

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie



Bakalářská práce

**Působení chladu na dormanci semen**

**The effect of low temperature on seed dormancy**

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Pavel Saska, Ph. D.

Konzultant: Ing. Hana Foffová

Vypracovala: Patricie Jílková

2019/2020

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Patricie Jílková

Krajinářství

Územní technická a správní služba

Název práce

**Působení chladu na dormanci semen**

Název anglicky

**The effect of low temperature on seed dormancy**

---

### Cíle práce

Jedním z hlavních faktorů ovlivňujících populaci rostlin je klíčení semen a vzcházení rostlin. Klíčení semen je ovlivňováno nejen vnějšími podmínkami (teplota, vlhkost, ozáření aj.), ale i vlastnostmi semen (obsah látek, tvrdost osemení aj.). Dormance (přechodné zastavení nebo omezení fyziologických procesů v semeni) zabraňuje semenu vyklíčit. Semeno se nejčastěji zbaví dormance ve chvíli, kdy projde teplotní změnou. V této bakalářské práci se budeme věnovat chladovému působení na dormanci. Pomocí testu klíčení a crush testu budou porovnána semena, která prošla chladovým působením, a semena, která jsou čerstvá (právě sebraná z rostliny). Bude zjištěna jejich klíčivost, životnost a přítomnost dormance před a po chladovém působení.

### Metodika

Test klíčení semen bude proveden na navlhčeném filtračním papíru v Petriho miskách po dobu 3 týdnů. Semena budou ve stálých podmínkách 21 °C a světelné periodě 8/16 hodin (tma/světlo). Semena, která nevyklíčí, budou podrobena crush testu a bude zjištěno, zda jsou dormantní nebo mrtvá.

**Doporučený rozsah práce**

dle potřeby

**Klíčová slova**

plevele, klíčení, vzházení, životnost

---

**Doporučené zdroje informací**

Baskin, C.C. & Baskin, J.M. (1998) Seeds, Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Elsevier, San Diego, California, USA. p 666.

Bewley, J.D. & Black, M.J.B. (1982) Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. Springer-Verlag, Berlin. p 367.

Fenner, M. & Thompson, K. (2005) The Ecology of Seeds. Cambridge University Press, London, England. p 264.

Grime, J.P., Hodgson, J.G., & Hunt, R. (1990) The abridged comparative plant ecology. Chapman&Hall, London. p 403.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

doc. RNDr. Pavel Saska, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra ekologie

**Konzultant**

Ing. Hana Foffová

---

Elektronicky schváleno dne 24. 3. 2020

**doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 24. 3. 2020

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 04. 04. 2020

---

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „, Působení chladu na dormanci semen“ vypracovala samostatně za použití uvedených zdrojů, vlastních poznatků a pod vedením vedoucího a konzultantky bakalářské práce.

V Praze dne 2.4.2019

Patricie Jílková

## PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto formou poděkovala Ing. Haně Foffové za veškerou pomoc a nekonečnou trpělivost při psaní mé bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala doc. RNDr. Pavlu Saskovi, Ph.D. za příležitost psát práci pod jeho vedením, za veškerou kontrolu, užitečné rady a připomínky.

## **Abstrakt**

### **Působení chladu na dormanci semen**

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou působení chladu na klíčení a dormanci semen u 22 vybraných druhů plevelných rostlin, rozdělených do dvou variant – čerstvá a mražená.

Předpokládalo se, že zamražení semen prolomí dormanci semen, která následně budou klíčit ve větším množství než semena čerstvá.

Semena byla během výzkumu rozdělena do pěti Petriho misek na navlhčený filtrační papír po deseti kusech semen pro každý druh. Následně byla sledována po dobu tří týdnů při teplotě 17 °C den/15 °C noc, ve světelné periodě 12 hodin den/12 hodin noc. Semena, která během této doby nevyklíčila, byla podrobena tzv. crush testu.

Tímto způsobem byl zjištěn podíl semen živých, klíčivých a dormantních.

Pokusem bylo zjištěno, že podíly klíčivých a dormantních byly u každého druhu odlišné. U některých druhů nedocházelo k žádné klíčivosti ve variantě mražených semen, ani ve variantě semen čerstvých. Naproti tomu však některým druhům vyklíčila všechna semena téměř ihned během testu klíčivosti. To znamená, že semena nebyla dormantní. Chlad tedy neměl vždy na změnu dormance semen stejný vliv. Dormance byla proměnlivá i mezi druhy stejné čeledi.

**Klíčová slova:** Semena, plevele, dormance, klíčení, vzcházení

## **Abstract**

### **The effect of low temperature on seed dormancy**

This bachelor thesis deals with seed germination and dormancy in 22 species of weed seeds, and asking the question if deep-freezing affects these two characteristics.

It was assumed that freezing of the seeds would break the seed dormancy, which in turn would germinate proportionally more than the fresh seeds.

Seeds of each species were spread into five Petri dishes on moistened filter paper, each containing ten seeds of one species, and incubated for three weeks at temperature conditions of 17 °C day/15 °C night and photoperiod of 12 hours day/12 hour night. Seeds that did not germinate during this period were subjected to the so-called crush test. In this way the viability, the proportion of germination and the proportion of dormant seeds could be estimated.

The experiment found out that there was no germination for some species in both treatments, and the same was found out for dormancy. For some species all seeds germinated almost immediately during the germination test, which means that some seeds were not dormant. Freezing thus affected the proportions of germinated and dormant seeds only in some species of seeds, and there were differences even among the species of the same family.

**Key words:** Seeds, weed plants, dormancy, germination, seedling emergence

# Obsah

---

|  |        |
|--|--------|
| 1. Úvod.....   | - 1 -  |
| 2. Cíle bakalářské práce .....   | - 2 -  |
| 3. Literární rešerše.....  | - 3 -  |
| 3.1 Dormance.....  | - 3 -  |
| 3.1.1 Primární (vrozená) dormance.....   | - 4 -  |
| 3.1.2 Sekundární (vynucená) dormance.....  | - 5 -  |
| 3.2 Fytohormony .....  | - 5 -  |
| 3.3 Přerušení dormance .....   | - 6 -  |
| 3.4 Teplota a její vliv.....   | - 7 -  |
| 3.5 Testování životnosti semen .....   | - 8 -  |
| 3.6 Velikost a vývoj semen.....  | - 8 -  |
| 3.7 Charakteristika jednotlivých druhů plevelů.....                                    | - 9 -  |
| 3.7.1 Laskavec ohnutý ( <i>Amaranthus retroflexus</i> L.).....                         | - 9 -  |
| 3.7.2 Lopuch větší ( <i>Arctium lappa</i> L.).....                                     | - 10 - |
| 3.7.3 Dvouzubec trojdílný ( <i>Bidens tripartita</i> L.).....                          | - 10 - |
| 3.7.4 Zvonek kopřivolistý ( <i>Campanula trachelium</i> L.).....                       | - 11 - |
| 3.7.5 Kokoška pastuší tobolka ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.).....         | - 11 - |
| 3.7.6 Čekanka obecná ( <i>Cichorium intybus</i> L.) .....                              | - 12 - |
| 3.7.7 Pcháč rolní (oseť) ( <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop).....                      | - 12 - |
| 3.7.8 Ostrožka stračka ( <i>Consolida regalis</i> S.F.Gray) .....                      | - 12 - |
| 3.7.9 Škarda dvouletá ( <i>Crepis biennis</i> L.).....                                 | - 13 - |
| 3.7.10 Pět'our maloluborný ( <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.).....                    | - 13 - |
| 3.7.11 Svízel přítula ( <i>Galium aparine</i> L.).....                                 | - 14 - |
| 3.7.12 Merlík bílý ( <i>Chenopodium album</i> L.).....                                 | - 14 - |
| 3.7.13 Kapustka obecná ( <i>Lapsana communis</i> L.).....                              | - 15 - |
| 3.7.14 Srdečník obecný ( <i>Leonurus cardiaca</i> L.).....                             | - 15 - |
| 3.7.15 Řeřicha rumní ( <i>Lepidium ruderale</i> L.).....                               | - 15 - |
| 3.7.16 Komonice bílá ( <i>Melilotus albus</i> Med.) .....                              | - 16 - |
| 3.7.17 Knotovka bílá ( <i>Silene latifolia alba</i> Poir.) .....                       | - 16 - |
| 3.7.18 Ptačinec prostřední ( <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.) .....                  | - 16 - |
| 3.7.19 Pampeliška lékařská ( <i>Taraxacum officinale</i> agg.).....                    | - 17 - |
| 3.7.20 Penízek rolní ( <i>Thlaspi arvense</i> L.).....                                 | - 17 - |
| 3.7.21 Heřmánkovec nevonný ( <i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Schultz-Bip.) ..... | - 18 - |
| 3.7.22 Kopřiva žahavka ( <i>Urtica urens</i> L.) .....                                 | - 18 - |
| 4. Metodika .....  | - 19 - |
| 5. Výsledky.....   | - 22 - |



|   |               |
|---|---------------|
| <b>6. Diskuze</b> .....   | <b>- 34 -</b> |
| <b>6.1 Výsledky pro jednotlivé vybrané druhy</b> .....                        | <b>- 35 -</b> |
| <b>6.2 Porovnání klíčivosti jednotlivých druhů a zařazení do skupin</b> ..... | <b>- 36 -</b> |
| <b>6.3 Porovnání druhů ze stejné čeledi</b> .....                             | <b>- 37 -</b> |
| <b>7. Závěr</b> .....   | <b>- 39 -</b> |
| <b>8. Přehled literatury a použitých zdrojů</b> .....                         | <b>- 40 -</b> |
| <b>9. Seznam obrázků a grafů</b> .....  | <b>- 47 -</b> |
| <b>10. Seznam použitých zkratk a symbolů</b> .....                            | <b>- 48 -</b> |

# 1. Úvod

Klíčení semen je zásadním procesem v životě rostlin, určujícím vstoupení rostliny do přírodního ekosystému. Jedná se o proces, který začíná vsakováním vody, a který končí protržením osemení a růstem klíčného kořínku. Správná distribuce klíčivosti semen je jak časově, tak prostorově rozhodující pro přežití semen a celé populace. Řada rostlin vyvinula morfologické adaptace semen, jež zvyšují pravděpodobnost jejich rozptýlení z mateřského prostředí. Semena malých rozměrů mají například větší rozsah rozptýlení v prostoru a zpravidla klíčí velmi brzy, zatímco semena rozměrů větších jsou rozptýlena v užším okolí mateřské rostliny a často tak volí pozdější dobu pro vyklíčení. Naproti tomu rozložení klíčivosti v čase je řízeno především fyziologií semen a umožňuje každému semenu klíčit v jiném časovém rozmezí. To je důležitá strategie, protože snižuje konkurenci s ostatními semeny nebo minimalizuje riziko vyhynutí celé populace kvůli nevhodným podmínkám (mráz, sucho atd.) (Baskin a Baskin, 2001; Bewley a kol. 2012).

Součástí procesu klíčení semen je dormance semen – strategie přežití rostliny pozastavením vývoje semen během nepříznivých podmínek. Jde o stav klidu, kdy po oddělení od mateřské rostliny semeno neklíčí ani poté, co bylo vystaveno podmínkám, které jsou pro daný druh vhodné. Semena nacházející se v dormantním stavu jsou živá, ale nejsou aktivní. K jejich aktivaci, a tudíž i ukončení dormance jsou potřebné určité podmínky (především teplota a vlhkost), kterým jsou po určité době semena vystavena (Baskin a Baskin, 2001).

Optimální teplota pro klíčení rostlin mírného klimatického pásu by měla být v rozmezí 9–25 °C. Po určitém čase, kdy jsou semena vystavena nízkým teplotám, může semeno začít klíčit. Tímto časem je míněno období – především zima, kdy dochází k poklesu endogenních inhibitorů (jako je například kyselina abscisová), které inhibují proces klíčení. Mnoho druhů potřebuje působení nízkoteplotní stratifikace. Rozmezí teploty chladu ve vlhkém substrátu je 0–5 °C. Chlad může urychlit klíčení a odstranit tak překážky v klíčení (inhibitory), které zapříčiňují dormanci semen (Hess, 1983; Kincl a Krpeš, 2000).

## **2. Cíle bakalářské práce**

Práce se zaměřuje na chladové působení na dormanci a klíčení semen plevelů.

U vybraných druhů semen se v laboratorních podmínkách pomocí testu klíčení a tzv. crush testu bude zkoumat klíčivost, životnost a přítomnost dormance před a po chladovém působení.

Hypotézy:

Působení chladu ovlivňuje dormanci semen.

Druhy ze stejné čeledi budou reagovat na chlad stejně.

## 3. Literární rešerše

### 3.1 Dormance

Rostliny v průběhu svého fyziologického vývoje prochází třemi obdobími – vegetačním, reprodukčním a dormantním (Kubát a kol., 2002). Dormance je strategie vyšších rostlin přežít nepříznivé podmínky pozastavením růstu a vývoje, které se mohou vyskytnout v různých fázích vývoje rostliny jako jsou semena nebo pupeny. Viditelné projevy růstu jsou zastaveny, ale uvnitř semen stále probíhá život. Je řízena jak genetickými, tak i environmentálními faktory. Dormance je dále ovlivňována fytohormony. Jedná se o adaptivní vlastnost, která napomáhá přežití daného semena v neustále měnících se podmínkách (Foley, 2001). Tento stav byl definován jako neschopnost vitálního a životaschopného semena vyklíčit v rámci optimálních podmínek pro jeho klíčení (Simpson, 1990; Bewley, 1997; Baskin a Baskin, 2001). Délka dormance se u každého druhu liší v závislosti na velkém množství faktorů. Jedním z příkladů může být velikost semena. Je všeobecně známo, že menší semena mají větší tendenci k dormanci než semena větších rozměrů (Thompson a kol., 1993; Dyer a kol., 2000). To může být zapříčiněno podlehnutím parazitismu či predaci, které je u větších semen vyšší než u menších semen. Proto není pro větší semena delší stádium dormance natolik výhodné a setrvávají v něm jen po nezbytně nutnou dobu. V případě vážně nepříznivých podmínek je pro daný typ rostliny výhodnější podstoupit riziko parazitismu či predace a klíčení oddálit (Leishman a Westoby, 1998).

Dormance je tedy mechanismus, sloužící rostlině k přečkání nepříznivých a neodhadnutelných podmínek (Clauss a Venable, 2000; Venable a Lawlor, 1980). Rostliny díky dormanci vytvářejí půdní zásobu semen (seed bank), čímž je zajištěno jejich dlouhodobé setrvání v půdě (Rees, 1997). Půdní zásoba semen napomáhá rostlinám přečkat nežádoucí podmínky, ve kterých by se nebyly schopny reprodukovat a tvořit další populaci (Clauss a Venable, 2000; Tielborger a Valleriani, 2005).

Semena jednoletých rostlin tvoří půdní zásobu častěji než rostliny vytrvalé, které nejsou nuceny plodit nová semena každým rokem (Rees, 1997).

K odstranění dormance je potřeba semena vystavit po určitý čas podmínkám, které jsou schopny vyvolat její ukončení. Tyto faktory se dělí na biotické a abiotické. Mezi biotické faktory patří vztahy mezi různými druhy organismů a semeny nebo vliv

lidské činnosti. Naproti tomu abiotickými faktory jsou myšleny fyzikální a chemické vlivy neživé přírody jako je světlo, vibrace, koncentrace a podíl minerálních látek v půdě, teplota. Z abiotických faktorů, které mohou vyvolat ukončení dormance, jsou hlavními faktory vhodné teplotní podmínky půdy a její vlhkost. Ke stanovení hodnot vhodných pro klíčení či zakončení dormance je nutné vzít v potaz údaje charakteristické pro fázi před nástupem hromadného vzcházení určitého druhu rostliny v přírodě (Baskin a Baskin, 2004).

Dormance se dále dělí na vrozenou (primární) dormanci způsobenou vnitřními pochody v semeni a vynucenou (sekundární) dormanci, kterou způsobují nepříznivé podmínky jako příliš vysoké nebo nízké teploty, sucho a další (Kincl a kol., 2003).

### **3.1.1 Primární (vrozená) dormance**

Primární dormance se projevuje u semen, která nejsou schopna vyklíčit ihned po dozrání na mateřské rostlině. Jde o stav, kdy semenná pletiva nebo embryo potřebují vnější impuls k obnovení individuálního vývoje a procesu růstu. Většinou se tento jev projevuje bez ohledu na prostředí, a právě probíhající přírodní podmínky.

Primární dormance chrání semeno a jeho samotný růst, aby nevyklíčilo před příchodem nepříznivých podmínek. Semena potřebují zůstat po určitou dobu v žádoucích a většinou specifických podmínkách, aby byl tento typ neaktivity ukončen (Begon a kol., 1997). Vrozená dormance je běžná u druhů rostlin, které mají omezenou dobu klíčení na kratší část sezóny. Funguje především u mnoha jednoletých druhů plevelů, které klíčí na jaře následujícího roku po dozrání semen.

Tato semena s vrozenou primární dormancí pak mohou v určitých přírodních podmínkách vzcházet až na počátku další sezóny, během níž je maximalizována jejich populační úspěšnost. Pro mnoho druhů semen je k vyklíčení důležitý zvláštní podnět, při jehož absenci nevyklíčí ani po ukončení dormance. Mezi tyto podněty patří vystavení světlu nebo pravidelné střídání teplot, ke kterým dochází během dne i noci. Pro další druhy jsou k vyklíčení nezbytné podněty jako skarifikace (narušení tvrdého obalu semena), stratifikace (posklizňové dozrání semena) a chilling (studená stratifikace – za působení nízkých teplot) (Hendry a Grime, 1993). Stratifikace v podobě posklizňového dozrávání je proces, který probíhá po několik měsíců, kdy dochází k odeznění dormance během uskladnění semen v pokojové teplotě (Leubner-Metzger, 2003). Během tohoto procesu v semenech klesá koncentrace a citlivost vůči

kyselině abscisové a zvyšuje se citlivost ke giberelinům, čímž se zvyšuje rychlost klíčení. Faktory vymezující posklizňové dozrávání jsou teplota, struktury obklopující embryo a vlhkost semena. K tomuto jevu proto nedochází u velmi suchých semen (Probert, 2000).

Základními funkcemi primární dormance je zabránění semenům předčasně vyklíčit na mateřské rostlině a podpora jejich rozptýlení. Díky těmto úkonům je zabráněno jejich hromadnému klíčení před a během příchodu nepříznivých podmínek (Murdoch a Ellis, 2000).

### **3.1.2 Sekundární (vynucená) dormance**

Do vynucené dormance vstupují semena v reakci na nepříznivé podmínky (Mikulka a kol., 2005). Semena mohou v tomto stavu setrvat krátkodobě do doby, než se podmínky zlepší anebo dlouhodobě po více sezón. U tohoto typu dormance jsou stěžejní vnitřní faktory, na které navazují genetické dispozice a metabolická reakce semen korespondující s vnějšími podmínkami (Jursík a kol., 2011).

Jednou z hlavních příčin vstupu do sekundární dormance je nedostatek kyslíku nebo vysoký obsah oxidu uhličitého v půdě. Další příčinou také může být dlouhodobé působení nepříznivých podmínek, jimiž nemusí být jen obsah kyslíku a vlhkost půdy, ale například příliš nízká či vysoká teplota.

K ukončení vyvolané dormance dochází jen tehdy, pokud se nepříznivé podmínky změní (Murdoch a Ellis, 2000). Semena jsou po odeznění dormance schopna klíčit jen v malém rozsahu ideálních podmínek, který se postupem času zvětšuje (Jursík a kol. 2011).

## **3.2 Fytohormony**

Fytohormony jsou rostlinné hormony, přirozené metabolity, které mají na svědomí růst a vývoj rostlin. Jedná se o organické nízkomolekulární látky, které se obecně vyskytují v rostlinách a slouží jako endogenní signální látky. Jsou děleny do několika skupin podle chemických struktur. Mezi pět nejzákladnějších kategorií patří auxiny, gibereliny, cytokininy, etylen a kyselina abscisová. Efekty fytohormonů jsou různé, odvíjejí se od schopností signály rozeznat a reagovat na ně, ale také od samotné síly signálu, která odpovídá koncentraci (hladině) fytohormonu. Hladina je regulována obzvláště mírou biosyntézy a degradace v místě vzniku fytohormonu a rychlostí

přesunu do místa působení (Buchanan a kol., 2000; Taiz a Zeiger, 2002).

Fytohormony výrazně ovlivňují klíčení a dormanci semen. Semena před vyklíčením potřebují projít vegetačním obdobím klidu a tím zpomalit či úplně zastavit svůj růst. V této fázi dochází k inhibici semen, a to většinou kvůli vysokému podílu kyseliny abscisové. Poté je semeno připraveno pokračovat v přirozeném růstu. Rostlinné hormony (především giberelin), se využívají pro stimulaci klíčení. Pomocí těchto fytohormonů lze tento proces vyvolat i bez zdroje světla (Hess, 1983).

Bylo prokázáno, že kyselina abscisová hraje zásadní roli při vytváření a udržování dormance, zatímco gibereliny porušují dormanci a podporují klíčení (Foley, 2001).

### **3.3 Přerušování dormance**

Podmínky důležité pro přerušování stádia dormance se obecně ztotožňují s podmínkami pro klíčení. Jde především o vhodné světelné a teplotní podmínky, správnou koncentraci kyslíku, vody a mnoho dalších faktorů. Každý druh rostliny potřebuje rozlišné působení těchto faktorů, aby rostlina začala klíčit (Finch-Savage a Leubner-Metzger, 2006). Embryo semena nemá obecně vrozenou dormanci a vyvíjí se až poté, kdy se vrstva semenného obalu odstraní nebo je dostatečně poškozena. Díky tomuto jevu se k embryu dostávají potřebné látky, především voda. V těchto případech klíčení závisí na hnilobě nebo abrazi semenného obalu – osemení. Mechanické omezení růstu embrya je možné pouze u druhů rostlin, které mají silná a tvrdá osemení. Klíčení je pak odkázáno na oslabení povrchu oděrem či rozkladem. V případě mnohých semen nemůže embryo klíčit ani za příznivých podmínek, dokud neuplyne určitý čas, který může být důležitý pro následující embryonální vývoj v semenech nebo pro nezbytný proces klíčení (Baskin a Baskin, 2004; Finch-Savage a Leubner-Metzger, 2006).

Semena mnoha rostlin, která jsou schopna přežít chladné zimy, neklíčí, dokud neprojdou obdobím nízkých teplot. U některých druhů je klíčivost podporována vystavením světlu vhodných vlnových délek, u jiných se klíčivost podporuje červeným světlem a inhibuje za delších vlnových délek. Embryo musí projít fyziologickými (v některých případech morfologickými) procesy změn ještě před klíčením. Tyto změny probíhají pouze za určité kombinace již zmíněných faktorů a v některých případech dále i světla nebo tmy (Baskin a Baskin, 2004).

V procesu klíčení embryo absorbuje vodu, čímž dochází k rehydrataci a expanzi

buněk. Těsně po zahájení příjmu vody neboli imbibici se zvyšuje rychlost dýchání a embryo pokračuje v metabolických procesech, které byly sníženy během dormance. Dormance semen je přerušena přijetím většího množství vody a optimálními podmínkami (Baskin a Baskin, 2004).

### **3.4 Teplota a její vliv**

Teplota je jedním z nejzákladnějších faktorů mající vliv na klíčení a dormanci semen. Umožňuje rostlinám vnímat změny a reagovat na ně v podmínkách životního prostředí, a tak koordinovat jejich životní cyklus. Teplota se nemění pouze podle sezóny, ale také na denní bázi, a proto je důležité, aby rostliny mohly tyto změny předvídat. Schopnost rostlin vnímat vysoké i nízké teploty je klíčem k jejich schopnosti přežít, ale také se používá k regulaci řady vývojových procesů. Jelikož se rostliny nemohou samy přemístit v době, kdy nastávají nevhodné podmínky, mají schopnost rychle přizpůsobit svůj růst a vývojové procesy s měnícími se podmínkami, což se nazývá vývojová plasticita (Xia a kol., 2018).

Rozlišujeme teplotní minimum, maximum a optimum. Za teplotní minimum je označována teplota, při které semena začínají klíčit. Teplotním maximum označujeme bod nejvyšší možné teploty pro klíčení. Teplotním optimem míníme takový rozsah teplot, při kterém semena klíčí nejlépe a nejrychleji. Dormantní semena mají rozpětí tepelného optima užší než semena nedormantní (Hron a Vodák, 1959). Teplota působí na buněčný metabolismus a růst rostlin. Každá z nich klíčí v určitém, pro ni specifickém teplotním rozmezí (Xia a kol., 2018).

Vystavení semen období chladu je znám jako studená stratifikace. Předpokládá se, že vystavení chladu podporuje klíčení zkrácením období dormance, ačkoliv je obtížné určit, zda jsou skutečně faktory porušením dormance nebo podporou klíčení. Finch-Savage a Leubner-Metzger (2006) tvrdí, že čím delší je doba podchlazení semena, tím se zvyšuje aktivita embrya podněcující klíčení, zvýšená teplota dormanci prohlubuje.

Teplota je považována za hlavní faktor regulace dormance v oblastech mírného pásma (Baskin a Baskin, 1983) a optimální rozsah teplot je pro stratifikaci 2-5 °C (Bewley, 1997). Mnoho studií prokázalo, že pro druhy klíčící na jaře byla dormance za nízkých teplotních podmínek prolomena. Nicméně nízké teploty mohou dormanci také vyvolat (Bouwmeester a Karssen, 1992), zatímco vysoké ji mohou zmírnit



(Brändel, 2004). Při vysokých letních teplotách se u semen, která nevyklíčila vyvíjí sekundární dormance (Bouwmeester a Karssen, 1992).

### 3.5 Testování životnosti semen

Způsobů, kterými se dá životaschopnost semen zjistit, je mnoho. Jedním z nejčastějších způsobů je test klíčivosti. Provádí se v květináčích nebo Petriho miskách na filtračním papíru. Takto připravená semena jsou stimulována za určitých podmínek, podobných prostředí v přírodě (Jursík a kol., 2011).

Testování životnosti může být také prováděno tzv. crush testem, při němž je na semena vyvíjen fyzický tlak za pomoci pinzety. Semena jsou pinzetou částečně drcena. Rozdíl mezi živými a neživými semeny je rozpoznáván podle tlaku, který byl třeba na semeno vyvinout. Živé semeno je těžší rozmáčknout než semeno neživé. Zároveň však můžeme rozdíl sledovat i vizuálně. Neživá semena jsou na rozdíl od živých prázdná. Jde o velmi užitečnou a nenáročnou metodu pro zkoumání životnosti semen (Sawma a Mohler, 2002; Borza a kol., 2007).

Dalším z často prováděných způsobů může být tzv. tetrazoliový test (jinak také označován jako „ rychlý test klíčení“, neboť jeho výsledky jsou k dispozici během následujících 24–48 hodin), při němž jsou semena přes noc namočena ve vodě. Jakmile nasají vodu, jsou rozříznuta skalpelem a vystavena roztoku látky trifenyl-tetrazolium chlorid (Porter a kol., 1947).

### 3.6 Velikost a vývoj semen

Semena se skládají z embrya, ochranných vrstev neboli osemení (testa) a některá také z endospermu (vnitřní živné pletivo). U semen bez endospermu, jako je tomu například u čeledi *Caryophyllaceae*, kdy je endosperm zcela potlačen, mohou být zásobní látky přesunuty do dělohy, případně do hypokotylu. Vnější obaly semen chrání embryo před vnějšími vlivy prostředí a slouží k zajištění správného načasování klíčení za pomoci dormance (Baskin a Baskin, 2001).

Vývoj semen zahrnuje dvě hlavní fáze: vývoj embrya a zrání semena. Embryogeneze začíná tvorbou jednovrstvé zygoty a končí tvorbou veškerých struktur embrya (Mayer, 1982). Dále následuje růstová fáze, při níž embryo vyplní semenný vak. Poté dochází k dozrávání semena, které již obsahuje embryo konečné velikosti. Díky tomu dochází k akumulaci rezerv a vytváří se tak tolerance vůči možnému vysychání

a vyčerpání zásob (Goldberg a kol., 1999). Rozmanitost tvarů a velikosti semen mezi rostlinnými druhy se podstatně liší. Semena větších rozměrů mají větší šanci přežít (např. díky silnějšímu osemení), zatímco výhodou semen menších rozměrů je vyšší reprodukce a rozptyl (Westoby a kol., 2002). Naproti tomu rostliny produkující semena větší kompenzují nižší produkci dlouhověkostí, tudíž se mohou reprodukovat po více sezón. Náklady na tvorbu semena jsou při produkci větších semen vyšší, proto tedy rostliny nemají energii produkovat takový počet semen jako rostliny produkující semena malých rozměrů. Menší semena se mohou lépe rozptýlit v prostoru a obvykle klíčí velmi brzy. Větší semena se nerozptylují na velké vzdálenosti od mateřské rostliny, a tak často volí pozdější dobu klíčení (Venable a Lawlor, 1980). Velikost semen je také rozhodujícím faktorem v ohledu ukončení dormance. K ukončení dormance velkého semena totiž musí být mnohem větší plocha pod vlivem ideálních podmínek (Lord a Westoby, 2012).

Velikost semen má samozřejmě vliv na klíčení. Během výzkumu, při němž Leishman a Westoby (1994) porovnávali tento efekt, jež se týkal různé velikosti semen a jejich klíčení, nedocházelo k zásadním rozdílům, jelikož semena byla vystavena pro ně přirozeným a vhodným podmínkám. Rozdíl semena vykazovala až poté, kdy byla vystavena podmínkám nevhodným. Závěrem tohoto výzkumu bylo, že větší rozměry semen pozitivně souvisí s růstem schopnosti klíčení i za nepříznivých podmínek (Leishman a Westoby, 1994).

### **3.7 Charakteristika jednotlivých druhů plevelů**

Plevelem obecně označujeme rostliny, které se na určitém stanovišti objevují proti vůli člověka. Jsou to zpravidla druhy, které jsou schopny přežít v širokém spektru přírodních podmínek (Kohout, 1996).

#### **3.7.1 Laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus* L.)**

Laskavec ohnutý patří do čeledi laskavcovitých (*Amaranthaceae*) a je jednoletým pozdně jarním plevelem. Jedná se o nejrozšířenější druh laskavce na území České republiky s nejvyšší reprodukční schopností (Jursík a kol., 2011). Vyskytuje se především v teplejších oblastech našeho státu. Laskavec nemá výrazné požadavky na pH půdy a je celkem tolerantní k jejímu mírnému zasolení. Tento plevel nalezneme

především na úrodnějších stanovištích se středně těžkými a těžkými půdami (Mikulka a kol., 2005).

Laskavec se rozmnožuje pouze generativně – semeny. Plody tohoto druhu jsou drobné jednosemenné tobolky, elipsoidního tvaru. V případě dostatku prostoru a živin, může jedna rostlina vytvořit až sta tisíce semen (Costea a kol., 2004). V případě mohutných rostlin se dá hovořit o počtu semen v řádu milionů. Pro laskavec je tedy dostačující i malý počet rostlin k vytvoření bohaté půdní zásoby semen, ze které může během následujících let klíčit vysoký počet rostlin. Životnost semen v půdě je 3-5 let (Blumrich, 1992). Dormanci u tohoto druhu způsobuje tvrdé osemení, u semen s neporušeným osemením dochází k dormanci již v průběhu uložení semen do půdy. Dormance není tak výrazná u semen, jejichž osemení je již porušené. Klíčení laskavce se pohybuje v teplotách mezi 10–20 °C, při 45 °C již neklíčí (Hron a Vodák, 1959; Costea a kol., 2004).

### **3.7.2 Lopuch větší (*Arctium lappa* L.)**

Lopuch větší patří do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*) a je dvouletým až víceletým plevelem. Nejlépe se lopuchu daří v půdách bohatých na dusíkaté látky, na sušších vápencových půdách, na rumišťích a ruderalizovaných plochách. Jako polní plevel se lopuch uplatňuje omezeně, při okrajích polí (Jursík a kol., 2011).

Jeho rozmnožování je pouze generativní, vzchází brzy na jaře. Semena lopuchu většího jsou zploštělá, černě zbarvená, lehce vrásčitá se snadno opadavým chmýrem. Nažky dosahují 5-6 mm délky a podléhají fyzické i fyziologické dormanci (Mikulka a kol., 2005; Jursík a kol., 2011).

### **3.7.3 Dvouzubec trojdílný (*Bidens tripartita* L.)**

Jednoletá rostlina vzpřímeného růstu nazývaná se dvouzubec trojdílný patří do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*). Dosahuje výšky až 60 cm, pochází z Evropy a střední Asie. V naší republice jde o původní druh, který je rozšířený po celém území, především pak na mokřích březích vodních ploch, v příkopech a podél cest.

Rozmnožuje se generativně pomocí charakteristických 8-11 mm dlouhých nažek s dvěma až třemi zuby a zpětnými háčky. Množí se poměrně rychle a zarůstá neobdělávané a nesekané plochy. Rostlina je schopna ročně vyprodukovat až několik

tisíc semen, jejichž životnost se pohybuje okolo pěti let (Slavík a Štěpánková, 2004; Mikulka a kol., 2005).

#### **3.7.4 Zvonek kopřivolistý (*Campanula trachelium* L.)**

Zvonek kopřivolistý spadá do čeledi zvonkovitých (*Campanulaceae*) a je víceletou, vytrvalou bylinou. V České republice se jedná o poměrně hojně rozšířený druh, který se vyskytuje v nížinách i podhůřích, křovinách, lesních lemech, ale i na ruderalizovaných plochách.

Rozmnožuje se generativní i vegetativní cestou semeny, která jsou obsažena v ochmýřených 0,3-0,4 mm dlouhých tobolkách. Semena velmi dobře klíčí z povrchu půdy. Šíření zvonku kopřivolistého často probíhá z neudržovaných ploch na zemědělské půdy, odkud se následně šíří kořenovými výběžky (Mikulka a kol., 2005; Jursík a kol., 2011).

#### **3.7.5 Kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Med.)**

Kokoška pastuší tobolka z čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*) je jednoletý plevel drobných rozměrů, s trojúhelníkovitými 5-7 mm širokými plody, ve šešulkami (Hejný a Slavík, 1992; Jursík a kol., 2011).

Rozmnožuje se výhradně generativně, již zmíněnými šešulkami, ze kterých se semena dostávají do půdní zásoby. Kokoška může na jednom metru čtverečním zasít až stovky tisíc semen. Jedna rostlina je schopná vyprodukovat až sedmdesát tisíc semen (Defelice, 2001). Klíčí nepravidelně a její semena jsou v půdě životná až po dobu šesti let (Baskin a Baskin, 2004).

Dormance závisí na podmínkách, ve kterých tento druh dozrává. Vrozená dormance je ovlivňována především teplotou během zrání a krátce po něm. Semena, která dozrála na přelomu jara/léta, mají krátkou dormanci a můžou klíčit téhož roku na podzim, naopak je tomu však u semen dozrálých počátkem podzimu. Ta totiž mají silnou dormanci, kterou prolomí až poté, co jsou vystavena vysokým teplotním podmínkám. Taková semena pak klíčí na podzim příštího roku (Popay a Roberts, 1970; Slavík a Štěpánková, 2004).

### 3.7.6 Čekanka obecná (*Cichorium intybus* L.)

Čekanka obecná patří do čeledi hvězdnicovité (*Asteraceae*). Je vytrvalou rostlinou dosahující až do výšky jednoho metru. Tento plevel je rozšířen téměř po celé Evropě, severní Africe a sahá až do střední oblasti evropského Ruska. Vyskytuje se hojně na mezích, pastvinách, rumišťích, od nížin až po podhůří. Skvěle se jí daří především v půdách s dostatkem dusíku a živin. Rozmnožuje se generativně i vegetativně. Semena této rostliny jsou 3 mm dlouhé nažky s barevným rozpětím od žluté až po černou. Nažky jsou hranaté a na vrcholu mají drobné štětinky (Slavík a Štěpánková 2004).

### 3.7.7 Pcháč rolní (oset) (*Cirsium arvense* (L.) Scop)

Pcháč rolní, též z čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*), je vytrvalým hluboce kořenícím plevelem, vyskytujícím se především v mírném pásmu. V České republice je pcháč rozšířen od nížin až po horská území. Jedná se o jeden z nejodolnějších plevelů, který způsobuje významné hospodářské ztráty (Deyl, 1964; Holm a kol., 1977).

Pcháč rolní se rozmnožuje generativně i vegetativně a plodí 2,5-3,5 mm dlouhé, lesklé, světle hnědé nažky. Nažky pcháče po dozrání téměř neprocházejí dormancí a mohou tedy klíčit již na podzim. Minimální teplota, kterou tento druh plevelu potřebuje pro vyklíčení je 5-8 °C, avšak optimálními teplotními podmínkami jsou pro tento proces teploty 20-25 °C. V půdě si nažky zachovávají klíčivost mezi 6-15 lety (Mikulka a kol., 2005; Jursík a kol., 2011).

### 3.7.8 Ostrožka stračka (*Consolida regalis* S.F.Gray)

Ostrožka stračka, jednoletý ozimý druh patřící do čeledi pryskyřníkovitých (*Ranunculaceae*), pochází z Asie, odkud se rozšířila i do Evropy. U nás se vyskytuje především ve středních Čechách a na jižní Moravě. Vyhovují jí těžší půdy s dostatečnou zásobou živin (především vápníku) a teplejší podnebí, vyskytuje se i v zasolených půdách (Hron a Vodák, 1959).

Rozmnožuje se výhradně generativně. Plodem ostrožky je 15-20 mm dlouhý měchýřek válcovitého tvaru, vedoucí na jednom konci do špičky. Jeden plod obsahuje až 20 semen, která jsou nepravidelně hranatá, 2-2,5 mm dlouhá. Na jedné

rostlině dorůstá až 4000 černě zbarvených semen s malými šupinkami. Semena jsou pod vlivem silné dormance, k jejímuž porušení dochází působením nízkých teplot po dozrání semena, jejich životnost v půdě je poměrně vysoká (Deyl, 1964; Mikulka a kol., 2005).

### **3.7.9 Škarda dvouletá (*Crepis biennis* L.)**

Škarda dvouletá je, jak už sám název napovídá, dvouletá rostlina náležící do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*), jejíž jedinci dorůstají až 115 cm. Jedná se o nepřilíš zásadní druh plevelu, který je velmi variabilní, existují tři morfotypy tvaru listů (Jursík a kol., 2011).

Vyskytuje se téměř po celém území naší republiky, a to převážně na mezích, prořídilých víceletých pícninách a loukách, také byla zavlečena i do vyšších hor. Rozmnožuje se generativní cestou prostřednictvím světle hnědých nažek s obvejčitým tvarem, které na vrcholu mívají čistě bílý chmýr (Dostál, 1989). Nažky mají po opuštění mateřské rostliny vysokou klíčivost (Jursík a kol., 2011).

### **3.7.10 Pěťour malóuborný (*Galinsoga parviflora* Cav.)**

Do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*) patří také pěťour malóuborný, plevel s 1,5-2 mm dlouhými, tmavě hnědými nažkami s drobným chmýřím (Hamouz a Hamouzová, 2015). Tento druh patří mezi nejškodlivější plevele světa a u nás je hojně rozšířen od nížin až k podhůřím. Vyhovují mu písčité až hlinitopísčité půdy s dobrou zásobou živin, především dusíku (Holm a kol., 1977).

Pěťour se vyznačuje vysokou reprodukční schopností, dokáže vyprodukovat až desítky tisíc nažek. Z důvodu příliš chladných zim mírného pásma, které rostliny nejsou schopny přežít, se u nažek pěťouru vyvinula poměrně dlouhá vrozená dormance, která závisí na délce dne, během kterého dozrály. Čím kratší byla délka dne, tím kratší bude i primární dormance nažek. Nažky, které dozrály v červenci, mají delší dormanci než nažky, které dozrály během září. Nažky, které dozrávaly během října jsou většinou schopny klíčit přímo po dozrání (Martinková a kol., 1997). Na klíčení pozitivně působí střídání teplot, přičemž minimální teplota je 10 °C. Při teplotách okolo 30 °C již klíčivost prudce klesá (Holm a kol., 1977).

### 3.7.11 Svízel přítula (*Galium aparine* L.)

Svízel přítula je jednoletý ozimý plevel z čeledi mořenovitých (*Rubiaceae*), který se vyskytuje po celém území České republiky. Roste na písčítých stanovištích, polích, ale především ho nalezneme ve vlhkých, na živiny bohatých půdách a zastíněných plochách (Hron a Vodák, 1959).

Svízel se rozmnožuje výhradně generativně, dvojnázkami, které se po dozrání rozpadají na dva bobulovité díly, hustě porostlé háčkovitými chloupky o rozměrech 2,5-4,5 mm s dutinou na vnitřní straně. Obecně na jedné rostlině dozrává několik set až několik tisíc nažek, které se šíří přirozeným vysemeněním na stanovišti.

Nažky svízele jsou po dozrání obvykle dormantní. Jejich dormance je porušena až s působením vysokých teplot v létě následujícího roku. Menší nažky mají obvykle kratší dormanci než nažky větších rozměrů (Jursík a kol., 2011).

Střídání teplot působí na klíčení semen pozitivně, ideální teplotní podmínky pro klíčení semen svízele přítuly jsou mezi 5-15 °C (Wang a kol., 2007).

### 3.7.12 Merlík bílý (*Chenopodium album* L.)

Jednoletý pozdně-jarní plevel nesoucí název merlík bílý, je rostlina dorůstající až do výšky 2 metrů (Hron a Vodák, 1959) a patří mezi deset nejvýznamnějších plevelů světa (Holm a kol., 1977). Řadí se do čeledi laskavcovitých (*Amaranthaceae*). Hojně se vyskytuje po celém území České republiky, dokáže růst a rozšiřovat svou působnost napříč různými podmínkami stanoviště.

Merlík bílý se rozmnožuje pouze generativně a produkuje tmavě hnědé až černé nažky o rozměrech v průměru 1,2-1,5 mm, které dozrávají ke konci léta a v průběhu podzimu (Hron a Vodák, 1959).

Ideální teplotní podmínky pro klíčení nažek merlíku bílého jsou mezi 10-25 °C, přičemž nažky, které dozrály ve vyšších nadmořských výškách nejsou na teplotu tolik náročné a jejich teplotní interval pro klíčení se pohybuje až mezi 2-40 °C (Holm a kol., 1977; Eslami, 2011).

### **3.7.13 Kapustka obecná (*Lapsana communis* L.)**

Kapustka obecná, rostlina pocházející z čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*) je jednoletou 1 metr vysokou rostlinou, rozšířenou po celé Evropě. V České republice se vyskytuje hojně od nížin po horské oblasti (maximální nadmořskou výškou pro její výskyt je 1290 m n. m.). Mezi nejspecifičtější stanoviště kapustky obecné patří především pustá a polostinná místa jako jsou mýtiny, lesní lemy a křoviny. Preferuje vlhké, humózní půdy bohaté na živiny a dusík (Slavík a Štěpánková, 2004).

Rozmnožuje se výhradně generativně, nestejně dormantními nažkami. Lesklé, 4 mm dlouhé nažky jsou mírně hranaté a protáhlé, podélně žebernaté a bez chmýru, s malým límcem. Na jedné rostlině jich dozrává až okolo 400–800 kusů semen a většina z nich klíčí na jaře (Kohout, 1997).

### **3.7.14 Srdečník obecný (*Leonurus cardiaca* L.)**

Srdečník obecný patří do čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae*) je víceletou rostlinou, dorůstající do výšky 200 cm. Vyskytuje se v sušších oblastech (např. podél cest a zdí), ale také na mezích a loukách. Obecně je k nalezení téměř v celé oblasti Evropy, s výjimkou Severských zemí. V České republice je hojně rozšířeným plevelem. Plodem srdečníku obecného je světle hnědá trojhranná tvrdka, pokrytá jemnými chloupky (Dostál, 1989).

### **3.7.15 Řeřicha rumní (*Lepidium ruderale* L.)**

Řeřicha rumní z čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*) je přibližně 25 cm dlouhou plevelnou rostlinou, rozšířenou po celé Evropě i Asii (vyjma tropů a severních oblastí). Hojně se v České republice vyskytuje na rumištích, úhorech, ve zdech neobydlených staveb a na pustých místech. Ideálními stanovišti jsou pro ni hlinité, písčité a humózní půdy a půdy bohaté na živiny a dusík.

K rozmnožování řeřichy rumní dochází pouze generativně. Plody jsou široké šešulky vejčitého či eliptického tvaru, které obsahují úzká 1,5 mm dlouhá, zploštělá, žlutohnědá semena. Rostlina je velmi náročná na světlo. Mohou být potlačeny i slabým stínem okolních porostů (Dostál, 1989).



### **3.7.16 Komonice bílá (*Melilotus albus* Med.)**

Komonice bílá je jednoletá rostlina dorůstající do výšky až 150 cm. Řadí se do čeledi bobovitých (*Fabaceae*) a jako původní druh se obecně vyskytuje téměř po celé Evropě, Asii a Americe. Rozšířena je bezmála po celém území naší republiky, od nížin až po podhorské oblasti (maximální nadmořskou výškou pro ni však je 800 m n. m.). K nalezení je především ve středně těžkých až lehkých, zásaditých až zlehka kyselých, hlinitopísčitých půdách, bohatých na dusík. Vyhledává slunná stanoviště jako jsou suché stráně, lomy a rumišťe.

Komonice bílá se rozmnožuje pouze generativně. Plodem jsou nepukavé tmavě šedé lusky dlouhé 3,5 mm s hrubým povrchem, které obsahují jedno až dvě světle hnědá semena, dlouhá 2-2,5 mm (Bertová, 1988; Slavík a Štěpánková 2004).

### **3.7.17 Knotovka bílá (*Silene latifolia alba* Poir.)**

Knotovka bílá je jednoletá vyšší rostlina, dosahující do výšky 30-100 cm. Patří do čeledi hvozdíkovitých (*Caryophyllaceae*). Rozšířená je hojně v teplejších a středních polohách České republiky a mimo ni ji lze nalézt i v jiných zemích Evropy a v severní Africe. Výskyt tohoto plevele je především v polích, na loukách, úhorech, rumišťích a mezích, od nížin až po horské oblasti. Rozmnožuje se generativně za pomoci široce vejčitých tobolek tmavě hnědé až černé barvy, ale také vegetativně pupeny na kořenové hlavě. Klíčení knotovky bílé probíhá během celé vegetační doby, avšak největší klíčivost probíhá na jaře po promrznutí (Slavík a Štěpánková, 2004).

### **3.7.18 Ptačinec prostřední (*Stellaria media* (L.) Vill.)**

Ptačinec prostřední, ozimý druh plevele z čeledi hvozdíkovitých (*Caryophyllaceae*), je druhem, který tvoří bohatě větvený kořenový systém.

Původně bychom mohli ptačinec zařadit mezi druhy eurasijské, avšak dnes patří k nejrozšířenějším druhům nejen této oblasti světa. Je rozšířen po celém území České republiky, nejlepším stanovištěm pro něj jsou lehčí, úrodné, vlhké půdy s bohatou zásobou dusíku. Nejlépe se mu daří v polostínu, často se proto vyskytuje v chmelnicích a vinohradech. Na velmi kyselých půdách se často nevyskytuje (Holm

a kol., 1977).

Rozmnožuje se především generativně vejcovitými tobolkami. Semena hnědé až rezavé barvy, o rozměrech 0,9-1,3 mm mívají kulovitý tvar. Jedna rostlina vyprodukuje až 10 000-20 000 semen.

Po dozrání bývají semena klíčivá, při pozdním dozrání však mohou být dormantní (Hill a kol., 2014).

### **3.7.19 Pampeliška lékařská (*Taraxacum officinale* agg.)**

Pampeliška lékařská je vytrvalou rostlinou náležící do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*), která se vyskytuje především na loukách, pastvinách, mezích, úhorech i na zemědělských půdách.

Rozmnožuje se generativně, ale i vegetativně. Nažky pampelišky lékařské jsou 3-3,5 mm dlouhé, podélně rýhované s paprscitým, šedobílým chmýrem. Z jedné rostliny může být vyprodukováno až okolo 150 kusů semen. Nažky obvykle dobře klíčí, a to při teplotách 10-25 °C. V půdě se životnost nažek pohybuje okolo tří let (Hron a Vodák, 1959; Deyl, 1964). Pampeliška lékařská je poměrně odolná vůči nízkým teplotám a mrazu (Anderson, 1999).

### **3.7.20 Penízek rolní (*Thlaspi arvense* L.)**

Penízek rolní se řadí do čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*). Jde o jednoletý ozimý druh plevelu. Pochází z jižní Evropy, odkud se následně rozšířil po téměř celém našem kontinentu (Deyl, 1964). V České republice se hojně vyskytuje po celém území republiky. Nejlépe mu vyhovují vlhčí úrodné podmínky v humózních a na živiny bohatých půdách s nižším pH. Tento druh plevelu se rozmnožuje výlučně generativně. Šešulka obecně obsahuje 10 nepravidelně eliptických semen o rozměrech 1,5-2 mm. V dokonalých podmínkách dokáže rostlina vyprodukovat až 20 000 semen (Holm a kol., 1977), avšak rostliny, které vzešly až v pozdní jarní době, mají produkci podstatně nižší (Milberg a Andersson, 1994). V návaznosti na vysokou proměnlivost druhu existují poměrně zásadní rozdíly v délce dormance. Semena ozimého charakteru po dozrání rychle ztrácejí dormanci, avšak pokud nevyklíčí, během zimy se stávají dormantními (Holm a kol., 1977). Dormance tohoto plevelného druhu je vysoce ovlivňována teplotou při dozrávání, délka dormance se

odvíjí od rostoucích teplot – čím vyšší teploty, tím hlubší dormance (Hume, 1994).

### **3.7.21 Heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Schultz-Bip.)**

Heřmánkovec nevonný, jednoletý ozimý plevel, patří do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*). Jedná se o rostlinu, která kvete od června až do pozdního podzimu (Deyl, 1964) a je jedním z nejrozšířenějších plevelů České republiky. Vyskytuje se od nížin až po horské oblasti a zapleveluje téměř všechny plodiny. Je poměrně citlivý vůči herbicidům, proto se vyskytuje zejména na okrajích pozemků, avšak jeho rezistence vůči nim se postupně zvyšuje (Mikulka, 2014). Heřmánkovec nevonný se vyskytuje na široké škále půdních podmínek, ale preferuje především vlhké typy půd. Podle Lutmana (2002) je jedna rostlina schopna vyprodukovat až 500 tisíc nažek, které klíčí v teplotních podmínkách okolo 5-40 °C, klíčí lépe na světle než ve tmě. Semena si zachovávají životnost až po dobu pěti let (Berés a Sardi, 2000).

### **3.7.22 Kopřiva žahavka (*Urtica urens* L.)**

Kopřiva žahavka z čeledi kopřivovitých (*Urticaceae*) je jednoletým časně jarním plevelem, který se rozmnožuje generativně i vegetativně, avšak hlavním způsobem rozmnožování bývá rozmnožování vegetativní. Bývá častým problémem zvláště v porostech rychlené zeleniny. Preferuje vlhčí a na živiny bohatší půdy.

Nažky dorůstají délky 1,5-2 mm a bývají zploštělých, vejčitých tvarů a šedožluté barvy (Jursík a kol., 2011).

Minimální teplotou pro klíčení je 6-8 °C (Hron a Vodák, 1959). K vyčerpání půdní zásoby semen obvykle dochází cca do 5 let (Anderson 1999). Nažky kopřivy vzhází během celého roku – především však na jaře a na podzim, jelikož nemají výraznou dormanci (Berés, 1993; Lutman, 2002).

## 4. Metodika

Výzkum probíhal v laboratoři týmu Funkční diverzity bezobratlých a rostlin, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. v Praze – Ruzyni (50.0865511 N, 14.3027339 E). Pro zkoumání klíčivosti a změn v dormanci semen byla použita semena 22 druhů plevelných rostlin, uvedených v předcházející části práce, které pocházejí z různých čeledí. Druhy byly vybrány tak, aby měly různé vlastnosti semen. Semena byla testována ve dvou variantách – mražená a čerstvá. Mražená semena byla sesbírána v roce 2017 a uchována po dobu jednoho roku v mrazáku při teplotách -21 °C. Čerstvá semena byla sesbírána v roce 2018 a uchována v pokojové teplotě až do doby výzkumu. Oba typy semen byly před uskladněním vyčištěny a po dobu 3 týdnů sušeny za laboratorních podmínek.

Od každého druhu bylo testováno 10 semen v pěti opakováních. Test klíčivosti (Jursík a kol. 2011) probíhal na navlhčeném filtračním papíru v Petriho misce o průměru 12 cm (Obrázek 1, Obrázek 2, Obrázek 3), po dobu 3 týdnů při teplotě 17 °C den /15 °C noc, ve světelné periodě 12 hodin den/12 hodin noc.

**Obrázek 1**  
Rozdělení semen na filtrační papír v Petriho miskách



**Obrázek 2**  
Semena *Amaranthus retroflexus* v Petriho misce

**Obrázek 3**  
Klíčivá semena *Bidens tripartita*



Klíčení semen bylo kontrolováno dvakrát týdně, s případným dovlhčením filtračního papíru vodou. Veškeré změny a počty vyklíčených semen byly vždy zaznamenány (Obrázek 3, Obrázek 4).

**Obrázek 4**  
Vyklíčená semena *Arctium lappa* L.



Po třítýdenních testech klíčivosti byla nevyklíčená semena podrobena tzv. crush testu (Borza a kol., 2007), za jehož pomoci byla dále zjišťována životnost semen, která do té doby nevyklíčila. Touto metodou je označován proces, kdy jsou semena rozdrcena pinzetou nebo podložními sklíčky. Po rozdrcení bylo jasně viditelné, zda je semeno živé či mrtvé, a to podle struktury a přítomnosti embrya. Semena, která se ukázala být živá, ale neklíčivá byla považována za dormantní.

Veškeré výpočty týkající se podílů vyklíčených a dormantních semen byly prováděny zobecněnými lineárními modely s binomickým rozdělením (GLM-b) v programu R 3.1.0 (R Core Team, 2018). Analýzy byly provedeny zvlášť pro podíl klíčících a zvlášť pro podíl dormantních semen, pro každý druh semen jednotlivě. Jako faktor byl uvažován typ semen, tj. čerstvá nebo mražená.

## 5. Výsledky

Následující grafy a tabulky jsou výsledky, jichž bylo dosaženo testem klíčení a následným crush testem, díky kterému byla zjištěna životnost a míra dormance u každého nevyklíčeného semena. Každý z barevných sloupců grafu znázorňuje průměrný podíl vyklíčených a dormantních semen. Chybové úsečky značí konfidenční intervaly okolo průměru. V případech, kdy byla klíčivost nulová či 100 %, nejsou konfidenční intervaly uvedeny, jelikož je model nedokáže vzhledem k nulové variabilitě v datech odhadnout.

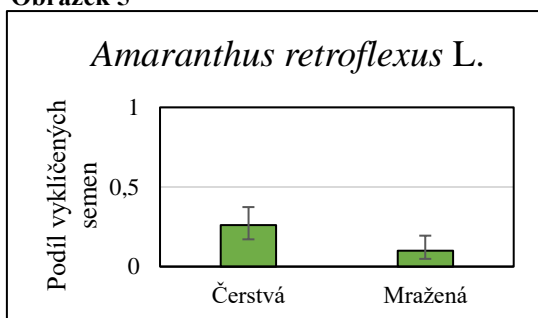
Obrázek 5-48:

Zelená barva – podíl vyklíčených semen

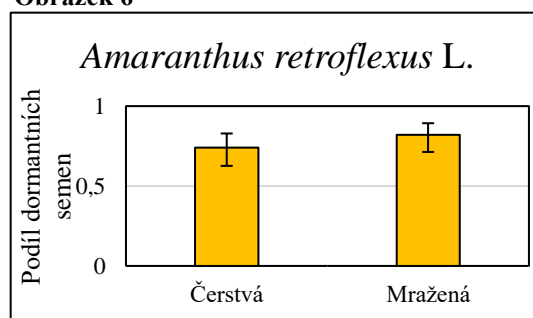
Žlutá barva – podíl dormantních semen

Chybová úsečka – 95% konfidenční interval

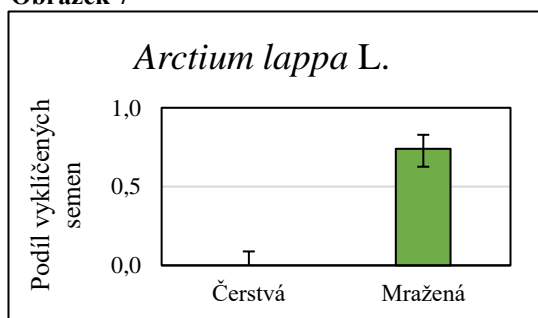
Obrázek 5



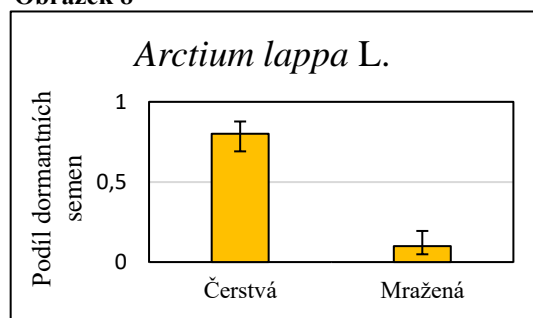
Obrázek 6



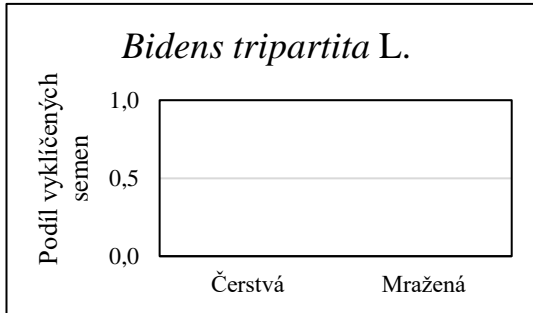
Obrázek 7



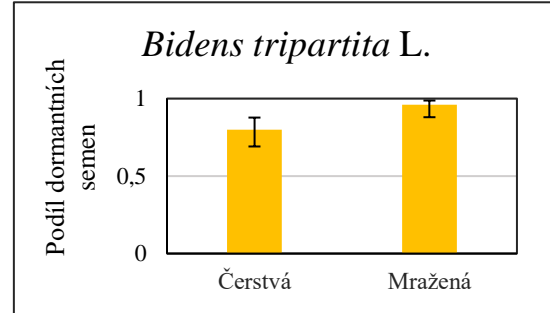
Obrázek 8



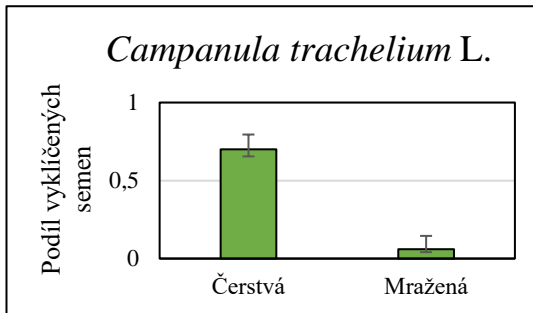
Obrázek 9



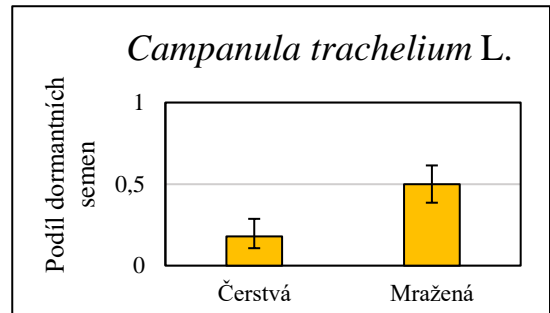
Obrázek 10



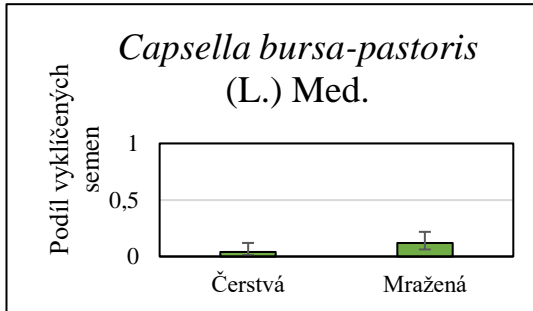
Obrázek 11



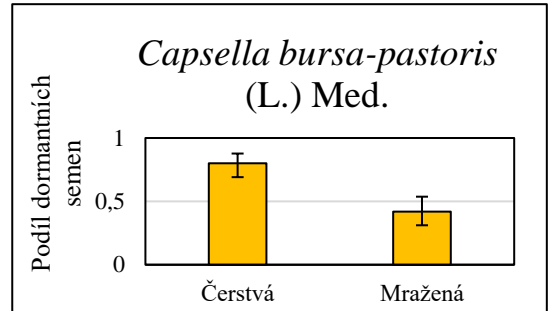
Obrázek 12



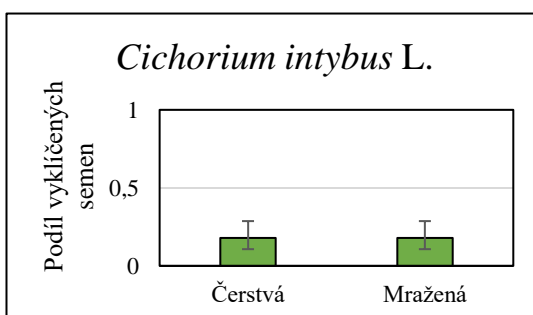
Obrázek 13



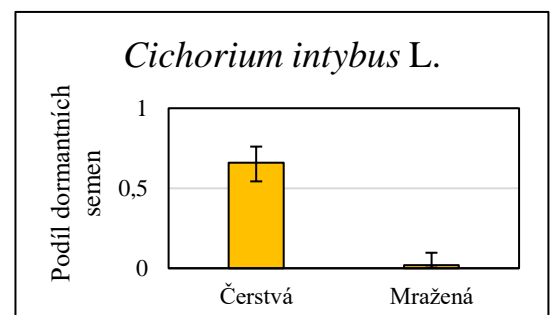
Obrázek 14



Obrázek 15



Obrázek 16





Klíčivost semen laskavce ohnutého (*Amaranthus retroflexus*) byla vyšší u semen čerstvých než u semen mražených (Obrázek 5). Naproti tomu v ohledu dormance (Obrázek 6) na tom byly obě varianty v podstatě obdobně. U varianty čerstvých semen bylo dormantních semen celkem 37 kusů. Z mražených semen nevyklíčilo celkem 43 kusů, z čehož dormantních semen bylo 42.

Z čerstvých semen lopuchu většího (*Arctium lappa*) během výzkumu nevyklíčilo žádné z testovaných čerstvých semen, z nevyklíčených semen procházelo dormancí celkem 39 semen. Z mražených semen celkem vyklíčilo 37 kusů (Obrázek 4), 5 kusů bylo dormantních (Obrázek 7-8).

Semena dvouzubce trojdílného (*Bidens tripartita*) vykázala nulovou klíčivost v obou typech ošetření semen (Obrázek 9). V případě čerstvých semen bylo dormantních 80 %, v případě mražených semen bylo dormantních 96 % semen (Obrázek 10).

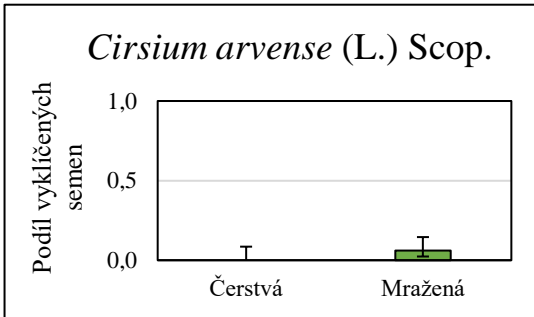
Klíčení semen zvonku kopřivolistého (*Campanula trachelium*) se v obou variantách projevilo zhruba až ve třetím týdnu výzkumu, kdy ve všech Petriho miskách celkem vyklíčilo 28 kusů čerstvých a 7 kusů mražených semen (Obrázek 11).

Z nevyklíčených semen procházelo dormancí 25 kusů semen, zbylá semena byla mrtvá. Čerstvých semen bylo dormantních celkem 18 kusů (Obrázek 12).

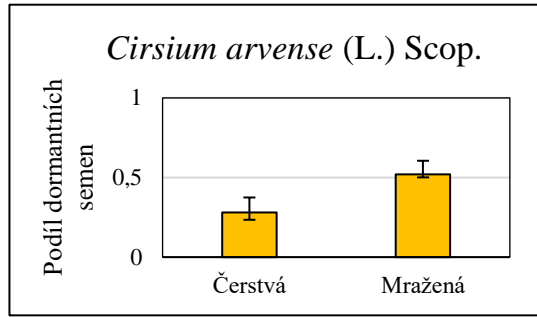
Kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*) neměla klíčivost příliš výraznou. Z celé varianty čerstvých semen vyklíčily pouze dva kusy (Obrázek 13), více jich bylo nakaženo houbovým patogenem. Dormance se projevila u celkem 40 kusů semen (Obrázek 14). V případě obou variant je celkem zajímavé, že veškerá vyklíčená semena (Obrázek 13) vyklíčila po sedmi dnech, dále již neklíčila vůbec (Obrázek 14).

Poměr mezi klíčivostí čerstvých a mražených semen čekanky obecné (*Cichorium intybus*) byl během pokusu poměrně souměrný (Obrázek 15). V ohledu dormance však docházelo k vysokým rozdílům. Z nevyklíčených semen ve variantě čerstvých semen bylo dormantních celkem 29 kusů semen, ve variantě mražených celkem 4 kusů (Obrázek 16).

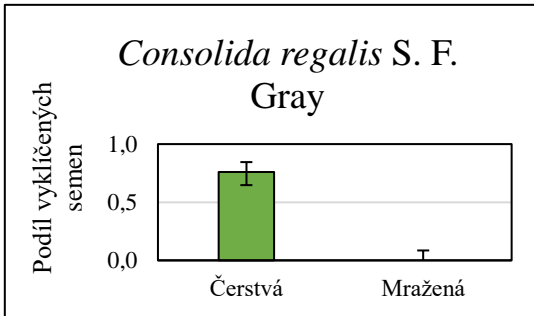
Obrázek 17



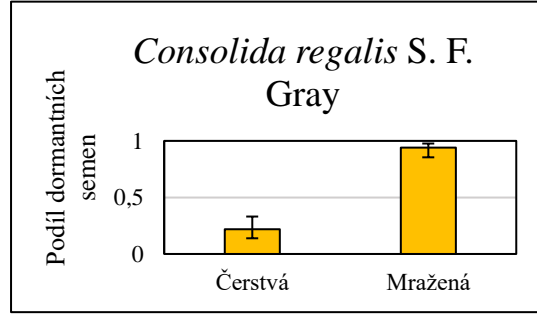
Obrázek 18



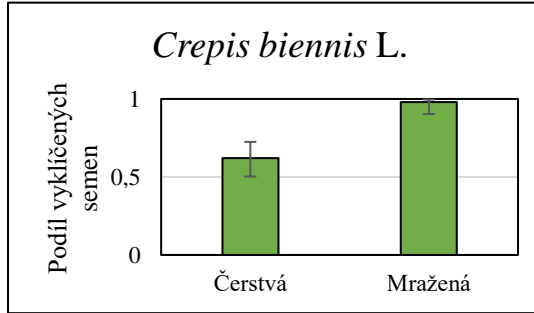
Obrázek 19



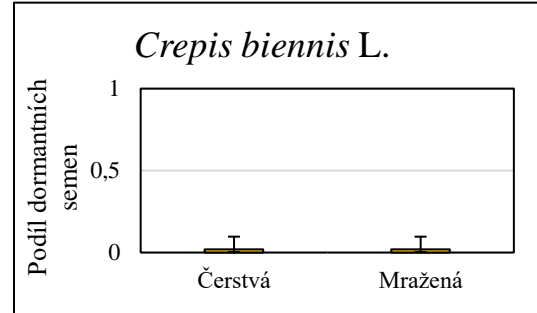
Obrázek 20



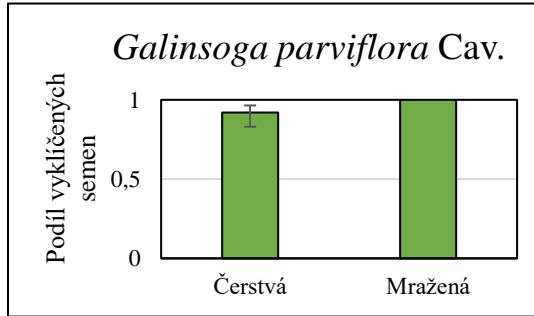
Obrázek 21



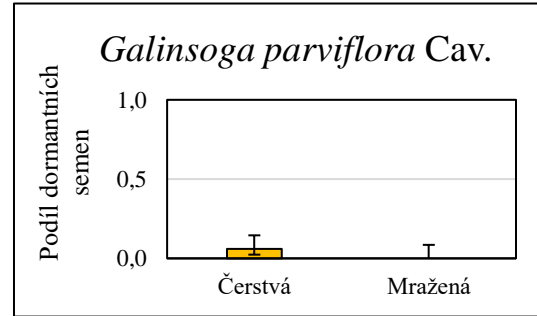
Obrázek 22

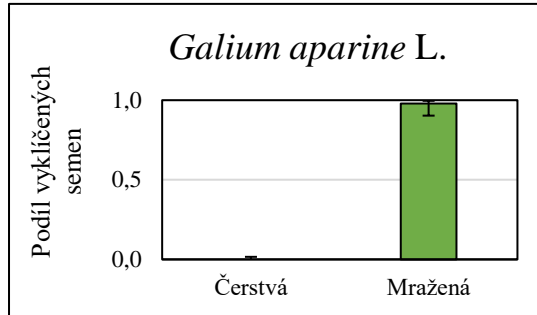
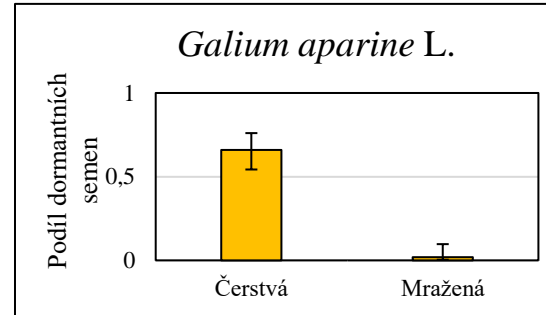
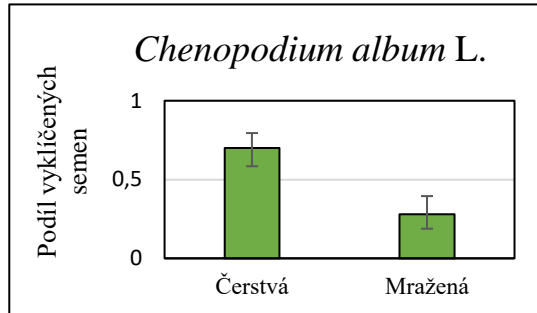
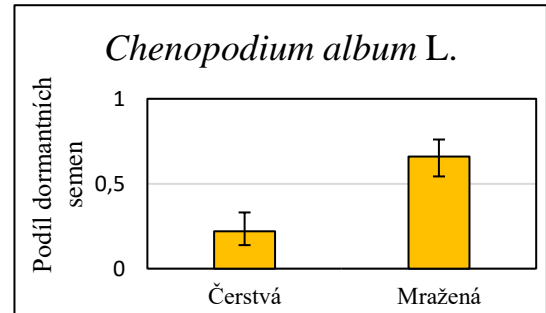
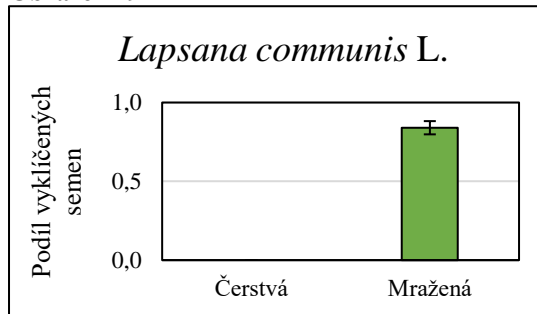
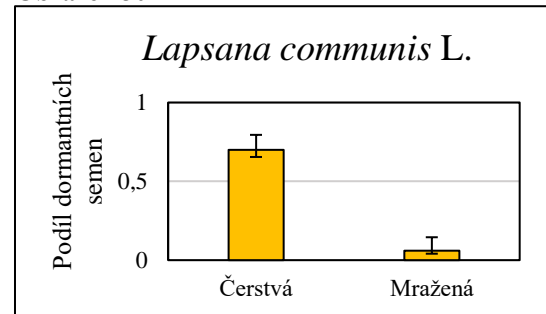
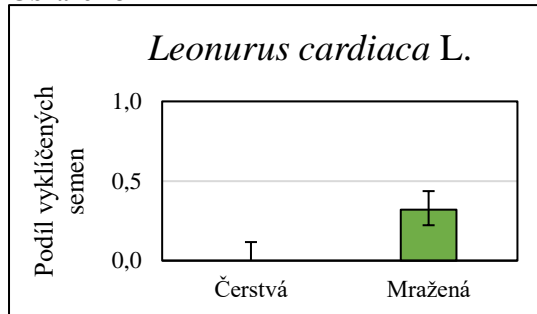
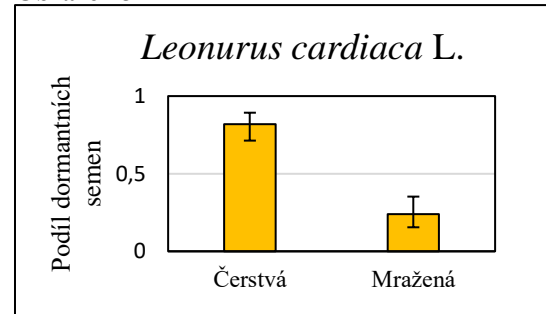


Obrázek 23



Obrázek 24



**Obrázek 25****Obrázek 26****Obrázek 27****Obrázek 28****Obrázek 29****Obrázek 30****Obrázek 31****Obrázek 32**

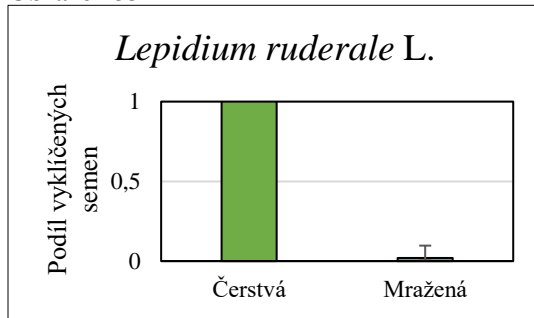
Z čerstvých semen pcháče rolního (*Cirsium arvense*) nevyklíčilo jediné semeno, mnoho z nich totiž bylo napadeno houbovým patogenem (Obrázek 17). Dormantních semen bylo celkem 14 kusů (Obrázek 18). Z varianty mražených semen během výzkumu vyklíčily pouze tři kusy (Obrázek 17), 15 kusů bylo napadeno houbovým patogenem, 26 kusů se ukázalo být dormantními (Obrázek 18).

Z varianty mražených semen nevyklíčilo žádné ze zkoumaných semen ostrožky stračky (*Consolida regalis*), naproti tomu čerstvá semena byla v klíčení značně úspěšnější (Obrázek 19). V pokusu týkajícím se dormance (Obrázek 20), byl podíl dormantních semen o mnoho vyšší u semen mražených v porovnání s čerstvými. Klíčivost u škardy dvouleté (*Crepis biennis*) ve variantě mražených semen byla podstatně vyšší než u varianty semen čerstvých (Obrázek 21). Dormantní byl v obou případech (mražených i čerstvých semen) pouze jediný kus z nevyklíčených semen (Obrázek 22). Všechna zbylá semena byla mrtvá či napadená houbovým patogenem. U pětouru malóuborného (*Galinsoga parviflora*) proběhla klíčivost (Obrázek 23) na vysoké úrovni. V případě čerstvých semen vyklíčila většina semen (46 ks), tři byla dormantní (Obrázek 24) a jeden kus napaden houbovým patogenem. Ve variantě mražených semen vyklíčila všechna semena, tudíž se dormance vůbec neprojevila a následně nebylo nutné provádět crush test (Obrázek 23-24).

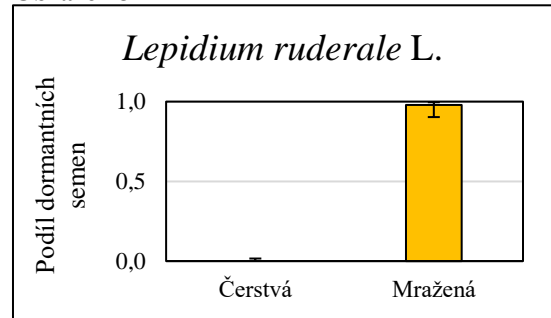
Čerstvá semena svízele přituly (*Galium aparine*) nevyklíčila vůbec (Obrázek 25). Z padesáti testovaných kusů bylo 33 kusů dormantních (Obrázek 26), zbytek mrtvých. Mražená semena naopak vyklíčila všechna (Obrázek 25), kromě jednoho jediného, které se po crush testu ukázalo být dormantním (Obrázek 26).

Klíčení čerstvých semen merlíku bílého (*Chenopodium album*) vykazovalo podstatně vyšší počty než klíčení semen mražených (Obrázek 27). Naopak tomu však bylo v případě dormance. Z čerstvých semen procházelo dormancí pouze 11 kusů z nevyklíčených semen, z mražených semen dormancí procházelo 32 kusů (Obrázek 28).

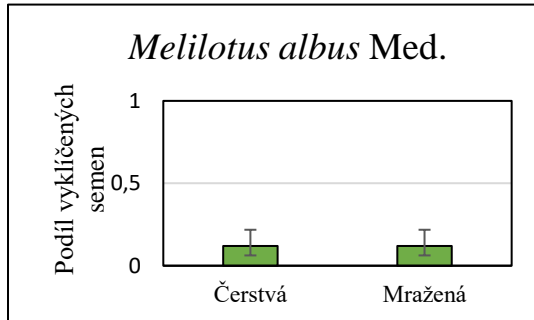
Obrázek 33



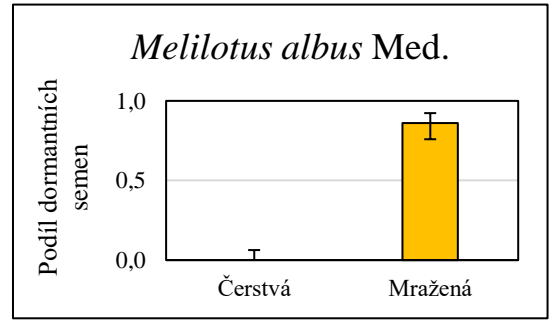
Obrázek 34



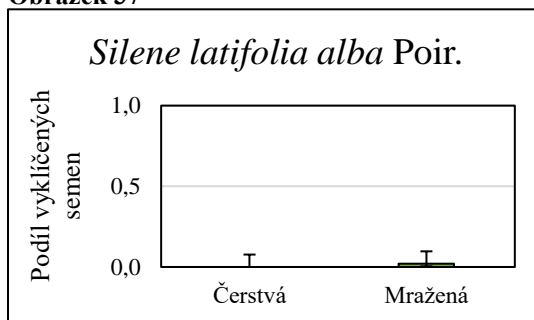
Obrázek 35



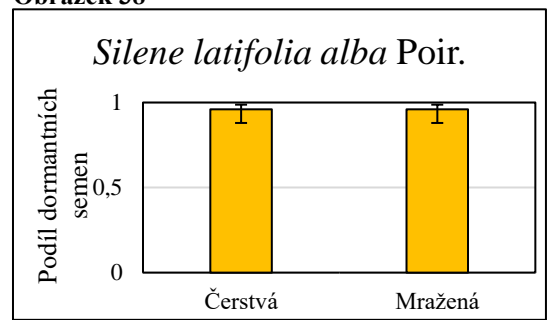
Obrázek 36



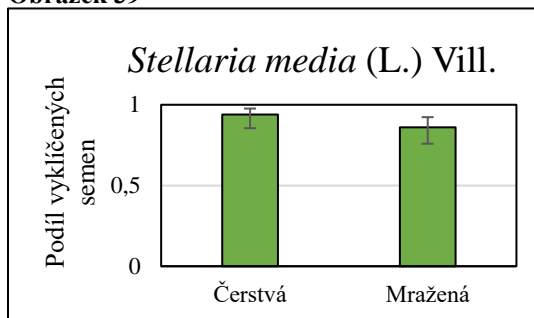
Obrázek 37



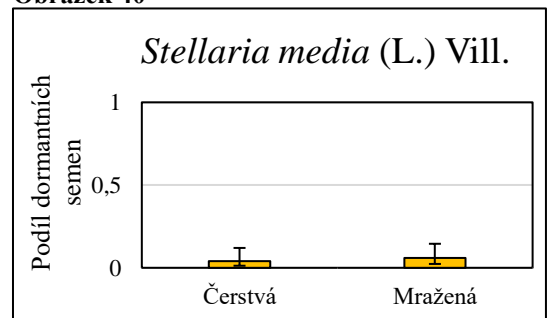
Obrázek 38



Obrázek 39



Obrázek 40



Během pokusu nevyklíčilo žádné z čerstvých semen kapustky obecné (*Lapsana communis*), z varianty mražených semen vyklíčilo celkem 42 semen (Obrázek 29). Klíčivost tedy byla podstatně vyšší u mražených semen. Naopak dormance se projevila vyšší u semen čerstvých (Obrázek 30).

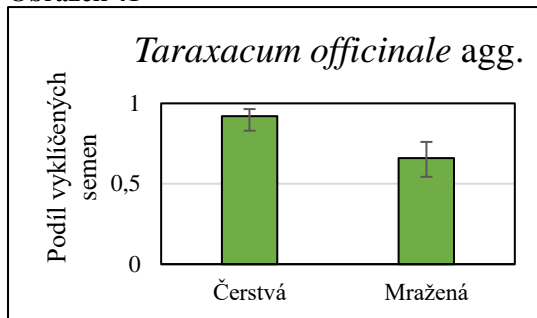
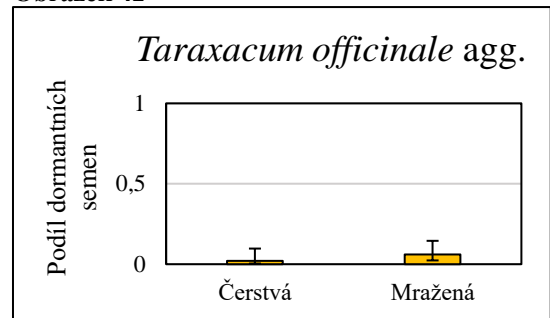
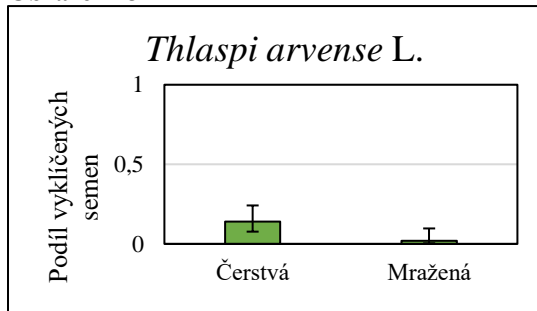
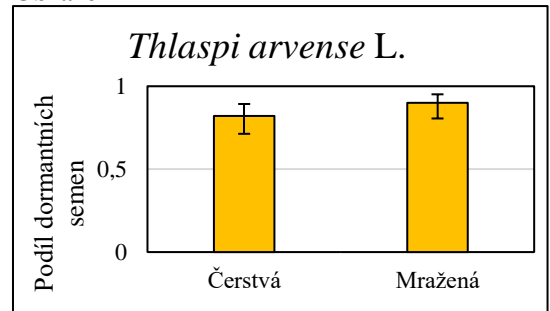
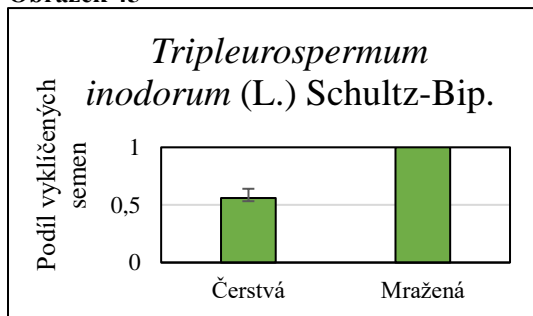
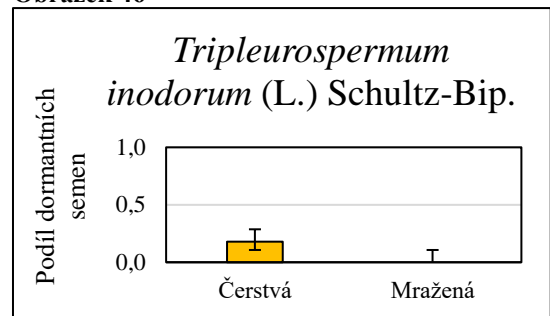
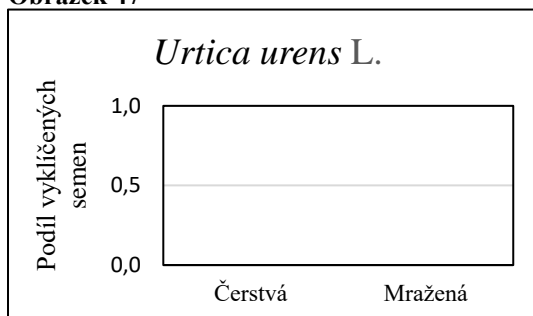
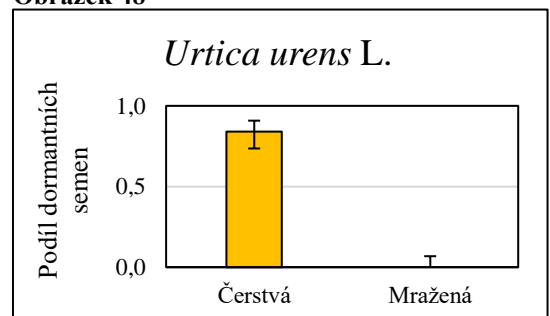
Čerstvá semena srdečníku obecného (*Leonurus cardiaca*) nevykázala žádnou klíčivost, zato celkem 43 kusů bylo dormantních. V případě semen mražených vyklíčilo celkem 16 kusů semen, ze zbylých nevyklíčených semen bylo 13 kusů dormantních (Obrázek 31-32).

V případě řeřichy rumní (*Lepidium ruderale*) vyklíčily z varianty čerstvých semen všechny kusy semen, žádná tedy nebyla dormantní, a proto se dále neprováděl crush test. Ve variantě mražených semen tomu bylo naopak, vyklíčilo jedno jediné semeno. Crush testem bylo zjištěno, že dormancí procházelo celkem 49 kusů semen (Obrázek 33-34).

Ve variantách čerstvých i mražených semen komonice bílé (*Melilotus albus*) vyklíčilo v obou případech pouze šest semen (Obrázek 35). V ohledu dormance (Obrázek 36) si však lépe vedla semena mražená, kdy podílem dormantních semen bylo celkem 43 kusů. V případě semen čerstvých po druhém týdnu výzkumu všechna zbylá semena napadl houbový patogen a všechna tak zahynula.

Knotovka bílá (*Silene latifolia alba*) v průběhu výzkumu nevykazovala žádné známky klíčivosti u čerstvých semen a velmi nízkou klíčivost u semen mražených (Obrázek 37). Naopak dormance se ukázala být vysoká v obou případech. Všechna semena v obou variantách byla, až na výjimku tří mrtvých kusů, dormantní (Obrázek 38).

Ptačinec prostřední (*Stellaria media*) se během výzkumu ukázal jako velmi klíčivý druh plevelu, dormancí téměř vůbec neprocházel (Obrázek 39-40).

**Obrázek 41****Obrázek 42****Obrázek 43****Obrázek 44****Obrázek 45****Obrázek 46****Obrázek 47****Obrázek 48**

Semena pampelišky lékařské (*Taraxacum officinale*) vykazovala v obou případech celkem vysokou klíčivost (Obrázek 41), z čehož semena z varianty čerstvých semen byla více klíčivá. Z nevyklíčených semen byl podíl dormance (Obrázek 42) nižší než podíl semen mrtvých.

V případě penízku rolního (*Thlaspi arvense*) se neprojevila příliš vysoká klíčivost. Čerstvých semen vyklíčilo sedm kusů (Obrázek 43), všechna nevyklíčená semena byla dormantní (Obrázek 44) a jedno napadené houbovým patogenem. U mražených semen vyklíčilo pouze jedno semeno a u 45 kusů se projevila dormance (Obrázek 43-44).

Semena heřmánkovce nevonného (*Tripleurospermum inodorum*) vykazovala po čas výzkumu vysoké známky klíčivosti (Obrázek 45) a tím pádem nízké známky dormance (Obrázek 46). Čerstvá semena vyklíčila z 68 %, 18 % se ukázalo být dormantní a 14 % semen bylo mrtvých. Mražená semena vyklíčila všechna.

Ze semen kopřivy žahavky (*Urtica urens*) nevyklíčilo jediné semeno v obou variantách klíčení (Obrázek 47). Z nevyklíčených čerstvých semen procházelo dormancí celkem 42 kusů (Obrázek 48), ve variantě mražených bylo zjištěno, že byla všechna zkoumaná semena mrtvá.



Následující tabulky nastiňují statisticky průkazné rozdíly mezi čerstvými a mraženými semeny v podílu klíčivosti/dormance (2. sloupec), hodnotu testovacího kritéria rozdílu mezi variantami čerstvých a mražených semen (3. sloupec) a míru pravděpodobnosti, že se varianty od sebe neliší (4. sloupec).

**Tabulka 1**  
Výsledky GLM pro klíčivost čerstvých a mražených semen

| Druh semena   | Rozdíl v klíčivosti mražených oproti čerstvým | z      | P      |
|---|---|--------|--------|
| <i>Amaranthus retroflexus</i> L.                      | -0.16   | -2.016 | 0.043  |
| <i>Arctium lappa</i> L.                               | 0.74  | 0.004  | 1      |
| <i>Bidens tripartita</i> L.                           | 0   | 0      | 1      |
| <i>Campanula trachelium</i> L.                        | 0.02  | 0.319  | 0.75   |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.              | 0.08  | 1.407  | 0.159  |
| <i>Cichorium intybus</i> L.                           | 0   | 0      | 1      |
| <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.                     | 0.06  | 0.002  | 0.998  |
| <i>Consolida regalis</i> S.F.Gray                     | -0.76   | -0.003 | 0.998  |
| <i>Crepis biennis</i> L.                              | 0.36  | 3.236  | 0.001  |
| <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.                      | 0.08  | 0.004  | 1      |
| <i>Galium aparine</i> L.                              | 0.98  | 0.003  | 0.998  |
| <i>Chenopodium album</i> L.                           | -0.42   | -4.063 | <0.001 |
| <i>Lapsana communis</i> L.                            | 0.84  | 0.004  | 0.997  |
| <i>Leonurus cardiaca</i> L.                           | 0.32  | 0.002  | 0.998  |
| <i>Lepidium ruderale</i> L.                           | -0.98   | -0.003 | 0.998  |
| <i>Melilotus albus</i> Med.                           | 0   | 0      | 1      |
| <i>Silene latifolia alba</i> Poir.                    | 0.02  | 0.002  | 0.998  |
| <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.                     | -0.08   | -1.297 | 0.194  |
| <i>Taraxacum officinale</i> agg.                      | -0.26   | 2.962  | 0.003  |
| <i>Thlaspi arvense</i> L.                             | -0.12   | -1.906 | 0.057  |
| <i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.)<br>Schultz-Bip. | 0.44  | 0.006  | 0.995  |
| <i>Urtica urens</i> L.                                | 0   | 0      | 1      |

Rozdíl v klíčivosti udává rozdíl v podílu klíčivých semen po zamražení vzhledem ke kontrolním semenům; z – hodnota testovacího kritéria rozdílu mezi variantami (zobecněný lineární model, binomické rozložení, logit link); P – míra pravděpodobnosti ( $\alpha = 0,05$ ), že se varianty mezi sebou neliší. Mezi druhy, u nichž se klíčivost statisticky průkazně lišila mezi variantami, patří *Amaranthus retroflexus* L., *Crepis biennis* L., *Chenopodium album* L., *Taraxacum officinale* agg.

**Tabulka 2**  
**Výsledky GLM pro dormanci čerstvých a mražených semen**

| Druh semena   | Rozdíl v dormanci mražených oproti čerstvým | z      | P      |
|---|---|--------|--------|
| <i>Amaranthus retroflexus</i> L.                      | 0.08  | 0.961  | 0.336  |
| <i>Arctium lappa</i> L.                               | -0.7  | -6.081 | <0.001 |
| <i>Bidens tripartita</i> L.                           | 0.16  | 2.23   | 0.026  |
| <i>Campanula trachelium</i> L.                        | 0.32  | 3.266  | 0.001  |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.              | -0.38                                       | -3.756 | 0      |
| <i>Cichorium intybus</i> L.                           | -0.12                                       | -1.206 | 0.228  |
| <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.                     | 0.24  | 2.419  | 0.016  |
| <i>Consolida regalis</i> S.F.Gray                     | 0.72  | 5.852  | <0.001 |
| <i>Crepis biennis</i> L.                              | 0   | 0      | 1      |
| <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.                      | -0.06                                       | -0.002 | 0.998  |
| <i>Galium aparine</i> L.                              | -0.64                                       | -4.324 | <0.001 |
| <i>Chenopodium album</i> L.                           | 0.44  | 4.253  | <0.001 |
| <i>Lapsana communis</i> L.                            | -0.64                                       | -5.366 | <0.001 |
| <i>Leonurus cardiaca</i> L.                           | -0.58                                       | -5.391 | <0.001 |
| <i>Lepidium ruderale</i> L.                           | 0.98  | 0.003  | 0.998  |
| <i>Melilotus albus</i> Med.                           | 0.86  | 0.004  | 0.996  |
| <i>Silene latifolia alba</i> Poir.                    | 0   | 0      | 1      |
| <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.                     | 0.02  | 0.456  | 0.648  |
| <i>Taraxacum officinale</i> agg.                      | 0.04  | 0.972  | 0.331  |
| <i>Thlaspi arvense</i> L.                             | 0.08  | 1.138  | 0.255  |
| <i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.)<br>Schultz-Bip. | -0.18                                       | -0.002 | 0.998  |
| <i>Urtica urens</i> L.                                | -0.84                                       | -0.004 | 0.997  |

Rozdíl v dormanci udává rozdíl v podílu dormantních semen po zamražení vzhledem ke kontrolním semenům; z – hodnota testovacího kritéria rozdílu mezi variantami (zobecněný lineární model, binomické rozložení, logit link); P – míra pravděpodobnosti ( $\alpha = 0,05$ ), že se od sebe varianty neliší.

Mezi druhy, u nichž se podíl dormantních semen statisticky průkazně lišil, patří *Arctium lappa* L., *Bidens tripartita* L., *Campanula trachelium* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Med., *Consolida regalis* S.F.Gray, *Galium aparine* L., *Lapsana communis* L., *Leonurus cardiaca* L. a *Chenopodium album* L.

## 6. Diskuze

Klíčení a dormance semen jsou ovlivněny mnoha faktory. V mírném teplotním pásmu je teplota hlavním faktorem ovlivňujícím klíčivost a dormanci semen. Při podmínkách nepříznivých pro přežití rostlin, obvykle dochází ke snížení dormance v důsledku vlivu nízkoteplotní stratifikace (Bouwmeester a Karssen, 1992; Baskin a Baskin, 2001).

Hoyle a kol. (2014) testovali vliv studené stratifikace na dormanci semen. Zjistili, že konečný procentuální stav klíčivosti a dormance semen se mezi druhy významně liší. Dále potvrdili, že variabilita v dormanci nesouvisí s místem původu semen. V této bakalářské práci bylo zjištěno, že se druhy zkoumaných semen lišily ve své odpovědi na jejich zamražení. Mezi tyto druhy patřily při testování crush testem *Arctium lappa*, *Bidens tripartita*, *Campanula trachelium*, *Capsella bursa-pastoris*, *Consolida regalis*, *Galium aparine*, *Chenopodium album*, *Lapsana communis*, *Leonurus cardiaca*.

Podle Šebánka a kol. (1983) musí chlad při stratifikaci působit na nabobtnalá semena. Během mého výzkumu prošla semena chladovou stratifikací před nabobtnáním. Kvůli tomu pravděpodobně nedošlo k prolomení dormance u některých druhů.

Klíčivost mezi druhy vyšla procentuálně velmi rozlišně, což mohlo být zapříčiněno časem sběru semen (Martinková a kol., 1997; Baskin a Baskin, 2001), teplotou 17 °C den /15 °C noc a světelnými podmínkami 12 hodin světlo/12 hodin tma během výzkumu, anebo také selháním lidského faktoru. Teplotní podmínky jsou faktorem, který výrazně ovlivňuje klíčení. Ideální teplotní podmínky pro klíčení druhů jsou rozdílné. Například pro druhy: *Stellaria media*, *Chenopodium album*, *Campanula trachelium* se ideální podmínky pohybují v rozmezí 10-25 °C, minimální teplota by neměla být nižší než 6 °C a maximální teplota by se neměla vyšplhat nad 40 °C.

Ideální teplotní podmínky pro klíčení větších semen např. *Arctium lappa* jsou zhruba 15 °C. Rozmezí mezi minimální a maximální teplotou je odhadem 5-35 °C.

Mnoho semen v rámci pokusu bylo zahubeno houbovými patogeny či bakteriálním onemocněním, což mohlo být způsobeno přemokřením. Houba a kol. (2002) ve své publikaci uvádějí, že pravděpodobnost napadení menších semen houbovými patogeny je vyšší než u semen větších. Symptomy napadení semen se mohou projevit různými způsoby, např. hnilobou nebo sraštním či zmenšením velikosti semena,

nebo dále také nekrotickými skvrnami, jimiž se projevvalo v mém případě nejčastěji. Patogeny (např. rody *Penicillium* a *Alternaria*) vytvářejí mykotoxiny, které zabraňují klíčení semen (Houba a kol., 2002).

Dalším důvodem by také mohlo být napadení predátory. Může se jednat o zástupce larev a much čeledi vrtulovití (Redfern, 1995; Nakamura a Nakamura, 2004), anebo brouků např. z čeledi nosatcovití (Louda a O'Brien, 2002; Nakamura a Nakamura, 2004), kteří se vyvíjejí po stejnou dobu jako je doba dozrávání semen, jež napadají. Tato skupina predátorů konzumuje semena především z mateřské rostliny, jedná se tedy o predisperzní predaci semen.

## **6.1 Výsledky pro jednotlivé vybrané druhy**

Z výsledků je patrné, že semena penízku rolního vykazovala silnou dormanci. Tento výsledek nesouhlasí s prohlášením Kohouta (1997), který tvrdí, že semena penízku rolního klíčí velmi časně po jejich dozrání. Je třeba také nesouhlasit s tezí Hazebroekea a Metzgera (1990), která tvrdí, že semena penízku rolního rychle ztrácejí dormanci již během prvního měsíce od uložení do suchého prostředí. Podle Jursíka a kol. (2011) semena penízku rolního nejlépe klíčí při teplotách 10-25 °C a kolísání teplot má na klíčení dobrý vliv. Při výzkumu jsme se drželi teplot 17 °C/den 15 °C/noc, nemohu proto potvrdit ani toto tvrzení. Hume (1994) tvrdí, že semena, která byla vyprodukována na počátku kvetení mateřské rostliny, měla nejvyšší podíl klíčivosti na jaře a během podzimu. Nejnižší klíčivost však vykazovaly během období července, kdy byl náš pokus prováděn.

Semena kokošky pastuší tobolky vykazovala výraznou dormanci, která během výzkumu téměř neodezněla. Toto tedy souhlasí s tvrzením Deyla (1964), že semena před počátkem klíčení potřebují neméně 12 měsíců na fyziologické dozrání. Dále lze souhlasit s tím, že chladová stratifikace by měla dobu dozrávání zkrátit, a tak semena přiblížit procesu klíčení. Při testu dormance crush testem byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi mraženou a nemraženou kontrolou. Rezvani a kol. (2014) ve svém pokusu zjistili, že v rychlosti klíčení nebyl zásadní rozdíl ve světelných variantách 12h světlo/12h tma nebo za kontinuální tmy. Zdá se tedy, že tento druh měl v našem pokusu vhodné podmínky ke klíčení.

Ze získaných výsledků lze usoudit, že semena laskavce ohnutého procházela velmi silnou dormancí, která nebyla zřejmě prolomena ani mrazem. Semena nejevila příliš vysoké změny ani po chladové stratifikaci, to potvrzuje i Jursík a kol. (2011). Jursík a kol. (2011) ve své publikaci dále uvádějí, že semena tohoto druhu plevelu klíčí nejlépe na povrchu půdy anebo v malé hloubce lehčího typu půd. Lze tedy odhadnout, že světlo má velký vliv na jejich klíčivost a světelné podmínky pro tento druh nebyly vhodné. Kazda a kol. (2010) uvádějí rozmezí 22-27 °C jako optimální teplotu pro klíčení semen laskavce ohnutého. Dle publikace Kollera a kol. (1962) je nejnižší teplotou klíčení 7 °C. Proto by důvodem silné dormance mohlo být, že jsme semenům nenastolili správné podmínky pro klíčení.

Miura a kol. (1995) ve své publikaci uvádějí, že prolomení dormance ptačince prostředního v půdě bylo velmi pomalé. Dále uvádějí, že jde o přirozenou obranyschopnost tohoto druhu, jelikož je ptačinec jedním z nejběžnějších druhů v půdní zásobě semen orné půdy. Výzkum, který byl prováděn v laboratorních podmínkách, toto tvrzení vyvrací, neboť ptačinec byl jedním z druhů výzkumu s nejvyšší klíčivostí.

## **6.2 Porovnání klíčivosti jednotlivých druhů a zařazení do skupin**

Pokud porovnáme druhy mezi sebou, je potřeba zmínit, že byly výsledky velmi rozdílné. Po porovnání grafů (Obrázek 5-48) bych navrhla rozdělení druhů do skupin neklíčivé (např. *Cirsium arvense*, *Bidens tripartita* či *Capsella bursa-pastoris*), méně klíčivé (*Thlaspi arvense*, *Melilotus albus*, *Amaranthus retroflexus*, *Cichorium intybus*, *Leonurus cardiaca*), klíčivé (*Galium aparine*, *Lapsana communis*, *Arctium lappa*, *Crepis biennis*, *Chenopodium album* nebo *Tripleurospermum inodorum*) a velmi klíčivé (*Stellaria media*, *Taraxacum officinale* a *Galinsoga parviflora*). Stejně by to vypadalo i v případě dormance, rozdělení druhů na nedormantní (např. *Galinsoga parviflora*, *Crepis biennis*, *Taraxacum officinale* a další), méně dormantní (*Campanula trachelium*, *Cirsium arvense*, *Tripleurospermum inodorum* atd.), dormantní (např. *Chenopodium album*, *Consolida regalis*, *Capsella bursa-pastoris*) a silně dormantní (*Bidens tripartita*, *Thlaspi arvense*, *Amaranthus retroflexus* a *Silene latifolia alba*).

Mezi semena, která klíčila hojně (nad 80 %) patří druhy *Galinsoga parviflora*, *Stellaria media*, *Crepis biennis*. Semena zřejmě měla ideální podmínky, tj. teplota a

světelná perioda, jež jsme při pokusu nastavili.

Nejvyšší klíčivost byla zaznamenána u pět'ouru maloúborného, kdy byla klíčivost u mražených i čerstvých semen téměř stoprocentní. Tomu bohužel odporuje tvrzení Mikulky (2014), Jursíka a kol. (2011), ale i De Cauwera a kol. (2013), kteří tvrdí, že semena pět'ouru maloúborného vykazují velmi silnou primární dormanci, která by měla být prolomena působením vysokých teplot. Avšak Ivany a Sweet (1973) a Warwick a Sweet (1983) došli k rozdílným, mnou potvrditelným výsledkům. Uvádějí, že semena pět'ouru neprocházela dormancí vůbec, anebo jejich dormance byla velmi slabá.

### 6.3 Porovnání druhů ze stejné čeledi

Z čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*) vyšla míra dormance statisticky průkazná u těchto druhů: *Arctium lappa*, *Bidens tripartita*, *Lapsana communis*.

Míra klíčení i dormance kapustky a lopuchu jsou téměř totožné, čerstvá semena obou druhů měla nulovou či velmi nízkou klíčivost, neboť téměř všechna procházela dormancí. Na druhou stranu mražená semena lopuchu i kapustky klíčila hojně, chlad měl tedy pozitivní účinek a dormanci přerušil. Nicméně semena dvouzubce trojdílného měla naprosto odlišné výsledky. Čerstvá i mražená semena měla nulovou klíčivost, což potvrzují ve svém výzkumu i Benvenuti a MacChia (1997). Dormance čerstvých semen byla o něco nižší než dormance mražených. Semena dvouzubce ve výzkumu Brändela (2004) procházela primární i sekundární dormancí během období podzimu, kdy byly teploty nižší než 12 °C. Dormance byla také vyvolána na přelomu jara a léta za teplot vyšších než 7 °C. Semena dvouzubce by však mohla klíčit během celého roku při vysokých teplotách, měla potenciál akumulovat perzistentní zásobu semen.

Z čeledi *Caryophyllaceae* (hvozdíkovité) byly v pokusu zkoumány druhy *Stellaria media* a *Silene latifolia alba*. U těchto druhů nevyšel rozdíl mezi mraženými semeny a čerstvými průkazně, nicméně procentuální klíčivost těchto druhů byla rozdílná.

Důvodem této rozdílnosti může být fakt, že semena ptačince prostředního bývají dormantní především v pozdním dozrání (Hill a kol., 2014). Semena tedy byla pravděpodobně sebrána přímo po ranném dozrání, kdy ptačinec prostřední klíčí velmi dobře. Knotovka bílá nejlépe klíčí na jaře po promrznutí (Slavík a Štěpánková, 2004) důvodem neklíčení během mého pokusu by mohl být důsledek nedostatku

vhodných podmínek, jež vyžaduje.

Při porovnání druhů z čeledi *Brassicaceae* (brukvovité) je patrné, že výsledné hodnoty kokošky pastuší tobolky a penízku rolního jsou téměř totožné. V obou případech těchto druhů byla klíčivost poměrně nízká, zato dormancí procházelo více jak 85 % semen čerstvých i mražených semen. U řeřichy rolní byly výsledné hodnoty zcela odlišné od hodnot ostatních druhů této čeledi. Ve variantě čerstvých semen totiž byla klíčivost 100 %, ve variantě mražených naopak 2 %. Opět i mezi těmito druhy nevyšel rozdíl mezi mraženými semeny a čerstvými průkazně.

## 7. Závěr

Z výše uvedených informací je tedy patrné, že čeled' rostlin nemá na klíčení ani dormanci příliš velký vliv. Každý druh rostliny vyžaduje odlišné podmínky pro klíčení, které během mého výzkumu byly pro všechny druhy stejné.

Pro lepší interpretovatelnost výsledků by se mohl test zopakovat v širším rozmezí pokusných teplot, čímž by se dala získat optimální teplota pro klíčení každého druhu. Dále by mohl následovat test určení dalších vhodných podmínek (např. světelných a vlhkostních).

Závěrem lze říci, že dormance se mezi druhy semen liší a záleží na vhodné kombinaci podmínek, především teploty a vlhkosti, aby semena dormanci prolomila a začala klíčit. Tvrzení Jehlíka (1998), že i v rámci stejného druhu rostliny mají semena variabilní fyzikální i biologické vlastnosti, data této práce potvrzují.



## 8. Přehled literatury a použitých zdrojů

1. Anderson W.P., 1999: Perennial Weed – Characteristics and Identification of Selected Herbaceous Species. Iowa State University Press, Ames. 228 s.
2. Baskin C.C., Baskin J.M., 1983: Seasonal changes in the germination responses of buried seeds of *Arabidopsis thaliana* and ecological interpretation. *Botanical Gazette*, 144: 540-543.
3. Baskin C.C., Baskin J.M., 2001: Seeds – Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego, USA. 680 s.
4. Baskin C.C., Baskin J.M., 2004: Germination ecology of seeds of the annual weeds *Capsella bursa-pastoris* and *Descurainia sophia* originating from high northern latitudes. *Weed Research*, 44: 60-68.
5. Begon M., Harper J.L., Townsend C.R., 1997: Ekologie – jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc. 949 s.
6. Benvenuti S., MacChia M., 1997: Germination Ecophysiology of Bur Beggarticks (*Bidens tripartita*) as Affected by Light and Oxygen. *Weed Science*. 45(5): 696-700.
7. Berés I., 1993: Effect of sodium chloride concentration, pH and drought-stress on germination of some weed species. *Nové-nytermelés*, 42: 317-322.
8. Berés I., Sardi K., 2000: Interaction of nitrates and drought-stress on germination of weed species. *Journal of Plant Diseases and Protection*. Special Issue, 26: 191-198.
9. Bertová L., 1988: Flóra Slovenska IV/4: Komonika biela. Veda, Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava, SK. 226-344.
10. Bewley J.D., 1997: Seed dormancy and germination. *The Plant Cell*, 9: 1055-1066.
11. Bewley J. D., Bradford K. J., Hilhorst H. W. M., Nonogaki H., 2012: Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy. New York, NY. 392 s.
12. Blumrich H., 1992: Zur Biologie und Ökologie der Keimung einiger Unkrautarten unter spezieller Berücksichtigung einer Keimförderung unter Laborbedingungen. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Special Issue. 246 s.

13. Borza J.K., Westerman P.R., Liebman M., 2007: Comparing estimates of seed viability in three foxtail (*Setaria*) species using the imbibed seed crush test with and without additional tetrazolium testing, *Weed Technology*, 21: 518-522.
14. Bouwmeester H.J., Karssen C.M., 1992: The dual role of temperature in the regulation of the seasonal-changes in dormancy and germination of seeds of *Polygonum persicaria* L. *Oecologia*, 90: 88-94.
15. Brändel M., 2004: The role of temperature in the regulation of dormancy and germination of two related summer-annual mudflat species. *Aquatic Botany*. 79(1): 15-32.
16. Buchanan B., Gruissem W., Jones R., 2000: *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Physiologist. 1280 s.
17. Clauss M., Venable L., 2000: Seed Germination in Desert Annuals: An Empirical Test of Adaptive Bet Hedging. *The American Naturalist*, 155: 168-86.
18. Costea M., Weaver S.E., Tardif F.J., 2004: The biology of Canadian weeds. *Canadian journal of Plant Science, Canada*, 84: 631-668.
19. De Cauwer, B., Devos, R., Claerhout S., Bulcke, R., Reheul, D., 2013: Seed dormancy, germination, emergence and seed longevity in *Galinsoga parviflora* and *G. quadriradiata*. *Weed Research*. 54: 38–47.
20. Defelice M.S., 2001: Shepherd's-pure, *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic. *Weed Technology*, 15: 399-920.
21. Deyl M., 1964: *Plevele polí a zahrad*. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha. 392 s.
22. Dostál J., 1989: *Nová květena ČSSR*. Academia. Praha. 1548 s.
23. Dyer A., Fenech A., Rice K., 2000: Accelerated seedling emergence in interspecific competitive neighbourhoods. *Ecology Letters*, 3: 523-529.
24. Eslami S.V., 2011: Comparative germination and emergence ecology of two populations of common lambsquarters (*Chenopodium album*) from Iran and Denmark. *Weed Science*, 59: 90-97.
25. Finch-Savage E., Leubner-Metzger G., 2006: Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171: 501-523.

26. Foley M. E., 2001: Seed dormancy: on update on germinology, physiological genetics, and quantitative trait loci regulating germinability, *Weed Science*, 49: 305-317.
27. Goldberg D., Rajaniemi T., Gurevitch J., Stewart-Oaten A., 1999: Empirical approaches to quantifying interaction intensity: competition and facilitation along productivity gradients. *Ecology*, 80: 1118-1131.
28. Hamouz P., Hamouzová K., 2015: Atlas klíčních rostlin polních plevelů. Kurent, České Budějovice. 240 s.
29. Hazebroek, J. P., Metzger, J. D., 1990: Thermoinductive regulation of gibberellin metabolism in *Thlaspi arvense* L. I. Metabolism of [2 H] - ent-Kaurenoic acid and [14 C] Gibberellin A12-aldehyde. *Plant Physiol.* 94: 157–165.
30. Hejný S., Slavík B., 1992: Květena České socialistické republiky 3. Academia, Praha. 542 s.
31. Hendry G.A.F., Grime J.P., 1993: Methods in comparative plant ecology. Chapman and Hall, London. 252 s.
32. Hess D., 1983: Fyziologie rostlin, 1. vydání. Academia, Praha. 302 s.
33. Hill E.C., Renner K.A., Sprague C.L., 2014: Henbit (*Lamium amplexicaule*), common chickweed (*Stellaria media*), shepherd's-purse (*Capsella bursa-pastoris*), and field pennycress (*Thlaspi arvense*): Fecundity, seed dispersal, dormancy and emergence. *Weed Science*, 62: 97-106.
34. Holm L. G., Plucknelt L.D., Pancho J., Herberger J., 1977: World's worst weeds. East-West Centre by University Press of Hawaii, Honolulu. 609 s.
35. Houba M., Hosnedl V., Prokinová E., Pazdera J., 2002: Osivo a sadba. Profi Press. Praha. 204 s.
36. Hoyle G. L., Cordiner H., Good R. B., Nicotra A. B., 2014: Effects of reduced winter duration on seed dormancy and germination in six populations of the alpine herb *Aciphyllia glacialis* (Apiaceae). *Conservation Physiology*, 2(1), cou015.
37. Hron F., Vodák A., 1959: Polní plevelé a boj proti nim. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 379 s.
38. Hume L., 1994: Maternal environment effects on plant-growth and germination of two strains of *Thlaspi arvense* L. *International Journal of Plant Science*, 155: 180-186.

39. Ivany J. A., Sweet R. D., 1973: Germination, growth, development and control of Galinsoga. *Weed Science*. 21: 41–45.
40. Jehlík B., 1998: Cizí expanzivní plevele České republiky a Slovenské republiky. Academia, Praha. 506 s.
41. Jursík M., Holec J., Hamouz P., Soukup J., 2011: Plevel: biologie a regulace. Kurent, České Budějovice. 360 s.
42. Kazda J., Mikulka J., Prokinová E., 2010: Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press. Praha. 400 s.
43. Kincl M., Krpeš V., 2000: Základy fyziologie rostlin. Montanex a.s., Ostrava. 220 s.
44. Kincl L., Kincl M., Jakrlová J., 2003: Biologie rostlin. Fortuna, Praha. 256 s.
45. Kohout V., 1996: Kulturní rostliny jako plevel následných plodin. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha. 29 s.
46. Kohout V., 1997: Plevel polí a zahrad. Agrospoj, Praha. 235 s.
47. Koller D., Mayer A. M., Poljakoff-Mayber A., Klein S., 1962: Seed germination. *Annual Review of Plant Physiology*. 13: 437-464.
48. Kubát K., Hrouda L., Chrtěk J., Kaplan Z., Kirchner J., Štěpánek J., 2002: Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha. 928 s.
49. Leishman M., Westoby M., 1994: The role of large seeds in seedling establishment in dry soil conditions experimental evidence from semi-arid species. *Journal of Ecology*, 82: 249-258.
50. Leishman M., Westoby M., 1998: Seed size and shape are not related to persistence in soil in Australia in the same way as in Britain. *Functional Ecology*, 12: 480-485.
51. Leubner-Metzger G., 2003: Functions and regulation of  $\beta$ -1,3-glucanase during seed germination, dormancy release and after-ripening. *Seed Science Research*, 13: 17-34.
52. Lord J., Westoby M., 2012: Accessory costs of seed production. *Oecologia*, 66: 200-210.
53. Louda S.M., O'Brien CH.W., 2002: Unexpected Ecological Effects of Distributing the Exotic Weevil, *Larinus planus* (F.), for the Biological Control of Canada Thistle. *Conserv. Biol.* 16: 717–727.

54. Lutman P.J.W., 2002: Estimation of seed production by *Stellaria media*, *Sinapsis arvensis* and *Tripleurospermum inodorum* in arable crops. *Weed Research*, 42: 359-369.
55. Martinková Z., Honěk A., Štolcová J., 1997: The incidence of primary seed dormancy in weed species of Czech Republic. *Ochrana rostlin*. 33: 256-279.
56. Mayer A., 1982: *The germination of seed*. Pergamon Press, London. 211 s.
57. Mikulka J., Kneifelová M., Martinková Z., Soukup J., Uhlík J., 2005: *Plevelné rostliny*, Profi Press, Praha. 180 s.
58. Mikulka J., 2014: *Plevele polních plodin*. Vydavatelství Profi Press s. r. o., Praha. 179 s.
59. Milberg P., Andersson L., 1994: Effect of emergence date on seed production and seed germinability in *Thlaspi arvense*. *Swedish Journal of Agricultural Research*, 24: 143-146.
60. Miura R., Kobayashi H., Kusanagi T., 1995: A comparative study of seed dormancy and germination behavior between *Stellaria media*, an agrestal weed, and *S. neglecta*, a ruderal. *Weed Research. Japan*. 40 (4): 271-278.
61. Murdoch A.J., Ellis R.H., 2000: Dormancy, Viability and Longevity. In: Fenner M.: *Seeds – The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. CABI Publishing, Oxon, 183-214.
62. Nakamura A., Nakamura K., 2004: Faunal make-up, host range and infestation rate of weevils and tephritid flies associated with flower heads of the thistle *Cirsium* (Cardueae: Asteraceae) in Japan. *Entomol. Sci.* 7: 295–308.
63. Popay A, Roberts E., 1970: Factors involved in the dormancy and germination of *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic. And *Senecio vulgaris* L. *Journal of Ecology*, 58: 103-122.
64. Porter R., Durrell M., Romm H., 1947: The use of 2, 3, 5-triphenyl-tetrazoliumchloride as a measure of seed germinability. *Plant Physiology*, 22: 149-159.
65. Probert R.J., 2000: The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination, *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. Wallingford, UK, 2: 261-292.

66. R Core Team, 2018: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.  
URL: <https://www.R-project.org/>.
67. Redfern M., 1995: Insects and thistles. Naturalists' Handbooks 4. The Richmond Publishing Co. Ltd., Slough, England. 78 s.
68. Rees M., 1997: Seed dormancy. In: Crawley M. J. (ed.) Plant Ecology, Blackwell Science, Oxford, UK, 2: 214-238.
69. Rezvani M., Zaefarian F., Amini V., 2014: Effects of chemical treatments and environmental factors on seed dormancy and germination of shepherd's purse (*Capsella bursa-pastoris* (L) Medic.). *Acta Botanica Brasilica*. 28 (4): 495-501.
70. Sawma J.T., Mohler C.L., 2002: Evaluating Seed Viability by an Unimbibed Seed Crush Test in Comparison with the Tetrazolium Test. *Weed Technology*, Cambridge University Press, 16: 781-786.
71. Slavík B, Štěpánková J., 2004: Květena České republiky. Academia, Praha. 767 s.
72. Taiz L., Zeiger E., 2002: Plant Physiology. Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, 3: 67-68.
73. Thompson K., Band S.R., Hodgson J.G., 1993: Seed size and shape predict persistence in soil. *Functional Ecology*, 7: 236-241.
74. Tielborger K., Valleriani A., 2005: Can seeds predict their future? Germination strategies of density regulated desert annuals. *Oikos*, 111: 235-244.
75. Venable L., Lawlor L., 1980: Delayed germination and dispersal in desert annuals: Escape in space and time. *Oecologia*, 46: 272-282.
76. Warwick, S. I., Sweet, R. D., 1983: The Biology of Canadian Weeds. 58. *Galinsoga parviflora* and *G. quadriradiata* (= *G. ciliata*). *Canadian Journal of Plant Science*. 63: 695-709.
77. Westoby M., Falster D., Moles A., Vesk P., Wright I., 2002: Plant ecological strategies: Some leading dimensions of variation between species. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33: 125-159.
78. Wang S., Duan L., Li J., Tian X., Li Z., 2007: UV-B radiation increases paraquat tolerance of two broad-leaved and two grass weeds in relation to

changes in herbicide absorption and photosynthesis. *Weed Research*, 47: 122-128.

79. Xia O., Maharajah P., Cueff G., Rajjou L., Prodhomme D., Gibon Y., Bailly C., Corbineau F., Meimoun P., El-Maarouf-Bouteau H., 2018: Integrating proteomics and enzymatic profiling to decipher seed metabolism affected by temperature in seed dormancy and germination. *ScienceDirect*, 269: 118-125.

## 9. Seznam obrázků a grafů

|   |        |
|---|--------|
| Obrázek 1 Rozdělení semen na filtrační papír v Petriho miskách                        | - 19 - |
| Obrázek 2 Semena <i>Amaranthus retroflexus</i> v Petriho misce                        | - 20 - |
| Obrázek 3 Klíčivá semena <i>Bidens tripartita</i>                                     | - 20 - |
| Obrázek 4 Vyklíčená semena <i>Arctium lappa</i> L.                                    | - 20 - |
| Obrázek 5 Podíl vyklíčených semen <i>Amaranthus retroflexus</i> L.                    | - 23 - |
| Obrázek 6 Podíl dormantních semen <i>Amaranthus retroflexus</i> L.                    | - 23 - |
| Obrázek 7 Podíl vyklíčených semen <i>Arctium Lappa</i> L.                             | - 23 - |
| Obrázek 8 Podíl dormantních semen <i>Arctium Lappa</i> L.                             | - 23 - |
| Obrázek 9 Podíl vyklíčených semen <i>Bidens tripartita</i> L.                         | - 23 - |
| Obrázek 10 Podíl dormantních semen <i>Bidens tripartita</i> L.                        | - 23 - |
| Obrázek 11 Podíl vyklíčených semen <i>Campanula trachelium</i> L.                     | - 23 - |
| Obrázek 12 Podíl dormantních semen <i>Campanula trachelium</i> L.                     | - 23 - |
| Obrázek 13 Podíl vyklíčených semen <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.           | - 23 - |
| Obrázek 14 Podíl dormantních semen <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.           | - 23 - |
| Obrázek 15 Podíl vyklíčených semen <i>Cichorium intybus</i> L.                        | - 23 - |
| Obrázek 16 Podíl dormantních semen <i>Cichorium intybus</i> L.                        | - 23 - |
| Obrázek 17 Podíl vyklíčených semen <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.                  | - 25 - |
| Obrázek 18 Podíl dormantních semen <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.                  | - 25 - |
| Obrázek 19 Podíl vyklíčených semen <i>Consolida regalis</i> S. F. Gray                | - 25 - |
| Obrázek 20 Podíl dormantních semen <i>Consolida regalis</i> S. F. Gray                | - 25 - |
| Obrázek 21 Podíl vyklíčených semen <i>Crepis biennis</i> L.                           | - 25 - |
| Obrázek 22 Podíl dormantních semen <i>Crepis biennis</i> L.                           | - 25 - |
| Obrázek 23 Podíl vyklíčených semen <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.                   | - 25 - |
| Obrázek 24 Podíl dormantních semen <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.                   | - 25 - |
| Obrázek 25 Podíl vyklíčených semen <i>Galium aparine</i> L.                           | - 26 - |
| Obrázek 26 Podíl dormantních semen <i>Galium aparine</i> L.                           | - 26 - |
| Obrázek 27 Podíl vyklíčených semen <i>Chenopodium album</i> L.                        | - 26 - |
| Obrázek 28 Podíl dormantních semen <i>Chenopodium album</i> L.                        | - 26 - |
| Obrázek 29 Podíl vyklíčených semen <i>Lapsana communis</i> L.                         | - 26 - |
| Obrázek 30 Podíl dormantních semen <i>Lapsana communis</i> L.                         | - 26 - |
| Obrázek 31 Podíl vyklíčených semen <i>Leonurus cardiaca</i> L.                        | - 26 - |
| Obrázek 32 Podíl dormantních semen <i>Leonurus cardiaca</i> L.                        | - 26 - |
| Obrázek 33 Podíl vyklíčených semen <i>Lepidium ruderale</i> L.                        | - 28 - |
| Obrázek 34 Podíl dormantních semen <i>Lepidium ruderale</i> L.                        | - 28 - |
| Obrázek 35 Podíl vyklíčených semen <i>Melilotus albus</i> Med.                        | - 28 - |
| Obrázek 36 Podíl dormantních semen <i>Melilotus albus</i> Med.                        | - 28 - |
| Obrázek 37 Podíl vyklíčených semen <i>Silene latifolia alba</i> Poir.                 | - 28 - |
| Obrázek 38 Podíl dormantních semen <i>Silene latifolia alba</i> Poir.                 | - 28 - |
| Obrázek 39 Podíl vyklíčených semen <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.                  | - 28 - |
| Obrázek 40 Podíl dormantních semen <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.                  | - 28 - |
| Obrázek 41 Podíl vyklíčených semen <i>Taraxacum officinale</i> agg.                   | - 30 - |
| Obrázek 42 Podíl dormantních semen <i>Taraxacum officinale</i> agg.                   | - 30 - |
| Obrázek 43 Podíl vyklíčených semen <i>Thlaspi arvense</i> L.                          | - 30 - |
| Obrázek 44 Podíl dormantních semen <i>Thlaspi arvense</i> L.                          | - 30 - |
| Obrázek 45 Podíl vyklíčených semen <i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Schultz-Bip. | - 30 - |
| Obrázek 46 Podíl dormantních semen <i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Schultz-Bip. | - 30 - |
| Obrázek 47 Podíl vyklíčených semen <i>Urtica urens</i> L.                             | - 30 - |
| Obrázek 48 Podíl dormantních semen <i>Urtica urens</i> L.                             | - 30 - |
| Tabulka 1 Výsledky GLM pro klíčivost čerstvých a mražených semen                      | - 32 - |
| Tabulka 2 Výsledky GLM pro dormanci čerstvých a mražených semen                       | - 33 - |



## 10. Seznam použitých zkratek a symbolů

- **pH** – hodnota vyjadřuje chemickou reakci půdy. Zda a v jaké míře je kyselá, zásaditá či neutrální.
- **mm** (milimetr) – Jednotka délky v metrickém systému, 1 mm = 0,001 m
- **cm** (centimetr) – Jednotka délky v metrickém systému, 1 cm = 0,01 m
- **m. n. m.** (metry nad mořem) – Nadmořská výška označuje svislou vzdálenost mezi určitým bodem místa a hladinou moře, zpravidla toho nejbližšího).
- **°C** (Celsiův stupeň) – Jednotka teploty
- **Ks** (kus) – Měrná jednotka množství
- **% (procento)** – Bezrozměrná jednotka, ekvivalentní jedné setině. Procenta jsou způsobem, jak vyjádřit část celku (tedy zlomek), pomocí zpravidla jednoduššího čísla, udávajícího setiny daného celku.
- **P** – Míra pravděpodobnosti ( $\alpha = 0,05$ )
- **z** – Hodnota testovacího kritéria rozdílu mezi variantami (zobecněný lineární model, binomické rozložení, logit)