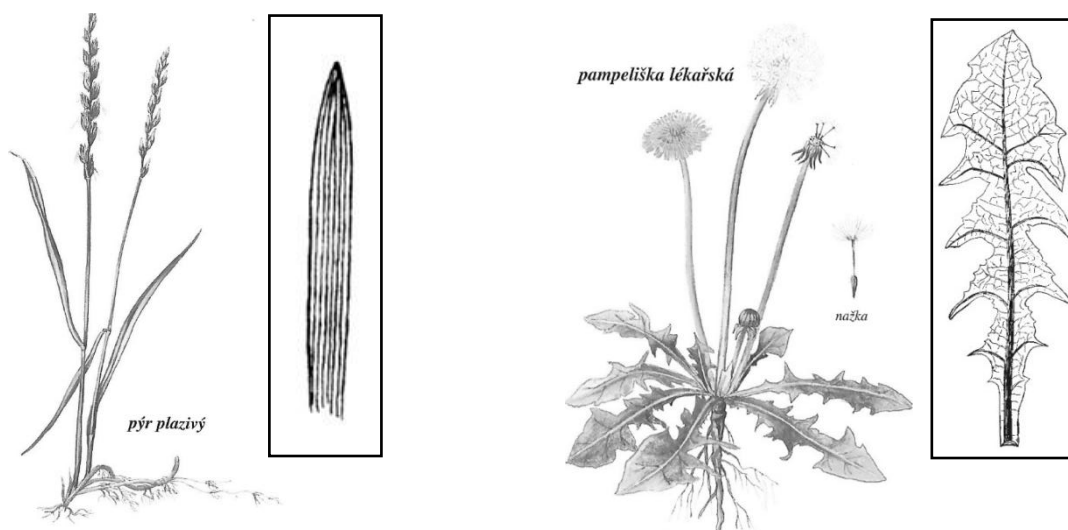


Trojčetný květ

JEDNODĚLOŽNÉ

DVOUDĚLOŽNÉ

3. Porovnej pýr plazivý a smetánku lékařskou na obrázcích (jejich květ, listy, kořeny).



1. Pýr plazivý (<i>Elytrigia repens</i>)	2. Smetánka lékařská (<i>Taraxacum officinalis</i>)
listy:	listy:
kořen:	kořen:

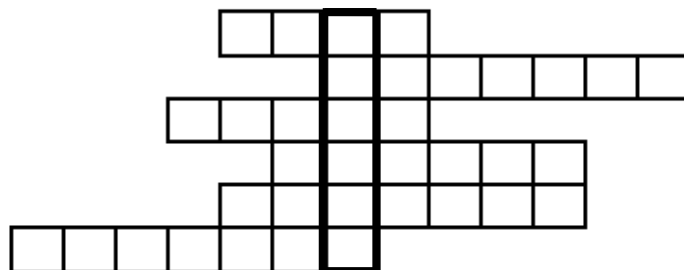
Pokuste se určit, zda se jedná o rostlinu jednoděložnou či dvouděložnou:

1.

2.

4. Vylušti křížovku. V tajence objevíš, jak se odborně nazývá nerozlišený květ u jednoděložných rostlin.

- Útvar, kde jsou uloženy semena krytosemenných rostlin.
- Prorážení osemení semene za vhodných podmínek.
- Semena určená k množení kulturních plodin.
- Z jakých útvarů semene vyrůstají první listy rostliny.
- Pomocí čeho se rozmnožují mechorosty nebo kapradiny?
- Název obalu semene.



Tajenka: _____

5. Napiš tři příklady jednoděložných a tři příklady dvouděložných rostlin:

JEDNODĚLOŽNÉ: _____

DVOUDĚLOŽNÉ: _____

Příloha 4. Bodovací škála pro vyhodnocování badatelských pracovních listů

Bodovací škála pro vyhodnocování badatelských pracovních listů

Každý pracovní list badatelsky orientované úlohy žáka je hodnocen výzkumníkem podle následujícího schématu.

1. Základní informace o působení vnějšího faktoru

- body: 2 - 0
 - 2: zcela správný výběr i odůvodnění odpovědi
 - 1: správný výběr odpovědi, ale špatné odůvodnění / špatný výběr odpovědi, ale správně napsané působení faktoru
 - 0: zcela špatný výběr i odůvodnění odpovědi / nevyplněno

2. Domněnka

- body: 3 - 0
 - 3: správná a přesná domněnka
 - 2: nejasně definovaná domněnka
 - 1: domněnka nesouvisející s daným tématem
 - 0: nejedná se o domněnku / nevyplněno

3. Návrh pokusu

- body: 6 - 0
 - 6: zcela správná metodika
 - 4: v zásadě správná metodika (povede k ověření domněnky)
 - 2: v metodice jsou výrazné nedostatky (nepovede k ověření domněnky)
 - 0: metodika nevede k cíli (závažné nedostatky) / nevyplněno

4. Provedení pokusu

- tento úkol se bodově nehodnotil, jelikož o něm nejsou záznamy v pracovních listech, je krátce hodnocen ve výsledcích pozorování během „testovací“ hodiny.

5. Výsledky

- body: 6 - 0
 - 6: žáci byli schopni vyvodit z pokusu správné výsledky a zaznamenat klíčivost a procento klíčivosti
 - 5: žáci byli schopni vyvodit z pokusu správné výsledky a klíčivost, ale nedokázali zaznamenat procento klíčivosti
 - 4: žáci byli schopni vyvodit z pokusu správné výsledky, ale nedokázali zaznamenat klíčivost a procento klíčivosti
 - 2: žáci nebyli schopni vyvodit z pokusu správné výsledky, ale dokázali zaznamenat klíčivost a procento klíčivosti
 - 0: žáci výsledky odhadli (vzhledem ke špatně navrženému pokusu) / nevyplněno

6. Vztažení výsledků k domněnce

- body: 2 – 0

- 2: žáci výsledky správně vztáhli k jejich domněnce
- 1: žáci jen z části dokázali vztáhnout výsledky k domněnce
- 0: žáci nebyli schopni výsledky vztáhnout k jejich domněnce / nevyplněno

7. Zpětná vazba

- tato část není záměrně hodnocena, jelikož by mohla zkreslit celkové hodnocení pokusu
 - pokud žáci špatně navrhli pokus, tak by měla být odpověď delší, ale pokud žáci zcela správně navrhli pokus, tak tam psát nic nemusí - z toho důvodu nelze jednoznačně obodovat.
-
- Celkem: max. 19 bodů

Příloha 5. Bodovací škála pro vyhodnocování opakovacích a souhrnných pracovních listů

Bodovací škála pro vyhodnocování opakovacích a souhrnných pracovních listů

Každý pracovní list žáka je hodnocen výzkumníkem podle následujícího schématu. Bodová hodnota odpovídá maximálnímu bodovému zisku – lze hodnotit i méně body, pokud je nepřesná nebo nesprávná odpověď.

Pracovní list: Semena rostlin 1

- Úkol č. 1: max. 1 bod
- Úkol č. 2: max. 1 bod
- Úkol č. 3: max. 3 body
- Úkol č. 4: max. 3 body
- Úkol č. 5: max. 1 bod
- Úkol č. 6: max. 1 bod
- Úkol č. 7: max. 2,5 bodu
 - Celkem: max. 12,5 bodů

Pracovní list: Semena rostlin 2

- Úkol č. 1: max. 6 bodů
- Úkol č. 2: max. 5 bodů
- Úkol č. 3: max. 6 bodů
 - Celkem: max. 17 bodů

Pracovní list: Jednoděložné a dvouděložné rostliny

- Úkol č. 1: max. 4 body
- Úkol č. 2: max. 5 bodů
- Úkol č. 3: max. 4 body
- Úkol č. 4: max. 3 body
- Úkol č. 5: max. 3 body
 - Celkem: max. 19 bodů