



Agronomická
fakulta

Mendelova
univerzita
v Brně



**Studium vlivu vybraných podmínek prostředí na klíčení
semen plevelů**
Diplomová práce

Vedoucí práce:
Ing. Jan Winkler, Ph.D.

Vypracoval:
Bc. Tomáš Navrátil

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Studium vlivu vybraných podmínek prostředí na klíčení semen plevelů** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne: 26. 4. 2017

.....

podpis

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval Ing. Janu Winklerovi, Ph.D. za cenné rady a odbornou pomoc při vedení diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat své rodině, přítelkyni Kateřině a všem přátelům za podporu během celého studia.

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, jaký vliv má teplota na klíčení semen heřmánkovce nevonného (*Tripleurospermum inodorum*). Klíčení semen probíhalo v laboratorních podmínkách. Tato práce je založena na dvou laboratorních pokusech. Při prvním pokusu se sledovalo, jaký vliv má různá teplota na klíčení semen heřmánkovce nevonného. Ve druhém pokusu se sledovalo, jak budou semena heřmánkovce nevonného klíčit pokud byla vystavena různou dobu mrazu. Nejlépe klíčila semena při teplotě 20 °C. Při této teplotě byla klíčivost 92,5 %. Ve druhém pokusu byla nejlepší klíčivost 74,5 %. Bylo to u semen, která byla vystavena mrazu po dobu třiceti dní. Výsledky byly zapsány do tabulek a zpracovány do grafů. Dále byly výsledky klíčivosti porovnány s ostatními druhy plevelů. Zhodnocení práce je uvedeno v diskuzi.

Klíčová slova: heřmánkovec nevonný, klíčivost, teplota, semena, plevel

Název práce: Studium vlivu vybraných podmínek prostředí na klíčení semen plevelů

ABSTRAKT

The aim of this thesis was to find out the influence of temperature on germination of *Tripleurospermum inodorum* seeds. Seed germination took place in laboratory conditions. This thesis is based on two laboratory experiments. During the first experiment, the effect of different temperatures on the germination of *Tripleurospermum inodorum* seeds was observed. During the second experiment, it was observed how would the *Tripleurospermum inodorum* seed germinate if it was exposed to freezing temperatures for various periods of time. The seeds germinated best at 20 °C. At this temperature, germination was 92.5%. During the second experiment, the best germination was 74.5%. It was with seeds that had been exposed to frost for thirty days. Results have been written to the tables and processed to graphs. In addition, germination results were compared to other weed species. Evaluation of the thesis is given in the discussion.

Key words: *Tripleurospermum inodorum*, germination, temperature, seeds, weed

Name of the thesis: Study of the effect of selected enviromental conditions on the weed seeds germination

Obsah

1	ÚVOD	8
2	CÍL PRÁCE	11
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	12
3.1	Heřmánkovec nevonný (<i>Tripleurospermum inodorum</i>).....	12
3.2	Klíčení semen	14
3.2.1	Základní a specifické podmínky klíčení	17
3.2.2	Dormance	21
3.3	Regulace plevelů.....	23
3.3.1	Chemické metody regulace plevelů	26
3.3.2	Mechanické metody regulace plevelů	27
3.3.3	Fyzikální metody regulace plevelů	29
3.3.4	Biologické metody regulace plevelů	29
3.4	Vztahy plevelů a plodin	30
3.4.1	Konkurence	30
3.4.2	Aleopatie	31
3.4.3	Půdní semenná banka.....	31
4	METODIKA PRÁCE.....	33
4.1	Stanovení klíčivosti u semen heřmánkovce nevonného	33
4.2	Stanovení klíčivosti po působení mrazu	33
5	VÝSLEDKY	35
5.1	Výsledky klíčení semen při různé teplotě.....	35
5.1.1	Grafické zpracování	41
5.1.2	Statistické zpracování.....	45
5.2	Výsledky klíčivosti semen po působení mrazu.....	47

5.2.1	Grafické zpracování	53
5.2.2	Statistické zpracování.....	57
5.3	Srovnání klíčivosti se svízelem přitulou	59
6	DISKUZE.....	61
6.1	Klíčení semen při různé teplotě	61
6.2	Klíčení semen po působení mrazu	62
6.3	Srovnání klíčivosti se svízelem přitulou	62
7	ZÁVĚR	63
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	64
9	SEZNAM TABULEK.....	69
10	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
11	SEZNAM PŘÍLOH.....	71
12	PŘÍLOHY	72

1 ÚVOD

Definovat slovo plevel není jednoduché, protože není ostrá hranice mezi kulturními rostlinami a mezi planě rostoucími rostlinami. Dříve byly rostliny kulturní plané a lze očekávat, že po zušlechtění se z plevelů stanou rostliny kulturní. Vymezení rozdílu je závislé na stanovišti, kde rostlina roste. Jeden rostlinný druh je na jednom místě brán jako užitečný a na druhém místě je považován za škodlivý plevel. Plevelem může být každá rostlina, která se vyskytuje na poli, zahradě proti pěstitelově vůli (Hron, Vodák, 1959). Plevelné rostliny byly od počátku příčinou ohrožování kvantity i kvality rostlinné výroby a pěstители způsobovaly neustálé potíže (Hron, Kohout, 1988).

Od počátků zemědělské činnosti je snaha o udržení monokultury pěstované plodiny, aby rostlo pouze to, co bylo zaseto (Kohout, 1997). Tato snaha o udržení bezplevelné monokultury trvá řadu let a stále se nedaří udržet porost pěstované plodiny v naprosto bezplevelném stavu. Hlavní příčinou je nerespektování základních principů biologické podstaty rostlinné výroby a účinného uplatňování agrotechnických opatření (Hron, Kohout, 1988). Z počátku šlo pouze o ruční práci (pletí, okopávání atd.), postupně byla zaváděna mechanizace a různé pěstitelské technologie jak podpořit konkurenční schopnost porostů (šlechtění nových odrůd, hnojení, používání herbicidů atd.). Počet druhů začal na polích ubývat. Některé druhy se naopak přizpůsobily a začaly se přemnožovat (Kohout, 1997). Vlastnosti jednotlivých plevelných druhů jsou rozmanité a každá metoda nebo prostředek regulace potlačí pouze některé plevelné druhy. Proto navzdory stále novějším metodám regulace, plevelné rostliny na polích nadále zůstávají (Kneifelová, Mikulka, 2003).

Polní plevele představují rozmanitý soubor druhů, které se přizpůsobily prosazovat v kulturních plodinách. Jsou schopny klíčit v různých podmínkách, produkují velké množství semen, šíří se až do velkých vzdáleností, mají rychlý růst a vysokou konkurenceschopnost (Jursík, 2011). Plevelné rostliny patří mezi nejvýznamnější škodlivé činitele (Mikulka, Kneifelová, 2005).

Vysoká životaschopnost, odolnost a přizpůsobivost plevelů k nepříznivým podmínkám a úporné setrvávání na stanovišti je dáno specifickými biologickými vlastnostmi, tím se odlišují od rostlin kulturních. Znalost biologických vlastností plevelů je důležitá a nezbytná pro správnou ochranu. I v běžné zahrádkářské praxi je

důležité u plevelů znát způsob rozmnožování, rozšiřování, klíčení, regenerační schopnost a citlivost k agrotechnickým zásahům (Hron, Kohout, 1988).

Plevelné rostliny mají na zemědělské půdě především negativní vliv. Odčerpávají z půdy velké množství živin a vody. Dále prostorově konkurují pěstovaným plodinám, znehodnocují rostlinnou produkci, komplikují sklizeň a zvyšují ztráty na produkci. Jiné druhy plevelů mohou být pro člověka a zvířata alergenní nebo jedovaté. Plevelé mohou mít i ekologický význam. Zabraňují vodní a větrné erozi, omezují vysychání půdy a zvyšují biodiverzitu krajiny. Plevelé mohou být využívány i jako léčivé rostliny (Mikulka, 2014).

Již samotný výraz plevelná rostlina je poměrně široký a nejednoznačný. I plevelná rostlina se může v okamžiku změnit na výrazný prvek zahrady, například sedmikráska chudobka může zaujmout svými květy v trávníku. Plevelem může být každá rostlina, která roste na nevhodném místě a nepatří do pěstitelovy představy o tom, co by mělo na daném místě růst. Může to být rostlina, která svým růstem narušuje estetický vzhled zahrady, potlačuje, poškozuje nebo omezuje svým růstem rostliny vysazené na konkrétním místě. I vysazená rostlina se může stát plevelem, pokud se začne nekontrolovatelně šířit a rozrůstat (Vanc, 2001).

Za plevelné rostliny považujeme ty, které rostou na polích, loukách a zahradách proti naší vůli. V pěstovaných plodinách se mohou vyskytovat rostliny plevelné i rostliny zaplevelující. Rostliny zaplevelující se vyskytují v pěstovaných plodinách jako příměs s osivem nebo se na pole dostávají při sklizni a rostou jako tzv. výdrol (Mikulka, Kneifelová, 2005).

Zaplevelující rostliny jsou nebezpečné kvůli svoji konkurenceschopnosti a také z hlediska přežívání patogenů a škůdců. V semenářství hrozí riziko znečištění osiva příměsí jiných odrůd (Jursík, 2011). Plevel dokáže ve stejných podmínkách růst rychleji než ostatní rostliny nebo je předčít v získávání látek potřebných k růstu (Flowerdew, 2011).

Přirozený proces zachování rostlinných druhů spočívá ve vytváření semen, která při překonání různých překážek vyklíčí a mohou vytvářet další rostliny. Pomocí mnoha forem přirozeného i umělého přenášení semen – vodou, větrem, za pomoci zvířat,

dopravou a dalšími cestami, se semena šíří po rozsáhlých územích (Houba, Hosnedl, 2002). Počet obyvatel na naší planetě neustále stoupá a tím stoupá i potřeba pěstování plodin a výroba potravin, které je potřeba transportovat z místa výroby ke spotřebiteli. Tato skutečnost napomáhá k postupnému rozšiřování celé řady plevelných rostlin na velké vzdálenosti a na jiné kontinenty (Kneifelová, Mikulka, 2003).

Plevelem příroda zaceluje zelené plochy. Mnohé plevele zakrývají holá místa po sesuvech půdy, krtince, nebo třeba bahnitě plochy. Všechny tyto části uvolněné půdy potřebují zpevnit, aby nedocházelo k erozi (Flowerdew, 2011). Možnost uchycení druhů v nových podmínkách podpořily pak především změny v krajině, vyvolané dlouhodobou činností člověka, jako odlesnění, založení rozsáhlých ploch pro kulturní plodiny, intenzivní budování rozsáhlých sídlišť a průmyslových objektů s velkými volnými plochami nepokrytými vegetací (Hejný, 1973).

V rámci této práce je pozornost věnována druhu heřmánkovec nevonný. Sleduje se vliv teploty na klíčení semen tohoto plevelného druhu.

2 CÍL PRÁCE

- Stanovit vliv teploty na klíčivost semen heřmánkovce nevonného
- Stanovit vliv doby přemrznutí na klíčivost semen heřmánkovce nevonného
- Z výsledků stanovit období vzcházivosti heřmánkovce nevonného v polních podmínkách
- Porovnat klíčení s jinými druhy

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*)

Jursík (2011) uvádí, že heřmánkovec nevonný je plevel patřící do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*). Často bývá také uváděn pod názvem heřmánkovec přímořský (*T. maritimum*), heřmánek nevonný (*Matricaria inodora*) a heřmánek přímořský (*M. maritima*). Rod *Tripleurospermum* je neustále pozměňovaný. Je zde zastoupeno asi 30 druhů jednoletých a vytrvalých bylin příbuzných heřmánku (*Matricaria*), hojně rozšířených v mírném pásmu severní polokoule (Burnie, Hejný, 2007).

Heřmánkovec nevonný patří mezi velmi významné plevele. Mohutně větví a je konkurenčně velmi silný. Odebírá značné množství živin a vody z půdy, často přerůstá i pěstovanou plodinu. Roste v místech, ve kterých je porost pěstované plodiny prořídlý. Často se vyskytuje na souvratích a v blízkosti kolejových rádků (Mikulka, 2014).

Je hojně rozšířený na celém území České republiky. Ve vysokých polohách se vyskytuje pouze ojediněle (Kubát, 2004). Největší výskyt je převážně na zemědělské půdě, na přirozeném stanovišti se vyskytuje pouze ojediněle. Není náročný na stanoviště, roste na různých typech půd. Přítomnost heřmánkovce snižuje kvalitu píce, při sušení špatně usychá a dobytek píci potom odmítá (Mikulka, 2014).

Heřmánkovec nevonný je jednoletá ozimá vzácněji dvouletá bylina. Lodyha je přímá nebo vzpřímená zřídka může být poléhavá, zelená až hnědá. Dolní větve jsou téměř kolmo odstávající a v apikální části jsou vzpřímené (Kubát, 2004).

Hypokotyl má válcovitý, hnědozelený a lysý. Děložní listy jsou přisedlé, okrouhle eliptické, dlouhé 3 mm a 2,5 mm široké. Na vrcholu jsou děložní listy zaokrouhlené. Na bázi jsou srostlé v krátkou nálevkovitou pochvu. Čepele jsou světle zelené a lysé. První dva pravé listy jsou vstřícné, další střídavé. Čepele prvních listů jsou eliptické, 6-12 mm dlouhé a 3-6 mm široké. Pozdější listy jsou peřenosečné s čárkovitými úkrojky. Všechny listy jsou lysé, sytě zelené nebo načervenalé na řapících. Epikotyl není patrný. Rostlina nevoní ani při rozemnutí (Hamouz, Hamouzová, 2015).

Kořen je až 1 metr dlouhý, kulový a silně větvený. Lodyha je zelená 30-70 cm vysoká. Listy jsou střídavé, peřenosečné s nitkovitými úkrojky. Květní úbory vytvářejí vrcholičnaté květenství (Kubát, 2004).

Okrajové květy jsou jazykovité, jednopohlavné (samičí) bílé barvy. Terčovité květy jsou trubkovité, oboupohlavné, zlatožluté barvy. Rostlina kvete od června do listopadu. Klínovité nažky jsou 2 mm dlouhé a 1mm široké. Rozmnožuje se semeny, kterých vyprodukuje 50 000-100 000. Množství vyprodukovaných semen je závislé na stanovišti. Nažky klíčí nepravidelně v závislosti na okolních podmínkách. V půdě jsou klíčivá více než 5 let. Nejvíce klíčí od září do listopadu a od března do dubna. Nažky se šíří vodou, osivem statkovými hnojivy a endozoochorně (Mikulka, Kneifelová, 2005).

Nažky heřmánkovce nevonného nejvíce klíčí při kolísání teplot. Po dozrání jsou výrazně pozitivně fotoblastické, proto vzchází především z povrchu půdy. Nažky mají při klíčení výbornou toleranci k nedostatku vláhy. Dále jsou velmi citlivé k pH a k zasolení. Mají nevýraznou dormanci. Vzchází během celého roku, ale hlavní vlny jsou na jaře a na podzim (Jursík, 2011).

Při hubení heřmánkovce nevonného je důležité dodržovat správnou agrotechniku. Při použití herbicidů jsou nejúčinnější sulfonylmočoviny. Méně účinné jsou látky na bázi MCPA a 2,4-D. Nebezpečné je druhotné zaplevelení plodin v letním období (Kohout 1997).

Kvůli zvýšenému výskytu ozimů, dochází k jeho přemnožování. Jeho rozšíření na orné půdě je podporováno zavedením minimalizačních technologií. Při tradiční orbě dojde k zaklopení semen do větších hloubek, ze kterých není schopen klíčit (Mikulka Kneifelová, 2005).

Výnosové ztráty způsobuje heřmánkovec zejména v ozimých obilninách, kde může způsobit až poloviční snížení výnosu. Jeho škodlivost se projevuje i při sklizni, kdy rostliny heřmánkovce velmi pomalu usychají, což má za následek zvýšení vlhkosti u obilnin. Z okopanin se heřmánkovci velmi dobře daří v bramborách (Jursík, 2011).

3.2 Klíčení semen

Zárodek (embryo) je část rostlin, která se tvoří po oplodnění vajíčka jako základ nové rostliny. Složený je ze základu kořene (radikula) a základu klíčku listu (plumula, hypokotyl, epikotyl), oddělených od endospermu štítkem (kotyl). Růstové procesy v semeni jsou v průběhu zrání pozvolna ukončovány a semeno přechází z aktivního stavu do stavu klidového. Tento přechod je provázen ztrátou vody ze všech buněk. Zdravá embrya suchých semen se nalézají proto ve stavu latentního života, ve kterém je průběh látkové výměny snížen na nejmenší míru. Klíčením se podmínky podmiňující klidový stav semen v podstatě ruší. Proces klíčení začíná příjmem vody – bobtnáním. Po určité době se stupňuje aktivita enzymů, které hydrolyzují polysacharidy (škrob) na jednoduché cukry. Bílkoviny se rozkládají na aminokyseliny. V semeni se během klíčení zvyšuje obsah vody z 12-15 % až na 114 % (Jablonský, 2005).

Jak uvádí Copeland a McDonald, (1995) klíčení semen zahrnuje celou řadu složitých biochemických, fyziologických a biologických procesů, jejichž vlivem embryo přechází z dehydratovaného klidového stavu do stadia s aktivním metabolismem, který je završen růstem. Prvním viditelným růstovým projevem klíčení je zvětšování embryonálního kořínku. Růst plumuly je zpočátku působením kořínku brzděn. Plumula začíná růst, až kořínek dosáhne určité velikosti. Když plumula proroste osemením, klíčící semeno se mění v klíčící rostlinu (Luštinec, Žárský, 2003).

Klíčení semen znamená obnovení růstu a metabolické aktivity, která umožní vývoj embrya v autotrofní sporofyt (Pavlová, Fischer, 2011). Důležitou podmínkou klíčení je přístup kyslíku a hydratace pletiv. Klíčení semen předchází jejich bobtnání. Buňky radikuly a hypokotylu se začínají dělit a prodlužovat dříve než buňky plumuly. Plumula začíná růst po zakotvení mladého kořene v půdě. energii, která je potřeba k růstu, získá klíčící embryo ze zásobních látek uložených v zásobních pletivech semene nebo v embryu samém (Skalický, Novák, 2007).

Začátek klíčení semen je z fyziologického hlediska tvořen především příjmem vody a končí začínajícím se prodlužováním embryonální osy, zpravidla kořínku (Houba, Hosnedl, 2002). Podle Procházky a kol. (1998) klíčením označujeme obnovení metabolické aktivity semen, které vede k prodlužování buněk radikuly a hypokotylu embryí.

Klíčení je vývojový proces, kterým se embryo mění v klíčnou rostlinu. Semena klíčí, když při vhodné teplotě a dobré zásobě kyslíkem, přijdou do styku s vodou. Semena mnohých druhů klíčí teprve po projití obdobím dormance. Některá semena klíčí jen ve tmě, jiná jen na světle. Světlo je pro semena signálem, že jsou na povrchu půdy (Luštinec, Žárský, 2003).

Jak uvádí Hron a Kohout, (1988) klíčení a vzcházení plevelů je na rozdíl od kulturních rostlin značně rozdílné. Kulturní rostliny mají díky šlechtění vysokou klíčivost hned po uzrání, což u plevelů většinou neplatí. Vysokou klíčivost po uzrání má menší počet plevelů (pcháč oset, pampeliška lékařská, aj.). Většina plevelů má klíčivost nepravidelnou. Některé druhy mají tzv. etapovou klíčivost. Příčiny nepravidelného klíčení semen mohou být způsobeny celou řadou vlivů vnějších (vláha, světlo, teplo, živiny atd.) a vnitřních (obsah zásobních látek, propustnost osemení pro vodu, činnost enzymů a mnoho dalších).

Schopnost semen klíčit v příznivých podmínkách je složitá dynamická vlastnost (Hron, Vodák, 1959). Podle Procházky a kol. (1998) u rostlin dvouděložných může být klíčení nadzemní, nebo podzemní. U klíčení nadzemního jsou dělohy vyneseny hypokotylem nad povrch půdy a představují první asimilační orgány. U podzemního klíčení zůstávají dělohy pod zemí a jsou zásobárna živin pro klíčnou rostlinu. První fáze klíčení spočívá v bobtnání semene. Jedná se o vratný fyzikální děj, při kterém často dochází k prasknutí osemení. Voda proniká do suchého semene díky jeho nízkému vodnímu potenciálu. Druhá fáze klíčení začíná dlouhým růstem v embryu, prudkým zvýšením rychlosti respirace a mobilizací zásobních látek, které se účastní gibereliny. Ty indukují syntézu enzymů, jež hydrolyzují a tím mobilizují zásobní látky v endospermu nebo v dělohách (Luštinec, Žárský, 2003). U jednoděložných rostlin jedna děloha zakrněla a za dělohu je považován štítek obilky, který má význam pro čerpání výživných látek z endospermu a pro metabolismus hormonů (Procházka a kol., 1998).

Klíčením nastává přerušování latence semen, která souvisí s odvodněním protoplazmy. Proto klíčení začíná příjmem vody a spolu s ním i stupňující se enzymatickou aktivitou. Dojde k mobilizaci zásobních látek stimulovanou gibereliny. U ječmene se gibereliny uvolňují do aleuronové vrstvy endospermu, kde dojde k aktivaci genů pro syntézu

hydrolytických enzymů. Při klíčení trav se aktivizuje i auxin, který přechází z endospermu do vrcholku koleoptile. Tento vrcholek roste velmi málo, ale je centrem, z něhož se auxin přesouvá bazipetálně a podněcuje růst prodlužovací zóny koleoptile. U většiny dvouděložných rostlin je auxin aktivován na místě své spotřeby (Procházka, Šebánek, 1997).

Při klíčení mají plevely různé požadavky na obsah vody, vzduchu a teploty půdy. Při nízkých teplotách (3°C) klíčí plevely časně jarní a ozimé. Plevely pozdně jarní klíčí až při vyšších teplotách (10°C). Většina plevelů vyžaduje ke klíčení dostatek vzduchu a klíčí nejlépe z mělkých vrstev půdy. Z povrchu půdy klíčí semena plevelů, které vyžadují také vliv světla např. lipnice roční (Kohout, 1997).

Příčinou, proč některá semena klíčí jen u povrchu půdy, nemusí být jen z důvodu světla, ale také z důvodu přístupu vzduchu. Chundelka metlice, merlík bílý, hořčice rolní aj. klíčí lépe z povrchu půdy, kde mají přístup vzduchu i světla (Deyl, 1956). U semen při klíčení stimulovaných světlem je vlivem světla spolu s aktivním fytochromem aktivován i giberelin a někdy i cytokinin. Proto tu může exogenní giberelin, popř. cytokinin při klíčení světlo nahradit (Procházka, Šebánek, 1997).

Podle Jursíka (2011) se počet klíčících semen schopných dalšího vývoje udávaných v % označuje jako klíčivost. Procento klíčivosti je vyjádřením podílu klíčivých semen v testovaném vzorku, hodnoceném na konci období, vymezeného počtem dnů, kdy se předpokládá, že klíčení je ukončeno. Jednotlivá semena ve vzorku klíčí různě. Značné rozdíly v rychlosti a vyrovnanosti klíčení jednotlivých druhů i partií osiva jsou důležitým znakem vysoké nebo nízké kvality (Houba, Hosnedl, 2002). Klíčivost je počet klíčících semen schopných dalšího vývoje. Zjišťuje se laboratorní zkouškou během stanovené doby na lůžku (např. na filtračním papíru, vatě atd.) Podle normy se v daných dnech nejprve stanoví v první etapě energie klíčení. Ve druhé etapě se určí vlastní klíčivost vyjádřená v procentech (Procházka a kol., 1998).

3.2.1 Základní a specifické podmínky klíčení

Kincl a Krpeš (2000) uvádí, že klíčení semen je závislé na celém komplexu podmínek. Některé jsou naprosto nezbytné, jiné jsou specifické. Jakmile skončí posklizňové dozrávání semen a v prostředí je voda a vhodná teplota, aktivují se zásobní gibereliny a auxiny přítomné v živném pletivu. Ty přecházejí do klíčku a podnítí jeho růst. Semena rostlin klíčí, jestliže jsou na vhodném místě a jsou vystavena vhodným podmínkám. Vhodné podmínky pro klíčení jsou velmi rozdílné pro různé druhy rostlin (Lack, Evans, 2005). K základním a nezbytným podmínkám klíčení náleží voda, teplota a kyslík. Specifickými podmínkami pro některé rostliny jsou světlo, případně chemické látky (Jablonský, 2005).

Klíčení je prvním a zásadním krokem v produkci plodin a proto je nezbytné zajistit rostlinám takové podmínky, které daný druh vyžaduje. Teplota a voda jsou hlavními faktory životního prostředí, které řídí klíčení u všech druhů. Ovlivňují rychlost a finální procento vyklíčených rostlin (Dürr, 2015). Zásadním způsobem lze vzcházivost plevelů ovlivnit kultivačními zásahy. Při kultivaci půdy dojde k provzdušnění a semena jsou vynesena na povrch. Dojde k tomu, že semena, která potřebovala ke klíčení kyslík a světlo mohou najednou klíčit (Jursík, 2011).

3.2.1.1 Voda

Lack a Evans (2005) uvádí, že voda je pro rostliny nezbytná. Všechny buňky obsahují vodu, která je nezbytná pro biochemické procesy. Příjmem vody dochází k bobtnání a začíná proces klíčení. Semena do určité doby zpravidla nereagují na přerušení tohoto procesu a ani po vyschnutí a opakovaném bobtnání zpravidla nemusí dojít k poškození klíčku. Jakmile je klíčení již spojeno s buněčným dělením a růstem klíčku, k následné poruše klíčení při nedostatku vody dochází (Houba, Hosnedl, 2002).

Voda může působit jako agens zvyšující rychlost klíčení. Ze semen může vyluhovat látky inhibiční povahy a po nabobtnání semen navodí biochemické procesy, které předcházejí vlastnímu klíčení (Procházka a kol., 1998).

Hydratací pletiv semene dochází k bobtnání, to se projeví zvětšením objemu. K tomuto procesu může dojít i u semen, která jsou dormantní, neživotaschopná nebo zcela abortovaná. Hydratace obnovuje transportní a selekční funkce membrán. Voda je

nezbytná pro dlouhivý růst buněk, slouží jako reakční agens při hydrolýze zásobních látek, dále jako transportní medium k naředění a vyplavení látek inhibičního charakteru ze semena (Pavlová, Fischer, 2011).

Největší úroveň hydratace je v embryu. Pokud v něm obsah vody stoupne na 60 %, aktivují se v semeni metabolické systémy, tím se zahájí příprava na objemový růst embryonálních buněk. Příjem vody do embrya souvisí s transportem organických látek ze zásobních částí semen. Jakmile kořinek embrya prorazí osemení, dojde ke zvýšení rychlosti příjmu vody (Procházka a kol., 1998).

3.2.1.2 Teplota

Klíčení probíhá jen v určitém rozmezí teplot, přičemž optima se u jednotlivých druhů značně liší. Rozlišujeme tři kardinální teplotní body: minimum, optimum a maximum. Teplota významně ovlivňuje délku klíčení (Jablonský, 2005).

Teplota ovlivňuje rychlost rehydratace a respirace (Pavlová, Fischer, 2011). Rostliny mírného pásma mají nižší hodnoty kardinálních bodů než rostliny tropů a naopak plané druhy mají nižší teplotní nároky než rostliny kulturní. Teplotní optimum pro klíčení bývá obvykle nižší než teplotní optimum pro růst. Optimální teplota pro většinu semen se pohybuje v rozmezí od 15 °C do 30 °C (Houba, Hosnedl, 2002).

Pozitivní vliv nízkých teplot na klíčení je častý u mnoha druhů rostlin např. u merlíku a kokošky. Během dlouhodobého působení nízkých teplot, klesá obsah inhibičních látek v embryu. V praxi se vystavení semen nízkým teplotám využívá k urychlení a synchronizaci klíčení. Tento proces se nazývá stratifikace (Pavlová, Fischer, 2011). Vliv nízké teploty se využívá pro uchování biodiverzity rostlin. Rostliny, které se rozmnožují generativně – semeny, jsou uchovávány v genobankách. Zde jsou semena dlouhodobě uložena při teplotě -18 °C (Zámečník, Faltus, 2009).

Navrátil (2015) uvádí, že klíčení semen svízele přituly do značné míry ovlivňuje teplota. Semena vystavená nízkým teplotám klíčí pomaleji a s pozvolným nástupem. Naopak semena vystavena vyšším teplotám klíčí hromadně. Winkler (2004) uvádí, že výsledky klíčivosti při působení teploty -20 °C po dobu 30 dnů na nažky pelyňku, nebyly statisticky průkazné. Lze tedy předpokládat, že pelyněk nepotřebuje k odstranění semenné dormance nízké teploty. Významným faktorem při klíčení je kolísání teploty,

což v přírodních podmínkách znamená střídání dne a noci (Jursík, 2011). Johansen a kol. (2013) uvádí, že semena plevelů vystavena teplotě 55 °C ve fermentačním zařízení na výrobu bioplynu, nebyla poté schopna klíčit. Pokud byla teplota ve fermentačním zařízení snížena na 37 °C, nedocházelo k takovému poškození semen a některé druhy mohly dále klíčit.

3.2.1.3 Kyslík

Kyslík je nezbytnou podmínkou klíčení. Snížení obsahu kyslíku v prostředí se projevuje na intenzitě dýchání semene. K zabrzdění klíčení dojde při nahromadění oxidu uhličitého. Při značném nárůstu obsahu oxidu uhličitého semena hynou (Jablonský, 2005).

Pokud dojde k příjmu vody, dojde ke zvýšení intenzity dýchání. Většina semen proto potřebuje ke klíčení dostatečný přístup kyslíku. V případě, že je v půdě nedostatek kyslíku, indukují se produkty anaerobního metabolismu. Tímto produktem je etanol a jeho odstraňování je rozhodující pro klíčivost (Jursík, 2011).

Kyslík je nutný pro respiraci, která umožňuje získat energii ve formě ATP a metabolity nutné pro tvorbu nových látek z látek zásobních uložených v embryu nebo v endospermu (Pavlová, Fischer, 2011) Pro klíčení semen je nezbytná energie připravovaná ve formě ATP tvořeného substrátovou nebo oxidační fosforylací. Kyslík je proto nezbytnou podmínkou klíčení (Šebánek a kol., 1983).

Téměř bez kyslíku mohou klíčit pouze bažinné rostliny např. rýže. Klíční rostliny rýže jsou schopny využívat energie glykolýzy, k jejímuž průběhu není kyslík zapotřebí (Procházka a kol., 1998). U semen plevelů bylo zjištěno, že zasypaný do značné hloubky vydrží několik desetiletí a jakmile se dostanou do vhodných podmínek, vyklíčí. Semena plevelů jsou málo napadány bakteriemi, protože jejich osemení vylučuje antibiotické látky, které zabraňují bakteriím a plísním růst na jejich povrchu. Mrtvá semena antibiotické látky nevytvářejí, proto rychle podléhají bakteriálnímu rozkladu (Kincl, Krpeš, 2000). Při hloubce setí musí být respektovány nároky rostlin na kyslík (Procházka a kol., 1998).

3.2.1.4 Světlo

U většiny plodin nebývá nezbytnou podmínkou pro klíčení, přesto jeho intenzita a spektrální složení klíčení ovlivňuje (Houba, Hosnedl, 2002). Winkler (2007) uvádí, že nažky bolehlavu klíčí ve tmě statisticky průkazně více než na světle. Je tedy zřejmé, že světlo působí na klíčivost nažek bolehlavu tlumivě. Můžeme tedy považovat bolehlav plamatý za rostlinu negativně fotoblastickou.

Semena některých odrůd salátu klíčí pouze na světle, lze je označit jako semena pozitivně fotoblastická (Houba, Hosnedl, 2002). Winkler (2004) uvádějí, že semena pelyňku černobýlu prokazatelně lépe klíčila na světle.

Rostliny klíčící stejně na světle nebo ve tmě jsou např. obilniny a olejniny. Šťovík kyselý klíčí lépe ve tmě. Kokoška pastuší tobolka a peřour maloúborný klíčí lépe na světle (Hron, Vodák, 1959).

Fotoblastické chování semen má adaptační význam. Semena stimulovaná světlem mají zpravidla nedostatek zásobních látek a klíčící rostliny proto musí rychle dosáhnout možnosti přechodu na autotrofní výživu (Houba, Hosnedl, 2002).

Klíčení ovlivňuje červená a modrá oblast viditelného záření. Význam modré složky, působící zřejmě prostřednictvím vlastního receptoru, je při klíčení menší než význam složky červené (Procházka a kol., 1998). U semen stimulovaných semen je neaktivní fytochrom P-660 převáděn krátkovlnným červeným světlem (R) na aktivní formu fytochromu P-730, vyvolávající klíčení. U semen inhibovaných světlem při klíčení je zřejmě koncentrace aktivního fytochromu P-730 i ve tmě dost vysoká, aby mohla vyvolat klíčení. Při osvětlení převažuje u těchto semen vliv dlouhovlnného červeného světla (FR), které převádí P-730 na neaktivní formu fytochromu P-660 (Šebánek a kol., 1983).

3.2.1.5 Chemické a fyzikální ovlivnění klíčení semen

Klíčení semen mohou ovlivňovat různé chemické látky. Nejčastěji semena podráždí, ve vyšších koncentracích je ale poškodí. V případě dezinfekce semen je důležité postupovat opatrně. Nepříznivě působí i zvýšený obsah solí ve vodě (Jablonský, 2005).

Některá semena jsou zvláště citlivá na koncentraci dusičnanů, a klíčí jenom v případě, kdy je obsah dusičnanů vyšší (Lack, Evans, 2005). Pozitivní vliv na klíčivost u osiva pastináku a fenyklu mělo působení giberelinu (Procházka a kol., 1998). Pokud jsou semena po sklizni vystavena roztoku s obsahem giberelinu (semena v tomto období ještě nejsou schopna klíčit), může giberelin odpočinek semen přerušit a umožnit klíčení (Šebánek, 2004).

U tykve nebo u smrku byla zjištěna stimulace růstu po ozáření laserem. Jedná se o monochromatický paprsek o vlnové délce 632,8 nm. Radioaktivní záření může také ovlivnit klíčení rostlin (Procházka a kol., 1998).

Semena, mají různou klíčivost, pokud jsou vystavena mikrovlnnému záření. Tato skutečnost je v jisté míře závislá na dosažené teplotě při záření (Velázquez-Martí, Gracia-López, Marzal-Domenech, 2006).

3.2.2 Dormance

Dormance je dočasný, vnitřně fixovaný, útlum vývojových procesů v semenech, pupenech, hlízách a dalších orgánech. Jedná se o adaptaci rostlin na periodicky přicházející nepříznivé roční období. Dormantní orgány mají zvýšenou odolnost proti nízkým nebo vysokým teplotám a proti suchu. Fáze dormance se v jednorocích životních cyklech rostlin střídá s fází jejich růstové aktivity. Dormance připomíná stav hlubokého spánku nebo odpočinku (Luštinec, Žárský, 2003). Nejčastější příčina odpočinku semen je vysoký obsah látek inhibiční povahy, především ABA, derivátů kyseliny benzoové, kyseliny skořicové, kumarinu a kyseliny jasmonové (Procházka, 1998). Dormance semen je přerušena větším množstvím vláhy a optimálními teplotními podmínkami (Ziska, Dukes, 2011). Dormance umožňuje druhu nejen přežít nepříznivé období, ale současně poskytuje možnost rozšiřovat areál výskytu a přetrvávat v čase (Pavlová, Fischer, 2011).

Houba a Hosnedl (2002) uvádí, že dormanci lze definovat jako stav, při kterém semena neklíčí i za podmínek vhodných pro klíčení. Dormance je přirozený fyziologický stav neumožňující klíčení, zatímco quiescence představuje klid vynucený podmínkami prostředí. Vynucený klid je zcela přirozeným stavem suchých semen, u kterých překážkou klíčení není dormance, ale nejsou zabezpečeny vnější podmínky

klíčení, zejména není k dispozici voda a příznivá teplota. Dormance semen je důležitá fáze vývojového cyklu rostlin vyznačující se tím, že semena neklíčí, i když mají pro klíčení vhodné podmínky (Foley, 2013).

Dormance je termín pro komplex příčin dočasné neklíčivosti. Je způsobena strukturálními, fyziologickými a biochemickými vlivy v určitém časovém úseku. Umožňuje vyklíčení až za podmínek, při kterých rostlina nejen dobře vyklíčí, ale i přežije (Hron, Vodák, 1959). Semena, která nejsou dormantní mohou vyklíčit, pokud k tomu mají příznivé podmínky (Foley, 2001).

Stav dormance je ontogeneticky naprogramován. Indukují ho specifické vnitřní nebo vnější příčiny. Vnitřní příčinou může být, pokud orgán dospěl do stádia, kdy se v něm začne zvyšovat hladina kyseliny abscisové a klesat hladina giberelinů, auxinů a cytokininů. Další vnitřní příčinou může být tvorba morfologických struktur, omezujících difuzi kyslíku do orgánu. Vnější příčina většinou bývá zkrácení dne. Krátký den vyvolá fotoperiodickou reakci, která se projeví jako změna v hladině uvedených fytohormonů (Luštinec, Žárský, 2003).

Procházka a Šebánek (1997) uvádí, že při osidlování souše pronikly rostliny do oblastí s pravidelným cyklem střídání podmínek vhodných pro růst s podmínkami nepříznivými. Přírodním výběrem se do takových oblastí dostávaly rostliny, které se dokázaly na nepříznivé podmínky připravit, přečkat je a po příchodu příznivých podmínek obnovit svůj růst. Tento stav, který umožňuje rostlinám přečkat nepříznivé období, se nazývá dormance. Dormance není odezvou na nepříznivé podmínky, ale přizpůsobením se rostlin klimatickému cyklu. Dormance semen obvykle znemožňuje předpovídat rozsah výskytu plevelů (Benech-Arnold, 2000).

Semena jsou při dormanci živá, ale nejsou aktivní. K tomu, aby se semena opět aktivovala a byla schopna, klíčit je většinou potřeba, aby byla po určitý čas vystavena podmínkám, které ukončí dormanci. Většinou se jedná o vlhkostní a teplotní podmínky, které panují v přírodě před nástupem hromadného klíčení. Díky dormanci mohou rostliny přežít nepředvídatelné podmínky. Vyklíčení zásoby semen, kterou rostlina vyprodukuje, je vlivem dormance rozděleno do několika let. Rozšířením možnosti klíčení do více sezón se riziko úplného neúspěchu snižuje (Mikulka, Kneifelová, 2005).

Nejdelší dormanci semen a plodů mají z jednoletých plevelů druhy nepřezimující (pozdní jarní a časně jarní), klíčící a vzcházející na jaře, naopak druhy jednoleté ozimé a efemérní mají zpravidla dormanci kratší. U vytrvalých druhů je obtížné nějaké pravidlo stanovit, protože některé druhy (pcháč oset, pampeliška lékařská aj.) mají nažky klíčivé ihned po dozrání, naopak vytrvalé druhy z čeledi hluchavkovitých (čistec bahenní, máta rolní) vytvářejí tvrdky s velmi dlouhou dormancí (Kohout, 1997). Luštinec a Žárský (2003) uvádí, že dormance může trvat několik dní, měsíců nebo roků. Výstup z dormance bývá vyvolán působením nízké teploty, dlouhým dnem nebo poklesem koncentrace inhibitorů.

Příčinou neklíčení některých semen je dormance, související s vysokým obsahem inhibičních látek, které mohou být odbourány buď ochlazením zbobtnalých semen (stratifikace) nebo ponecháním semen v suchém stavu za normálních teplot po určitou dobu. Oba stavy dormance semen jsou spjaty při svém odeznění nejen s poklesem hladiny inhibičních látek, ale i vzestupem obsahu giberelinů (Procházka, Šebánek, 1997).

Dormance některých semen může být uměle zkrácena stratifikací, která spočívá v tom, že semena jsou po dobu několika dnů nebo týdnů uložena ve vlhku a chladu, např. v nádobě s pískem při teplotě 5 °C. K překonání dormance některým semenům stačí jen krátká doba (4 hodiny) pobytu na světle (Luštinec, Žárský, 2003).

3.3 Regulace plevelů

V poslední době se počet druhů v rostlinných společenstvech polí a luk postupně snížil. Lehce hubitelné druhy postupně z polí zmizely a byly nahrazeny postupně se přemnožujícími agresivními druhy, u nichž se za přispění pěstebních technologií významně změnila biologická vlastnosti. Agresivní druhy se stávají odolné vůči herbicidům a také jsou schopny prodloužit dormanci a životaschopnost semen v půdě. Plevelé čím dál více vzcházejí v několika etapách a těžko se budou regulovat bez herbicidů s delším reziduálním účinkem (Kohout, 1997). Plevelů se zbavujeme z nejrůznějších důvodů, většinou však kvůli tomu, že nám působí nějaké potíže. Durman obecný třeba odebírá velké množství fosforečnanů, takže půda ztrácí časem úrodnost. Kokoška pastuší tobolka hostí některé škůdce a patogeny, které poté napadají brukvovité plodiny (Flowerdew, 2011).

Pravidla správné regulace dle Mikulky (2014):

- Správná determinace daného druhu včetně znalostí jejich biologie.
- Použití herbicidů se spolehlivým účinkem na vyskytující se plevel.
- Nepoužívat opakovaně herbicidy se stejnou účinnou látkou.
- Při vyšším zaplevelení použít vždy horní hranici povolené dávky herbicidů.
- Používání správně nastavených postřikovačů s odbornou obsluhou.
- Dodržovat doporučenou dávku vody. Při snížení dávky může aplikace selhat.
- Správná volba termínu aplikace herbicidů ve vztahu k citlivým fázím plevelů. Aplikace v období sucha jsou rizikové.

Účinnou ochranou proti plevelům na zahradách, polích a ostatních vytrvalých kulturách, nelze organizovat nahodile nebo jako samostatnou akci, odtrženě od základních agrotechnických opatření, nýbrž musí úzce navazovat na běžné technologické zásahy. Ochranu proti plevelům je třeba vést organizovaně a důsledně (Hron, Kohout, 1988).

System regulace plevelů v integrované ochraně rostlin spočívá ve vlastní diagnostice zaplevelení a v preventivních i přímých metodách regulace (Hron, Kohout, 1988). Jednoleté plevele (svízel přítula, chundelka metlice, heřmánkovec nevonný aj.) se schopností přezimovat, se intenzivně vyskytují v ozimých plodinách, kde také vytváří nejvíce generativních orgánů. Proto osevňovací postupy s nižším zastoupením ozimů částečně zabrání šíření těchto druhů. U svízele přítuly, heřmánkovce nevonného aj. je nutno počítat s masivním výskytem v okopaninách a zelenině (Kohout, 1997).

V zemědělství platí, že dodržování správné agrotechniky spolu s použitím odrůdově jakostního, zdravého a čistého osiva jsou důležitými předpoklady pro dobré výsledky v rostlinné produkci. K rozšiřování plevelů dochází z velké části při použití nekvalitně vyčištěného osiva. Proto byla věnována čištění osiva vždy velká péče a prostředky. Úporný boj o čistotu osiva však není nikdy skončen. O to se stará jednak příroda svou plodností, mnohotvárností, přizpůsobivostí a jednak to ovlivňuje člověk tím, že proti své vůli neustále rozšiřuje sortiment plevelů o nové druhy (Jehlík, 1998).

V souvislosti s technologickým pokrokem a novými poznatky ve vědě se mění pohled na postavení a funkci plevelů v agrofytocenózách, čímž dochází k nepřetržitému

vývoji metod používaných při jejich potlačování. Zavedení herbicidů výrazně zvýšilo spolehlivost ochrany oproti nechemickým metodám. Ustupovalo se od tradičních nechemických a preventivních opatření, neboť zde byla vysoká účinnost herbicidů. V souvislosti s tím se ale začaly objevovat první potíže s rezistencí vůči herbicidům. To vedlo k poznání, že existují také ekologické limity, které jsou obtížně překonatelné a nastala nutnost přehodnotit dosavadní přístupy. Znovu byl kladen důraz na preventivní a nechemické metody ochrany, které byly z dlouhodobého hlediska nezbytné (Mikulka, Kneifelová, 2005).

Jak uvádí Mikulka, (2014) zavedení vysoce účinných herbicidních látek a jejich neuvážené opakované používání vytvoří do budoucna značné problémy. Tomu lze předcházet uváženým používáním herbicidů, kdy nedochází k opakovaným aplikacím herbicidů se stejným mechanismem účinku. Vznik rezistence ovlivnit nemůžeme, můžeme ale významně zpomalit šíření rezistentních rostlin do okolí a toho je možné dosáhnout především střídáním rozdílných herbicidů. K šíření rezistentní plevelů na našem území výrazně přispěla železniční doprava. V minulosti se pro odplevelení kolejí používal herbicid atrazin. Nekontrolovatelné dávky se tímto herbicidem prováděly více než dvacet let. To vedlo ke vzniku rezistentních rostlin, které se poté šířily do okolí. Plevelný druh, který byl dříve citlivý vůči používanému herbicidu po nevhodném používání a po opakovaných aplikacích ve vysokých dávkách, přežívá a je schopen se reprodukovat. Rezistence vznikla v důsledku nevhodného velkoplošného používání herbicidů (Mikulka, Chodová, 2002).

Některé růstové regulátory ve vyšších koncentracích nejen brzdí růst rostlin, ale jsou schopny je i zničit. Využívá se tu skutečnosti, že na auxin jsou podstatně citlivější rostliny dvouděložné oproti jednoděložným. Lze proto auxinovými regulátory (2,4-D) ničit dvouděložné plevele v kultuře jednoděložných rostlin (Psota, Šebánek, 1999).

Zavedení růstových herbicidů typu 2,4-D a MCPA, které se velkoplošně používaly v obilninách, měly zpočátku vysoký účinek. Docházelo k postupnému vymizení citlivých plevelů (penízek rolní, kokoška pastuší tobolka, hořčice rolní aj.), ale následkem toho docházelo k šíření některých dvouděložných plevelů (heřmánkovec nevonný, rozrazil perský, svízel přítula, violka rolní), ale i jednoděložných (oves hluchý, chundelka metlice). Výrazně se snížil celkový počet plevelných druhů, ale

intenzita zaplevelení zůstala stejná nebo dokonce vzrostla. Rostoucí zaplevelení v současné době je nutné řešit intenzivním a správným používáním herbicidů, které zabrání reprodukci plevelů. Velmi často z důvodu nevhodných povětrnostních podmínek není možné provést ošetření herbicidy ve vhodném termínu. Plevelé potom plodinu rychle potlačí. Ošetření vysoce zaplevelených porostů v pozdějších fázích nebývá účinné (Kneifelová, Mikulka, 2003).

3.3.1 Chemické metody regulace plevelů

Podstatou biochemické aktivity herbicidů je narušení životně důležitých pochodů v cílové rostlině. Ve většině případů se jedná o inhibici jednoho nebo více enzymů, které katalyzují některou z reakcí při biosyntéze organických sloučenin. Znalost biochemické aktivity herbicidů je významná především z důvodu vzniku rezistence v plevelných společenstvech a správného termínu ochrany (Mikulka, Kneifelová, 2005). Termíny klíčení různých plevelů uvádí Kühn (1993). Načasování chemické ochrany bude mít zásadní vliv na účinnost. Ve většině případů se bude účinnost přípravku snižovat, pokud bude přípravek aplikovaný ve špatný čas (Benjamin, 2010).

Herbicidy jsou chemické látky, které zpomalují nebo zamezují růst rostlin. Jejich uplatnění je především v zemědělství při regulaci plevelů. Použití herbicidů je relativně málo náročné na lidskou práci a ve většině případů je i méně nákladné než ostatní možnosti regulace (Jursík, 2011).

Herbicidy jsou pesticidy, které se používají k regulaci přemnožených rostlinných druhů na zemědělské i lesní půdě, nežádoucí zeleně v parcích, cestách, hřištích atd. Nejvíce se herbicidy využívají na orné půdě, kde jejich spotřeba převažuje nad všemi ostatními pesticidy. Výhodou používání herbicidů je úspora pracovních sil a provozních nákladů na jednotku výrobku, zvýšené výnosy plodin, zlepšení kvality sklízených plodin, usnadnění sklizně atd. Nevýhodou používání herbicidů může být, že rezidua v půdě mohou poškodit následnou plodinu nebo proniknout do podzemních vod. Dále mohou rezidua v rostlinách a následných produktech ohrozit zdraví lidí i zvířat (Kohout, 1997).

Cobb, Reade, (2010) uvádí, že moderní chemická ochrana je velmi důležitá a v mnoha ohledech i nezbytná. Plevelné rostliny se snaží úspěšně vypořádat se všemi

technologemi i účinnými herbicidy. Naším cílem by tedy nemělo být úplné vyhubení plevelů, ale za pomoci účinných metod plevelu regulovat a neumožnit nesprávnými zásahy narušit rovnováhu mezi jednotlivými plevelnými druhy. Pokud to do budoucna nebudeme respektovat, hrozí nám celá řada problémů. Příkladem může být rozšíření rezistentních plevelů vůči herbicidům nebo neúměrné rozšíření transgenních rostlin a vystavení plevelů herbicidům glyphosate, vůči nimž jsou transgenní rostliny odolné. Vznik rezistence plevelů vůči některým herbicidům je zatím poslední reakce plevelů na podmínky současného pěstování plodin. U plevelů, vzhledem k relativně pomalému způsobu reprodukce (pouze jedna generace ročně), nepravidelné aplikaci herbicidních látek a střídání plodin v osevních sledech, nebyl vznik rezistence považován za aktuální (Kneifelová, Mikulka, 2003).

Herbicidy jsou používány na celém světě déle než 50 let. Je prakticky nemožné hospodaření na půdě bez použití herbicidů. Spotřeba herbicidů je celosvětově značná. Neustále jsou vyvíjeny nové účinné látky a uživatelé si mohou vybírat z účinnějších herbicidů, které mají oproti předchozím řadu pozitivních a lepších vlastností především z pohledu ekotoxikologie (Mikulka, Chodová, 2002).

3.3.2 Mechanické metody regulace plevelů

Cílem každého mechanického zásahu je nejen omezení zaplevelení, ale také podpora pěstované plodiny a zabránění neproduktivnímu výparu (Kohout, 1997).

Kneifelová a Mikulka (2003) uvádí, že mezi základní plevelohubná opatření vždy patřila mechanická kultivace. Z počátku se jednalo o ruční práci, později s rozvojem techniky byly zavedeny nové typy pleček, bran a kultivátorů. Účinek těchto strojů se projevoval na regulaci plevelů a také na provzdušnění a zabránění ztráty vlhkosti. Tato opatření působí pouze krátkodobě a je nutné během vegetace několikrát opakovat. Mezi mechanickou regulaci plevelů lze zařadit i orbu, při které dochází k přesunu semen do větší hloubky orničního profilu, ze kterých semena nejsou schopna vzcházet (Gardarin, 2012). Orba je důležitý prostředek regulace zaplevelení v důsledku vlivu na půdní zásobu semen. Silný regulační účinek má orba na vytrvalé plevely, zvláště na mělce kořenicí. Pokud se jedná o hluboce kořenicí plevely (pcháč rolní, mléč rolní) lze jen stěží dosáhnout pouze orbou dobrého účinku (Mikulka, Kneifelová, 2005).

Při bezorebném zpracování půdy musí být nepřímý regulační účinek orby kompenzován, zvláště metodami chemickými. Pokud není možné použití přímých metod ochrany, je bezorebné zpracování půdy daleko rizikovější z hlediska zaplevelení. Při rozhodování o hloubce zpracování půdy (volbě mezi orbou a bezorebnými způsoby), by proto mělo předcházet posouzení stavu zaplevelení, především z hlediska složení plevelného spektra a biologických vlastností převažujících plevelů (Mikulka, Kneifelová, 2005). Při dlouhodobém využívání bezorebných technologií se mění spektrum druhů a rostliny vzházejí dříve. Převažuje větší podíl jednoletých, víceletých plevelů nad jednoletými, dvouděložnými plevely (Köller, Linke, 2006).

Pravidelné plečkování oslabovalo především plevele vytrvalé (pcháč rolní, pýr plazivý, svlačec rolní aj.) a také zabraňovalo vytvoření semen u jednoletých plevelů. Od mechanické kultivace se postupně ustoupilo z důvodu ekonomické náročnosti. Mechanická kultivace má význam především v ekologickém zemědělství (Kneifelová, Mikulka, 2003).

Při mechanické regulaci plevelů může dojít k poškození pěstované plodiny. Poškození rostlinu oslabují a otvírají prostor chorobám a škůdcům (Vanc, 2001). Kvůli mechanické kultivaci se semena mohou dostávat na povrch půdy. Zde dojde k aktivaci fytochromu, a pokud je k dispozici dostatečná vlhkost, může plevel vyklíčit (Gardarin, 2012). Hlavním nedostatkem při mechanické regulaci plevelů je silná závislost na počasí. Dlouho trvající srážky mohou znemožnit zásah ve správném období. Dalším problémem mohou být i vysoké pořizovací náklady mechanizace (Kohout, 1997).

K mechanickým způsobům regulace plevelů lze řadit i mulčování. Je to nastýlání organické hmoty na povrch půdy. Tím se zlepšují půdní vlastnosti, zabraňuje se výparu vody a zlepšuje se biologická činnost půdy. Mulč zabraňuje zaplevelení tím, že většina plevelů klíčí z malé hloubky a plevel není schopen vrstvou podestýlky vyklíčit (Hron, Kohout, 1988).

3.3.3 Fyzikální metody regulace plevelů

Fyzikální metody nepředstavují významný podíl při regulaci plevelů, ale i tak se někdy využívají a to především při hubení plevelů vysokou teplotou, za pomoci plamenometných agregátů (Vanc, 2001).

Termické hubení se převážně využívá u pomalu klíčících plodin v období před vzejitím. Pozemek se plamenem ošetřuje celoplošně a plamenem jsou zasaženy vzcházející rostliny plevelů. Přitom dochází jen k malému zvýšení teploty půdy, takže k poškození plodiny prakticky nedochází. U některých málo citlivých plodin (kukuřice, cibule, slunečnice, réva vinná, ovoce) lze provést zásah v meziřádku i po vzejití, aniž by došlo k jejich poškození (Mikulka, Kneifelová, 2005).

Dalším možným způsobem, jak regulovat plevele je využití mikrovlnného záření. Jedná se o alternativní metodu, pokud není možné využít chemickou ochranu. Při této metodě dochází k likvidaci plevelů a také k likvidaci škodlivých organismů (Velázquez-Martí, Gracia-López, Marzal-Domenech, 2006).

3.3.4 Biologické metody regulace plevelů

Nejjednodušší a nejlepší způsob omezování plevelů je hubení pomocí přirozených nepřátel jednotlivých plevelů (Deyl, 1956). Biologická metoda spočívá v introdukci specifického přirozeného antagonisty plevelného druhu, tj. živého organismu s dobrou schopností reprodukce, potlačujícího konkrétní plevelný druh. Biologická ochrana v systémech regulace plevelů má velmi omezené použití. Na přirozených stanovištích lze u nás pozorovat rozvoj rzi *Puccinia suaveolens*, která dokáže potlačit pcháč oset (Vanc, 2001).

Nejznámějším příkladem biologické regulace plevelů v České republice je používání nosatčíka suříkového a mandelinky ředkvičkové při regulaci šťovíků. Oba tyto druhy hmyzu poškozují rostliny šťovíku jak v larválním stadiu, tak i v dospělosti (Jursík, 2011).

Na rozdíl od biologické regulace chorob a škůdců rostlin je regulace plevelných rostlin přirozenými antagonisty stále v začátcích. Již v roce 1925 však byla úspěšně hubena společenstva opuncie v Austrálii pomocí housenek *Castoblastis cactorum*, které

byly pro tento účel dovezeny z Argentiny. Při regulaci plevelů má určitý význam použití fytopatogenních mikromycet (Kohout, 1997).

3.4 Vztahy plevelů a plodin

Mezi jednotlivými rostlinnými populacemi a mezi jedinci jedné populace dochází k vzájemným vztahům. Tento jev se nazývá interakce. Mezi tyto vztahy patří mimo jiné konkurence a aleopatie rostlin (Mikulka, Kneifelová, 2005).

Kulturní a plevelné rostliny spolu tvoří na obdělávaných půdách tzv. agrofytocenózy, které jsou na rozdíl od ostatních fytocenóz výrazně ovlivňovány činností člověka. V agrofytocenóze představují kulturní rostliny při dobré péči dominantní druhy, zatímco plevele představují druhy náhodné (Hron, Kohout, 1988).

Plevele mohou podporovat rozšiřování chorob a škůdců. Např. plevele z čeledě lilkovitých (lilek černý, durman obecný, blín černý) jsou hostitelem patogena (*Synchytrium endobioticum*), který způsobuje rakovinu brambor (Kohout, 1997). Jak uvádí Dvořák a Smutný, (2008) plevelné druhy z čeledi brukvovitých (hořčice rolní, ředkev ohnice aj.) jsou napadány původcem nádorovitosti kořenů brukvovitých (*Plasmodiophora brassicae*). Tento patogen vytváří tumory na kořenech brukvovitých. Spory patogena jsou schopny zamořit půdu na více než 10 let (Hrudová, Pokorný, Víchová, 2009). Na merlíkovitých plevelech se často vyskytují škůdci řepy (květilka řepná, mšice aj.). Na pýru plazivém se objevuje rez travní (*Puccinia graminis*) a škůdci (bzunka ječná, hrbáč osenní aj.), kteří napadají obilniny i pícní trávy (Kohout, 1997).

3.4.1 Konkurence

Konkurenci lze definovat jako soutěž rostlin o limitující zdroje daného stanoviště (voda, světlo, živiny, prostor). Pokud je nedostatek těchto zdrojů, dochází ke konkurenci. Následkem konkurence dochází ke snížení produkce biomasy. Konkurencí může být inhibován i vývoj jedince až do té míry, že nedojde k vytvoření generativních orgánů. Interakce mezi populacemi dvou či více druhů je konkurence mezidruhová, pokud dochází k interakci mezi jedinci populace jednoho druhu, jedná se o konkurenci vnitrodruhovou (Mikulka, Kneifelová, 2005).

Přímý škodlivý vliv plevelů na plodinu lze spatřovat zvláště v jejich bezprostředním škodlivém vlivu na růst a vývoj kulturních rostlin. Nebezpečné druhy plevelů mají lepší konkurenční schopnost. Tyto plevele se lépe přizpůsobují nepříznivým podmínkám (mrazu, suchu, nedostatku vody nebo zamokření), mají zpravidla vyvinutější kořenový systém a lépe přijímají vodu a živiny z půdy. Rychleji se vyvíjejí, rychleji rostou a potlačují růst kulturních plodin (Kohout, 1997).

3.4.2 Aleopatie

Aleopatie je specifický vliv jednoho druhu rostlin (donora) na klíčení, růst a vývoj druhého rostlinného druhu (recipienta). Aleopatické působení se většinou projevuje inhibičně. Ojedinele byl zaznamenán stimulační vliv. Aleopatické rostliny produkují inhibující chemické látky (silice, terpeny, alkaloidy aj.). Tyto látky jsou vylučovány kořeny, ale do půdy se mohou dostávat i z nadzemních částí. U některých rostlin byl zjištěn autoinhibiční účinek, prostřednictvím kterého dochází k zabránění vyklíčení vlastních semen v dosahu mateřské rostliny (Mikulka, Kneifelová, 2005). Z polních plevelů byly aleopatické účinky pozorovány u pýru plazivého, z plodin je silně aleopatická slunečnice (Jursík, 2011).

3.4.3 Půdní semenná banka

Semena, která dozrála, se po rozšíření od mateřské rostliny hromadí na povrchu půdy a odtud se různými způsoby postupně dostávají do různé hloubky půdy. Některá semena ihned vyklíčí. Většina semen však setrvává v půdě různě dlouhou dobu. Banka semen v půdě zajišťuje jejich šíření v čase. Udržování půdní zásoby semen závisí na dormanci a také na délce života semen. Délka života semen v půdě je typická pro různé druhy plevelů (Mikulka, Kneifelová, 2005).

Dle Jursíka (2011), semena se po dozrání a vysemenění dostávají do různé hloubky půdního profilu, kde přežívají různě dlouho. Tato semena vytváří půdní zásobu označovanou jako půdní banka semen. Semena v půdní semenné bance prodělávají nejdlejší etapu v životním cyklu plevele (Sester, 2006). Jursík (2011) uvádí, že půdní zásoba semen představuje zdroj zapelevelení orných půd. Půdní zásoba může být transientní - dočasná nebo perzistentní - trvalá. Doba perzistence významně ovlivňuje zralost semen, podmínky růstu mateřské rostliny a další vlivy. Proto jsou mnohdy uváděny různé údaje o délce života semen jednoho druhu. Na orných půdách, kde

dochází k častým změnám teplot, vlhkosti a kde je vysoká mikrobiální aktivita, se životnost semen podstatně zkracuje. Tomu také může napomáhat zemědělec správným hospodařením na půdě. V biologicky činné ornici vydrží jen malý podíl semen živých déle než 10 let (Dvořák, Smutný, 2008). Změna systému zpracování půdy je v dlouhodobějším horizontu provázena změnami v půdní zásobě semen i zaplevelení plodin. Významný je posun ve prospěch krátkověkých a drobnosemenných druhů s nižší mírou dormance. Tato semena jsou nucena vzcházet z povrchu půdy co nejdříve po uvolnění diaspor z mateřské rostliny. Příkladem může být nárůst škodlivosti trávovitých a heřmánkovitých plevelů (Mikulka, Kneifelová, 2005).

Klíčivost u některých druhů se může pohybovat kolem 50 let a více, ale přesné zjištění je složité a může být zatíženo různými pozorovacími chybami (Deyl, 1956). Semena merlíku bílého a ohnice, která byla 150 let kryta stavbou, klíčila i po této době (Hron, Vodák, 1959). Životnost semen má v závislosti na druhu rostlin odlišnou dobu trvání. Semena některých druhů (vrba, topol) jsou životná pouze několik týdnů. Ztráta klíčivosti souvisí především s poruchami transkripce a translace nukleových kyselin a tím i s poklesem enzymatické aktivity (Procházka a kol., 1998). Schopnost semen přežít v půdě je snižováno mnoha faktory. Mezi tyto faktory lze zařadit špatnou klíčivost, predátory, patogeny, vlhkost a pH půdy, hloubkou uložení semen a mnoho dalších (Mikulka, Kneifelová, 2005).

4 METODIKA PRÁCE

Tato diplomová práce je založena na dvou laboratorních pokusech. Při prvním pokusu se sledovalo, jaký vliv má různá teplota na klíčení semen heřmánkovce nevonného. Při druhém pokusu se sledovalo, jak budou semena heřmánkovce nevonného klíčit pokud byla vystavena po různou dobu mrazu.

4.1 Stanovení klíčivosti u semen heřmánkovce nevonného

Laboratorní pokus, při kterém byla stanovena klíčivost semen heřmánkovce nevonného probíhal na Petriho miskách. Semena byla uložena na navlhčený filtrační papír. Pokus probíhal ve 20 opakováních. Na každou misku bylo vloženo 10 semen. Semena byla vystavena různým teplotám. Varianty teploty pro klíčení byly 3 °C, 6 °C, 10 °C, 12 °C, 16 °C a 20°C. Samotné klíčení probíhalo v klimaboxu s řízenou teplotou (obr. č. 18). Vyhodnocení vyklíčených semen bylo provedeno v časovém odstupu 4, 7, 11, 15, 19, 23, 27 a 31 dní od založení pokusu. Počet nově vyklíčených semen v daných termínech byl zaznamenán do tabulek. Následné zpracování proběhlo v programu Microsoft Excel. Výsledky pokusu byly vyhodnoceny vhodnými matematicko-statistickými metodami v programu Statistika. Aplikována byla analýza rozptylu a metoda minimální průkazní difference (LSD test). Dále byl vyhodnocen význam vybraných faktorů na klíčení semen heřmánkovce nevonného.

4.2 Stanovení klíčivosti po působení mrazu

U tohoto laboratorního pokusu se zjišťovalo, jaký bude mít vystavení semen po určitou dobu nízkým teplotám. Semena heřmánkovce nevonného byla smíchána s 60 g křemičitého písku a poté vložena do plastických kelímků (obr. č. 19). Do každého kelímku bylo následně vloženo 10 semen a přidáno 20 ml vody. Nyní se semena nechala 30 minut při teplotě 20 °C. Po uplynutí 30 minut byly plastické kelímky přesunuty do mrazicího boxu. Teplota v mrazicím boxu byla -5 °C. V mrazicím boxu byla semena vystavena nízké teplotě po dobu 3, 5, 10, 15, 20 a 30 dní. Plastické kelímky se semeny byly do mrazicího boxu ukládány postupně, tak aby mohly být všechny varianty vyzvednuty najednou. Po uplynutí dané doby byly kelímky vyjmuty a při teplotě 16 °C probíhalo samotné klíčení. Pokus také probíhal ve 20 opakováních pro každou variantu doby přemrznutí. Hodnocení klíčivosti probíhalo v časovém odstupu 4,

7, 11 a 15 dní. Počet nově vyklíčených semen v daných termínech byl zaznamenán do tabulek a následně zpracovány v programu Microsoft Excel. Na statistické zpracování a vyhodnocení bylo použito počítačového programu Statistica. Aplikována byla analýza rozptylu a metoda minimální průkazní difference (LSD test).

5 VÝSLEDKY

5.1 Výsledky klíčení semen při různé teplotě

V následujících tabulkách č. 1-6 jsou v časových intervalech zaznamenány vyklíčená semena heřmánkovce nevonného při daných teplotách.

V tabulce č. 1 je uveden počet nově vyklíčených semen od založení pokusu v osmi kontrolovaných termínech při teplotě 3 °C. Klíčení probíhalo na filtračním papíru v Petriho miskách. Průměrná klíčivost semen u této varianty byla pouze 2,5 %.

Tabulka 1 Vyklíčená semena při teplotě 3 °C

Opakování	Dny od založení pokusu							
	4	7	11	15	19	23	27	31
1	0	0	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	1	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	1	0	0	0	0
16	0	1	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	1	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0

V tabulce č. 2 je uveden počet nově vyklíčených semen od založení pokusu v osmi kontrolovaných termínech při teplotě 6 °C. Klíčení probíhalo na filtračním papíru v Petriho miskách. Průměrná klíčivost semen u této varianty byla 16,5 %.

Tabulka 2 Vyklíčená semena při teplotě 6 °C

Opakování	Dny od založení pokusu							
	4	7	11	15	19	23	27	31
1	0	0	0	0	0	0	1	1
2	0	0	1	1	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	2	1	0	0	1	0
5	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	0	1	0	0	1	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1
8	0	0	1	0	0	0	0	0
9	0	0	1	0	0	0	0	0
10	0	1	0	0	0	0	0	1
11	0	0	0	1	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	1
13	0	0	2	0	0	0	0	0
14	0	0	1	0	0	0	0	0
15	0	0	1	0	2	0	0	0
16	0	0	1	0	0	0	0	0
17	0	0	3	0	0	0	0	0
18	0	0	1	0	0	0	0	0
19	0	1	1	0	0	0	0	0
20	0	0	1	0	0	0	0	0

V tabulce č. 3 je uveden počet nově vyklíčených semen od založení pokusu v osmi kontrolovaných termínech při teplotě 10 °C. Klíčení probíhalo na filtračním papíru v Petriho miskách. Průměrná klíčivost semen u této varianty byla 30,5 %.

Tabulka 3 Vyklíčená semena při teplotě 10 °C

Opakování	Dny od založení pokusu							
	4	7	11	15	19	23	27	31
1	3	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0
3	3	0	1	0	0	0	0	0
4	1	1	0	0	0	0	0	0
5	1	0	1	0	0	0	0	0
6	1	1	1	0	0	0	0	0
7	1	1	1	0	0	0	0	0
8	2	2	0	0	0	0	0	0
9	1	0	1	0	0	0	0	0
10	2	0	0	1	0	0	0	0
11	1	1	1	0	0	0	0	0
12	2	2	1	0	0	0	0	0
13	1	2	2	0	0	0	0	0
14	1	0	0	0	0	0	0	0
15	1	0	0	0	0	0	0	0
16	1	1	1	0	0	0	1	0
17	1	1	1	0	0	0	0	0
18	2	2	1	0	0	0	0	0
19	2	0	1	1	0	0	0	0
20	1	1	0	1	0	0	0	0

V tabulce č. 4 je uveden počet nově vyklíčených semen od založení pokusu v osmi kontrolovaných termínech při teplotě 12 °C. Klíčení probíhalo na filtračním papíru v Petriho miskách. Průměrná klíčivost semen u této varianty byla 53 %.

Tabulka 4 Vyklíčená semena při teplotě 12 °C

Opakování	Dny od založení pokusu							
	4	7	11	15	19	23	27	31
1	0	1	1	1	0	1	0	0
2	0	1	4	0	0	0	0	1
3	0	2	1	0	0	0	0	0
4	0	3	3	1	0	0	0	0
5	0	2	3	0	0	0	0	1
6	0	1	5	0	0	0	0	0
7	0	1	4	1	0	1	1	0
8	0	4	1	2	0	0	0	0
9	0	3	1	0	1	0	0	0
10	0	3	5	1	0	0	0	0
11	0	1	0	1	0	0	0	0
12	0	2	1	0	0	0	0	0
13	0	2	2	1	1	0	0	0
14	0	0	2	1	0	0	0	0
15	0	2	3	0	0	0	0	0
16	0	1	3	0	0	0	0	0
17	0	1	5	1	0	0	0	0
18	0	1	4	1	0	0	0	0
19	0	2	2	0	1	0	0	0
20	0	2	1	1	0	0	0	0

V tabulce č. 5 je uveden počet nově vyklíčených semen od založení pokusu v osmi kontrolovaných termínech při teplotě 16 °C. Klíčení probíhalo na filtračním papíru v Petriho miskách. Průměrná klíčivost semen u této varianty byla 82,5 %.

Tabulka 5 Vyklíčená semena při teplotě 16 °C

Opakování	Dny od založení pokusu							
	4	7	11	15	19	23	27	31
1	0	3	4	1	0	0	0	0
2	3	2	3	2	0	0	0	0
3	2	4	2	0	0	0	0	0
4	2	3	4	1	0	0	0	0
5	2	4	3	1	0	0	0	0
6	3	4	2	1	0	0	0	0
7	3	2	3	0	0	0	0	0
8	3	0	4	2	0	0	0	0
9	2	3	3	0	0	0	0	0
10	3	1	3	0	0	0	0	0
11	5	1	2	0	0	0	0	0
12	3	4	3	0	0	0	0	0
13	5	2	2	1	0	0	0	0
14	3	3	2	1	0	0	0	0
15	2	2	3	1	1	0	0	0
16	1	0	4	0	1	1	0	0
17	2	2	1	0	0	0	0	0
18	1	0	2	1	0	0	0	0
19	3	1	3	0	0	0	0	0
20	3	3	1	1	0	0	0	0

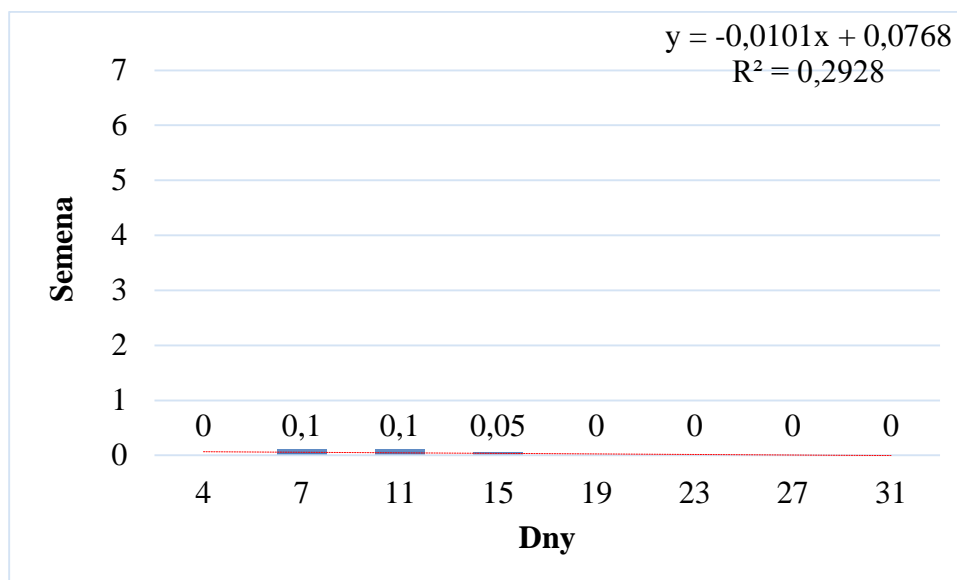
V tabulce č. 6 je uveden počet nově vyklíčených semen od založení pokusu v osmi kontrolovaných termínech při teplotě 20 °C. Klíčení probíhalo na filtračním papíru v Petriho miskách. Průměrná klíčivost semen u této varianty byla 92,5 %.

Tabulka 6 Vyklíčená semena při teplotě 20 °C

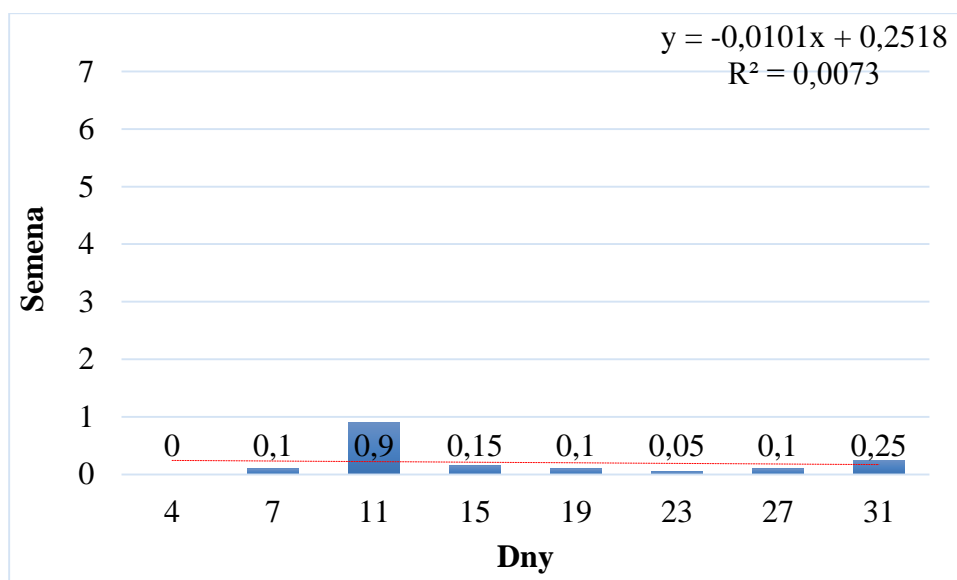
Opakování	Dny od založení pokusu							
	4	7	11	15	19	23	27	31
1	9	1	0	0	0	0	0	0
2	7	1	1	0	0	0	0	0
3	3	3	0	0	0	0	0	0
4	4	4	0	0	0	0	0	0
5	7	3	0	0	0	0	0	0
6	5	2	2	1	0	0	0	0
7	9	0	1	0	0	0	0	0
8	8	1	0	0	0	0	0	0
9	9	0	0	1	0	0	0	0
10	7	1	1	0	0	0	0	0
11	8	1	0	0	0	0	0	0
12	8	1	0	0	0	0	0	0
13	6	1	2	0	0	0	0	0
14	8	0	2	0	0	0	0	0
15	8	0	1	0	0	0	0	0
16	8	1	1	0	0	0	0	0
17	8	1	0	0	1	0	0	0
18	9	0	1	0	0	0	0	0
19	5	0	3	0	0	0	0	1
20	7	1	1	0	0	0	0	0

5.1.1 Grafické zpracování

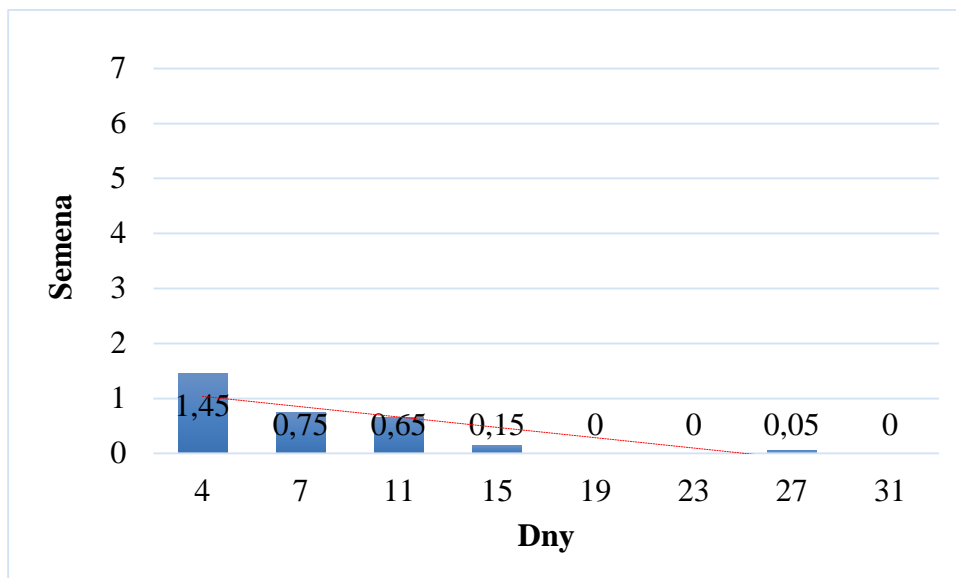
V následujících obrázcích č. 1-6 je grafické znázornění průměrného počtu vyklíčených semen heřmánkovce nevonného v kontrolovaných termínech pro danou teplotu.



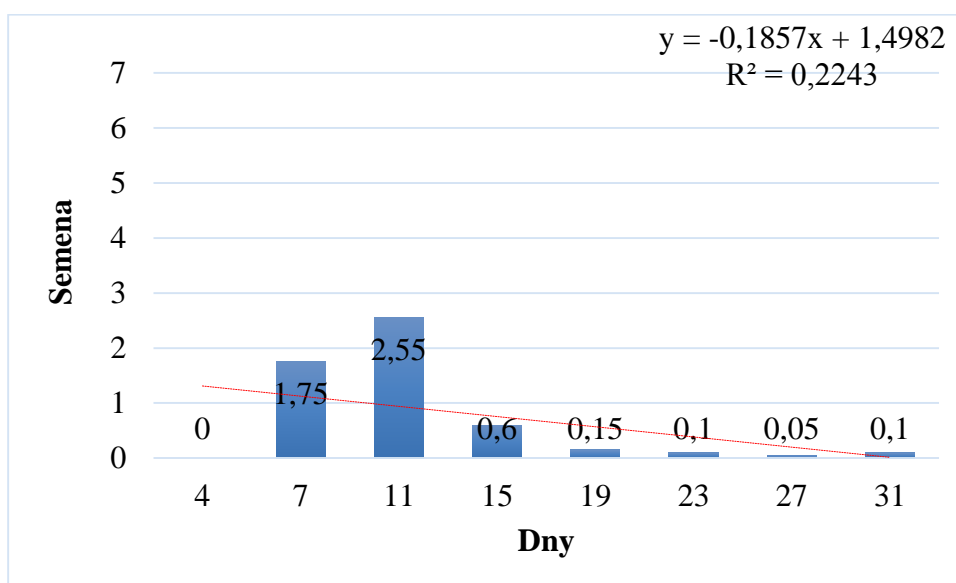
Obrázek 1 Klíčivost semen při teplotě 3 °C



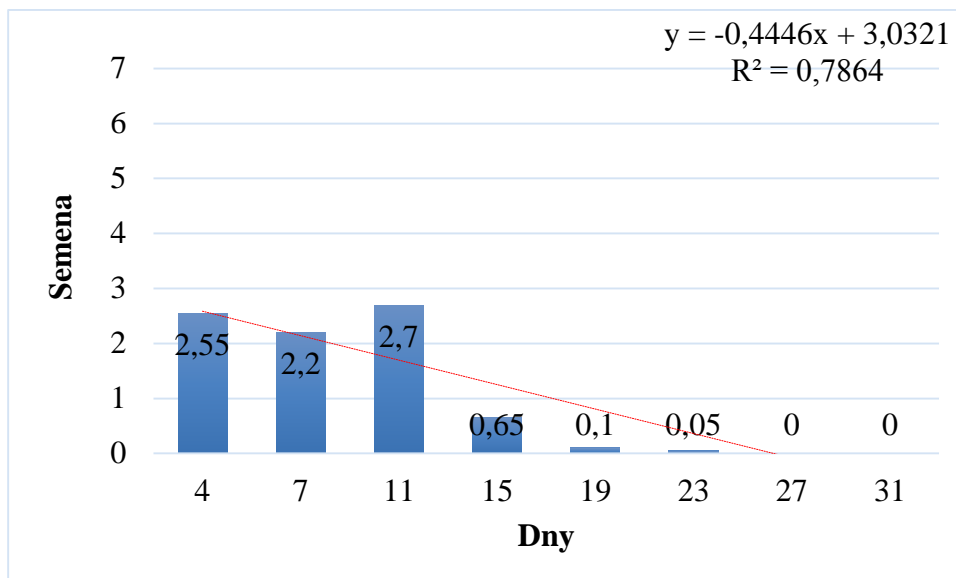
Obrázek 2 Klíčivost semen při teplotě 6 °C



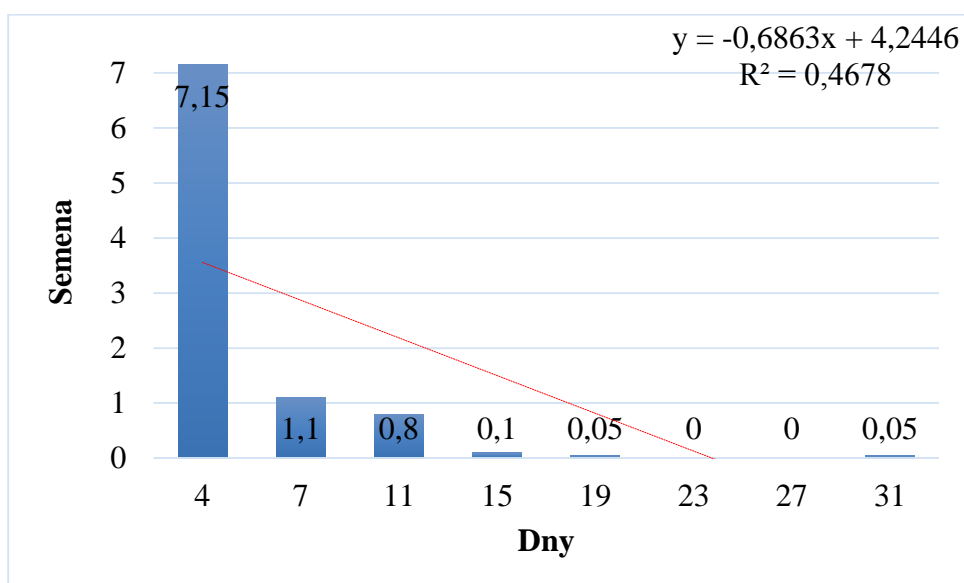
Obrázek 3 Klíčivost semen při teplotě 10 °C



Obrázek 4 Klíčivost semen při teplotě 12 °C

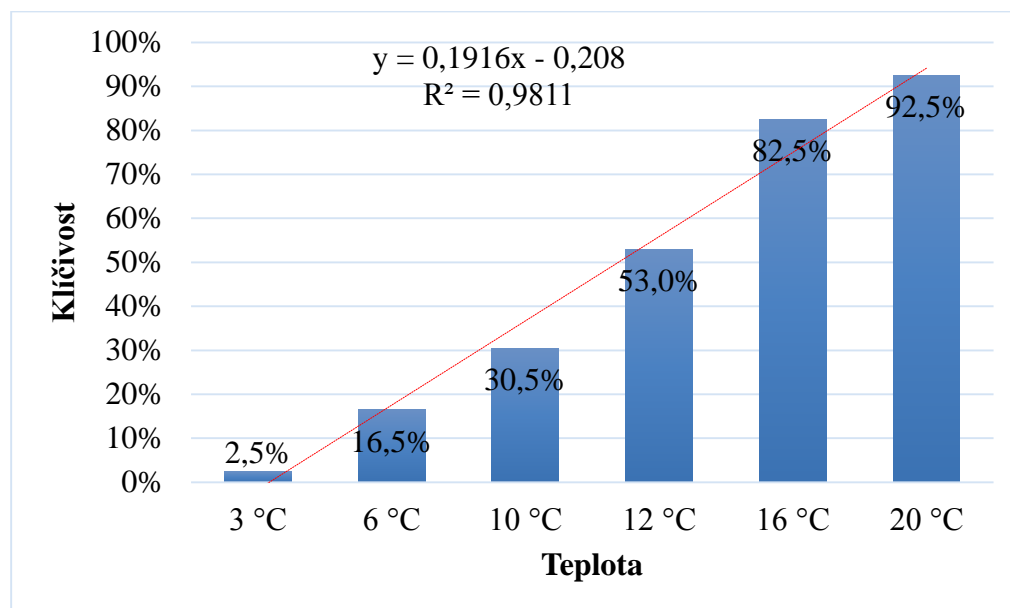


Obrázek 5 Klíčivost semen při teplotě 16 °C



Obrázek 6 Klíčivost semen při teplotě 20 °C

Obrázek č. 7 ukazuje celkové grafické srovnání procentuální klíčivosti semen v daných teplotách.



Obrázek 7 Klíčivost semen při daných teplotách

5.1.2 Statistické zpracování

V následujících tabulkách č. 7-8 je statistické zhodnocení klíčivosti semen heřmánkovce nevonného při daných teplotách.

Statisticky průkazný rozdíl byl patrný u všech variant. S rostoucí teplotou se zvyšovala klíčivost. Statisticky vysoká průkaznost se nepotvrdila u variant 16 °C a 20 °C.

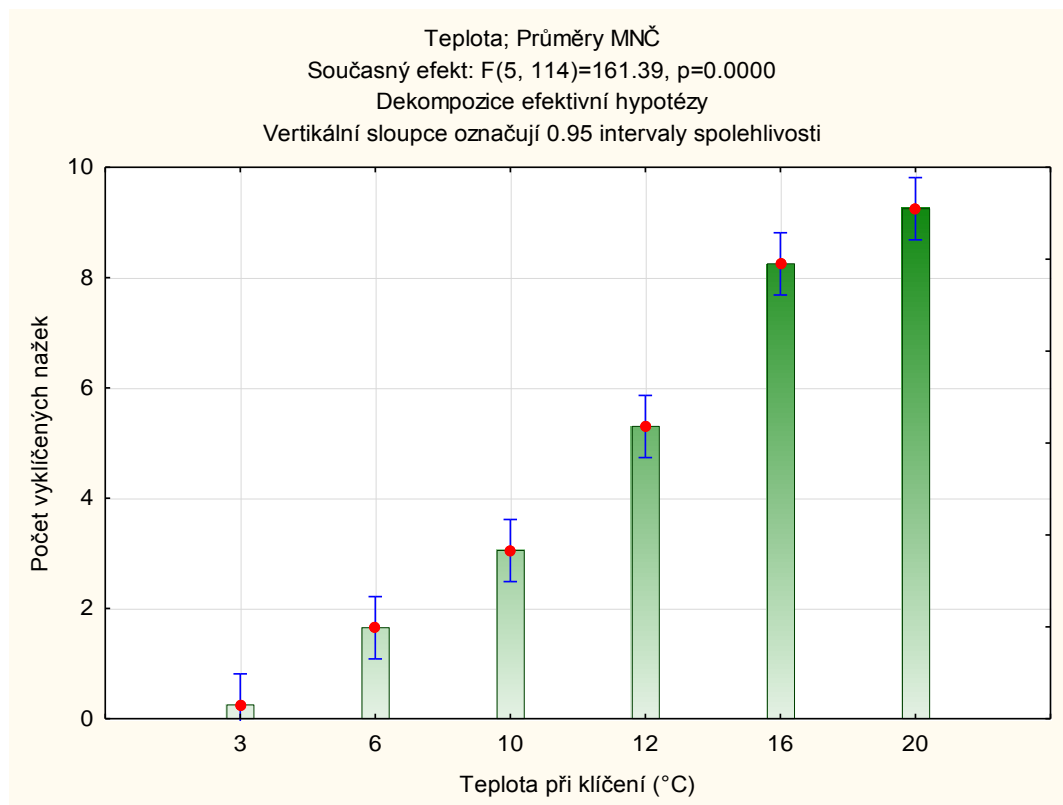
Tabulka 7 Výsledky analýzy rozptylu klíčivosti semen heřmánkovce při různých teplotách

	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F	p
Abs. člen	2566.875	1	2566.875	1582.178	0.00
Teplota	1309.175	5	261.835	161.391	0.00
Chyba	184.950	114	1.622		

Tabulka 8 Výsledky LSD testu

	Průměr	Průkaznost (p<0,05)	Průkaznost (p<0,01)
3 °C	0,25	a	a
6 °C	1,65	b	b
10 °C	3,05	c	c
12 °C	5,30	d	d
16 °C	8,25	e	e
20 °C	9,25	f	e

V následujícím obrázku č. 8 je grafické znázornění klíčivosti semen s vyznačenými konfidenčními intervaly při hladině spolehlivosti 0,95. Je tedy možné potvrdit, že klíčivost semen heřmánkovce nevonného se zvyšovala, pokud se zvyšovala i teplota.



Obrázek 8 Průměrná klíčivost nažek s vyznačenými konfidenčními intervaly ($p<0,05$)

5.2 Výsledky klíčivosti semen po působení mrazu

V následujících tabulkách č. 9-14 jsou v časových intervalech zaznamenány vyklíčená semena heřmánkovce, která byla vystavena mrazu po určitou dobu.

V tabulce č. 9 je uveden počet nově vyklíčených semen od založení pokusu ve čtyřech kontrolovaných termínech. Před založením pokusu byla semena uložena do mrazicího boxu. Zde byla semena vystavena teplotě -5 °C po dobu 30 dní. Klíčení probíhalo v kelímkách s křemičitým pískem. Průměrná klíčivost semen byla 74,5 %.

Tabulka 9 Semena vystavená mrazu po dobu 30 dní

Opakování	Dny od založení pokusu			
	4	7	11	15
1	2	1	2	0
2	2	5	3	0
3	6	1	1	0
4	5	2	2	0
5	0	2	4	0
6	0	1	4	0
7	3	2	1	0
8	0	4	3	0
9	0	1	2	0
10	5	3	2	0
11	0	0	6	0
12	3	2	3	0
13	3	2	4	0
14	4	0	3	0
15	4	2	4	0
16	5	2	3	0
17	2	0	3	0
18	3	2	2	0
19	5	3	1	0
20	2	7	0	0

V tabulce č. 10 je uveden počet nově vyklíčených semen od založení pokusu ve čtyřech kontrolovaných termínech. Před založením pokusu byla semena uložena do mrazicího boxu. Zde byla semena vystavena teplotě -5 °C po dobu 20 dní. Klíčení probíhalo v kelímkách s křemičitým pískem. Průměrná klíčivost semen byla 65 %.

Tabulka 10 Semena vystavená mrazu po dobu 20 dní

Opakování	Dny od založení pokusu			
	4	7	11	15
1	0	0	4	2
2	2	3	1	0
3	0	0	6	1
4	6	1	2	0
5	0	2	5	0
6	1	2	4	0
7	0	0	5	1
8	6	2	1	0
9	1	4	0	0
10	4	2	1	0
11	0	0	4	1
12	5	4	0	0
13	1	0	4	0
14	1	1	3	0
15	6	1	0	0
16	4	3	3	0
17	2	0	6	0
18	5	1	1	0
19	1	1	1	0
20	1	0	1	0

V tabulce č. 11 je uveden počet nově vyklíčených semen od založení pokusu ve čtyřech kontrolovaných termínech. Před založením pokusu byla semena uložena do mrazicího boxu. Zde byla semena vystavena teplotě -5 °C po dobu 15 dní. Klíčení probíhalo v kelímkách s křemičitým pískem. Průměrná klíčivost semen byla 59 %.

Tabulka 11 Semena vystavená mrazu po dobu 15 dní

Opakování	Dny od založení pokusu			
	4	7	11	15
1	0	5	2	0
2	0	0	2	0
3	1	0	2	0
4	0	2	3	0
5	0	5	4	0
6	3	5	1	0
7	1	0	7	0
8	0	1	3	0
9	1	4	2	0
10	0	0	0	4
11	0	0	4	1
12	2	3	2	0
13	1	3	2	0
14	1	2	3	0
15	0	0	2	0
16	1	0	6	0
17	2	7	1	0
18	0	4	3	0
19	2	3	3	0
20	0	0	2	0

V tabulce č. 12 je uveden počet nově vyklíčených semen od založení pokusu ve čtyřech kontrolovaných termínech. Před založením pokusu byla semena uložena do mrazicího boxu. Zde byla semena vystavena teplotě -5 °C po dobu 10 dní. Klíčení probíhalo v kelímkách s křemičitým pískem. Průměrná klíčivost semen byla 60,5 %.

Tabulka 12 Semena vystavená mrazu po dobu 10 dní

Opakování	Dny od založení pokusu			
	4	7	11	15
1	0	0	2	0
2	0	2	3	0
3	5	0	4	0
4	3	4	0	0
5	4	4	1	0
6	0	0	3	0
7	0	0	4	0
8	0	1	9	0
9	2	0	6	0
10	0	0	2	0
11	1	1	3	0
12	0	0	6	0
13	1	2	3	0
14	0	0	1	0
15	0	3	1	0
16	0	6	2	0
17	2	4	2	2
18	1	6	1	0
19	1	2	2	0
20	3	4	2	0

V tabulce č. 13 je uveden počet nově vyklíčených semen od založení pokusu ve čtyřech kontrolovaných termínech. Před založením pokusu byla semena uložena do mrazicího boxu. Zde byla semena vystavena teplotě -5 °C po dobu 5 dní. Klíčení probíhalo v kelímkách s křemičitým pískem. Průměrná klíčivost semen byla 61 %.

Tabulka 13 Semena vystavená mrazu po dobu 5 dní

Opakování	Dny od založení pokusu			
	4	7	11	15
1	3	0	4	0
2	3	2	4	0
3	2	2	4	0
4	0	3	3	0
5	0	1	7	0
6	0	3	1	0
7	0	0	1	0
8	0	3	3	0
9	0	1	6	0
10	5	4	0	0
11	1	1	4	0
12	2	3	2	0
13	0	0	7	0
14	0	1	5	0
15	1	2	5	0
16	0	0	4	0
17	0	0	5	0
18	1	0	5	0
19	0	0	2	0
20	1	4	1	0

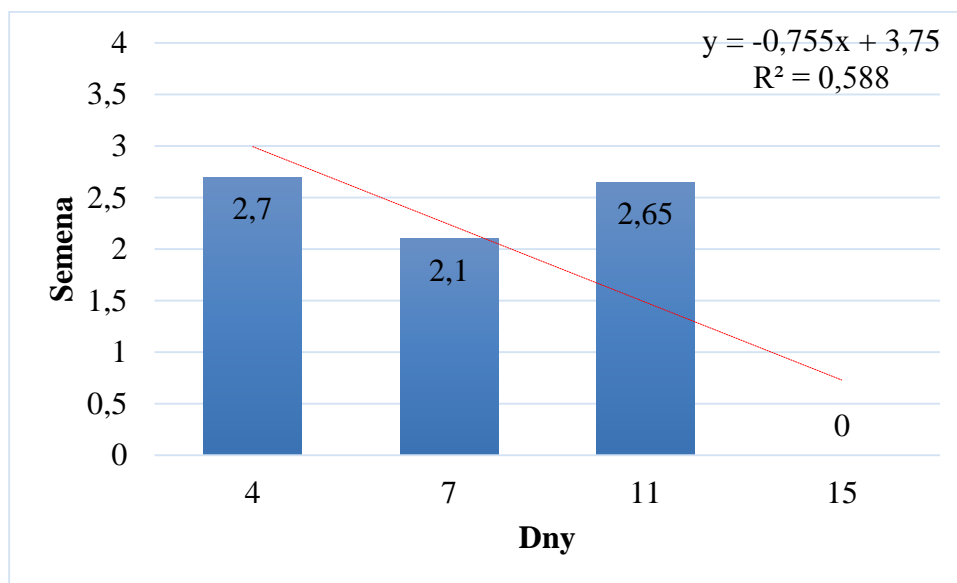
V tabulce č. 14 je uveden počet nově vyklíčených semen od založení pokusu ve čtyřech kontrolovaných termínech. Před založením pokusu byla semena uložena do mrazicího boxu. Zde byla semena vystavena teplotě -5 °C po dobu 3 dní. Klíčení probíhalo v kelímkách s křemičitým pískem. Průměrná klíčivost semen byla 45,5 %.

Tabulka 14 Semena vystavená mrazu po dobu 3 dní

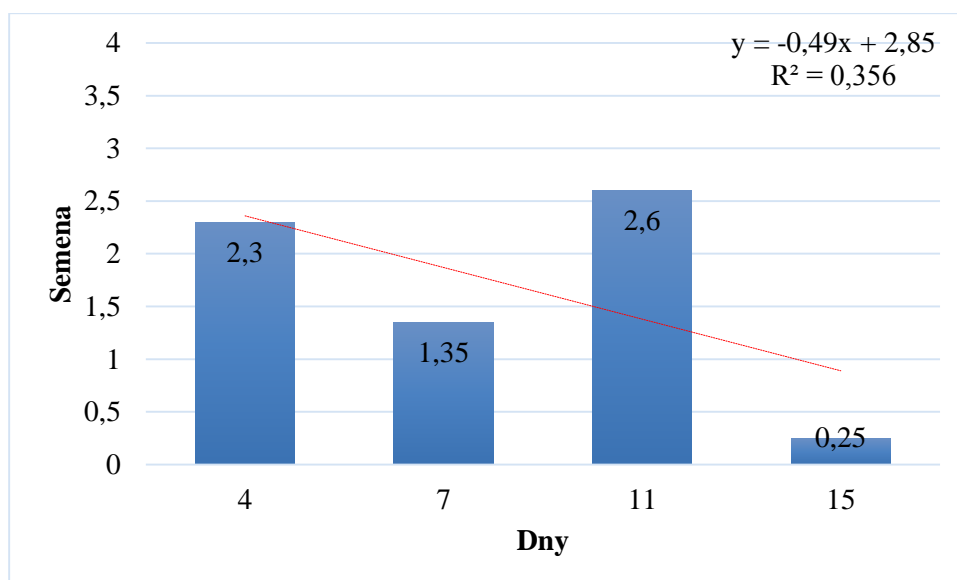
Opakování	Dny od založení pokusu			
	4	7	11	15
1	0	0	4	0
2	0	2	2	0
3	0	0	5	0
4	1	0	3	0
5	0	0	6	0
6	0	1	4	0
7	0	1	4	0
8	0	0	3	0
9	0	1	3	0
10	0	0	4	0
11	2	0	3	0
12	1	0	5	0
13	4	0	2	0
14	0	2	2	0
15	0	0	3	0
16	0	0	6	0
17	0	1	5	0
18	0	0	4	0
19	0	2	1	0
20	0	1	3	0

5.2.1 Grafické zpracování

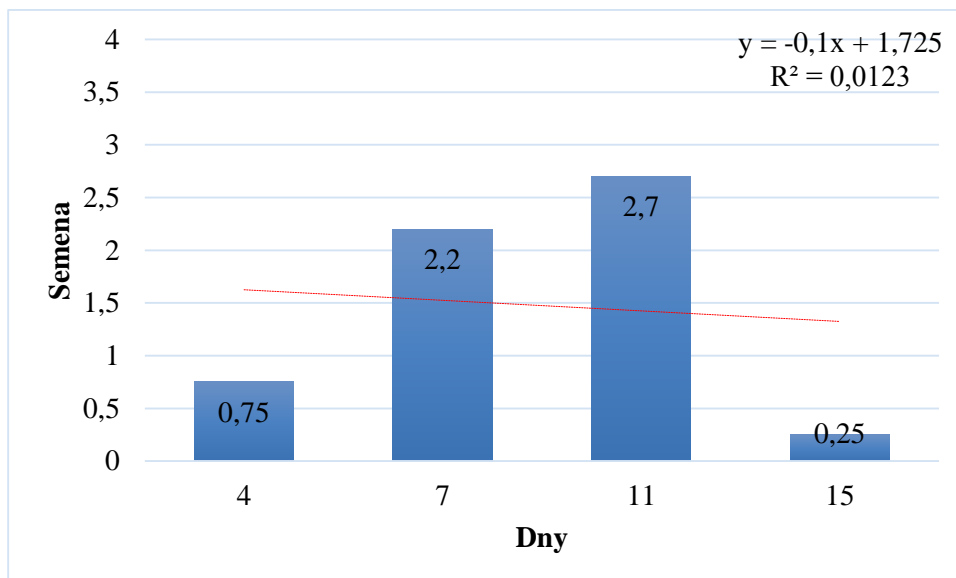
V následujících obrázcích č. 9-14 je grafické znázornění průměrného počtu vyklíčených semen heřmánkovce nevonného v kontrolovaných termínech. Semena byla po určitou dobu vystavena mrazu.



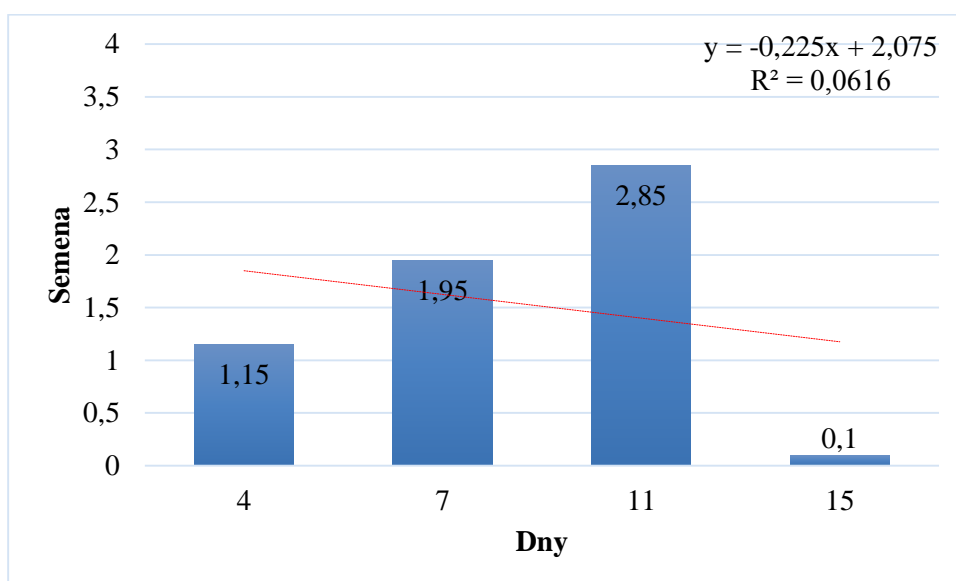
Obrázek 9 Klíčivost semen vystavených mrazu po dobu 30 dní



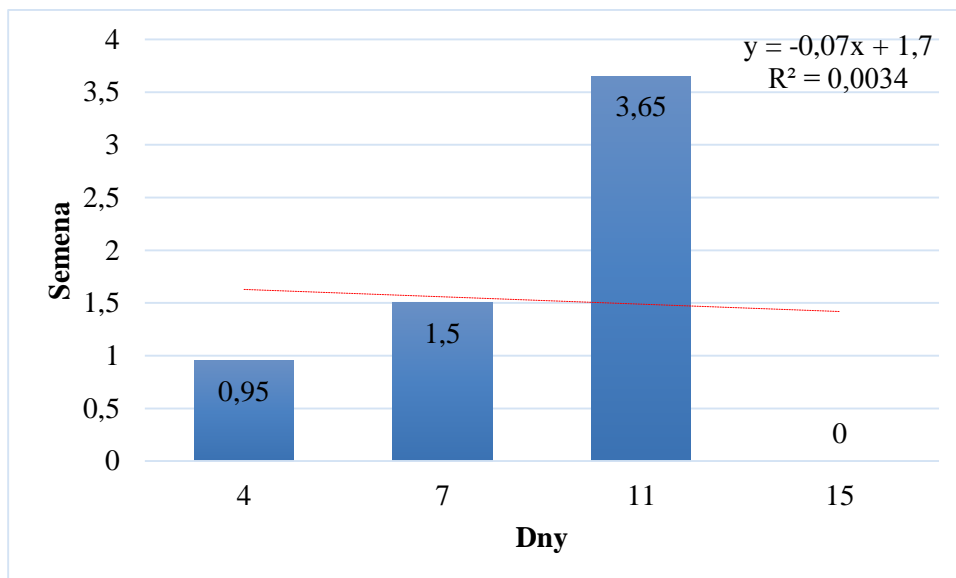
Obrázek 10 Klíčivost semen vystavených mrazu po dobu 20 dní



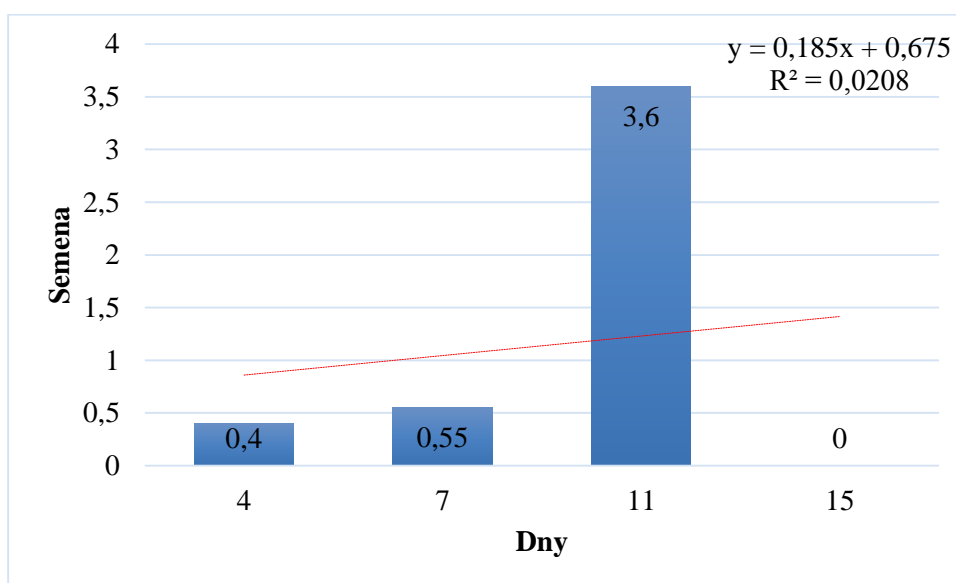
Obrázek 11 Klíčivost semen vystavených mrazu po dobu 15 dní



Obrázek 12 Klíčivost semen vystavených mrazu po dobu 10 dní

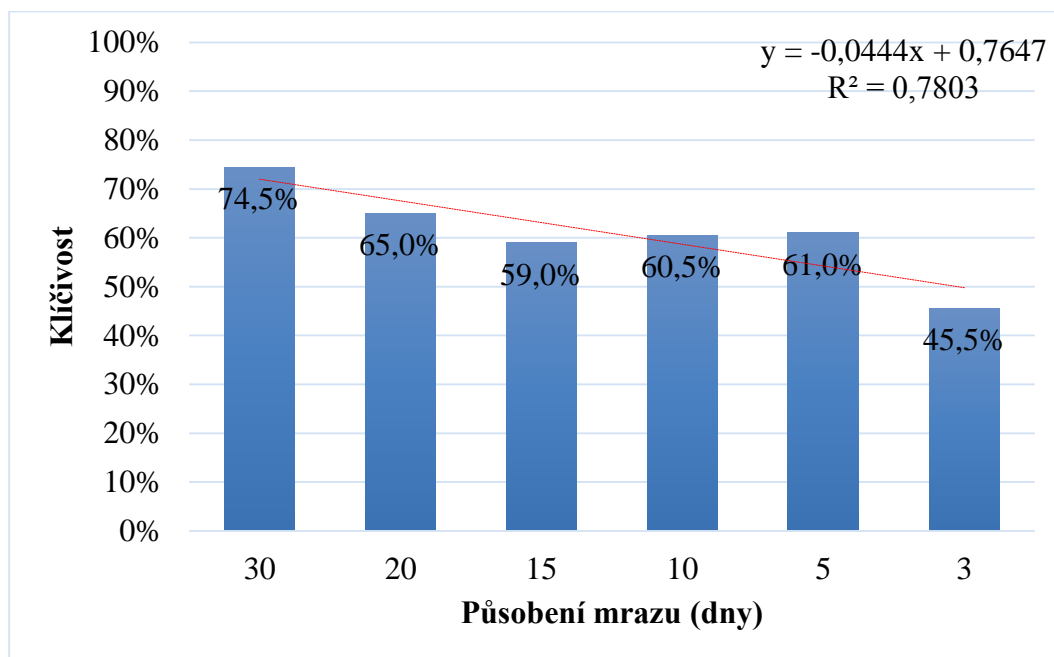


Obrázek 13 Klíčivost semen vystavených mrazu po dobu 5 dní



Obrázek 14 Klíčivost semen vystavených mrazu po dobu 3 dní

Obrázek č. 15 ukazuje celkové grafické srovnání procentuální klíčivosti semen, která byla vystavena mrazu po různou dobu.



Obrázek 15 Klíčivost semen po působení mrazu

5.2.2 Statistické zpracování

V následujících tabulkách č. 15-16 je statistické zhodnocení klíčivosti semen heřmánkovce nevonného po působení mrazu.

Statisticky průkazný rozdíl v klíčivosti byl mezi variantami, kdy byla semena vystavena mrazu po dobu 3 a 30 dní. Mezi variantami 5, 10 a 15 dní nebyl statisticky průkazný rozdíl.

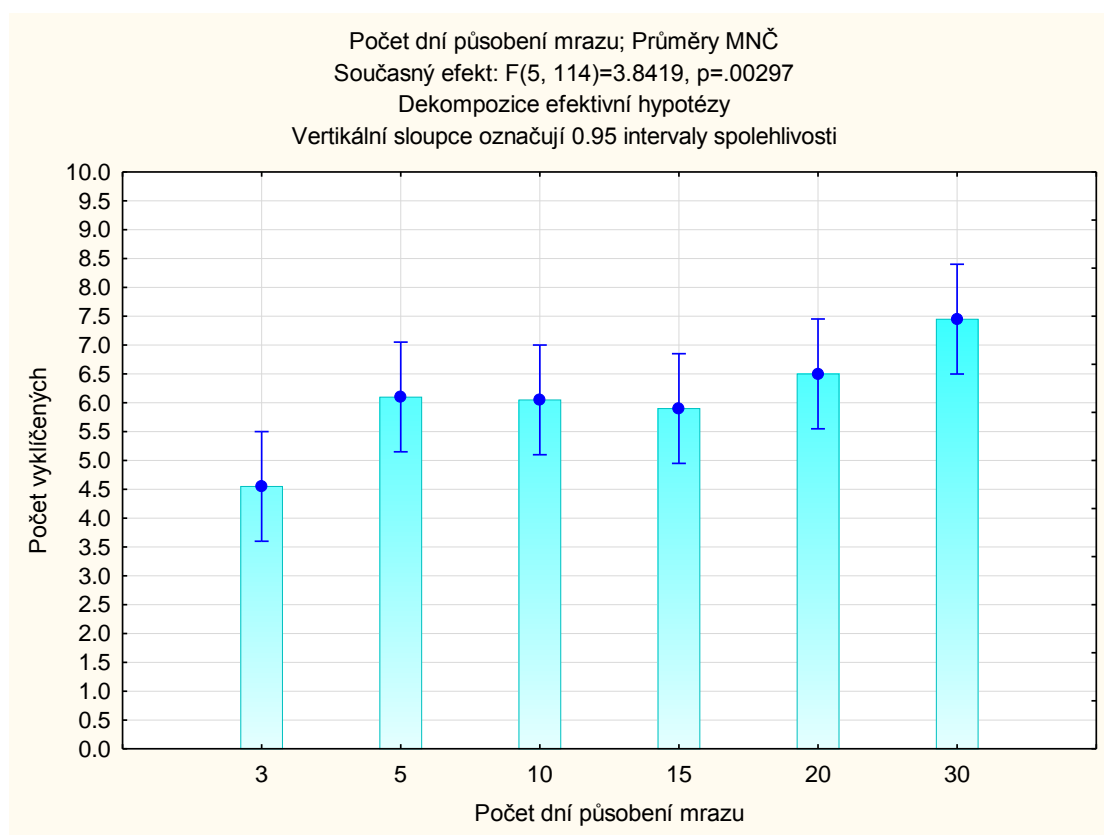
Tabulka 15 Výsledky analýzy rozptylu klíčivosti semen heřmánkovce po působení mrazu

	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F	p
Abs. člen	4453,008	1	4453,008	966,1109	0,000000
Počet dní v mrazu	88,542	5	17,708	3,8419	0,002969
Chyba	525,45	114	4,609		

Tabulka 16 Výsledky LSD testu

Počet dní v mrazu	Průměr	Průkaznost (p<0,05)	Průkaznost (p<0,01)
3	4,55	a	a
5	6,10	b	a, b
10	6,05	b	a, b
15	5,90	b	a, b
20	6,50	b, c	b
30	7,45	c	b

V následujícím obrázku č. 16 je grafické znázornění klíčivosti semen s vyznačenými konfidenčními intervaly při hladině spolehlivosti 0,95.



Obrázek 16 Průměrná klíčivost semen po odlišném působení mrazu s vyznačenými konfidenčními intervaly ($p<0,05$)

5.3 Srovnání klíčivosti se svízelem přítulou

V následujících tabulkách č. 17-18 je statistické porovnání klíčivosti semen heřmánkovce nevonného a svízele přítuly při daných teplotách. Výsledky klíčivosti svízele přítuly byly použity z bakalářské práce Navrátil (2015).

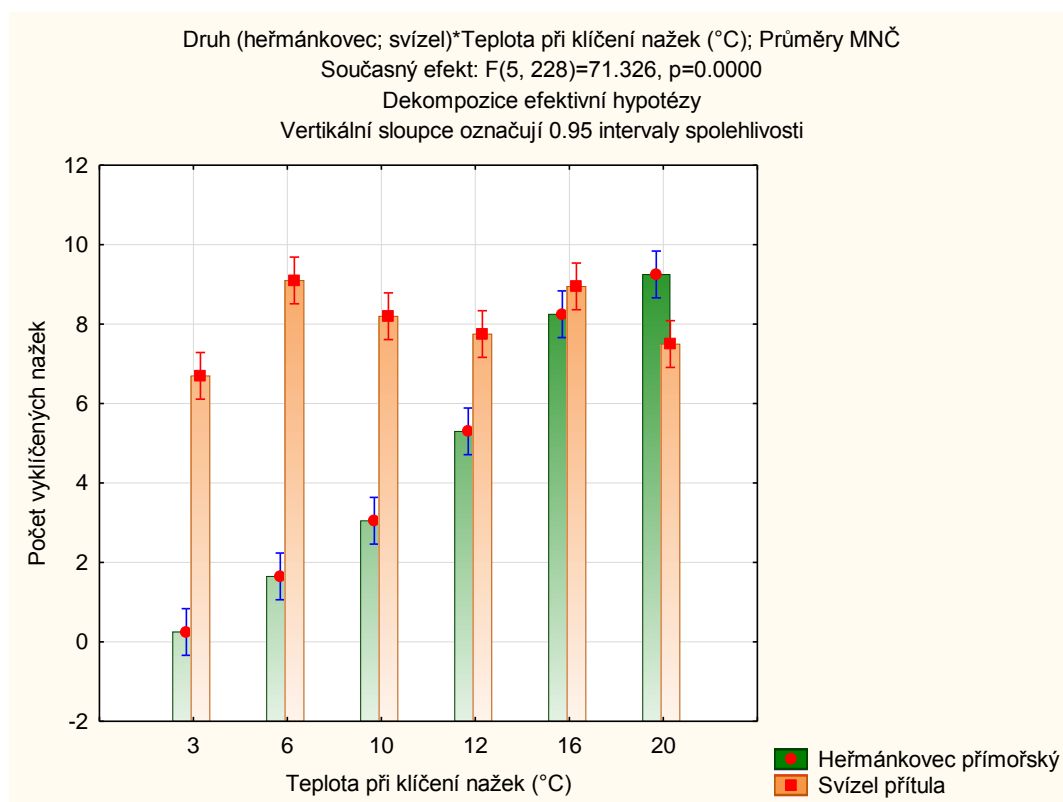
Tabulka 17 Výsledky analýzy rozptylu klíčivosti semen heřmánkovce a svízele přítuly při různých teplotách

	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F	p
Abs. člen	9614.004	1	9614.004	5400.993	0.00
Druh (heřmánkovec; svízel)	697.004	1	697.004	391.566	0.00
Teplota při klíčení nažek (°C)	757.321	5	151.464	85.090	0.00
Druh (heřmánkovec; svízel)*Teplota při klíčení nažek (°C)	634.821	5	126.964	71.326	0.00
Chyba	405.850	228	1.780		

Tabulka 18 Výsledky LSD testu

	Průměr	Průkaznost (p<0,05)	Průkaznost (p<0,01)
Svízel	3 °C	6,70	e
	6 °C	9,10	h
	10 °C	8,20	f, g
	12 °C	7,75	f
	16 °C	8,95	g, h
	20 °C	7,50	e, f
Heřmánkovec	3 °C	0,25	a
	6 °C	1,65	b
	10 °C	3,05	c
	12 °C	5,30	d
	16 °C	8,25	f, g
	20 °C	9,25	h

V následujícím obrázku č. 16 je grafické znázornění klíčivosti semen s vyznačenými konfidenčními intervaly při hladině spolehlivosti 0,95. Při nižších teplotách je patrný rozdíl v klíčivosti obou druhů. Svízel přítula klíčil lépe při nízkých teplotách a se zvyšující teplotou klíčivost klesala. Klíčivost heřmánkovce nevonného se zvyšovala, pokud se zvyšovala i teplota.



Obrázek 17 Průměrná klíčivost semen s vyznačenými konfidenčními intervaly ($p<0,05$)

6 DISKUZE

6.1 Klíčení semen při různé teplotě

Z výsledků je patrné, že klíčení heřmánkovce nevonného bylo ovlivněno teplotou. Při teplotě 3 °C byla klíčivost nejnižší a to pouze 2,5 %. Dále při teplotě 6 °C a 10 °C byla klíčivost semen také nízká. Tohle zjištění je pravděpodobně možné odůvodnit tím, že semena heřmánkovce nevonného klíčí hůře, pokud jsou vystavena teplotě pod 10 °C. Jursík (2011) uvádí, že heřmánkovec nevonný má nevýraznou dormanci a vzchází během celého roku. Toto tvrzení se při pokusu nepodařilo prokázat, protože semena při teplotě pod 10 °C měla poměrně nízkou klíčivost a lze tedy předpokládat, že při nízkých teplotách vstoupila do dormantního stavu.

Nejvyšší klíčivost se projevila při teplotě 20 °C. Zde dosahovala klíčivost semen 92,5 %. Tato hodnota byla opravdu vysoká. Hromadné klíčení při této teplotě bylo hned při první kontrole a to po 4 dnech od založení pokusu. Vysoká klíčivost (82,5 %) byla i při teplotě 16 °C. Z těchto zjištěných hodnot je pravděpodobně možné odhadnout, že teplotní optimum pro tento druh je v rozmezí těchto vyšších teplot. Mikulka a Kneifelová (2005) uvádí, že heřmánkovec nevonný hojně klíčí v září a v dubnu. V těchto měsících lze pravděpodobně očekávat teplotu nad 15 °C. V případě teplého podzimu je také možné, že heřmánkovec nevonný bude způsobovat problémy se zaplevelením řepky ozimé.

Heřmánkovec nevonný je plevel ozimý, který se vyskytuje v ozimých obilninách. Jeho škodlivost je patrná i v okopaninách. Jursík (2011) uvádí, že heřmánkovci se velmi dobře daří v bramborách a cukrové řepě. Tuto spojitost je pravděpodobně možné potvrdit tím, že při pokusu heřmánkovec nejlépe klíčil při teplotě 16 °C a 20 °C, což by v polních podmínkách pravděpodobně znamenalo zaplevelení při vzcházení cukrové řepy a brambor. Dále je taky možné, že v případě chladného jara by docházelo k zaplevelení až v pozdějším období. To by znamenalo u cukrové řepy problém, protože je velice náchylná na ošetření herbicidy. V případě špatné aplikace herbicidu by mohlo dojít k popálení listů řepy.

6.2 Klíčení semen po působení mrazu

Vystavení semen heřmánkovce nevonného mrazu po různě dlouhou dobu se projevilo v různé klíčivosti semen. Semena, která byla vystavena mrazu nejdéle (30 dní), měla ze všech variant nejlepší klíčivost. Klíčivost zde dosahovala hodnoty 74,5 %. V polních podmínkách by to pravděpodobně znamenalo, že v případě tuhé zimy a rychlého nástupu jara by heřmánkovec mohl způsobovat problémy při zaplevelení plodin. Naopak nejnižší klíčivost (45,5 %) byla u varianty, kdy byla semena vystavena mrazu po dobu 3 dnů. Je tedy pravděpodobně možné zhodnotit, že v případě krátkodobého působení mrazu (3 dny) se v semenech heřmánkovce nevonného aktivovaly látky inhibiční povahy a navodily stav dormance. Procházka (1998) uvádí, že nejčastější příčina dormance je vysoký obsah látek inhibiční povahy, především ABA, derivátů kyseliny benzoové, kyseliny skořicové, kumarinu a kyseliny jasmínové. Působení mrazu od 5 do 20 dnů se v celkové klíčivosti příliš nelišilo a klíčivost se pohybovala v rozmezí 59-65 %. Působení mrazu se pravděpodobně podílelo na oddálení doby, kdy semena začínala hromadně klíčit. Kromě první varianty (30 dní) byl u ostatních variant zaznamenán největší počet vyklíčených semen až v kontrole po 11 dnech. Toto zjištění je pravděpodobně možné odůvodnit tím, že semena vstoupila do dormance a po vyjmutí z mrazicího boxu si v prvních dnech tento stav zachovala a vyčkávala na příhodné podmínky pro klíčení.

6.3 Srovnání klíčivosti se svízelem přitulou

Celková průměrná klíčivost semen heřmánkovce nevonného byla 53,6 %. Navrátil (2015) uvádí, že klíčivost svízele přitulou dosahovala hodnoty 65,8 %. V tomto srovnání byla klíčivost heřmánkovce nevonného nižší. U heřmánkovce nevonného se s rostoucí teplotou zvyšovala klíčivost, přitom nejvyšší klíčivost byla při teplotě 20 °C. U svízele přitulou bylo teplotní optimum zjištěno při teplotě 6 °C a při zvyšování teploty docházelo ke snížení klíčivosti semen svízele přitulou. Zajímavé je i srovnání hromadné vzcházivosti semen. Semena svízele přitulou vzcházela postupně a v delších časových intervalech. Naopak heřmánkovec při teplotním optimu vzcházela hromadně hned při první kontrole. Toto zjištění dělá v polních podmínkách ze svízele obtížně hubitelný plevel, který i v příhodných podmínkách neklíčí hromadně. Heřmánkovec nevonný by pravděpodobně v tomhle ohledu byl snadněji hubitelný.

7 ZÁVĚR

S rostoucí teplotou se zvyšovala klíčivost semen heřmánkovce nevonného. Teplotní optimum pro klíčení semen bylo zjištěno při teplotě 20 °C. Klíčivost semen při této teplotě byla 92,5 %. Tato klíčivost byla v porovnání s ostatními druhy poněkud vysoká. Lze tedy předpokládat, že teplota kolem 20 °C může vytvářet podmínky pro jeho obtížnou regulaci.

Nejméně semena klíčila při teplotě 3 °C. Klíčivost zde byla pouze 2,5 %. Bylo to pravděpodobně tím, že semena vstoupila do stavu dormance. Je tedy možné předpokládat, že v případě nízkých teplot bude vzcházivost heřmánkovce nevonného velmi nízká a nehrozí intenzivní zaplevelení plodiny.

Působení mrazu oddálilo vzcházení semen. Téměř ve všech variantách semena hromadně vzcházela až 11. den kontroly. Nejlépe klíčila semena, která byla vystavena mrazu po dobu 30 dní. Klíčivost zde byla 74,5 %. Semena, která byla vystavena mrazu nejkratší dobu (3 dny), klíčila nejméně. Klíčivost u této varianty byla 45,5 %. V případě, že by heřmánkovec vzcházel na jaře v období kolísání teplot a občasných mrazíků, bylo by zaplevelení pravděpodobně nižší než v případě tuhé zimy a rychlého nástupu jara.

Poznání biologie plevelných druhů nám umožní přizpůsobit a zefektivnit regulační zásahy proti plevelům. Především objasnění podmínek, za kterých vybrané druhy klíčí, přispěje k lepšímu načasování regulačních zásahů ve fázi, kdy jsou plevele nejcitlivější. Správné načasování aplikace herbicidů je jeden z nejdůležitějších faktorů, jak zabránit intenzivnímu zaplevelení plodin. A ne jenom použití herbicidů, ale celková integrovaná ochrana rostlin společně se správnými agrotechnickými zásahy má významný vliv na regulaci plevelných druhů a je potřeba tyto zásady dodržovat.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Benech-Arnold R. L., Sánchez R., Forcella F., Kruk B. C. and Ghera C. M., 2000, Environmental control of dormancy in weed seed banks, *Field Crops Research* 67, 105-122.

Benjamin L. R., Milne A. E., Parsons D. J., Lutman P. J. W., 2010, A model to simulate yield losses in winter wheat caused by weeds, for use in a weed management decision support system, *Crop Protection* 29, 1264-1273.

Burnie G., Hejný P., 2007, *Botanika: ilustrovaný abecední atlas, 10 000 zahradních rostlin s návodem, jak je pěstovat*, [Orig.: Botanica], Slovart, Praha, ISBN 978-80-7209-936-8.

Cobb A., Reade J. P. H., 2010, *Herbicides and plant physiology 2. vyd.* Oxford: Wiley-Blackwell, ISBN 978-1-4051-2935-0.

Copeland L. O., McDonald M. B., 1995, *Principles of Seed Science and Technology, Seed Enhancements*, Chapman and Hall, New York.

Deyl M., Ušák O., 1956, *Plevel polí a zahrad*, ČSAV, Praha, 383 s.

Dürr C., Dickie J. B., Yang X. Y., Pritchard H. W., 2015, Ranges of critical temperature and water potential values for the germination of species worldwide: Contribution to a seed trait database, *Agricultural and Forest Meteorology* 200, 222-232.

Dvořák J., Smutný V., 2003, *Herbologie: integrovaná ochrana proti polním plevelům*, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 184 s. ISBN 80-7157-732-4.

Flowerdew B., 2011, *Jak na plevel bez chemie*, Metafora, ISBN 978-80-7359-275-2.

Foley M. E., 2001, Seed dormancy: on update on terminology, physiological genetics, and quantitative trait loci regulating germinability, *Weed Science* 49, 305-317.

Foley M. E., Chao W. S., Horvath D. P., Münevver D., Anderson J. V., 2013, The transcriptomes of dormant leafy spurge seeds under alternating temperature are differentially affected by a germination-enhancing pretreatment, *Journal of Plant Physiology* 170, 539-547.

- Gardarin A., Dürr C., Colbach N., 2012, Modeling the dynamics and emergence of a multispecies weed seed bank with species traits, *Ecological Modelling* 240, 123-138.
- Hamouz P., Hamouzová K., 2015, *Atlas klíčních rostlin polních plevelů*, Kurent, ISBN 978-80-87111-48-2.
- Hejný S., 1973, *Karanténní plevele Československa*, Academia, Praha, 156 s.
- Houba M., Hosnedl V., 2002, *Osivo a sadba*, Nakladatelství Ing. Martin Sedláček, Praha, 186 s. ISBN 80-902413-6-0.
- Hron F., Kohout V., 1988, *Plevele polí a zahrad*, Ilustroval Hísek K., Výstavnictví zeměd. a výživy, České Budějovice, 343 s.
- Hron F., Vodák A., 1959, *Polní plevele a boj proti nim*, SZN, Praha, 379 s.
- Hrudová E., Pokorný R., Víchová J., 2006, *Integrovaná ochrana rostlin*, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 151 s. ISBN 80-7157-980-7.
- Jablonský I., 2005, *Pěstujeme klíčící osivo a výhonky*, Grada, Praha, ISBN 80-247-1114-1.
- Jehlík V., 1998, *Cizí expanzivní plevele České republiky a Slovenské republiky: Alien expansive weeds of the Czech Republic and the Slovak Republic*, Academia, Praha, 506 s. ISBN 80-200-0656-7.
- Johansen A., Nielsen H. B., Hansen C. M., Andreasen C., Carlsgart J., Hauggard-Nielsen H., Roepstorff A., 2013, Survival of weed seeds and animal parasites as affected by anaerobic digestion at meso- and thermophilic conditions, *Waste Management* 33, 807-812.
- Jursík M., 2011, *Plevele: biologie a regulace*, Kurent, České Budějovice, 232 s. ISBN 978-80-87111-27-7.
- Kincl M., Krpeš V., 2000, *Základy fyziologie rostlin. 2. vyd.*, Montanex, Ostrava, ISBN 80-7225-041-8.

Kneifelová M., Mikulka J., 2003, *Významné a nově se šířící plevely*, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, ISBN 80-7271-142-3.

Kohout V., 1997, *Plevely polí a zahrad*, Agrospoj, Praha, 235 s.

Köller K., Linke Ch., 2006, *Úspěch bez pluhu*, Vydavatelství ZT, Praha, ISBN 80-87002-00-8.

Kubát K., 2004, *Tripleurospermum i.*, In: Slavík B., Štěpánková J., *Květena České republiky 7*, 1. vyd., Academia, Praha, 767 s.

Kühn F., 1993, *Germination calender of weeds*, Acta univ. Agric. (Brno), fac. agron., XXXXI, (1–2), 39-46.

Lack A., Evans D. E., 2005, *Plant biology. 2nd ed.*, Taylor & Francis, New York, ISBN 0-415-35643-1.

Laurence R. B., Alice E. M., Parsons D. J., Lutman P. J. W., 2010, A model to simulate yield losses in winter wheat caused by weeds, for use in a weed management decision support system, *Crop Protection* 29, 1264-1273.

Luštinec J., Žárský V., 2003, *Úvod do fyziologie vyšších rostlin*, Karolinum, Praha, ISBN 80-246-0563-5.

Mikulka J., 2014, *Plevely polních plodin*, Profi Press, Praha, 179 s. ISBN 978-80-86726-60-1.

Mikulka J., Chodová D., 2002, *Hubení plevelů odolných vůči herbicidům. 3. vyd.*, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, ISBN 80-7271-116-4.

Mikulka J., Kneifelová M., 2005, *Plevelné rostliny*, Profi Press, Praha, 148 s. ISBN 80-86726-02-9.

Navrátil T., 2015, *Vliv vybraných podmínek prostředí na klíčení semen plevelů*, Bakalářská práce, Mendelova univerzita v Brně, Brno.

Pavlová L., Fischer L., 2011, *Růst a vývoj rostlin*, Karolinum, Praha, ISBN 978-80-246-1913-2.

- Procházka S., 1998, *Fyziologie rostlin*, Academia, Praha, 484 s. ISBN 80-200-0586-2.
- Procházka S., Šebánek J., 1997, *Regulátory rostlinného růstu*, Academia, Praha, ISBN 80-200-0597-8.
- Psota V., Šebánek J., 1999, *Za tajemstvím růstu rostlin: návody k experimentům*, Scientia, Praha, ISBN 80-7183-093-3.
- Sester M., Dürr C., Darmency H., Colbach N., 2006, Evolution of weed beet (*Beta vulgaris* L.) seed bank: Quantification of seed survival, dormancy, germination and pre-emergence growth, *Europ. J. Agronomy* 24, 19-25.
- Skalický M., Novák J., 2007, *Botanika I. Anatomie a morfologie rostlin*, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 141 s., ISBN 978-80-213-1724-6.
- Šebánek J., 1983, *Fyziologie rostlin, 1. vyd.*, SZN, Praha, 558 s.
- Šebánek J., 2004, *Harmonie v rostlinách: o botanické škole Rudolfa Dostála*, Academia, Praha, ISBN 80-200-1197-8.
- Vanc P., 2001, *Zahrada bez plevele*. Grada Publishing, Praha, ISBN 80-247-0072-7.
- Velázquez-Martí B., Gracia-López C., Marzal-Domenech A., 2006, Germination Inhibition of Undesirable Seed in the Soil using Microwave Radiation, *Biosystems Engineering* 93, 365-373.
- Winkler J., 2007, *Effect of the habitat on the mass and germinative capacity of poison hemlock (*Conium maculatum* L.) achenes*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., LV, No. 4, pp. 119-124.
- Winkler J., Sklenářová L., Klem K., 2004, *The site effect on germinability of mugwort (*Artemisia vulgaris* L.) achenes*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., LII, No. 1, pp 53-58.
- Zámečník J., Faltus M., 2009, *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin: (sborník příspěvků)*, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha, ISBN 978-80-87011-91-1.

Ziska L. H., Dukes J. S., 2011, *Weed biology and climate change*, Ames: Wiley-Blackwell, 235 s. ISBN 978-0-8138-1417-9.

9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Vyklíčená semena při teplotě 3 °C	35
Tabulka 2 Vyklíčená semena při teplotě 6 °C	36
Tabulka 3 Vyklíčená semena při teplotě 10 °C	37
Tabulka 4 Vyklíčená semena při teplotě 12 °C	38
Tabulka 5 Vyklíčená semena při teplotě 16 °C	39
Tabulka 6 Vyklíčená semena při teplotě 20 °C	40
Tabulka 7 Výsledky analýzy rozptylu klíčivosti semen heřmánkovce při různých teplotách.....	45
Tabulka 8 Výsledky LSD testu.....	45
Tabulka 9 Semena vystavená mrazu po dobu 30 dní.....	47
Tabulka 10 Semena vystavená mrazu po dobu 20 dní.....	48
Tabulka 11 Semena vystavená mrazu po dobu 15 dní.....	49
Tabulka 12 Semena vystavená mrazu po dobu 10 dní.....	50
Tabulka 13 Semena vystavená mrazu po dobu 5 dní.....	51
Tabulka 14 Semena vystavená mrazu po dobu 3 dní.....	52
Tabulka 15 Výsledky analýzy rozptylu klíčivosti semen heřmánkovce po působení mrazu	57
Tabulka 16 Výsledky LSD testu.....	57
Tabulka 17 Výsledky analýzy rozptylu klíčivosti semen heřmánkovce a svízele přítuly při různých teplotách	59
Tabulka 18 Výsledky LSD testu.....	59

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Klíčivost semen při teplotě 3 °C	41
Obrázek 2 Klíčivost semen při teplotě 6 °C	41
Obrázek 3 Klíčivost semen při teplotě 10 °C	42
Obrázek 4 Klíčivost semen při teplotě 12 °C	42
Obrázek 5 Klíčivost semen při teplotě 16 °C	43
Obrázek 6 Klíčivost semen při teplotě 20 °C	43
Obrázek 7 Klíčivost semen při daných teplotách	44
Obrázek 8 Průměrná klíčivost nažek s vyznačenými konfidenčními intervaly ($p < 0,05$)	46
Obrázek 9 Klíčivost semen vystavených mrazu po dobu 30 dní	53
Obrázek 10 Klíčivost semen vystavených mrazu po dobu 20 dní	53
Obrázek 11 Klíčivost semen vystavených mrazu po dobu 15 dní	54
Obrázek 12 Klíčivost semen vystavených mrazu po dobu 10 dní	54
Obrázek 13 Klíčivost semen vystavených mrazu po dobu 5 dní	55
Obrázek 14 Klíčivost semen vystavených mrazu po dobu 3 dní	55
Obrázek 15 Klíčivost semen po působení mrazu	56
Obrázek 16 Průměrná klíčivost semen po odlišném působení mrazu s vyznačenými konfidenčními intervaly ($p < 0,05$)	58
Obrázek 17 Průměrná klíčivost semen s vyznačenými konfidenčními intervaly ($p < 0,05$)	60

11 SEZNAM PŘÍLOH

Obrázek 18 Klimabox	72
Obrázek 19 Plastické kelímky s křemičitým pískem.....	72
Obrázek 20 Semena heřmánkovce nevonného	73
Obrázek 21 Semena na filtračním papíru v Petriho miskách.....	73

12 PŘÍLOHY



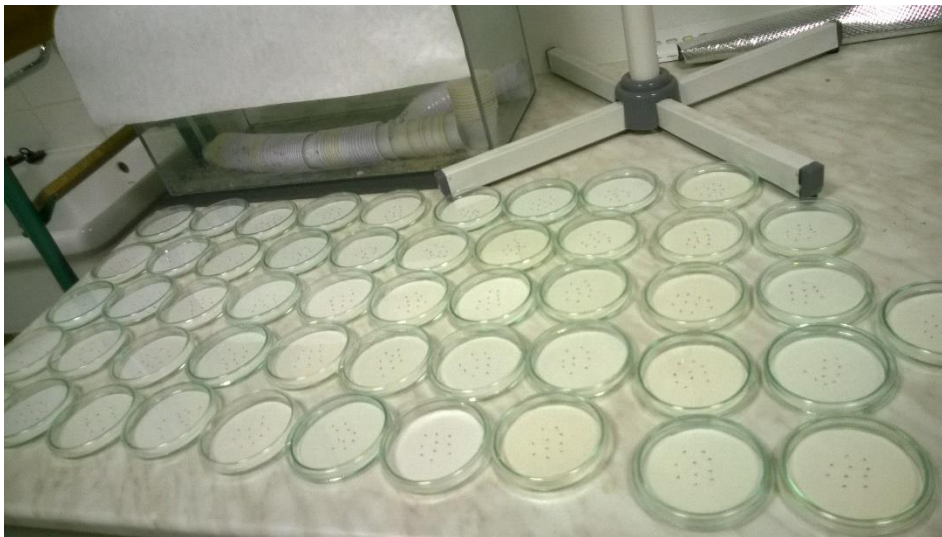
Obrázek 18 Klimabox



Obrázek 19 Plastikové kelímky s křemičitým pískem



Obrázek 20 Semena heřmánkovce nevonného



Obrázek 21 Semena na filtračním papíru v Petriho miskách