

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
KATEDRA BIOLOGIE

Diplomová práce

**Biologické pokusy ve škole se zaměřením
na klíčivost a vzcházivost semen**

Vypracovala: **Bc. Vlčková Vlasta**
Vedoucí práce: **RNDr. Božena Šerá, Ph.D.**

České Budějovice, 2018

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 jejich 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 porovnáváním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum:

Podpis studenta:

Poděkování:

Touto formou děkuji RNDr. Boženě Šeré, Ph.D. za vedení mé diplomové práce, za čas, který mi věnovala při zpracovávání a vyhodnocování výsledků a za odbornou pomoc.

Anotace:

Výuka přírodopisu na základních školách je v současné době zaměřena pouze na teoretický výklad. Předmětem této diplomové práce je žáky seznámit jaké mohou mít vliv stimulační a inhibiční látky na vzházivost a klíčivost semen. Tato práce vyžaduje praktický přístup žáků při zakládání pokusů, zapisování průběhu klíčivosti i růstu a jejich vyhodnocení. Cílem diplomové práce je prakticky ukázat žákům problematiku klíčivosti a vzházivosti u běžně dostupných semen ve školních podmínkách.

Anotation:

The education of natural history at primary and secondary school is nowadays focused on theoretical interpretation. The subject of this diploma thesis is to inform pupils about the stimulating and inhibiting substances' influence on seed germination and emergence. This diploma thesis needs practical approach to pupils during the project basing, documenting seed germination, growing and its evaluation. The aim of this diploma thesis is to practically show to pupils the problems of seed germination and emergence of commonly available seeds in the school environment.

OBSAH

1. ÚVOD	1
2. LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	3
2.1 Základní znaky rostlin	3
2.1.1 Jednoděložné rostliny	3
2.1.2 Dvouděložné rostliny.....	4
2.2 Klíčivost semen	4
2.2.1 Podmínky klíčení semen	5
2.2.2 Druhy klíčení.....	7
2.2.2.1 Epigeické klíčení	7
2.2.2.2 Hypogeické klíčení.....	7
2.3 Vzcházivost	7
3. MATERIÁL A METODY	10
3.1 Příprava pro výsev semen ve školních podmínkách.....	10
3.2 Běžně dostupná semena vybraná pro výsev i pro poznávací test	11
3.3 Běžně dostupná semena vybraná pro poznávací test.....	15
3.4 Příprava na pokusy klíčení vybraných semen.....	15
3.5 Klíčivost semen s vytvořenými inhibujícími podmínkami – světelný režim	17
3.5.1 Klíčivost salátu hlávkového (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i>)	17
3.5.2 Klíčivost salátu hlávkového (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i>) za úplňku	18
3.6 Klíčivost semen za použití biologicky aktivních látek	19

3.6.1 Klíčivost čočky jedlé (<i>Lens culinaris</i>)	19
3.6.2 Klíčivost hořčice seté (<i>Sinapis alba</i>)	20
3.7 Stratifikace.....	22
3.7.1 Klíčivost tykve obecné (<i>Cucurbita pepo</i>)	22
3.8 Skarifikace.....	23
3.8.1 Klíčivost datlovníku pravého (<i>Phoenix dactylifera</i>)	23
3.9 Hypogeické a epigeické klíčení dvouděložných rostlin	25
3.9.1 Klíčivost hrachu setého (<i>Pisum sativum</i>) a fazole obecné (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	25
3.10 Hypogeické a epigeické klíčení jednoděložných rostlin	26
3.10.1 Klíčivost kukuřice seté (<i>Zea mays</i>) a cibule kuchyňské (<i>Allium cepa</i>).....	26
3.11 Poznávací test běžně dostupných semen	27
4. VÝSLEDKY	30
4.1 Stimulující a inhibující podmínky pro klíčení semen	30
4.2 Hypogeické a epigeické klíčení u jednoděložných a dvouděložných rostlin.....	31
4.3 Celkové zhodnocení klíčivosti za použití stimulujících a inhibujících podmínek	32
4.4 Celkové zhodnocení přípravy žáků na výsev semen	33
4.5 Výsledky z klíčivosti a růstu semen s vytvořenými inhibujícími podmínkami – světelný režim.....	34
4.5.1 Výsledky z klíčivosti a růstu salátu hlávkového (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i>).....	34
4.5.2 Výsledky z klíčivosti a růstu salátu hlávkového (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i>) za úplňku.....	36
4.6 Výsledky z klíčivosti a růstu semen za použití biologicky aktivních látek	38
4.6.1 Výsledky z klíčivosti a růstu čočky jedlé (<i>Lens culinaris</i>)	38

4.6.2 Výsledky z klíčivosti a růstu hořčice seté (<i>Sinapis alba</i>).....	41
4.7 Výsledky ze stratifikace	44
4.7.1 Výsledky z klíčivosti a růstu tykve obecné (<i>Cucurbita pepo</i>).....	44
4.8 Výsledky ze skarifikace	46
4.8.1 Výsledky klíčivosti datlovníku pravého (<i>Phoenix dactylifera</i>).....	46
4.9 Výsledky z hypogeického a epigeického klíčení dvouděložných rostlin.....	48
4.9.1 Výsledky z klíčivosti hrachu setého (<i>Pisum sativum</i>) a fazole obecné (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	48
4.10 Výsledky z hypogeického a epigeického klíčení jednoděložných rostlin	51
4.10.1 Výsledky z klíčivosti kukuřice seté (<i>Zea mays</i>) a cibule kuchyňské (<i>Allium cepa</i>)	51
4.11 Poznávací test běžně dostupných semen	53
5. DISKUSE.....	54
6. ZÁVĚR	57
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
8. SEZNAM OBRÁZKŮ	62
9. SEZNAM TABULEK	64
10. SEZNAM PŘÍLOH	65

1. ÚVOD

Naše společnost v posledních letech prošla zásadními změnami ve vědeckotechnickém vývoji a to převážně v oblasti výpočetní techniky, výrobních technologií a technické vybavenosti. Vlivem tohoto vývoje je potlačován soulad života člověka s přírodou, což se začíná projevovat již na základních školách. Při výuce přírodopisu žákům dělá problémy rozpoznávat rostliny, zvířata a přírodniny.

Žáci by proto v hodinách přírodopisu měli být vedeni v tom smyslu, aby si vážili a měli úctu k živé a neživé přírodě. Tím by mohl být vytvořen předpoklad nejen přesvědčením o ochraně životního prostředí, ale i poznáním zákonitostí a vytvořením pozitivní hodnotové orientace k přírodě. Zájem o přírodu lze podpořit praktickou výukou ve školách a to například biologickými pokusy. Mě osobně botanika zajímá a ráda bych své poznatky i zkušenosti předala dál a to výukou přírodopisu na základních školách. Tento zájem o botaniku byl u mě prohlouben při zpracování bakalářské práce, kde jsem se zajímala o to, jaký vliv mají magnetické kapaliny na klíčivost. Poznání a radost z těchto biologických pokusů ve mně podnítilo myšlenku jak vzbudit zájem žáků o toto experimentování a docílit tak u nich kladný vztah k přírodě.

Cílem mé práce je vytvořit praktický manuál pro výuku přírodopisu se zaměřením na klíčivost semen za použití různých stimulujících nebo naopak inhibujících podmínek (světelný režim, teplota, skarifikace a využití biologicky aktivních látek). Pracovní manuál jsem navrhla jako jednotlivé pracovní listy pro vybrané učivo přírodopisu na základní škole. Vzhledem k tomu, že již pracuji druhým rokem na základní škole jako učitelka matematiky a přírodopisu, zaměřila jsem se na to, abych při tvorbě pracovních listů uplatnila získané zkušenosti a postřehy ze své pedagogické praxe.

Pracovní listy jsou tvořeny tak, aby praktické úkoly bylo možné realizovat během jedné vyučovací hodiny, avšak další otázky a úlohy jsou rozvrženy na průběžnou přípravu a experimentování mimo vyučovací hodiny. Jde převážně o činnosti související s ošetřováním vysévaných semen. V rámci učiva jsem se snažila do pracovních listů zahrnout co nejvíce typů úkolů a experimentů, které považuji za klíčové a pro žáky zajímavé.

Dalším cílem mé diplomové práce je, aby žáci experimentováním získali zájem o přírodu a naučili se tak nenásilnou formou rozpoznávat semena a plody různých druhů rostlin, se kterými se denně setkávají. Aby bylo možné posoudit, zda zájem žáků byl opravdový, vytvořila jsem poznávací test běžně dostupných semen, se kterými žáci pracovali. Jeho vyhodnocení by mělo dát odpověď na otázku, zda je možné praktickou výukou přírodopisu na základních školách vytvořit u žáků zájem o přírodu kolem nich.

2. LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1 Základní znaky rostlin

Rozlišovací znaky rostlin z pohledu klíčivosti

Abychom se vůbec mohli zabývat klíčivostí semen, je důležité vědět, jaké jsou základní rozlišovací znaky rostlin, podmínky pro správnou klíčivost a dva druhy klíčivosti (Skalický, Novák, 2007).

Základními rozlišovacími znaky rostlin jsou:

- ❖ jednoděložné rostliny (*Liliopsida*)
- ❖ dvouděložné rostliny (*Magnoliopsida*)

2.1.1 Jednoděložné rostliny

Hlavními znaky jednoděložných rostlin jsou (Skalický, Novák, 2007):

- ❖ zárodek se skládá z jedné dělohy
- ❖ vegetační vrchol se nazývá *plumula*
- ❖ cévní svazky jsou četné a nemají mezi *xylémem* a *floémem* dělivé pletivo – *kambium*
- ❖ lodyhy bývají duté
- ❖ nadzemní stonky se vzácně větví
- ❖ květy mají sestaveny v různých květenstvích

2.1.2 Dvouděložné rostliny

Hlavními znaky dvouděložných rostlin jsou (Skalický, Novák):

- ❖ v zárodku mají zpravidla dvě dělohy
- ❖ mezi dělohami se nachází vrcholový pupen
- ❖ cévní svazky ve stoncích jsou otevřené
- ❖ listy jsou velice rozdílného tvaru a člení se na:
 - čepel
 - řapík
 - pochvu
- ❖ květy jsou velice rozdílné stavby:
 - starší a původní typy = květy jsou uspořádány do spirály
 - vývojově mladší typy = květní části jsou v kruzích

2.2 Klíčivost semen

Po spojení samčích a samičích pohlavních buněk se v plodech vyšších rostlin tvoří semena. Semena mají většinou kulovitý tvar a jejich základní stavba bývá podobná. Obsahují zárodek většinou s živným pletivem *endospermem* a jsou obalena osemením, ve kterém jsou uloženy zásoby výživných látek. Semena mají nejenom hlavní funkci rozmnožovací, ale také zajišťují bezpečně překonat nepříznivé podmínky a šíření na delší vzdálenosti (Skalický, Novák, 2007).

Klíčivost semene je negativně ovlivněna dlouhodobým nebo nevhodným způsobem skladování. Pokud má osivo příznivé podmínky, začne klíčit a vyvíjí se v rostlinu (Černohorský & Střihavková, 1964).

U zralého semene, které je správně uskladněno a nemá vytvořené podmínky pro růst jsou jeho životní projevy omezeny. V tomto *latentním stavu* semeno obsahuje malé množství vody a slabě dýchá (spotřebovává kyslík a vylučuje oxid uhličitý). Takto je semeno schopno přežít nepříznivé podmínky jakými jsou například sucho, tma a vysoké teploty (Černohorský & Střihavková, 1964).

V případě, že se naskytnou vhodnější a příznivější podmínky, začne semeno klíčit. U polyploidních druhů je schopnost klíčení mnohem vyšší než u diploidních druhů (Bretagnolle a kol. 1995). Znaky klíčivosti u semen je rozdílná, protože některá semena mohou již klíčit přímo na mateřské rostlině, některá ihned po vysemenění, ale některá semena mohou klíčit již po určité době (Šerá, 2014).

2.2.1 Podmínky klíčení semen

Každé semeno potřebuje ke klíčení splnění všech vnějších a vnitřních podmínek. **Vnitřní podmínky** jsou spojeny s dostatečným množstvím *fytohormonů* v semenu, tloušťkou, tvrdostí a propustností osemení, ale také zralostí embrya (Baskin a Baskin, 1998).

Mezi nejdůležitější **vnější podmínky**, které ovlivňují klíčivost semen, patří:

1. Vlhkost

Voda způsobuje bobtnání, klíčivost a následně růst. Abychom toho docílili, je třeba zajistit dostatečné množství vlhkosti. Semena jsou extrémně suchá a potřebují přijmout velké množství vody. Po nabobtnání semen se aktivuje fytohormon, tím se probudí embryo, které začne růst (Procházka et al., 1998).

2. Kyslík

Kyslík je v počátku klíčení velmi důležitý, protože je hlavním zdrojem energie do té doby, než rostlině narostou listy.

3. Teplota

Teplota je velmi důležitá pro správné klíčení, protože ovlivňuje metabolismus a růst. Semena různých druhů rostlin však potřebují pro své klíčení různé teploty (Bewley, Black, 1982). Různé rostliny tak mají různé optimální teploty pro klíčení a růst. Většina semen klíčí při pokojových teplotách, tedy kolem 25° C, jsou ale i taková, která mohou klíčit při nízkých teplotách. Naopak jiná semena klíčí až při vysokých teplotách, které mohou být v přírodě způsobené lesními požáry - některé druhy borovic (Šerá, 2014).

4. Světlo a tma

Většina semen je schopna klíčit bez ohledu na světlo nebo na tmu. V přírodě se vyskytují takové druhy rostlin, jejichž semena při vysokém dostatku světla nevyklíčí. Jedná se převážně o semena lesních rostlin (Černohorský & Střihavková, 1964).

5. Skarifikace (narušení osemení)

Skarifikace je poškození nebo odstranění osemení před klíčením. Jedná se především o taková semena, která v přírodě vyžadují zvláštní podmínky pro svou klíčivost, jako jsou například semena, která musí projít trávicím traktem zvířete. Naleptáním trávicími šťávami se oslabí jejich osemení a semeno pak může přijmout vodu a začít klíčit (Černohorský & Střihavková, 1964).

Mezi další vnější podmínky, které mohou ovlivnit klíčení, jsou například správná technika sběru semen, infekce fytopatogeny, ožer hmyzem, technika výsevu, ale i správné použití kultivačního substrátu. Ne všechna semena jsou schopná vyklíčit v kultivačním substrátu, který obsahuje patogeny, dusičnany, soli, případně i přítomnost mykorrhizi apod. (Šerá, 2014).

2.2.2 Druhy klíčení

Většina semen začíná klíčit v okamžiku, když se dostane do země a teprve pak může nastat proces klíčení. U klíčení semen rozlišujeme to, zda semeno klíčí nad povrchem nebo pod povrchem půdy. Rozeznáváme tedy dva základní druhy klíčení:

- ❖ Epigeické klíčení
- ❖ Hypogeické klíčení

2.2.2.1 Epigeické klíčení

Epigeické neboli nadzemní klíčení znamená, že kořínek vyrůstající ze semene roste nejdříve směrem dolů do země, ze které postupně začíná čerpat živiny a vláhu. Teprve z horní části kořínku vyrůstá *hypokotyl*, který tlačí do zbytku semene a nadzvedává ho nad půdu. Nad úrovní půdy se pak uvolňují děložní lístky z osemení, jsou zelené a fungují jako listy. Mezi rostliny, které epigeicky klíčí, patří například fazole, cibule, slunečnice (Soukup, Votrubová, 2005).

2.2.2.2 Hypogeické klíčení

Hypogeické neboli podzemní klíčení znamená, že ze semínka roste kořínek směrem dolů, ale směrem nahoru vyrůstá *epikotyl* na kterém vyrůstají pravé listy. Dělohy zůstávají v semenu a vyživují rostoucí semenáček. Semeno při tomto klíčení zůstává i nadále v půdě. Mezi semena, která hypogeicky klíčí, patří například hrách, kukuřice, žalud (Soukup, Votrubová, 2005)

2.3 Vzcházivost

Měření vzcházivosti a klíčivosti se liší v tom, že testy klíčivosti jsou prováděny v laboratořích, ve kterých jsou lépe měřitelné podmínky pro klíčení semen. V laboratorních podmínkách je také umožněna opakovatelnost testů klíčivosti, aby byla

možná správná reprodukovatelnost a správné vyhodnocování a porovnávání výsledků klíčivosti (Hosnedl, 2003).

Kincl a Krpeš ve své publikaci vysvětlují, že vzcházivost z praktického pohledu je však mnohem důležitější a pro pěstitele více vypovídající. Při vzcházivosti se musí rostliny vyrovnat s danými polními, lučními, lesními a jinými přírodními podmínkami. Polní vzcházivost je vyjádřena procentuálním množstvím vzešlých semenáčků z celkového vysetého počtu semen. Pomocí tohoto procentuálního počtu je možné vyjádřit, jak je kvalita semen ovlivněna přírodními podmínkami. Tyto výsledky však mohou být oproti laboratorním výsledkům výrazně odlišné (zpravidla nižší). Mezi hlavní faktory, které způsobují odlišnost pokusů jsou především:

- ❖ **teplota** – v přírodě oproti laboratorním podmínkám mohou v době pokusů nastat extrémně vysoké nebo naopak nízké teploty
- ❖ **vlhkost** – v přírodě není možné přesně odhadnout, zda při vzcházivosti a v daném okamžiku nastane ta správná vlhkost. V dané době může totiž dojít buď k vysoké vlhkosti půdy, nebo naopak k suchu. Pokud pěstitelé nejsou připraveni na umělé zavlažování, může v období sucha dojít k velmi nízké vzcházivosti
- ❖ **kvalita půdy** – ve stejné oblasti je kvalita půdy rozdílná. Kvalita půdy se označuje bonitou půdy, ale i ta ve spojení s přírodními podmínkami pro vzcházivost stejných semen může být také rozdílná

Vzhledem k tomu, že vzcházivost je podstatně ovlivňována přírodními podmínkami, je třeba dbát na vysokou kvalitu osiva. Kvalita osiva zajišťuje nejenom dobrou vzcházivost, ale do budoucna i množství výnosnosti. Pro pěstitele je výnosnost dalším důležitým ukazatelem, proto je důležité klást důraz na to, aby budoucí rostlinky měly vysokou vitalitu, která se vyznačuje hustým a bujným porostem rostlin. Takto vzrostlé rostlinky pak mohou odolávat rozmarům počasí, ale i svou výbornou vitalitou si zajišťují ochranu před divoce rostoucími rostlinami a plevely. To je záruka, že budoucí výnos bude nejen kvalitní, ale i do dalšího období zajistí kvalitní osivo (Hosnedl, 2003).

Porovnávat výsledky vzcházivosti s výsledky klíčivosti v laboratořích je velmi variabilní a obtížné, protože podmínky pro semena jsou velmi rozdílné a nepředvídatelné. Z tohoto

důvodu se v laboratořích simulují různé podmínky, které se přibližují podmínkám v přírodě, aby bylo možné do budoucna co nejlépe stanovit laboratorní vzcházivost semen. K výsledkům klíčivosti, které by se přibližovaly vzcházivosti, se semena zatěžují stresujícími faktory (Honsová a kol., 2005):

- ❖ v laboratořích se uměle vytváří podobné nepříznivé podmínky podobné polním podmínkám, jako jsou například – vysoké teploty, chlad, sucho, nadměrná vlhkost
- ❖ experimentuje se s vyséváním deformovaných a uměle poškozených semen
- ❖ experimentuje se se semeny odlišného stáří

Tyto stresující podmínky snižují vitalitu semen a tím se mohou přibližovat reálným přírodním podmínkám. U těchto výsevů je pak možné porovnávat laboratorní výsledky s realitou, protože polní vzcházivost je důležitý parametr, který by měl odpovídat vzcházení semen různých botanických druhů testovaných v jejich přirozeném prostředí (Šerá, 2014).

3. MATERIÁL A METODY

3.1 Příprava pro výsev semen ve školních podmínkách

Aby se žáci nenásilnou formou seznámili s výsevem semen a uměli rozlišovat semena běžně dostupné denní spotřeby a zároveň, aby byly efektivně využity běžně dostupné podmínky školy, prováděli jsme vzcházivost semen za použití různých stimulujících nebo naopak inhibujících podmínek ve školní třídě 6. A a 6. B Základní školy Grünwaldova, Grünwaldova ul. 13, České Budějovice.

Vybraná semena byla vysévána do substrátu, který je běžně k dostání v obchodech a je přímo určený pro výsev a množení. Substrát dle výrobce má nízký obsah živin, neobsahuje organické zbytky, má vzdušnou strukturu a vytváří ideální podmínky pro klíčení semen.



Obrázek 1. Substrát pro výsev a množení (vlastní fotografie)

Aby bylo možné semena vysévat, bylo třeba si zajistit misky, ve kterých bude probíhat vzcházivost semen. Pro školní potřebu byly zvoleny bílé kelímky, které byly opatřeny vizitkou, o jaký druh semene se jedná a také jaké stimulující nebo inhibující podmínky byly pro klíčení použity. Naplněné kelímky byly umístěny na parapet ve třídě žáků 6. tříd, aby bylo zajištěno co nejjednodušší ošetřování vysetých semen. Teplota ve třídě byla téměř konstantní, protože se pohybovala ve dne i v noci kolem 23° C – 24° C.

Abychom mohli se žáky šestých tříd správně vyhodnotit závěry z klíčivosti semen, navrhla jsem v programu Microsoft Word pracovní listy, které jsem porovnávala s publikací – Biologické pokusy ve škole (Dr. Heinz-Werner Baer, 1973) a vypracovala je

tak, aby byly pro žáky šestých tříd srozumitelné a pracovní postup co nejvíc jednoduchý. Návrh pracovního listu je součástí této diplomové práce pod označením Příloha 1.

3.2 Běžně dostupná semena vybraná pro výsev i pro poznávací test

Pro zjišťování vzcházivosti za použití různých stimulujících a inhibujících podmínek byly vybrány tyto semena:

- ❖ cibule kuchyňská (*Allium cepa*)



Obrázek 2. Cibule kuchyňská (vlastní fotografie)

- ❖ čočka jedlá (*Lens culinaris*)



Obrázek 3. Čočka jedlá (vlastní fotografie)

- ❖ datlovník pravý (*Phoenix dactylifera*)



Obrázek 4. Datlovník pravý (vlastní fotografie)

- ❖ fazole obecná (*Phaseolus vulgaris*) – bílá, červená, hnědá



Obrázek 5. Fazole obecná - bílá (vlastní fotografie)



Obrázek 6. Fazole obecná – červená (vlastní fotografie)



Obrázek 7. Fazole obecná - hnědá (vlastní fotografie)

❖ hořčice setá (*Sinapis alba*)



Obrázek 8. Hořčice setá (vlastní fotografie)

❖ hrách setý (*Pisum sativum*)



Obrázek 9. Hrách setý (vlastní fotografie)

- ❖ kukuřice setá (*Zea mays*)



Obrázek 10. Kukuřice setá (vlastní fotografie)

- ❖ salát hlávkový (*Lactuca sativa var. capitata*)



Obrázek 11. Salát hlávkový (vlastní fotografie)

- ❖ tykev obecná (*Cucurbita pepo*)



Obrázek 12. Tykev obecná (vlastní fotografie)

3.3 Běžně dostupná semena vybraná pro poznávací test

Pro poznávací test semen běžně dostupných v domácnosti byla pro žáky šestých tříd přidána tato semena:

- ❖ bob obecný (*Vicia faba*, syn. *Faba vulgaris*)



Obrázek 13. Bob obecný (vlastní fotografie)

- ❖ oves setý (*Avena*)



Obrázek 14. Oves setý (vlastní fotografie)

3.4 Příprava na pokusy klíčení vybraných semen

Pokusy klíčivosti vyžadují k provedení a vyhodnocení delší dobu. Zjištěné výsledky lze dokumentovat i vyhodnocovat často až po několika dnech a dokonce v závislosti na druhu semen i po několika týdnech. Je také možné, že při těchto pokusech se klíčivost nemusí vůbec podařit. Může to být způsobeno nesprávnou kvalitou nebo zralostí semene,

druhem zeminy, okolní teplotou a dokonce i množstvím denního světla. Všechny pokusy proto budou demonstrační a rozhodli jsme se, že ve třídách 6. A i 6. B budeme mít koutek přírody na okenním parapetu, kde můžeme korigovat i množství denního světla žaluziemi tak, jak jsme potřebovali. Okenní parapety jsou v Základní škole Grünwaldova ve třídě 6. A i 6.B orientovány přímo na jih. Bylo tedy nutné u některých pokusů mírně zatemňovat žaluziemi, aby u vzešlých semenáčků nedošlo ke spálení sluncem. Pro pokusy klíčivosti ve tmě bez světla, byla využita skříňka s plnými dvířky.

Doba potřebná k pozorování pokusů byla většinou krátká, ale vždy dost potřebná k tomu, aby při každé hodině přírodopisu mohli žáci pozorovat změny klíčivosti a růstu semen. Poznámky byly zapisovány do pracovních listů a teprve na konci pokusů jsme přesný závěr z nich vyhodnotili v hodinách přírodopisu.

Ke zjištění klíčivosti semen jsme použili semena takových rostlin, která jsou běžně dostupná ve všech domácnostech, případně se dají zakoupit v obchodech se semeny nebo v potravinách v oddělení ovoce - zelenina.

Údaje o přípravné době potřebné pro klíčivost semen jsou přibližné, protože klíčení a růst velmi značně závisí hlavně na teplotě, slunečním záření a vlhkosti. Pokusy klíčivosti v 6.A a 6.B byly naplánovány v jiném termínu a žáci si tak mohli vzájemně porovnávat své výsledky. Mezi nejdůležitější faktor, který ovlivňoval, rychlost klíčení semen byl vliv slunečního záření.

Vzhledem k tomu, že žáci byli do zkoumání klíčivosti zapálení, bylo pokusů prováděno více a i v delším časovém úseku. Abychom zabránili hnilobě či plesnivění, byl nepatrně na povrch zeminy rozprášen dezinfekční prostředek v podobě kapky hřebíčkového oleje.

Žáky šestých tříd také zajímalo, zda má na klíčivost semen vliv nejen slunce, ale i měsíc. Na základě tohoto požadavku byla vybraná semena zaseta v sobotu 31. března 2018 ve 22:00 hodin za přispění některých rodičů a školníka.

Pro správné vyhodnocení vlivu inhibujících a stimuluujících látek na klíčivost semen, byly vypracovány i pracovní listy tak, aby žáci měli jasné pokyny o cíli, pomůckách, doby přípravy, pracovního postupu. Součástí pracovních listů byl také vytvořen prostor pro zapisování průběžných výsledků a zjištěný závěr.

3.5 Klíčivost semen s vytvořenými inhibujícími podmínkami – světelný režim

3.5.1 Klíčivost salátu hlávkového (*Lactuca sativa var. capitata*)

Cíl klíčivosti: Pozorovat a zaznamenat si vliv světla a tmy na klíčivost a růst salátu hlávkového.

Pomůcky: 2 ks bílých plastových kelímků 0,2 l, substrát pro výsev a množení semen, množství 20 – 30 ks semen salátu hlávkového, nádobu na zalévání, voda, potravinářská folie, jmenovky s uvedením druhu semene a podmínek pro klíčení, dezinfekční přípravek z řebíčkového oleje nalitého do flakonky (není nutné jeho použití, pouze doporučeno), digitální fotoaparát Canon IXUS.

Doba přípravy: 10 minut

Pracovní postup:

Do bílého plastového kelímku o obsahu 0,2 l nasypeme substrát pro výsev a množení semen tak, aby substrát byl zároveň s okrajem kelímku. Substrát mírně stlačíme, a pokud nedosahuje okraje kelímku, znovu ještě přisypeme. Do zarovnaného substrátu mírně prstem naznačíme rýhu o šířce 5 mm a hloubce také do 5 mm. Do této rýhy vysejeme 10 ks semen salátu hlávkového. Takto budeme mít naplněné 2 ks kelímků. Substrát zakropíme vodou a povrch zeminy pomocí rozprašovače ošetříme dezinfekčním přípravkem. Každý bílý plastový kelímek obalíme přes okraj potravinářskou folií tak, aby substrát nemohl vyschnout.

Jeden kelímek opatřený jmenovkou umístíme na okenní parapet a druhý kelímek také opatřený jmenovkou umístíme ve třídě do uzavíratelné neprůhledné skříňky.

Monitorování:

Každý den provádíme vizuální kontrolu obou kelímků a v případě změny stavu si zapisujeme do pracovního listu, případně vytvoříme fotodokumentaci pomocí fotoaparátu.

3.5.2 Klíčivost salátu hlávkového (*Lactuca sativa var. capitata*) za úplňku

Cíl klíčivosti: Pozorovat a zaznamenat si vliv měsíční fáze – úplňku na klíčivost a růst semen salátu hlávkového.

Pomůcky: 1 ks bílých plastových kelímků 0,2 l, substrát pro výsev a množení semen, 10 ks semen salátu hlávkového, nádobu na zalévání, voda, potravinářská folie, jmenovky s uvedením druhu semene a podmínek pro klíčení, dezinfekční přípravek z řebíčkového oleje nalitého do flakonky (není nutné jeho použití, pouze doporučené), digitální fotoaparát Canon IXUS.

Doba přípravy: stanovit den a hodinu úplňku + 10 minut

Pracovní postup:

Do bílého plastového kelímku o obsahu 0,2 l nasypeme substrát pro výsev a množení semen tak, aby substrát byl zároveň s okrajem kelímku. Substrát mírně stlačíme, a pokud nedosahuje okraje kelímku, znovu ještě přisypeme. Do zarovnaného substrátu mírně prstem naznačíme rýhu o šířce 5 mm a hloubce také do 5 mm. Do této rýhy vysejeme 10 ks semen salátu hlávkového. Takto budeme mít naplněný 1 kelímek. Substrát zakropíme vodou a povrch zeminy pomocí rozprašovače ošetříme dezinfekčním přípravkem. Bílý plastový kelímek obalíme přes okraj potravinářskou folií tak, aby substrát nemohl vyschnout.

Kelímek opatřený jmenovkou umístíme na okenní parapet.

Monitorování:

Každý den provádíme vizuální kontrolu kelímku a v případě změny stavu, si zapisujeme do pracovního listu případně vytvoříme fotodokumentaci pomocí fotoaparátu.

3.6 Klíčivost semen za použití biologicky aktivních látek

3.6.1 Klíčivost čočky jedlé (*Lens culinaris*)

Cíl klíčivosti: Pozorovat a zaznamenat si vliv použití různých roztoků při zalévání na klíčivost a růst čočky jedlé.

Pomůcky: 5 ks bílých plastových kelímků 0,2 l, substrát pro výsev a množení semen, 50 ks semen čočky jedlé, nádobu na zalévání, voda, 2 ks šálků, 2 sklenice 0,5 l, jemné sítko, sáček zeleného čaje PICKWICK, káva, kámen – šungit, mikrovlnná trouba Zelmer s příkonem 700 W, varná konvice, kávovar Philips SAECO 7g, potravinářská folie, jmenovky s uvedením druhu semene a podmínek ošetření, dezinfekční přípravek z řebíčkového oleje nalitého do flakonky (není nutné jeho použití, pouze doporučené), digitální fotoaparát Canon IXUS.

Doba přípravy: 72 hodin (příprava šungitové vody) + 1 den (příprava zeleného čaje a kávy) + 45 minut

Pracovní postup:

Příprava zeleného čaje: Do varné konvice napustíme vodu z vodovodního kohoutku a přivedeme ji k varu. Do šálku vložíme sáček zeleného čaje, který zalijeme vroucí vodou a necháme louhovat 3 minuty. Čaj necháme zcela zchladnout.

Příprava kávy: Do určené nádoby v kávovaru napustíme vodu z vodovodního kohoutku a do nádoby pro mletí nasypeme zrnkovou kávu. Pomocí tlačítka na kávovaru zhotovíme espresso, které necháme zcela vychladnout.

Příprava nálevu ze šungitu: Šungit promyjeme důkladně několikrát pod tekoucí vodou. Do čisté sklenice nalijeme vodu z vodovodního kohoutku a vložíme omytý šungit. Takto naplněnou sklenici postavíme na světlé místo - na okenní parapet a nezakrýváme ji. Po 72 hodinách vodu slijeme přes jemné sítko.

Příprava vody z mikrovlnné trouby: Vodu z vodovodního kohoutku nalijeme do sklenice a umístíme ji na 5 minut do mikrovlnné trouby nastavené na maximum. Poté sklenici vyjmeme a vodu necháme zcela vychladnout.

Do bílého plastového kelímku o obsahu 0,2 l nasypeme substrát pro výsev a množení semen tak, aby substrát byl zároveň s okrajem kelímku. Substrát mírně stlačíme, a pokud nedosahuje okraje kelímku, znovu ještě přisypeme. Do zarovnaného substrátu mírně prstem naznačíme rýhu o šířce 5 mm a hloubce také do 5 mm. Do této rýhy vložíme 10 ks stejně ošetřených semen čočky jedlé. Takto budeme mít naplněných 5 ks kelímků. Substrát pomocí rozprašovače ošetříme dezinfekčním přípravkem a:

- a) 1 ks kelímku zalijeme vodou
- b) 1 ks kelímku zalijeme vodou z mikrovlnné trouby
- c) 1 ks kelímku zalijeme zeleným čajem
- d) 1 ks kelímku zalijeme espresem
- e) 1 ks kelímku zalijeme vodou ze šungitu

Každý bílý plastový kelímek obalíme přes okraj potravinářskou folií, tak aby substrát nemohl vyschnout. Všech 5 kelímků opatřených jmenovkami umístíme na okenní parapet.

Monitorování:

Každý den provádíme vizuální kontrolu všech kelímků a v případě změny stavu si zapisujeme do pracovního listu, případně vytvoříme fotodokumentaci pomocí fotoaparátu.

3.6.2 Klíčivost hořčice seté (*Sinapis alba*)

Cíl klíčivosti: Pozorovat a zaznamenat si vliv použití různých roztoků při zalévání na klíčivost a růst hořčice seté.

Pomůcky: 5 ks bílých plastových kelímků 0,2 l, substrát pro výsev a množení semen, 100 ks semen hořčice seté, nádobu na zalévání, voda, 2 ks šálků, 2 sklenice 0,5 l, jemné sítko, sáček zeleného čaje PICKWICK, káva, kámen – šungit, mikrovlnná trouba Zelmer s příkonem 700 W, varná konvice, kávovar Philips SAECO 7g, potravinářská folie, jmenovky s uvedením druhu semene a podmínek ošetření, dezinfekční přípravek z řebíčkového oleje nalitého do flakonky (není nutné jeho použití, pouze doporučené), digitální fotoaparát Canon IXUS.

Doba přípravy: 72 hodin (příprava šungitové vody) + 1 den (příprava zeleného čaje a kávy) + 45 minut

Pracovní postup:

Příprava zeleného čaje: Do varné konvice napustíme vodu z vodovodního kohoutku a přivedeme ji k varu. Do šálku vložíme sáček zeleného čaje, který zalijeme vroucí vodou a necháme louhovat 3 minuty. Čaj necháme zcela zchladnout.

Příprava kávy: Do určené nádoby v kávovaru napustíme vodu z vodovodního kohoutku a do nádoby pro mletí nasypeme zrnkovou kávu. Pomocí tlačítka na kávovaru zhotovíme espresso, které necháme zcela vychladnout.

Příprava nálevu ze šungitu: Šungit promyjeme důkladně několikrát pod tekoucí vodou. Do čisté sklenice nalijeme vodu z vodovodního kohoutku a vložíme omytý šungit. Takto naplněnou sklenici postavíme na světlé místo - na okenní parapet a nezakrýváme ji. Po 72 hodinách vodu slijeme přes jemné sítko.

Příprava vody z mikrovlnné trouby: Vodu z vodovodního kohoutku nalijeme do sklenice a umístíme ji na 5 minut do mikrovlnné trouby nastavené na maximum. Poté sklenici vyjmeme a vodu necháme zcela vychladnout.

Do bílého plastového kelímku o obsahu 0,2 l nasypeme substrát pro výsev a množení semen tak, aby substrát byl zároveň s okrajem kelímku. Substrát mírně stlačíme, a pokud nedosahuje okraje kelímku, znovu ještě přisypeme. Do zarovnaného substrátu mírně prstem naznačíme rýhu o šířce 5 mm a hloubce také do 5 mm. Do této rýhy vložíme 20 ks

stejně ošetřených semen hořčice seté. Takto budeme mít naplněných 5 ks kelímků. Substrát pomocí rozprašovače ošetříme dezinfekčním přípravkem a:

- a) 1 ks kelímku zalijeme vodou
- b) 1 ks kelímku zalijeme vodou z mikrovlnné trouby
- c) 1 ks kelímku zalijeme zeleným čajem
- d) 1 ks kelímku zalijeme espresem
- e) 1 ks kelímku zalijeme vodou ze šungitu

Každý bílý plastový kelímek obalíme přes okraj potravinářskou folií, tak aby substrát nemohl vyschnout. Všech 5 kelímků opatřených jmenovkami umístíme na okenní parapet.

Monitorování:

Každý den provádíme vizuální kontrolu všech kelímků a v případě změny stavu, si zapisujeme do sešitu případně vytvoříme fotodokumentaci pomocí fotoaparátu.

3.7 Stratifikace

3.7.1 Klíčivost tykve obecné (*Cucurbita pepo*)

Cíl klíčivosti: Pozorovat a zaznamenat si vliv chladové stratifikace na klíčivost a růst tykve obecné.

Pomůcky: 2 ks bílých plastových kelímků 0,2 l, substrát pro výsev a množení semen, 4 ks semen tykve obecné, nádobu na zalévání, voda, potravinářská folie, jmenovky s uvedením druhu semene a podmínek pro klíčení, skleněná miska, papírový sáček, chladnička LIEBHER, dezinfekční přípravek z řebíčkového oleje nalitého do flakonky (není nutné jeho použití, pouze doporučené), digitální fotoaparát Canon IXUS.

Doba přípravy: 3 měsíce před pokusem (stratifikace semen tykve obecné v lednici) + 10 minut

Pracovní postup:

Stratifikace: 2 ks semen tykve obecné umístíme do misky na 3 měsíce do chladničky. Zbylé 2 ks semen si ponecháme v papírovém sáčku v tmavé uzavíratelné skříňce ve školní třídě 6. A a 6. B.

Do bílého plastového kelímku o obsahu 0,2 l nasypeme substrát pro výsev a množení semen tak, aby substrát byl zároveň s okrajem kelímku. Substrát mírně stlačíme a pokud nedosahuje okraje kelímku, znovu ještě přisypeme. Do zarovnaného substrátu mírně prstem naznačíme rýhu o šířce 1,5 cm a hloubce také do 1,5 cm. Do této rýhy vysejeme 2 ks semen tykve obecné. Takto budeme mít naplněné 2 ks kelímků. Substrát zakropíme vodou a povrch zeminy pomocí rozprašovače ošetříme dezinfekčním přípravkem. Každý bílý plastový kelímek obalíme přes okraj potravinářskou folií tak, aby substrát nemohl vyschnout. Oba kelímky opatřené jmenovkami umístíme na okenní parapet.

Monitorování:

Každý den provádíme vizuální kontrolu obou kelímků a v případě změny stavu, si zapisujeme do pracovního listu případně vytvoříme fotodokumentaci pomocí fotoaparátu.

3.8 Skarifikace

3.8.1 Klíčivost datlovníku pravého (*Phoenix dactylifera*)

Cíl klíčivosti: Pozorovat a zaznamenat si vliv skarifikace na klíčivost a růst datlovníku pravého.

Pomůcky: 3 ks bílých plastových kelímků 0,2 l, substrát pro výsev a množení semen, 9 ks semen datlovníku pravého, nádobu na zalévání, voda, písek, ostrý nůž, sklenice s víčkem,

potravinářská folie, jmenovky s uvedením druhu semene a podmínek ošetření, dezinfekční přípravek z řebíčkového oleje nalitého do flakonky (není nutné jeho použití, pouze doporučené), digitální fotoaparát Canon IXUS.

Doba přípravy: 20 minut

Pracovní postup:

Vezmeme 3 ks datlovníku pravého, kterého vložíme do uzavíratelné sklenice, do které jsme nasypali 2 lžíce hrubozrnného písku. Sklenici uzavřeme a budeme s ní 5 minut třást, aby písek narušil povrch datlovníku pravého.

Další 3 ks datlovníku pravého podélně nařízneme ostrým nožem tak, aby se narušil pouze jejich povrch.

Poslední 3 ks datlovníku pravého nijak neupravujeme ani neošetřujeme.

Do bílého plastového kelímku o obsahu 0,2 l nasypeme substrát pro výsev a množení semen tak, aby substrát byl zároveň s okrajem kelímku. Substrát mírně stlačíme, a pokud nedosahuje okraje kelímku, znovu ještě přisypeme. Do zarovnaného substrátu mírně prstem naznačíme rýhu o šířce 1 cm a hloubce také do 1 cm. Do této rýhy vložíme 3 ks stejně ošetřených semen datlovníku pravého. Takto budeme mít naplněné 3 ks kelímků. Substrát zakropíme vodou a povrch zeminy pomocí rozprašovače ošetříme dezinfekčním přípravkem. Každý bílý plastový kelímek obalíme přes okraj potravinářskou folií tak, aby substrát nemohl vyschnout. Všechny tři kelímky opatřené jmenovkami umístíme na okenní parapet.

Monitorování:

Každý den provádíme vizuální kontrolu všech kelímků a v případě změny stavu si zapisujeme do pracovního listu, případně vytvoříme fotodokumentaci pomocí fotoaparátu.

3.9 Hypogeické a epigeické klíčení dvouděložných rostlin

3.9.1 Klíčivost hrachu setého (*Pisum sativum*) a fazole obecné (*Phaseolus vulgaris*)

Cíl klíčivosti: Pozorovat a porovnat u dvouděložných rostlin hypogeické a epigeické klíčení.

Pomůcky: 2 ks bílých plastových kelímků 0,2 l, substrát pro výsev a množení semen, 10 ks semen hrachu setého, 3 ks semena fazole obecné, nádobu na zalévání, voda, potravinářská folie, jmenovky s uvedením druhu semene, dezinfekční přípravek z řebíčkového oleje nalitého do flakonky (není nutné jeho použití, pouze doporučené), digitální fotoaparát Canon IXUS.

Doba přípravy: 10 minut

Pracovní postup:

Do bílého plastového kelímku o obsahu 0,2 l nasypeme substrát pro výsev a množení semen tak, aby substrát byl zároveň s okrajem kelímku. Substrát mírně stlačíme, a pokud nedosahuje okraje kelímku, znovu ještě přisypeme. Do zarovnaného substrátu mírně prstem naznačíme rýhu o šířce 1,5 cm a hloubce také do 1,5 cm. Do této rýhy vložíme 10 ks semen hrachu setého. Tento postup opakujeme, ale do rýhy druhého kelímku vložíme 3 ks semene fazole obecné. Substrát zakropíme vodou a povrch zeminy pomocí rozprašovače ošetříme dezinfekčním přípravkem. Bílý plastový kelímek obalíme přes okraj potravinářskou folií tak, aby substrát nemohl vyschnout. Kelímky opatřené jmenovkami umístíme na okenní parapet.

Monitorování:

Každý den provádíme vizuální kontrolu a při změně stavu, si zapisujeme do pracovního listu, případně vytvoříme fotodokumentaci pomocí fotoaparátu.

3.10 Hypogeické a epigeické klíčení jednoděložných rostlin

3.10.1 Klíčivost kukuřice seté (*Zea mays*) a cibule kuchyňské (*Allium cepa*)

Cíl klíčivosti: Pozorovat a porovnat u jednoděložných rostlin hypogeické a epigeické klíčení.

Pomůcky: 2 ks bílých plastových kelímků 0,2 l, substrát pro výsev a množení semen, 9 ks semen kukuřice seté, 9 ks semen cibule kuchyňské, nádobu na zalévání, voda, potravinářská folie, jmenovky s uvedením druhu semene, dezinfekční přípravek z řebíčkového oleje nalitého do flakonky (není nutné jeho použití, pouze doporučené), digitální fotoaparát Canon IXUS.

Doba přípravy: 10 minut

Pracovní postup:

Do bílého plastového kelímku o obsahu 0,2 l nasypeme substrát pro výsev a množení semen tak, aby substrát byl zároveň s okrajem kelímku. Substrát mírně stlačíme, a pokud nedosahuje okraje kelímku, znovu ještě přisypeme. Do zarovnaného substrátu mírně prstem naznačíme rýhu o šířce 1,5 cm a hloubce také do 1,5 cm. Do této rýhy vložíme 9 ks semen kukuřice seté. Tento postup opakujeme, ale do rýhy druhého kelímku vložíme 9 ks semene cibule kuchyňské. Substrát zakropíme vodou a povrch zeminy pomocí rozprašovače ošetříme dezinfekčním přípravkem. Bílý plastový kelímek obalíme přes okraj potravinářskou folií tak, aby substrát nemohl vyschnout. Kelímky opatřené jmenovkami umístíme na okenní parapet.

Monitorování:

Každý den provádíme vizuální kontrolu a při změně stavu si zapisujeme do pracovního listu, případně vytvoříme fotodokumentaci pomocí fotoaparátu.

3.11 Poznávací test běžně dostupných semen

Při vypracování poznávacího testu jsem se zaměřila pouze na vybraná semena, se kterými žáci pracovali. Fotografie, které jsme společně pořídili, byly žákům známé, protože si je přikládali k pracovním listům a někteří si je dokonce vkládali i do školních sešitů. Aby žáci pracovali samostatně, vypracovala jsem variantu testů A i B.

Do diplomové práce jsem nevkládala všechny vypracované testy, protože testy v příloze musely být pouhé kopie a anonymní. Navíc by diplomová práce byla zbytečně zatížena přílohami. Tyto testy jsou vedeny v Příloze 2 - 9. V šestých třídách, kde testy probíhaly, však anonymní nebyly a žáci z nich byli klasifikováni. Pro správné vyhodnocení závěrů jsem však vybrala vždy z každé třídy 2 testy od žáků, kteří jsou celkově s prospěchem hodnoceni výborně a 2 testy od žáků, kteří jsou celkově s prospěchem hodnoceni dobře až nedostatečně.

Poznávací test běžně dostupných semen – varianta A

1. Podle semen obrázků napiš názvy rostlin



.....

.....

.....

2. Přiřaď správně názvy rostlin k obrázkům

Kukuřice setá

Hořčice setá

Čočka jedlá

Oves setý



3. Vysvětli pojem hypogeické klíčení

Poznávací test běžně dostupných semen – varianta B

4. Podle semen obrázků napiš názvy rostlin



.....

.....

.....

5. Přiřaď správně názvy rostlin k obrázkům

Cibule kuchyňská

Salát hlávkový

Tykev obecná

Hrách setý



6. Vysvětli pojem epigeické klíčení

4. VÝSLEDKY

4.1 Stimulující a inhibující podmínky pro klíčení semen

Pro přehlednost prováděných pokusů klíčivosti byla vypracovaná Tabulka 1, ve které je přehledně vyznačeno jaké stimulující, nebo inhibující podmínky byly vytvořeny pro klíčení semen.

Tabulka 1. Stimulující a inhibující podmínky pro klíčení semen

Název	Podmínky										
	Zalévání										
	Světlo	Tma	Úplněk	Voda	Voda z mikrovlnky	Šungit	Zelený čaj	Espresso	Stratifikace	Skarifikace	Bez ošetření
Salát hlávkový	x	x	x								
Čočka jedlá				x	x	x	x	x			
Hořčice setá				x	x	x	x	x			
Tykev obecná									x		x
Datle										x	x
Hrách setý											x
Fazole obecná											x
Cibule kuchyňská											x
Kukuřice setá											x

4.2 Hypogeické a epigeické klíčení u jednoděložných a dvouděložných rostlin

Tabulka 2. Hypogeické a epigeické klíčení u jednoděložných a dvouděložných rostlin

Název	Znaky rostlin		Druhy klíčení	
	Jednoděložné	Dvouděložné	Hypogeické	Epigeické
Cibule kuchyňská	x			x
Kukuřice setá	x		x	
Fazole obecná		x		x
Hrách setý		x	x	
Čočka jedlá		x	x	
Hořčice setá		x		x
Oves setý	x		x	
Salát hlávkový		x		x
Tykev obecná		x		x

V Tabulce 2 jsou u použitých semen rozlišeny jejich základní znaky a druh klíčení. Barevně jsou pak označena semena, u kterých byly prováděny pokusy klíčení. Pro srovnání byla vždy vybrána dvojice, ve které byla semena jednoděložné a dvouděložné rostliny, ale s rozdílným druhem klíčení. Při pokusech pak bylo jasně zřetelné, které semeno klíčí hypogeicky a které epigeicky.

4.3 Celkové zhodnocení klíčivosti za použití stimulačních a inhibujících podmínek

Tabulka 3: Celkové zhodnocení klíčivosti za použití stimulačních a inhibujících podmínek

Název	Ošetření a porovnání klíčivosti (ve dnech)								Celková sledovaná klíčivost (počet dní)	Zhodnocení
	Voda	Voda z mikrovlnky	Čaj	Káva	Šungit	Stratifikace	Skarifikace	Bez ošetření		
Salát hlávkový	4								7	Téměř žádný rozdíl v klíčivosti, zásadní rozdíl až při růstu rostlinek (světlo-výborný vliv, tma - špatný vliv), za úplňku stejná vitalita klíčků a semenáčků
Čočka jedlá	4	4	6	5	4				10	Rozdílná klíčivost, nejlepší růst semenáčků po zalévání obyčejnou vodou a šungitem, nejhorší káva a čaj
Hořčice setá	3	3	4	6	3				11	Nejlepší šungitová voda (vysoká vitalita), nejhorší zalévání kávou
Tykev obecná						5		9	10	V začátku zásadní rozdíl v klíčivosti (stratifikace-urychlené klíčení, bez ošetření-pomalé klíčení), v dlouhodobém horizontu bez ošetření zásadní obrát v růstu tak, že nebyl vidět rozdíl
Datle							0	0	20	Klíčovost nulová
Hrách setý								4	10	Žádná specifika - porovnávání s epigeickým klíčením
Fazole obecná								5	20	Žádná specifika - porovnávání hypogeickým klíčením
Cibule kuchyňská								5	10	Žádná specifika - porovnávání hypogeickým klíčením
Kukuřice setá								5	10	Žádná specifika - porovnávání s epigeickým klíčením

Na základě výsledků klíčivosti, které si žáci zapisovali do pracovních listů, jsme pro přehlednost zpracovali Tabulku 3 ve které je stručně popsáno hodnocení klíčivosti za použití stimulačních a inhibujících látek. V tabulce je také uvedena doba, za kterou

vybraná semena začala klíčit a celková sledovaná klíčivost ve dnech. Ve školních podmínkách nebylo možné dodržet u všech rostlinek stejnou dobu sledovanosti, protože v období pokusů byly i víkendy a jarní prázdniny. Pokud byl víkend nebo i jarní prázdniny došlo při slunných dnech k rychlejšímu růstu rostlinek, a proto se na některých fotografiích může zdát doba růstu mnohem kratší nebo delší s porovnáním s jinými semenáčky. Přesto ve školních podmínkách je sledovaná doba klíčivosti z celkového pohledu téměř vyrovnaná.

4.4 Celkové zhodnocení přípravy žáků na výsev semen

Výuka žáků v šestých třídách od začátku školního roku probíhala standardně podle učebních osnov i plánů. U žáků jsem zaznamenala, že se u nich při výuce vyskytují nesmyslné odpovědi na jednoduché otázky. Příkladem bych uvedla odpověď na mnou položenou otázku: „Do jakého řádu savců řadíme veverku obecnou?“ žáci ve většině případů odpovídali „hmyzožravec“. Až když jsem žáky upozornila, že veverka obecná je hlodavec, některé žáky napadlo, že „louská“ oříšky.

Na základě těchto špatných odpovědí jsem se ve spolupráci s RNDr. Šerou Boženou, Ph.D. dohodla na tématu své diplomové práce. Biologickými pokusy ve školním prostředí jsem chtěla u žáků projevit zájem o přírodu kolem nich.

Zpočátku se u žáků šestých tříd zdálo, že o výsev semen nebudou mít zájem, ale při objevení prvních klíčků a experimentech byl nakonec tak velký zájem, že někteří z nich pokračují i dodnes, ale v domácích podmínkách.

Přínos této diplomové práce pro žáky byl ten, že se naučili velmi snadno rozeznávat běžně dostupná semena, se kterými pracovali i to jak vypadá hypogeické a epigeické klíčení.

4.5 Výsledky z klíčivosti a růstu semen s vytvořenými inhibujícími podmínkami – světelný režim

4.5.1 Výsledky z klíčivosti a růstu salátu hlávkového (*Lactuca sativa* var. *capitata*)

Průběžné výsledky:

Na základě zkoumání žáků z pracovních listů bylo zjištěno, že potravinářská folie byla po dobu klíčivosti mírně orosená a tím nedocházelo k vysychání substrátu. Tím značně ubyla práce se zaléváním a možnému riziku vzniku přelití nebo naopak vyschnutí substrátu. Podmínky z pohledu vlhkosti byly i v provizorních školních podmínkách 100 % zajištěny. Žáci 6. A zakládali pokus v týdnu jasného a slunného počasí a žáci 6. B o týden později, kdy bylo zataženo. První semena při slunných dnech vyklíčila za 4 dny. Při porovnávání svých poznatků zjistili, že při slunných dnech semena vyklíčila až o 2 dny dřív než když bylo zataženo. Také semena ve skříně vyklíčila za stejnou dobu jako semena při špatném počasí.



Obrázek 15. Klíčivost a růst salátu hlávkového za 4 dny (vlastní fotografie)



Obrázek 16. Klíčivost a růst salátu hlávkového po 7 dnech (vlastní fotografie)



Obrázek 17. Klíčivost a růst salátu hlávkového po 7 dnech (vlastní fotografie)

Závěr:

Rozdíl v klíčivosti mezi světlem a tmou nebyl téměř žádný. Veškerá vysetá semena vzešla ve stejný den. Rozdíl jsme pozorovali pouze u krásného jasného slunného počasí, kdy klíčivost byla urychlena oproti tmě a zatažené obloze.

Zcela zásadní rozdíl však nastal až při růstu rostlinek, protože semenáčky ve tmě byly tenké, vytáhlé a bílé. Naproti tomu semenáčky umístěné na okenním parapetu byly krátké, vitální a jasně zelené.

4.5.2 Výsledky z klíčivosti a růstu salátu hlávkového (*Lactuca sativa* var. *capitata*) za úplňku

Průběžné výsledky:

Na základě zkoumání žáků z pracovních listů bylo zjištěno, že potravinářská folie byla po dobu klíčivosti mírně orosená a tím nedocházelo k vysychání substrátu. Tím značně ubyla práce se zaléváním a možnému riziku vzniku přelití nebo naopak vyschnutí substrátu. Podmínky z pohledu vlhkosti byly i v provizorních školních podmínkách 100 % zajištěny. Žáci ve spolupráci s rodiči a školou zaseli semena 31. března 2018 ve 22:00 hod. při úplňku.



Obrázek 18. Klíčivost a růst salátu hlávkového za úplňku po 4 dnech (vlastní fotografie)



Obrázek 19. Klíčivost a růst salátu hlávkového za úplňku po 7 dnech (vlastní fotografie)

Závěr:

Klíčivost semen setých za úplňku s porovnáním setí za denního světla, v den kdy neměl být úplněk, nebyl ve školních podmínkách žádný. První semena vyklíčila za 4 dny a klíčky i později semenáčky vykazovaly stejnou vitalitu, jako když semena byla vysetá za dne, kdy neměl nastat úplněk.

4.6 Výsledky z klíčivosti a růstu semen za použití biologicky aktivních látek

4.6.1 Výsledky z klíčivosti a růstu čočky jedlé (*Lens culinaris*)

Průběžné výsledky:

Na základě zkoumání žáků z pracovních listů bylo zjištěno, že potravinářská folie byla po dobu klíčivosti mírně orosená a tím nedocházelo k vysychání substrátu. Tím značně ubyla práce se zaléváním a možnému riziku vzniku přelití nebo naopak vyschnutí substrátu. Podmínky z pohledu vlhkosti byly i v provizorních školních podmínkách 100 % zajištěny. Žáci 6. A zakládali pokus v týdnu jasného a slunného počasí a žáci 6. B o týden později, kdy bylo zataženo. Při porovnávání svých poznatků zjistili, že při slunných dnech semena vyklíčila až o 2 dny dříve než když bylo zataženo. První semena vyklíčila po 4 dnech.

Zalévání vodou: Klíčivost semen byla vysoká, vyklíčené semenáčky vykazovaly vysokou vitalitu.

Zalévání vodou z mikrovlnné trouby: Klíčivost semen se zdála narušená, protože některé vyklíčené semenáčky vykazovali malou deformaci, ale celkově byly podobné vitalitou jako ty, které byly zalévány vodou.

Zalévání zeleným čajem: Klíčivost semen byla oproti ostatním nejhorší. Semenáčky byly vitální, ale opožděné. Klíčivost byla o 2 dny delší.

Zalévání espresem: Klíčivost semen byla také celkově horší a oproti zelenému čaji byla však o 1 den rychlejší.

Zalévání šungitem: Klíčivost těchto semen byla oproti zaléváním vodou horší, ale vyklíčily ve stejné době. V porovnání se zeleným čajem a espresem vyklíčilo více semen.



Obrázek 20. Srovnání klíčivosti a růstu čočky jedlé po 5 dnech (vlastní fotografie)



Obrázek 21. Srovnání klíčivosti a růstu čočky jedlé po 10 dnech (vlastní fotografie)

Závěr:

Rozdíl v klíčivosti za použití různých roztoků byl rozdílný. Vysetá semena čočky jedlé zalévaná obyčejnou vodou, vodou z mikrovlnné trouby a šungitovou vodou vzešla ve

stejný den = 4. den při slunečném počasí, 6. den při zatažené obloze. Velký rozdíl jsme pozorovali pouze u semen čočky jedlé zalévaných kávou a zeleným čajem, protože doba klíčivosti se u kávy prodloužila o 1 den a u zeleného čaje až o 2 dny.

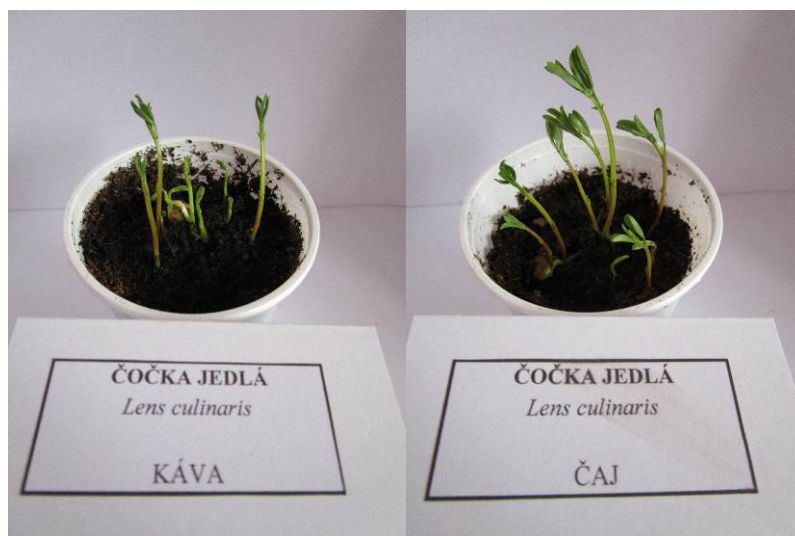
Z pozorování jsme vyhodnotili, že nejlepší růst semenáčků vykazovalo zalévání obyčejnou vodou a šungitovou vodou. Tyto semenáčky vykazovaly vysokou vitalitu. Také voda z mikrovlnné trouby byla pro růst semenáčků vhodná a po počáteční deformaci zůstaly pouze semenáčky s dobrou vitalitou.



Obrázek 22. Nejlepší vliv stimulačních látek při klíčení a růstu čočky jedlé – porovnání (vlastní fotografie)

Největším překvapením byl velký rozdíl při zalévání espresem a zeleným čajem. Při klíčivosti jsme vyhodnotili, že pro zalévání bylo mnohem lepší espresso než zelený čaj. Pro další růst semenáčků bylo však zalévání espresem mnohem fatálnější. Tyto semenáčky

ztrácely svou vitalitu a vůbec nepřirůstaly. Při dalším zaléváním zeleným čajem se vitalita semenáčků výrazně zlepšila.



Obrázek 23. Nejhorší vliv stimulačních látek při klíčení a růstu čočky jedlé – porovnání (vlastní fotografie)

4.6.2 Výsledky z klíčivosti a růstu hořčice seté (*Sinapis alba*)

Průběžné výsledky:

Na základě zkoumání žáků z pracovních listů bylo zjištěno, že potravinářská folie byla po dobu klíčivosti mírně orosena a tím nedocházelo k vysychání substrátu. Tím značně ubyla práce se zaléváním a možném riziku vzniku přelití nebo naopak vyschnutí substrátu. Podmínky z pohledu vlhkosti byly i v provizorních školních podmínkách 100 % zajištěny. První semena vyklíčila již po 3 dnech.

Zalévání vodou: Klíčivost semen byla vysoká, vyklíčené semenáčky vykazovaly vysokou vitalitu.

Zalévání vodou z mikrovlnné trouby: Klíčivost semen se zdála narušená, protože některé vyklíčené semenáčky vykazovali malou deformaci nebo místy byla vzcházivost nulová. Celkově však byly podobné vitalitou jako ty, které byly zalévány vodou.

Zalévání zeleným čajem: Klíčivost semen byla špatná. Semenáčky nebyly moc vitální a vzcházivost velmi malá. Z počtu 20 semen jich sešla polovina. Klíčivost byla o 1 den delší.

Zalévání espresem: Klíčivost semen byla také nejhorší a dokonce ještě je o 2 dny delší než při zalévání zeleným čajem. Z počtu 20 semen jich sešlo pouhé 4, což je pouhá jedna desetina.

Zalévání šungitem: Klíčivost těchto semen byla nejlepší. Semenáčky vykazovaly největší vitalitu a to se projevilo i bujností při růstu v dalších dnech.



Obrázek 24. Srovnání klíčivosti a růstu hořčice seté po 6 dnech (vlastní fotografie)



Obrázek 25. Srovnání klíčivosti a růstu hořčice seté po 11 dnech (vlastní fotografie)

Závěr:

Rozdíl v klíčivosti za použití různých roztoků byl rozdílný. Vysetá semena hořčice seté zalévaná obyčejnou vodou, vodou z mikrovlnné trouby a šungitovou vodou vzešla již 3. den. Velký rozdíl jsme pozorovali pouze u semen hořčice seté zalévaných kávou a zeleným čajem, protože doba klíčivosti se u zeleného čaje prodloužila o 1 den a u kávy až o 2 dny.

Z pozorování jsme vyhodnotili, že nejlepší růst semenáčků vykazovalo jednoznačně zalévání šungitovou vodou. Tyto semenáčky vykazovaly velmi vysokou vitalitu. Také obyčejná voda a voda z mikrovlnné trouby byla pro růst semenáčků vhodná a po počáteční deformaci klíčení vodou z mikrovlnné trouby zůstaly pouze semenáčky s dobrou vitalitou.

Největším překvapením byl velký rozdíl při zalévání espresem a zeleným čajem. Při klíčivosti jsme vyhodnotili, že pro zalévání byl mnohem výhodnější zelený čaj, protože zalévání espresem bylo pro semenáčky fatální. Tyto semenáčky ztrácely svou vitalitu, vůbec nepřirůstaly až nakonec uvadly. Také zaléváním zeleným čajem se vitalita semenáčků moc nezlepšila, ale růst pokračoval.



Obrázek 26. Nejhorší vliv stimulačních látek při klíčení a růstu hořčice seté (vlastní fotografie)

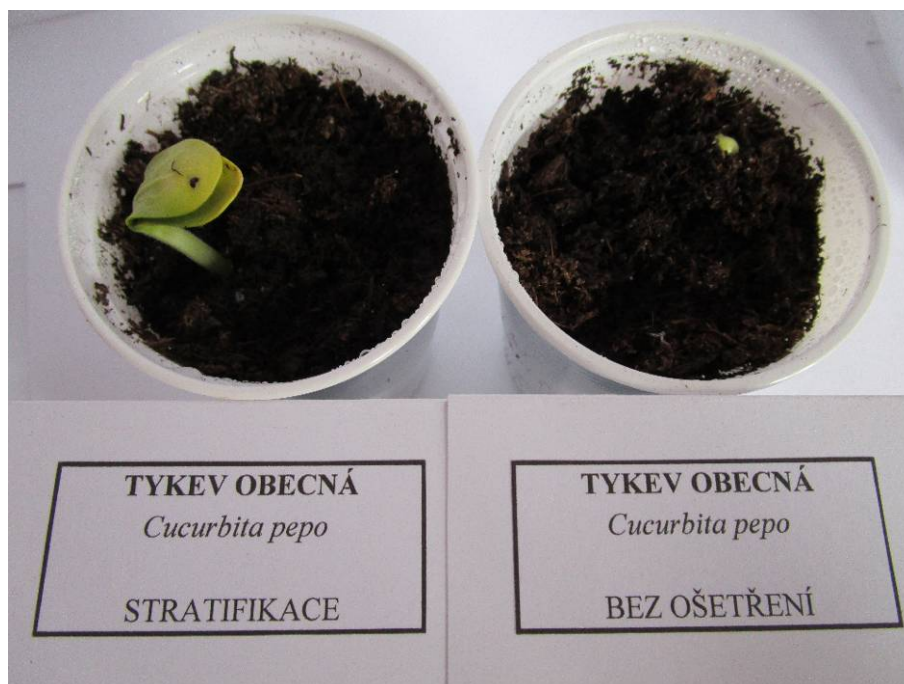
4.7 Výsledky ze stratifikace

4.7.1 Výsledky z klíčivosti a růstu tykve obecné (*Cucurbita pepo*)

Průběžné výsledky:

Na základě zkoumání žáků z pracovních listů bylo zjištěno, že potravinářská folie byla po dobu klíčivosti mírně orosená a tím nedocházelo k vysychání substrátu. Tím značně ubyla práce se zaléváním a možnému riziku vzniku přelití nebo naopak vyschnutí substrátu. Podmínky z pohledu vlhkosti byly i v provizorních školních podmínkách 100 % zajištěny. Žáci 6. A zakládali pokus v týdnu jasného a slunného počasí a žáci 6. B o týden později, kdy

bylo zataženo. Při porovnávání svých poznatků zjistili, že při slunných dnech semena vyklíčila až o 2 dny dřív než když bylo zataženo. První semena vzešla po 5 dnech.



Obrázek 27. Klíčivost a růst tykve obecné po 5 dnech (vlastní fotografie)



Obrázek 28. Klíčivost a růst tykve obecné po 10 dnech (vlastní fotografie)

Závěr:

Stratifikace zásadně ovlivnila klíčivost semen. Stratifikovaná semena byla o 4 dny rychleji vyklíčená než neošetřená semena. Během 5ti dalších dnů však nastal velký obrat v tom, že neošetřená semena začala dohánět v růstu stratifikovaná semena. Všechna semena byla zcela vitální a při dalším dlouhodobějším horizontu v růstu semenáčků tykví nebyl vidět žádný rozdíl.

4.8 Výsledky ze skarifikace

4.8.1 Výsledky klíčivosti datlovníku pravého (*Phoenix dactylifera*)

Průběžné výsledky:

Na základě zkoumání žáků z pracovních listů příloha bylo zjištěno, že potravinářská folie byla po dobu klíčivosti mírně orosena a tím nedocházelo k vysychání substrátu. Tím značně ubyla práce se zaléváním a možným riziku vzniku přelití nebo naopak vyschnutí substrátu. Podmínky z pohledu vlhkosti byly i v provizorních školních podmínkách 100 % zajištěny. Žáci 6. A zakládali pokus v týdnu jasného a slunného počasí a žáci 6. B o týden později, kdy bylo zataženo. Při porovnávání svých poznatků zjistili, že ani v jedné třídě se nepodařilo získat žádné informace o klíčení a růstu datlovníku pravého ať už různými způsoby ošetření nebo neošetření.



Obrázek 29. Klíčivost a růst datlovníku pravého po 7 dnech (vlastní fotografie)



Obrázek 30. Klíčivost a růst datlovníku pravého po 20 dnech (vlastní fotografie)

Závěr:

V provizorních školních podmínkách není možné přesně vyhodnotit, proč vůbec nedošlo ke klíčivosti datlovníku pravého.

4.9 Výsledky z hypogeického a epigeického klíčení dvouděložných rostlin

4.9.1 Výsledky z klíčivosti hrachu setého (*Pisum sativum*) a fazole obecné (*Phaseolus vulgaris*)

Průběžné výsledky:

Na základě zkoumání žáků z pracovních listů bylo zjištěno, že potravinářská folie byla po dobu klíčivosti mírně orosená a tím nedocházelo k vysychání substrátu. Tím značně ubyla práce se zaléváním a možnému riziku vzniku přelití nebo naopak vyschnutí substrátu. Podmínky z pohledu vlhkosti byly i v provizorních školních podmínkách 100 % zajištěny. Po 4 dnech žáci zaznamenali, že hrách setý začal klíčit a dle cíle práce zkoumali jak vypadá hypogeické klíčení. Hypogeické klíčení pak porovnávali s epigeickým klíčením fazole obecné, která začala klíčit také za 5 dní, a došly k závěru, že semena u hypogeického klíčení zůstávají v půdě a nedostanou se na povrch jako u epigeického klíčení.



Obrázek 31. Klíčivost a růst hrachu setého po 4 dnech (vlastní fotografie)



Obrázek 32. Klíčivost a růst fazole obecné po 5 dnech (vlastní fotografie)



Obrázek 33. Klíčivost a růst hrachu setého po 7 dnech (vlastní fotografie)



Obrázek 34. Klíčivost a růst fazole obecné za 20 dní (vlastní fotografie)

Závěr:

Žáci z praktického příkladu klíčení hrachu setého a fazole obecné snadněji pochopili teoretický výklad mezi klíčením hypogeickým a epigeickým.

Na semenáčcích hrachu setého bylo vidět, že semeno u hypogeického klíčení zůstalo v zemi a kdyby žáci neměli označeny jmenovkou jaké semeno vyseli, nepoznali by při počátcích klíčení, o jakou rostlinu se jedná. Vysetý hrách nechali dále růst po dobu dalších 3 dny, aby se ho naučili poznávat jako rostlinku.

Na semenáčcích fazole obecné bylo vidět, že semeno u epigeického klíčení bylo vytlačováno směrem nahoru. V případě, že by žáci neměli kelímek opatřený jmenovkou mohli by při epigeickém klíčení určit, že se jedná o fazoli obecnou, protože semínko na semenáčcích bylo jasně viditelné. Vysetou fazoli obecnou nechali dále růst po dobu dalších 15 dnů, aby měli i nadále možnost porovnání se semenáčky hrachu setého.

4.10 Výsledky z hypogeického a epigeického klíčení jednoděložných rostlin

4.10.1 Výsledky z klíčivosti kukuřice seté (*Zea mays*) a cibule kuchyňské (*Allium cepa*)

Průběžné výsledky:

Na základě zkoumání žáků z pracovních listů bylo zjištěno, že potravinářská folie byla po dobu klíčivosti mírně orosená a tím nedocházelo k vysychání substrátu. Tím značně ubyla práce se zaléváním a možnému riziku vzniku přelití nebo naopak vyschnutí substrátu. Podmínky z pohledu vlhkosti byly i v provizorních školních podmínkách 100 % zajištěny. Po pěti dnech žáci zaznamenali, že kukuřice setá a cibule kuchyňská začala klíčit. Dle cíle práce zkoumali jak vypadá hypogeické klíčení. Hypogeické klíčení pak porovnávali s epigeickým klíčením a došli k závěru, že semena u hypogeického klíčení zůstávají v půdě a nedostanou se na povrch jako u epigeického klíčení.



Obrázek 35. Klíčivost a růst kukuřice seté za 5 dní (vlastní fotografie)



Obrázek 36. Klíčivost a růst cibule kuchyňské za 5 dní (vlastní fotografie)



Obrázek 37. Klíčivost a růst kukuřice seté za 10 dní (vlastní fotografie)



Obrázek 38. Klíčivost a růst cibule kuchyňské za 10 dní (vlastní fotografie)

Závěr:

Žáci z praktického příkladu klíčení kukuřice seté a cibule kuchyňské snadněji pochopili teoretický výklad mezi klíčením hypogeickým a epigeickým.

Na semenáčcích kukuřice seté bylo vidět, že semeno u hypogeického klíčení zůstalo v zemi a kdyby žáci neměli označeny jmenovkou jaké semeno vyseli, nepoznali by při počátcích klíčení, o jakou rostlinu se jedná. Vysetou kukuřici nechali dále růst po dobu dalších 5 dní, aby se naučili kukuřici poznávat podle listů.

Na semenáčcích cibule kuchyňské bylo vidět, že semeno u epigeického klíčení bylo vytlačováno směrem nahoru. V případě, že, by žáci neměli kelímek opatřený jmenovkou mohli by při epigeickém klíčení určit, že se jedná o cibuli, protože semínko na semenáčcích bylo jasně viditelné. Vysetou cibuli kuchyňskou nechali dále růst po dobu dalších 5 dnů, aby měli i nadále možnost porovnání se semenáčky kukuřice seté.

4.11 Poznávací test běžně dostupných semen

Výsledky poznávacích testů jsou za třídu 6. A i 6. B výborné. Průměry mezi jednotlivými třídami nejsou tak rozdílné. V 6. A třídě byl průměr 1,69 a v 6. B třídě 1,81. Mezi největší přínos všech biologických testů je, že žáci poznávací test vypracovávali samostatně, nepotřebovali si radit ani podvádět. Dokonce i čas určený na vypracování testů nemusel být dodržen, protože žáci ho vypracovávali s lehkostí a mnohem rychleji, než kdyby jim byla učební látka vysvětlována pouze teoreticky.

5. DISKUSE

Biologické pokusy ve škole se zaměřením na klíčivost a vzházivost semen byly pro děti zajímavé i tím, že byly při nich použity stimulační a inhibiční látky. Pro srovnání byla vždy vysetá semena různých druhů a v souhrnných tabulkách vyhodnocena. Pro žáky šestých tříd byly tyto pokusy přínosem, protože se tak nenásilnou formou naučili rozlišovat běžně dostupná semena a na základě podrobných popisů i zakládat pokusy.

Při klíčivosti byly použity stimulační podmínky pro zalévání jako voda, voda z mikrovlnné trouby, šungit, zelený čaj PICKWICK a káva espresso. Původně si žáci mysleli, že výsledky klíčivosti semen za použití těchto stimulačních látek budou naprosto stejné, ale z pracovních listů došli k závěru, že tomu tak není.

Pro klíčení semen je na prvním místě hodnocena obyčejná voda. Semena po jejím zalévání vždy vyklíčila, dobře rostla a semenáčky byly vitální. Druhou nejlepší stimulační látkou byl šungit. Také v tomto případě vždy semínka vyklíčila ve stejnou dobu jako při zalévání obyčejnou vodou a i při dalším růstu byly semenáčky pořád vitální.

Voda z mikrovlnné trouby nebyla vždy tou nejlepší stimulační látkou. Převážně v počáteční době klíčivosti jsme se žáky zaznamenali, že u semen docházelo k deformaci nebo uvadnutí. Pokud však semena dobře vyklíčila, dařilo se jim pak i po další dobu růstu.

Zelený čaj měl na semena různého druhu trochu jiný vliv. U čočky došlo k opoždění klíčivosti až o 2 dny a klíčivost byla velmi špatná. V delším časovém horizontu však semenáčky byly vitální a jejich růst pokračoval. U hořčice byla klíčivost u zeleného čaje zpožděná o 1 den, avšak klíčivost byla pouze poloviční. U semenáček při dalším zalévání zeleného čaje se sice vitalita postupně zlepšovala, ale nedosahovala nikdy takové vitality jako u zalévání obyčejnou vodou, šungitem a dokonce ani vodou z mikrovlnné trouby.

Káva espresso měla na klíčivost velmi špatný vliv, dokonce až fatální. Opět jako u zeleného čaje se zde potvrdilo, že působila na různé druhy semen jinak. U čočky byla klíčivost o 1 den lepší než zaléváním zeleným čajem, ale pro další růst byla jako stimulační látka velmi špatná. Semenáčky byly slabé a v dlouhodobém horizontu by se dalo i předpokládat, že by uhynuly. U hořčice zalévání kávou bylo fatální. Klíčivost byla o 2 dny delší než u zeleného

čaje a z celkového počtu vyklíčila pouhá desetina semen. Dalším zaléváním u zbytku semenáčků docházelo k uvadání.

Z těchto pokusů došli žáci k závěru, že stimulující látky působí na semena různých druhů jinak, ale z celkového pohledu stejně. Velmi důležité poznání pro žáky bylo, že obyčejná voda, kterou denně používáme, má stejný blahodárny vliv na semena různých druhů.

Při dalším experimentování si žáci chtěli vyzkoušet rozdíl stratifikace a skarifikace. Bohužel u skarifikace a běžného ošetření datlovníku pravého nebyl výsledek žádný. Ve školních podmínkách nebylo možné posoudit, proč nedošlo k vyklíčení žádného semene datlovníku pravého.

U stratifikace tykve se nám však pokus povedl a žáci svým pozorováním zjistili, že stratifikované semeno tykve vyklíčilo o 4 dny dříve než neošetřené semeno. Avšak v dalších dnech neošetřené semeno přirůstalo mnohonásobně rychleji než stratifikované semeno. Dalším zajímavým zjištěním bylo, že v delším časovém horizontu byly rostlinky svým vzrůstem i vitalitou naprosto stejné a bez jmenovky by nikdo nepoznal, které semeno bylo neošetřeno a které stratifikováno.

V rámci biologických pokusů ve škole se žáci seznámili s jednoděložními a dvouděložními rostlinami. Sami se přesvědčili o rozdílnosti těchto základních znaků rostlin a navíc byly vždy vybrány 2 druhy semen a to první druh s hypogeickým klíčením a druhý druh s epigeickým klíčením. Při těchto pokusech se žáci přesvědčili o rozdílnosti klíčení a dokonce se nám podařilo v případě klíčení cibule jasně vidět epigeické klíčení – semínko bylo vytlačováno směrem vzhůru a po celou dobu růstu bylo vidět na vrcholku semenáčku.

Při školních pokusech také žáci zkoumali vliv světla, tmy a úplňku na klíčivost semen a růst semenáčků. Z pracovních listů si žáci vyhodnotili, že za světla, tmy a úplňku semena začala klíčit ve stejný den. Teprve v dlouhodobém horizontu měla na semenáčky neblahý vliv tma. Tyto semenáčky byly vytáhlé, slabé až se samy lámaly. Pro další použití byly nepoužitelné. Úplněk ve školních podmínkách při pozorování neměl žádný významný vliv na klíčivost a růst semenáčků jako když jsme semena vysévali v době, kdy měsíc nebyl v úplňku.

Ze všech provedených pokusů byl vyvozen závěr, že stimulující a inhibující látky mají velký vliv na klíčivost i růst semenáčků.

6. ZÁVĚR

Téma ochrana životního prostředí a vytvoření pozitivní hodnotové orientace k přírodě se pomalu začíná vštěpovat žákům již na základních školách. Do budoucna je třeba, abychom se zase vrátili k přírodě a snažili se s ní žít v souladu. Vždyť již v dnešní době můžeme pozorovat anomálie ve výkyvech počasí. Například v našich nadmořských výškách se v současné době potýkáme s abnormálním suchem nebo naopak povodněmi. Je třeba hledat cesty jak poničené přírodě pomoci se vrátit k normálu, protože veškeré abnormality, které v současné době nastávají, neprospívají rostlinám, živočichům, ale ani nám lidem. Kdo jiný by tedy mohl do budoucna klást ještě větší důraz na ochranu přírody než naše děti. Tím, že žákům již na základních školách bude vštěpováno, jak je třeba žít v souladu s přírodou, máme velkou šanci na to, že i budoucí generace budou žít zdravě.

Stanovený cíl této diplomové práce byl splněn. Žáci vyvinuli aktivitu i zájem o setí semen, monitorování, zapisování průběžných výsledků a porovnávání. Současně s pracemi setí běžně dostupných semen se nenásilnou formou naučili rozpoznávat semena a plody různých rostlin. Na konci pokusů a experimentů pro ně již nebyl problém rozeznat jednoděložnou rostlinu od dvouděložné rostliny. Také se seznámili s rozdílem hypogeického a epigeického klíčení. Dokonce jsem zaznamenala, že někteří žáci s výtvarnými dovednostmi si sami do školního sešitu přírodopisu zakreslili jak vypadá jednoděložní a dvouděložní rostlina.

Pro žáky byly biologické pokusy ve škole se zaměřením na klíčivost a vzcházivost velkým přínosem. Při monitorování vzcházivosti semen a růstu semenáčků došli žáci k závěru, že školní podmínky pro vzcházivost semen jsou téměř shodné s domácími podmínkami. Na základě toho se i někteří žáci rozhodli, že budou pokračovat s výsevem semen v domácím prostředí, ale klíčení a růst rostlinek budou sledovat po celou dobu jejich vegetace. U těchto žáků se dá předpokládat, že díky pokusům s klíčivostí ve škole se začnou zajímat o přírodu kolem nich. Časem zjistí, že není vůbec lehké se o rostlinky starat tak, aby po celou dobu jejich vegetace byly vitální. Tím by mohli dojít k závěru, že příroda kolem nás je opravdu velmi zranitelná a je třeba o ní, pečovat s láskou.

Dalším cílem mé práce bylo vyhodnotit na základě poznávacího testu, zda biologické pokusy ve školním prostředí byly pro děti přínosem v poznávání semen, rozlišováním základních znaků rostlin a druhy klíčení. Testy, které byly klasifikovány standardně byly ve třídě 6.A vyhodnoceny průměrnou známkou 1,69 a ve třídě 6.B známkou 1,81. Z průměrných známek lze vyhodnotit, že biologické pokusy děti zajímaly a měly na ně pozitivní vliv ve formě nenásilného poznání.

Do budoucna by bylo vhodné zamyslet se nad tím, jak více dětem zpestřit výuku přírodopisu praktickou částí. Ne teorie, ale praktické vyučování přírodopisu může být do budoucna pro naše děti přínosem, aby si vážili přírody kolem nás a chránili ji.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Baer H. W., 1973: Biologické pokusy ve škole. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 241 s.

Baskin C. C., Baskin J. M., 1998: Seed: Ecology, Biogeography, and evolution of dormancy and Germination. San Diego: Academic Press.

Bewley J. D., Black M., 1982: Physiology and Biochemistry of Seeds. 2 nd ed. San Diego: Academic Press, 375 p.

Bretagnolle F., Thompson J. D., 1995: Gametes with somatic chromosome number: mechanisms of their formation and role of evolution of autopolyploid plants. New Phytol. 129 s.

Černohorský Z., Střihavková H., 1964: Základy rostlinné morfologie. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

Honsová H., Cecha V., Hosnedl V., 2005: Vitalita osiva ovsa. In sborník Osivo a sadba VII. Praha: Česká zemědělská univerzita.

Hosnedl V., 2003: Klíčivost a vzházivost osiva. In sborník Osivo a sadba VI. Praha: Česká zemědělská univerzita.

Jablonský I., 2005: Pěstujeme klíčící osivo a výhonky. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 96 s. ISBN 80-247-1114-1.

Jurčák J., 2007: Komentovaný atlas anatomie vyšších roslin. Třebíč: Nakladatelství Radek Veselý, 133 s. ISBN 80-86376-39-7.

Klaassen H., Freitag J., 2004: Dvouděložné plevely a plevelné trávy: znaky pro včasné rozlišení. Limburgerhof: Münster-Hiltrup, 270 s.

Krejčí P., Zelená P., [online]: Systematická botanika. Brno: Mendelova univerzita, Agronomická fakulta. Dostupné z: <http://cs.wiki.ng/wiki/Hypokotyl>

Kincl M., Krpeš V., 2006: Základy fyziologie rostlin. 3. dopl. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita, 220 s. ISBN 80-239-8375-X.

Konvalina P., Moudrý J., Moudrý J., Kalinová J., 2007: Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 118 s. ISBN 978-80-7394-031-7.

Kubát K., Kalina T., Kováč J., Kubátová D., Prach K., Urban Z., 1998: Botanika. 1. vyd. Praha: Scientia, 231 s. ISBN 80-7183-053-4.

Kvasničková D., Jeník J., Petřina P., Froněk J., Fais J., 2005: Ekologický přírodopis 6. Praha: Fortuna, 128 s. ISBN 80-7168-783-9.

Mačáková M., Pernikářová R., Seidlová D., Šťovíčková K., Tetera P., Tížková L., Vojtková I., Žídková H., 2017: Hravý přírodopis 7. Pracovní sešit. Praha: Taktik international s.r.o., 56 s. ISBN 978-80-7563-103-9.

Procházka S., Macháčková I., Krekule J., Šebánek J. a kol., 1998: Fyziologie rostlin. Praha: Academia.

Skalický M., Novák J., 2007: Botanika I: anatomie a morfologie rostlin. Praha: Česká zemědělská univerzita, 146 s.

Soukup A., Votrubová I., 2005, [online]: Systematická botanika: Kořen. Praha: Univerzita Karlova, Katedra fyziologie rostlin. Dostupné z: <http://cs.wiki.ng/wiki/Hypokotyl>

Šerá B., 2014: Klíčivost semen jako běžný test v botanickém pozorování, šlechtění a experimentech.

Šerá B., Bláha L., 2014: Příspěvky k problematice zemědělského pokusnictví: Contribution to agricultural experimentation. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Odbor genetiky a šlechtění rostlin. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta, 140 s. ISBN 978-80-7394-460-5.

8. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Substrát pro výsev a množení (vlastní fotografie)	10
Obrázek 2. Cibule kuchyňská (vlastní fotografie)	11
Obrázek 3. Čočka jedlá (vlastní fotografie).....	11
Obrázek 4. Datlovník pravý (vlastní fotografie).....	12
Obrázek 5. Fazole obecná - bílá (vlastní fotografie)	12
Obrázek 6. Fazole obecná – červená (vlastní fotografie)	12
Obrázek 7. Fazole obecná - hnědá (vlastní fotografie).....	13
Obrázek 8. Hořčice setá (vlastní fotografie)	13
Obrázek 9. Hrách setý (vlastní fotografie).....	13
Obrázek 10. Kukuřice setá (vlastní fotografie)	14
Obrázek 11. Salát hlávkový (vlastní fotografie).....	14
Obrázek 12. Tykev obecná (vlastní fotografie).....	14
Obrázek 13. Bob obecný (vlastní fotografie).....	15
Obrázek 14. Oves setý (vlastní fotografie)	15
Obrázek 15. Klíčivost a růst salátu hlávkového za 4 dny (vlastní fotografie)	34
Obrázek 16. Klíčivost a růst salátu hlávkového po 7 dnech (vlastní fotografie)	35
Obrázek 17. Klíčivost a růst salátu hlávkového po 7 dnech (vlastní fotografie)	35
Obrázek 18. Klíčivost a růst salátu hlávkového za úplňku po 4 dnech (vlastní fotografie). 37	
Obrázek 19. Klíčivost a růst salátu hlávkového za úplňku po 7 dnech (vlastní fotografie). 37	
Obrázek 20. Srovnání klíčivosti a růstu čočky jedlé po 5 dnech (vlastní fotografie).....	39
Obrázek 21. Srovnání klíčivosti a růstu čočky jedlé po 10 dnech (vlastní fotografie).....	39

Obrázek 22. Nejlepší vliv stimulačních látek při klíčení a růstu čočky jedlé – porovnání (vlastní fotografie)	40
Obrázek 23. Nejhorší vliv stimulačních látek při klíčení a růstu čočky jedlé – porovnání (vlastní fotografie)	41
Obrázek 24. Srovnání klíčivosti a růstu hořčice seté po 6 dnech (vlastní fotografie)	42
Obrázek 25. Srovnání klíčivosti a růstu hořčice seté po 11 dnech (vlastní fotografie)	43
Obrázek 26. Nejhorší vliv stimulačních látek při klíčení a růstu hořčice seté (vlastní fotografie).....	44
Obrázek 27. Klíčivost a růst tykve obecné po 5 dnech (vlastní fotografie)	45
Obrázek 28. Klíčivost a růst tykve obecné po 10 dnech (vlastní fotografie)	45
Obrázek 29. Klíčivost a růst datlovníku pracého po 7 dnech (vlastní fotografie)	47
Obrázek 30. Klíčivost a růst datlovníku pravého po 20 dnech (vlastní fotografie)	47
Obrázek 31. Klíčivost a růst hrachu setého po 4 dnech (vlastní fotografie)	48
Obrázek 32. Klíčivost a růst fazole obecné po 5 dnech (vlastní fotografie)	49
Obrázek 33. Klíčivost a růst hrachu setého po 7 dnech (vlastní fotografie)	49
Obrázek 34. Klíčivost a růst fazole obecné za 20 dní (vlastní fotografie).....	50
Obrázek 35. Klíčivost a růst kukuřice seté za 5 dní (vlastní fotografie).....	51
Obrázek 36. Klíčivost a růst cibule kuchyňské za 5 dní (vlastní fotografie).....	52
Obrázek 37. Klíčivost a růst kukuřice seté za 10 dní (vlastní fotografie).....	52
Obrázek 38. Klíčivost a růst cibule kuchyňské za 10 dní (vlastní fotografie).....	52

9. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Stimulující a inhibující podmínky pro klíčení semen.....	30
Tabulka 2. Hypogeické a epigeické klíčení u jednoděložných a dvouděložných rostlin	31
Tabulka 3: Celkové zhodnocení klíčivosti za použití stimulujících a inhibujících podmínek	32

10. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1. Návrh pracovního listu

Příloha 2. Poznávací test – varianta A

Příloha 3. Poznávací test – varianta A

Příloha 4. Poznávací test – varianta A

Příloha 5. Poznávací test – varianta A

Příloha 6. Poznávací test – varianta B

Příloha 7. Poznávací test – varianta B

Příloha 8. Poznávací test – varianta B

Příloha 9. Poznávací test – varianta B

Pracovní list na klíčivost semen (návrh)

Cíl klíčivosti:

Pomůcky:

Doba přípravy:

Pracovní postup:

Monitorování:

Průběžné výsledky:

Závěr:

Poznávací test běžně dostupných semen – varianta A

1. Podle semen obrázků napiš názvy rostlin



Tykev obecná ✓

Bob obecný ✓

salát hlávkový ✓

2. Přiřaď správně názvy rostlin k obrázkům

Kukuřice setá ✓ Hořčice setá ✓ Čočka jedlá ✓ Oves setý ✓

3. Vysvětli pojem hypogeické klíčení – PODZEMNÍ ✓

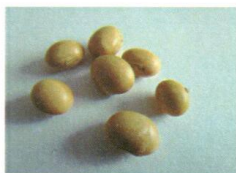
Le to semínko kůstane pod zemí, na povrchu vyrostou jen pravé listy

Poznávací test běžně dostupných semen – varianta A

1. Podle semen obrázků napiš názvy rostlin



Slykem ✓



bob ✓



salát ✓

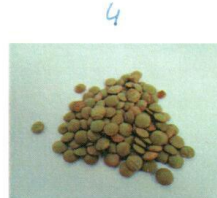
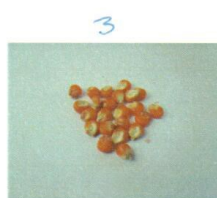
2. Přiřaď správně názvy rostlin k obrázkům

³
Kukuřice setá ✓

²
Hořčice setá ✓

⁴
Čočka jedlá ✓

¹
Oves setý ✓



3. Vysvětli pojem hypogeické klíčení

Podzemní ✓ =

Poznávací test běžně dostupných semen – varianta A

1. Podle semen obrázků napiš názvy rostlin



(dýně)tykev obecná ✓



bob setý ✓



salát hlávkový ✓

2. Přiřaď správně názvy rostlin k obrázkům

Kukuřice setá ✓

Hořčice setá ✓

Čočka jedlá ✓

Oves setý ✓



3. Vysvětli pojem hypogeické klíčení

Rostlina si semeno nese nahoru (př. Azkva) = PODZEMNÍ X

Poznávací test běžně dostupných semen – varianta A

1. Podle semen obrázků napiš názvy rostlin



Syber obecná ✓ ✗

relí ✗

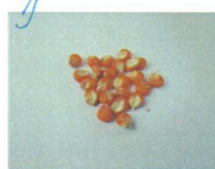
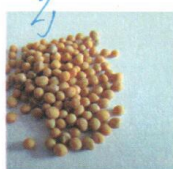
2. Přiřaď správně názvy rostlin k obrázkům

1) Kukuřice setá ✓

2) Hořčice setá ✓

3) Čočka jedlá ✓

4) Oves setý ✓

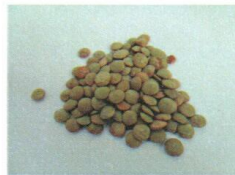


3. Vysvětli pojem hypogeické klíčení

✗

Poznávací test běžně dostupných semen – varianta B

4. Podle semen obrázků napiš názvy rostlin



čička jidla ✓

fasole obecná ✓

ovs setý ✓

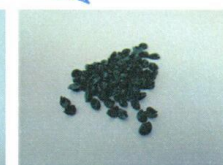
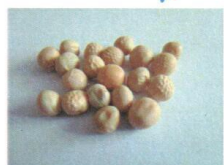
5. Přiřaď správně názvy rostlin k obrázkům

Cibule kuchyňská ✓

Salát hlávkový ✓

Tykev obecná ✓

Hrách setý ✓



6. Vysvětli pojem epigeické klíčení

Nadzemí - vyrostle kořenek a paň nad povrř
vyláčí semínko ✓

Poznávací test běžně dostupných semen – varianta B

4. Podle semen obrázků napiš názvy rostlin



Čočka žolná ✓

Fazole obecná ✓

Oves jedlý ✓

5. Přiřaď správně názvy rostlin k obrázkům

Cibule kuchyňská ✓

Salát hlávkový ✓

Tykev obecná ✓

Hrách setý ✓

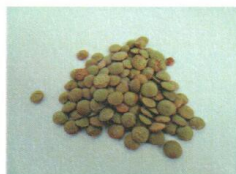


6. Vysvětli pojem epigeické klíčení

Nadzemní = semeno je vyloženo nad povrch. ✓

Poznávací test běžně dostupných semen – varianta B

4. Podle semen obrázků napiš názvy rostlin



čočka jedlá ✓

bob ×

pšenice setá ×

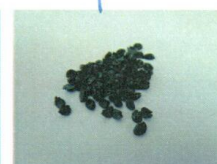
5. Přiřaď správně názvy rostlin k obrázkům

Cibule kuchyňská ✓

Salát hlávkový ✓

Tykev obecná ✓

Hrách setý ✓

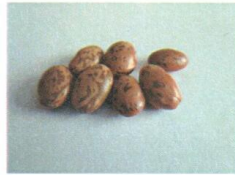


6. Vysvětli pojem epigeické klíčení

Nadzemní ✓
bere si semínko nahoru

Poznávací test běžně dostupných semen – varianta B

4. Podle semen obrázků napiš názvy rostlin



čička žolka ✓

bob ošedý ✗

slunečnice ✗

5. Přiřaď správně názvy rostlin k obrázkům

Cibule kuchyňská ✗

Salát hlávkový ✓

Tykev obecná ✓

Hrách setý ✓



6. Vysvětli pojem epigeické klíčení ✗