

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a biometeorologie**



**Studium klíčivosti a dormance vybraných ohrožených  
druhů plevelů**

**Bakalářská práce**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Hamouz, Ph.D.**

Autor: **Šárka Petráturová**

**2013**

©

### Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Studium klíčivosti a dormance vybraných ohrožených druhů plevelů“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne 6. dubna 2013

Podpis:

### Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Pavlovi Hamouzovi Ph.D., za odborné vedení, pomoc, informace a připomínky, které mi poskytl při zpracování zadané bakalářské práce.

Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Rudolfovi Klepáčkovi Ph.D., za cenné rady při zpracování výsledků v programu určenému pro statistické zpracování dat.

## Autorský referát

Bakalářská práce je zpracována na téma: Studium klíčivosti a dormance vybraných ohrožených druhů plevelů.

Mezi vybrané ohrožené druhy, kterým je věnována pozornost nejen v pokusech na dormanci a klíčení, jsou *Nigella arvensis*, která patří do kriticky ohrožených druhů a *Galeopsis angustifolia*, která se řadí do skupiny ohrožených druhů. Úbytek jakéhokoliv rostlinného druhu způsobuje snižování diverzity fytozooce. Díky lidské činnosti, která má stále větší nároky na využívání přírodních zdrojů, příroda přichází o mnohá stanoviště. Tímto jsou nejen rostlinné druhy, ale i ostatní organismy nuceny ustupovat až některé zcela vymizí.

V této práci jsem se zaměřila na chování semen v různých teplotních a světelných podmínkách, abych zjistila, zda jsou semena dormantní či nikoliv a po jakém čase dormanci překonají. Klíčení semen bylo sledováno u *N. arvensis* po 7 a po 14-ti dnech ode dne založení pokusu. Dále bylo sledováno, jak je klíčení ovlivňováno stářím semen a různými teplotními a světelnými podmínkami. Při pokusu jsem použila čerstvá i starší semena rostlin. Pokusné vzorky semen byly zakládány ve 14-ti denních intervalech. Celkem bylo provedeno 6 opakování. Pokusem bylo zjištěno, že semena rostliny *N. arvensis* mají slabou dormanci, kterou překonávají do 7 dnů při klíčení ve tmě a do 14-ti dnů při klíčení na světle, při kontaktu s vlhkou půdou i s vlhkým filtračním papírem.

Z pokusu bylo zjištěno, že semena *N. arvensis* nejvíce klíčí při teplotě 10/20°C na vlhkém filtračním papíru bez přístupu světla, kdy byla dosažena klíčivost 90,5% již po 28 dnech od data prvního založení semen. Při 10°C ve vodě bez přístupu světla byla klíčivost srovnatelná. Nejméně klíčí semena *N. arvensis* za přístupu světla na vlhkém filtračním papíru při 20°C, kdy nejvyšší dosažená klíčivost při zmíněných podmínkách byla 11%.

Bez ohledu na jiné faktory má pro nás význam samotná teplota, kde byl zjištěn signifikantní rozdíl mezi teplotami 10°C, 20°C a 10/20°C. To samé platí pro podmínky, kdy je výrazný rozdíl mezi klíčením na filtračním papíru na světle, na filtračním papíru ve tmě a v půdě bez ohledu na jiné faktory. Největší klíčivosti bylo dosaženo na filtračním papíru ve tmě při všech sledovaných teplotách. U čerstvých semen je dormance silnější, než u starších semen. Významné interakce byly zjištěny při vzájemném působení teploty a substrátu, bez ohledu na stáří semen. U dalších vzájemně na sebe působících faktorů nejsou rozdíly tak zásadní jako u výše zmíněných.

U *G. angustifolia* byla provedena stratifikace semen při 5°C pro porušení primární dormance, protože neklíčila po dobu 3 měsíců v žádných z nastavených podmínek. K vyklíčení došlo přímo ve stratifikačních podmínkách, kdy během 14-ti dnů vyklíčilo až 92% semen. Proto jsem dále nemohla pokračovat v pokusu jako u výše uvedené *N. arvensis*.

Klíčová slova: dormance, klíčení, ohrožené plevele, *Galeopsis angustifolia*, *Nigella arvensis*

## Author's presentation

This Bachelor thesis is elaborated on topic: Germination and dormancy of selected endangered weed species.

Among the selected endangered species, to which attention is being paid not only in experiments on dormancy and germination, are *Nigella arvensis*, which belongs to a critically endangered species and *Galeopsis angustifolia*, hereinafter *G.*, which belongs to the group of endangered species. Loss of any plant species causes reduction in diversity of phyto gene pool. Due to human activities, which are increasingly demanding on natural resources, nature loses many positions. This way are not only plants species, but also other organisms forced to retreat to some species completely cease to exist.

In this work, I have focused on the behavior of seeds in different temperature and light conditions, to see if the seeds are dormant or non dormant, and after what time they will overcome the dormancy. The seed's germination was checked after seven and after fourteen days from the date of their inception of investigation. Then was checked how the germination of seeds is affected by their age and different temperature and light conditions. I have used fresh and older seeds of plants during the experiment. The experimental samples had been founded after fourteens days intervals. There were in total 6 repetitions. By experiments had been found that the seeds of *N. arvensis* have been slightly dormant. They overcome the dormancy about 7 days in the dark and about 14 days with lights and with factors: wet soil and wet filter paper as well.

It was found from the experiments that *N. arvensis* seeds germinate the best at the temperature of 10/20°C in filter paper with no access of light and the dormancy has been broken not before 28 days from the date of first insertion of seeds into the substrate. The germination was about 90,5%. The germination was comparable when there were conditions like 10°C, wet filter paper and dark. Least germination has been with access of light, wet filter paper and temperature 20°C. There was germination only 11%.

Regardless of the other factors the temperature itself is very important for us, because there was a significant difference between the temperatures of 10°C, 20°C and 10/20°C. The most high germination was on wet filter paper independently of the other factors. The same applies to conditions where there is a significant difference between germination on wet filter paper with access of light or in the dark and in the soil. The freshness seeds have

a strongly dormancy. Furthermore, when we consider the interaction between temperature and substrate, there were found significant interactions. For the other interacting factors the differences are not as large as for the above-mentioned.

In case of *G. angustifolia* the seeds stratification has been carried on at 5°C for breach of primary dormancy, because they didn't germinate for 3 months in any of the set conditions. The seeds germinated in the stratification conditions. During 14 day has been determined 92% of germinated seeds. That is the reason why I didn't continue with experiment any more as like as with the *N. arvensis*.

Keywords: dormancy, germination, endangered weeds, *Galeopsis angustifolia*, *Nigella arvensis*

## Osnova:

### Obsah

Autorský referát.....	4
1 Úvod .....	11
2 Cíl práce.....	12
3 Literární přehled .....	13
3.1 Obecná charakteristika plevelných druhů.....	13
3.2 Funkce plevelů.....	13
3.3 Ohrožené polní plevele na území ČR.....	14
3.4 Charakteristiky vybraných plevelných ohrožených druhů .....	15
3.4.1 <i>Galeopsis angustifolia</i> Ehrh. – konopice úzkolistá .....	15
3.4.1.1 Popis .....	15
3.4.1.2 Výskyt.....	16
3.4.1.3 Ekologie.....	16
3.4.2 <i>Nigella arvensis</i> L. – černucha rolní.....	17
3.4.2.1 Popis .....	17
3.4.2.2 Výskyt.....	18
3.4.2.3 Ekologie.....	18
3.5 Kategorizace ohroženosti druhů .....	19
3.5.1 Mezinárodní kategorie.....	20
3.5.2 Kategorie pro ČR.....	21
3.6 Klíčení semen .....	22
3.6.1 Ekologie klíčení.....	22
3.6.2 Fyziologie klíčení semen .....	23
3.6.2.1 Bobtnání .....	23



3.6.2.2	Dýchání.....	24
3.6.2.3	Enzymy.....	25
3.6.2.4	Proteiny a fosfor.....	25
3.6.3	Klíčení semen ve tmě.....	26
3.6.4	Podmínky klíčení semen.....	26
3.6.4.1	Voda.....	26
3.6.4.2	Teplota.....	27
3.6.4.3	Světlo.....	28
3.6.4.4	Kyslík.....	28
3.7	Dormance.....	29
3.7.1	Dormance primární.....	30
3.7.2	Dormance sekundární.....	30
3.7.3	Faktory způsobující dormanci.....	31
3.7.4	Ukončení dormance.....	32
4	Materiál a metody.....	33
5	Výsledky.....	35
5.1	Výsledky pokusu pro <i>Nigella arvensis</i> .....	36
5.1.1	Vliv faktorů na pokles dormance a na klíčivost.....	36
5.1.1.1	Voda - světlo.....	36
5.1.1.2	Voda - tma.....	37
5.1.1.3	Půda.....	38
5.1.2	Analýza rozptylu.....	39
5.1.2.1	Variabilita způsobená vlivem různých úrovní jednotlivých faktorů.....	40
5.1.2.2	Variabilita způsobená vlivem interakcí příslušných dvojic faktorů.....	43
5.1.2.3	Variabilita způsobená vlivem interakcí všech tří faktorů.....	46
5.2	Výsledky pokusu pro <i>Galeopsis angustifolia</i> .....	47
6	Diskuze.....	48

7	Závěr .....	49
8	Seznam literatury .....	50
9	Přílohy .....	52
9.1	Seznam grafů .....	52
9.2	Seznam obrázků.....	52
9.3	Seznam tabulek.....	52

# 1 Úvod

Plevele jsou definovány jako rostliny, které se vyskytují na daném pozemku bez naší nebo proti naší vůli. Ale i přesto jsou spolu s ostatními živými organismy nezbytnou součástí ekosystému. Jakmile začnou druhy ustupovat nebo vymírat, lidstvo ztrácí nejen krásu a bohatost přírody, ale také se destabilizují ekologické procesy. Ztráta biodiverzity je v současnosti jedním z nejvýznamnějších negativních jevů, kterým se snaží lidská společnost čelit v oblasti ochrany přírody. Paradox je, že samo lidstvo svou činností způsobuje ztrátu biodiverzity. Pro udržení zemědělské výroby na vysoké úrovni se zemědělci neobejdou bez průmyslových hnojiv, herbicidů a moderní zemědělské techniky. Všechny tyto prostředky ohrožují plevelné druhy na polích a tím se biodiverzita snižuje. Jedním z možných řešení pro záchranu ohrožených plevelných druhů na polích je ekologické zemědělství, které v dnešní době neustále stoupá a je zde kladen důraz na kvalitu, ne na kvantitu.

V Červeném seznamu ČR je v současnosti uvedeno více než 1100 druhů cévnatých rostlin, z toho 198 druhů jsou plevely a 35 z nich jsou plevelné druhy ohrožené. Významnou informací je místo výskytu, kde daný ohrožený druh roste, a stav jeho ohrožení v rámci celého areálu pro zmapování, zda se jedná o druh ustupující ve všech oblastech svého výskytu. Nejvýznamnější informací jsou příčiny ohrožení druhu. Zda je druh ohrožen antropogenními faktory, kterým není schopen čelit, nebo existují biologické vlastnosti, které mají vymírající druhy společné, a které zvyšují jejich ohroženost bez ohledu na podmínky prostředí. Znalost nároků plevelných druhů na klíčení je důležitá pro určení podmínek, které budou ideální pro přežívání druhů, pokud bychom chtěli druhy pěstovat v refugiích. Na základě zjištěných biologických vlastností můžeme cíleně chránit ohrožené druhy plevelů.

Klíčení semen zůstává klíčovým bodem k modernímu zemědělství. Zvláště, když si je svět vědom křehkého vztahu mezi produkcí potravin a světovou populací. Základ pochopení klíčení je nezbytný pro maximální produkci plodin.

## 2 Cíl práce

Cílem této práce je analyzovat významné biologické vlastnosti vybraných segetálních druhů, které ovlivňují jejich uplatnění v kulturních porostech. To umožní analyzovat příčiny úbytku těchto druhů v segetálních společenstvech a posoudit možnost a podmínky jejich případného pěstování v refugiích. Mezi vybrané druhy patří *Galeopsis angustifolia* a *Nigella arvensis*.

Práce je zaměřena zejména na sledování dynamiky dormance a podmínek vhodných pro vyklíčení semen. V případě dormance je cílem práce zjistit, jak silná je dormance, jaké podmínky semena potřebují k jejímu překonání a jak na sebe podmínky vzájemně působí. Klíčivost je zjišťována v laboratorních podmínkách.

## **3 Literární přehled**

### **3.1 Obecná charakteristika plevelných druhů**

V dobách, kdy začal člověk provádět zemědělskou činnost, objevili se i plevelné druhy. Plevelné rostliny jsou takové druhy, které nejsou účelně pěstované a rostou na místech proti naší vůli. Vyskytují se převážně na polích, v zahradách a na loukách. Rozdíl mezi rostlinami plevelnými a rostlinami zaplevelujícími je ten, že rostliny zaplevelující jsou druhy pěstované a vyšlechtěné, vyskytující se jako příměs s osivem pěstovaných plodin, nebo se do půdy dostávají při sklizni. Výskyt plevelů na zemědělských polích je z určitých důvodů nežádoucí a z určitých žádoucí (Mikulka a kol., 2005).

V. Kohout (1997) uvádí, že semena plevelů se od kulturních rostlin odlišují hlavně vysokou životaschopností, odolností a přizpůsobivostí k nepříznivým růstovým podmínkám. Setravávají déle na stanovišti a je to dáno jejich specifickými biologickými vlastnostmi, kterými se odlišují od kulturních rostlin, které jsou méně odolné a mají nižší životaschopnost.

V dnešní moderní době dochází neustále ke globalizaci ve všech oblastech a nevyhnula se jí ani krajina. Obyvatelé se koncentrují do větších měst, vznikají příměstská smetiště a na venkově dochází ke změnám v obhospodařování zemědělské půdy a lesů. Tím se snižuje diverzita a ubývá rozmanitosti. Rostliny, které jsou ohrožené, nebo kriticky ohrožené u nás, nemusí být ohrožené ve světě. Mohou jen z části zasahovat do našeho území a v jiných zemích mohou být silně rozšířené. Proto je vhodné před přijetím ochranných opatření a zařazením do určitého stupně ohrožení daného druhu nejprve přihlédnout k celkovému areálu a k prospěchu druhu v něm. Ztráta jakéhokoliv druhu znamená nenahraditelné zmenšení genofondu živé přírody (Průša a kol. 2005).

### **3.2 Funkce plevelů**

Je známo, že systémy regulace plevelů nemají vést k vyhubení plevelů, ale k celkovému snížení výskytu plevelných rostlin na polích při zachování co nejširšího spektra druhů. Cílem je zachování co nejvyšší diverzity plevelů na zemědělské půdě, protože jsou nepostradatelnou součástí biocenózy spolu s ostatními autotrofními organismy. Zároveň se s ostatními rostlinnými druhy podílí na vytváření ekologické rovnováhy celého ekosystému v přírodě jak na zemědělské tak nezemědělské půdě. Některé z plevelných rostlin slouží jako zdroj potravy pro hmyz, ptáky, savce a jsou vyhledávány i včelami (Kohout, 1997).

Mohou být použity jako materiál pro mulč nebo kompost. Některé z plevelných druhů se využívají jako léčivé rostliny a pěstují se záměrně (Dvorský a Urban, 2003).

Ze vzduchu odčerpávají CO<sub>2</sub> a obohacují jej o O<sub>2</sub>. Jejich hygienickou funkcí je podílení se na snižování hlučnosti a prašnosti. Vodohospodářská funkce je důležitá hlavně na svažitých územích, kde zapojené plevele dobře zadržují srážkovou vodu, která stéká po povrchu a dále pomáhají jejímu vsakování do půdy, kde je dobře využita pěstovanými plodinami. Zabraňují také vodní a větrné erozi, omezují vysychání a narušování půdní struktury. Pokud jsou plevele hustě zapojené, nebo pokud je kulturní plodina prořídla a plevele vyplní mezery v porostu, vytvářejí tak speciální prostorové mikroklima, které omezuje evaporaci, což je neproduktivní výpar z půdy. Plevelné druhy více transpirují vodu a tím přispívají ke zvyšování vzdušné vlhkosti (Kohout, 1997).

Jejich negativní funkce, která hraje na zemědělské půdě velkou roli, spočívá v ochuzování kulturních rostlin o živiny, vodu a půdní vzduch. Ubírají kulturním rostlinám světlo a potlačují jejich růst hlavně v raném stádiu růstu kulturních rostlin. Je jim kladena vina za zhoršení nebo vypuknutí alergií u lidí a některé druhy mohou být jedovaté jak pro lidi, tak pro zvířata. Podporují šíření chorob a škůdců, kteří kulturním rostlinám škodí, znesnadňují a zpomalují produktivitu práce při sklizni a při posklizňových úpravách. Zvyšují výrobní náklady nezbytným použitím herbicidů k jejich likvidaci (Dvorský a Urban, 2003).

### **3.3 Ohrožené polní plevele na území ČR**

Polní plevele jsou dobře svojí životní strategií uzpůsobeny životu v polních plochách. Charakteristický je krátký životní cyklus. Zpravidla jde o jednoleté, případně dvouleté rostliny, produkce velkého množství semen, tolerance k opakovanému mechanickému narušování půdy a malá konkurenceschopnost rostlin v zapojených porostech. Právě proto dnes ty nejvzácnější (nejohroženější) druhy zpravidla nejsou schopny přežít ve zvláště chráněných územích či významných krajinných prvcích, které nejsou klasicky obhospodařovány. V minulosti býval v obdělávaných polích ráj polních plevelů. Postupná intenzifikace zemědělství začala po druhé světové válce polní plevele rychle vytlačovat aplikací herbicidů, kvalitnějším čištěním osiva, používáním těžké techniky, scelováním pozemků nebo používáním průmyslových hnojiv. Je třeba věnovat pozornost původně obdělávaným plochám nechaných kratší či delší dobu ladem, polním plochám s jen

mezernatým vzrůstem plodin a hlavně okrajům polí. Právě okraje nejen extenzivně, ale i intenzivně obhospodařovaných políček jsou dnes pro polní plevely nejvýznamnější.

Jejich ochrana je z jejich podstaty problematická a žádný z dotčených druhů není zařazen mezi druhy zvláště chráněné. Mezi plevelné ohrožené druhy polí patří např.: *Adonis aestivalis*, *Caucalis platycarpus*, *Centaurea cyanus*, *Filago arvensis*, *Hyoscyamus niger*, *Rapistrum perenne*, *Stachys annua*, *Thymelaea passerina* (Martiška a Martišková, 2010 [cit. online 11. 4. 2013]).

### 3.4 Charakteristiky vybraných plevelných ohrožených druhů

Rod *Galeopsis* zahrnuje celkem deset druhů vyskytující se po celém světě a nejznámější zástupce rodu *Galeopsis* je jednoletá bylina *Galeopsis tetrahit*, která je rozšířená téměř po celé Evropě. Vyskytuje se jako běžný plevel na polích a roste od nížin až po horské polohy. Další zástupci jsou: *G. pubescens*, *G. speciosa*, *G. bifida*, *G. ladanum* která je zařazena v Červeném seznamu do skupiny vzácných taxonů vyžadující pozornost (C4a), a *G. angustifolia*, která se řadí mezi ohrožené druhy (C3) a je více popsána níže. Všechny zmíněné druhy jsou jednoleté byliny.

Rod *Nigella* zahrnuje několik druhů, ale pouze *Nigella arvensis* je druh ohrožený. Řadí se do skupiny kriticky ohrožených druhů (C1). Kromě plevelného druhu *N. arvensis* se pěstuje i okrasná letnička *Nigella damascena*, která může mít i několik kultivarů. Sušené tobolky letničky se používají do květinových vazeb. Třetí druh rodu *Nigella* je jednoletá bylina *Nigella sativa*, jejíž semena se pro své aroma používají jako koření.

#### 3.4.1 *Galeopsis angustifolia* Ehrh. – konopice úzkolistá

Čeleď: Lamiaceae – hluchavkovité

Syn. *Galeopsis ladanum* L. var. *angustifolia*, *Dalanum angustifolium* (Ehrh.) Dostál

##### 3.4.1.1 Popis

*G. angustifolia* je jednoletá bylina, která má čtyřhrannou větvenou lodyhu, pod uzlinami štětinatě chlupatou a po zaschnutí je promáčklá, odstále štětinatě nebo hustě přitiskle chlupatá a má stopkaté žlásky s tmavě červeným až černým nebo nažloutlým sekretem. Listy jsou řapíkaté, křížmostojné s celistvou čepelí, která je vejčité kopinatá, na bázi je srdčitá až klínovitá a na obou stranách chlupatá. Květy má po 2 – 16 v lichopřeslenech a je jich až 12 nad sebou na vrcholu hlavní lodyhy. Kalich je trubkovitý, kališních cípů je 5 a jsou zakončeny

ostrou špičkou. Koruna je složena ze dvou růžovo-fialových pysků. Na dolním pysku jsou mezi středním a postranními laloky 2 žluté malé hrbolky. Dvoumocné tyčinky jsou 4 a vnější jsou delší než vnitřní. Pestík se svrchním semeníkem je rozdělen na 4 pouzdra, vajíčka dozrávají ve 4 tvrdky a čnělka je gynobazická s dvouramennou bliznou. Kolem báze gynecea je 4laločný prstenčitý val s laloky, které vystupují mezi díly semeníku. Nejdelší lalok vylučuje nektar. Tvrdky jsou na vnější straně zaoblené, 2,5-3,5 mm dlouhé (Slavík, 2000).

Rostlina je vysoká 10-90 cm, někdy v dolní části dřevnatí, její kořenový systém je řídký a drobný (Chytrý, 2010).

#### **3.4.1.2 Výskyt**

V České republice roste roztroušeně až vzácně. Oblast s hojnějším výskytem je mezi Prahou a Plzní, jižní, západní a severní okolí Prahy, východní Čechy v Podorličí, Posvitaví, Posvratčí nad Brnem, Zábřežsko a východní Morava (Paulič, 2010).

Roste na jihu od severní poloviny Pyrenejského poloostrova, Itálie a Rumunska, na sever po střední Evropu - sever Německa a jih Polska, na západě po Velkou Británii a Irsko. Příležitostně se vyskytuje ve východní Asii, severní Americe a na Novém Zélandu (Pazdera, 2012 [cit. online 6.4.2013]).

Nalezeme ji na bazických pohyblivých sutích spolu s *Galeopsis ladanum* a *Microrrhinum minus*. Pohyblivé sutě se vyskytují v teplejších oblastech v pahorkatinách. Největší výskyt je na Křivoklátsku, v Českém a Moravském krasu, v Českém středohoří, údolí střední a dolní Vltavy, Pavlovských vrších a všude tam můžeme očekávat výskyt konopice úzkolisté. Co se týká výskytu na polích, je plevelný druh rozšířen v celá jižní a střední Evropě. Konkrétně v Rakousku, Slovensku, Maďarsku, severní Itálii, Slovinsku, Rumunsku a v České republice hlavně na jižní Moravě a v Polabí, z důvodu vysokých nároků na teplo (Chytrý, 2010).

#### **3.4.1.3 Ekologie**

Tento jednoletý druh není náročný na půdu, ale nesnáší ulehle půdy se špatným provzdušněním. Je to nejteplomilnější a nejsuchomilnější druh rodu *Galeopsis*. Pokud je druh teplomilný, není pravidlo, že musí být suchomilný. U druhu *G. angustifolia* však tato informace platí. Rostlina roste především na strništích, v teplých oblastech, na pohyblivých nelesních sutích, na travnatých stráních i podél železničních tratí (Deyl, 1964).

Řadí se do společenstva teplomilné plevelové vegetace obilných polí na bazických půdách do svazu XBA *Caucalidion* von Rochow 1951\*, který patří mezi nejstarší typy



plevelové vegetace střední Evropy. Původní pěstování obilí u nás bylo omezeno na nejteplejší oblasti sprašových půd. Vegetace je vázána na menší nadmořskou výšku a na teplé a suché oblasti. Svaz zahrnuje bazofilní teplomilná společenstva hlavně jednoletých polních plevelů, kam spolu s *G. angustifolia* patří *Anagallis arvensis*, *Atriplex patula*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Consolida regalis*, *Euphorbia exigua*, *Fallopia convovulus*, *Stachys annua*, *Thlaspi arvense*, *Veronica persica*, *Viola arvensis* a další. Společenstva svazu *Caucalidion* se nejčastěji vytváří v obilných polích, na úhorech, ve vinohradech a částečně i v okopaninách. Nacházejí se na půdách hlinitých nebo jílovitých, s malým obsahem humusu, bohatých bázemi, hlavně vápníkem, jejichž pH je mezi 7,0 a 8,0.

Svaz *Caucalidion* zahrnuje pět asociací a *G. angustifolia* se řadí hlavně do asociace XBA04 *Stachyo annuaea-Setarietum pumilae* Felfoldy 1942 corr. Mucina in Mucina et al. 1993 - bazofilní plevelová vegetace obilných polí s čistcem ročním. Nejlepší stanoviště pro asociaci jsou vinice, nepodmítnutá strniště, pole s okopaninami. Většina druhů klíčí pozdě na jaře, kdy už je půda prohřátá a denní teploty jsou vysoké. *G. angustifolia* se vyskytuje i ve svazu SCA02 *Galeopsietum angustifoliae*, Buker ex Born Kamm 1960\* - vegetace bazických osypů s jednoletými druhy. Dalšími svazy kde se *G. angustifolia* nachází jsou: SCB01 – *Senecioni sylvatici* – *Galeopsietum ladani*, Eliáš 1993 - vegetace silikátových osypů s jednoletými druhy a SCA – *Stipion Calamagrostis*, Br. – Bl. Et al 1952\* - vegetace vápnných sutí (Chytrý, 2009).

### **3.4.2 *Nigella arvensis* L. – černucha rolní**

Čeleď: Ranunculaceae – pryskyřníkovité

Syn. *Nigella foeniculacea* DC, *Nigella agrestis* J.et C. Presl

#### **3.4.2.1 Popis**

Rostlina se vzpřímenou, lysou, málo nebo vůbec větvenou lodyhou. Přízemní listy jsou 1-3x členěné s čárkovitě kopinatými dlouze zašpičatělými úkrojky, které v době květu většinou zasychají a jsou 2 mm široké. Květy jsou jednotlivé 5-35 mm velké, obsrdčité okvětní lístky jsou bílé a na vrcholu světle modré se zelenou skvrnkou a zašpičatělé.

Čepel je 5-10 mm dlouhá a 5-10 mm široká. Žlutozelené nektariové lístky s lehce nafialovělými žilkami měří 1,5-2 mm i se stopkou. Spodní pysk je dvoudílný a horní je stopkatý s čepelí a jsou 1-2 mm široké. Tyčinek je 3-7, nitky jsou bledě modré a můžou být i zelenavé. Prašníky jsou bledě modré, nebo nazelenalé, 1,2-1,8 mm dlouhé a jsou zašpičatělé.

Pestíků je 3-5, jsou hladké a můžou být i jemně bradavičnaté. V dolní třetině jsou srostlé. Prohnutá čnělka je dlouhá 8-12 mm. Světle hnědé tobolky jsou velké 12-25 mm a jsou téměř okrouhlé. Semena jsou trojhranná, 1,5-2,3 mm dlouhá a 1,0-1,6 mm široká, hustě bradavičnatá a barvu mají hnědočernou až černou (Slavík a Hejný, 1988).

Plodem je hladký měchýřek, ve kterém jsou semena upevněna na vnitřních švech hladké tobolky. Od ostatních druhů černuch se liší tím, že pestíky, které se vyvíjejí v nafouklé měchýřky, jsou naspodu od půlky srostlé (Eliáš jun., 2005).

### 3.4.2.2 Výskyt

Výskyt na polích v asociaci *Caucalido - Conringietum* České republiky je omezen na teplé stanoviště severních a středních Čech, na jižní a střední Moravu. Ve střední Evropě se objevila až s příchodem nových plodin. Vyskytuje se v jihovýchodní části střední Evropy a na Balkáně, vzácně se vyskytuje v jižním a středním Německu, Rakousku, Polsku, Slovensku, Slovinsku a Rumunsku. Na západě a severu se nevyskytuje vůbec, nebo jen zplaňuje. Zástupce druhu můžeme ještě nalézt na okraji polí a v rozvolněných kulturních plodinách (Chytrý, 2009).

### 3.4.2.3 Ekologie

*N. arvensis* je jednoletá, dvouděložná bylina, která patří mezi kriticky ohrožené druhy naší květeny (C1) a mezi plevelné druhy, které jsou nejvíce na ústupu, ale zákonem není chráněna. Důvodem jejího úbytku je nesnášenlivost vůči průmyslovému hnojení, které je v dnešní době pro zemědělce nezbytnou součástí pro levnou, rychlou a úspěšnou produkci zemědělských plodin, ale není zcela šetrná k přírodě. Další důvod ústupu černuchy je hluboká orba. Patří u nás mezi nejvíce ustupující plevelný druh (Eliáš jun., 2005).

Roste spolu s *Anagallis foemina* a *Caucalis lappua* a její příbuzné druhy se pěstují jako letničky. Je známo celkem 25 druhů černuchy (Rubin, 1966).

Řadí se do asociace XBA01 – *Caucalido platycarpi* – *Conringietum orientalis*, Klika 1936 - bazofilní plevelová vegetace obilných polí s dejvorcem velkoplodým. Rostliny z této skupiny se potýkají s úbytkem, kvůli značným dávkám minerálních hnojiv, používání herbicidů a důkladnému čištění osiv, což přišlo s počátkem intenzivního zemědělství a úbytek dokazují i floristické zprávy, které ukazují, že na počátku 20. století bylo rozšíření širší, než je dnes. Situace se po příchodu ekologického zemědělství v 90. letech 20. století lehce zlepšila (Chytrý, 2009).

Její ideální místo pro růst jsou ruderalní porosty, podél cest, v rumištích a na slunných stráních, na polích a výhřevných půdách (Deyl, 1964).

Vyskytuje se především v ozimých obilných kulturách, ve vinohradech a nalezneme ji i na úhorech. Vhodné jsou rovinky až mírné svahy orientované na jih s nadmořskou výškou 160-450 m. nad mořem. Půdy, na kterých se asociace vyskytuje, jsou vysychavé, skřetovité, hlinité a bohaté bázemi. Vyskytuje se také ve svazu *Caucalidon lappulae* Tuxen ex Rochov 1951 – svaz asociací s vůdčím druhem dejvorcem stroškovým. Tento svaz je vázán na teplé klima. V minulosti byl svaz velmi bohatý, ale dnes zahrnuje druhy vzácné, kriticky ohrožené a na našem území vyhynulé. Skupina je vázána na nejteplejší stanoviště, často s jižní orientací na bazické substráty a černozemě. Upřednostňují půdy hlinité až jílovité, snesou půdy lehčí, štěrkovité až kamenité, když je vyšší obsah karbonátového skeletu (Chytrý, 2009).

S *N.arvensis* do svazu patří: *Adonis aestivalis*, *Anagallis arvensis*, *Anthemis austriaca*, *Consolida regalis*, *Euphorbia exigua*, *E. falcata*, *Lathyrus tuberosus*, *Neslia paniculata*, *Stachys annua*, *Valerianella ramosa*, *Veronica triloba* a jiné (Kolbek a kol., 2001).

### 3.5 Kategorizace ohroženosti druhů

Míra ohrožení nás informuje o šanci druhu na přežití. Je důležité znát, který druhy a ekosystémy jsou ohrožené a kde se nacházejí, abychom je mohli chránit a předejít dalšímu ustupování ohrožených druhů (Primack a kol., 2011).

Pokud chceme chránit konkrétní druh, musíme chránit také celý ekosystém v dané lokalitě, nejen na konkrétním místě. Tam, kde se vyskytují nejcennější a ohrožená přírodní místa, jsou státem chráněna buď jako velkoplošná, nebo maloplošná zvláště chráněná území. Pro vyjádření míry ohrožení vznikají různé seznamy a kategorie ochrany rostlin. Jedním z nich je Červený seznam (Průša a kol. 2005).

Tyto seznamy evidují veškeré ohrožené a vzácné taxony a také taxony těch druhů, které vyžadují zvýšenou pozornost. V seznamu se také vyskytují druhy, u kterých je ochrana problematická. Zařazení druhu do skupiny často není definitivní, neboť stupeň ohrožení jednotlivých druhů se v závislosti na měnících se ekologických změnách v krajině (Procházka, 2001).

### 3.5.1 Mezinárodní kategorie

IUCN- Světový svaz ochrany přírody (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources), vytvořil kategorie pro zařazení druhu podle stupně ohrožení, s využitím mezinárodně uznávaných standardů (Primack, 2011).

Zde jsou uvedeny kategorie, které vytvořil světový svaz IUCN dle Primacka :

1. Vyhynulý druh – (Extinct – EX) – taxony, které dle dostupných zdrojů a znalostí již neexistují;
2. Vyhynulý ve volné přírodě – (Extinct in the Wild – EW) – Taxon se již nevyskytuje ve svém původním areálu. Výskyt pouze v zajetí, nebo je záměrně vysazený.
3. Kriticky ohrožený (Critical endangered – CR) – Taxon, jehož přežití je silně ohroženo.
4. Ohrožený – (Endangered – EN) – Dle všech kritérií v tabulce xy je to taxon s vysokou pravděpodobností vyhynutí.
5. Zranitelný – (Vulnerable – VU) – Druh se může v budoucnu stát ohroženým, pravděpodobnost vyhynutí ve volné přírodě je vysoká.
6. Téměř ohrožený – (Near Threatened – NT) – V současné době není považován za ohrožený.
7. Málo dotčený – (Least Concern – LC) – Do této kategorie spadají rozšířené a hojné druhy. Není považován za ohrožený, ani za potenciálně ohrožený.
8. Vyžadující další pozornost – (Data Deficient – DD) – Jsou zde jen neadekvátní informace pro stanovení stupně ohrožení.
9. Nevyhodnocený – (Not Evaluated – NE) – Druh zatím nebyl hodnocen pro stanovení stupně ohrožení.

### 3.5.2 Kategorie pro ČR

V České republice jsou druhy dělené do kategorií dle stupně ohrožení podle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny a vyjmenovává vyhláška č. 395/1992 Sb. MŽP, kterou se provádějí některá ustanovení zákona ČNR č. 114/1992/Sb., o ochraně přírody a krajiny. Rozlišují se tři kategorie podle stupně ohrožení: kriticky ohrožené druhy, silně ohrožené druhy a ohrožené druhy. Kategorie zdánlivě odpovídají stupňům ohrožení C1 až C3 v Červeném seznamu, ale ve skutečnosti je seznam ve vyhlášce méně detailní a méně propracovaný (Česká národní rada, 1992 [cit. online 7. 4. 2013]).

Celkový počet cévnatých rostlin je cca 2550 druhů a poddruhů, které jsou původními zástupci flóry v České republice. Z toho aktuálně k roku 2012 je Červeným seznamem hodnoceno 1720 druhů a poddruhů (Grulich, 2012 [cit. online 7. 4. 2013]).

Dle českého Červeného seznamu jsou ohrožené druhy rozděleny:

C1 – kriticky ohrožené druhy a velmi vzácné druhy, výskyt na 1-5 lokalitách (471 taxonů)

C2 – silně ohrožené druhy, druhy na trvalém ústupu (352 taxonů)

C3 – hrožené druhy, druhy se slabším trvalým ústupem (325 taxonů)

C4 – vzácné taxony, vyžadující pozornost (277 taxonů) (Primack a kol., 2011).

C4b – druhy nedostatečně prostudované (Procházka, 2001).

Existuje i černý seznam a ten uvádí druhy vyhynulé a neznámé.

Rozdělení černého seznamu:

A1 – druhy vyhynulé – druhy, které nebyly 25 - 50 let zjištěny

A2 – druhy pravděpodobně vyhynulé neboli neznámé – druhy, které nebyly nalezeny až 30 let

A3 – druhy neznámé a vyhynulé nebo nejasné případy (Procházka, 2001).

### 3.6 Klíčení semen

Klíčením se označuje zrušení činitelů, kteří způsobují klidový stav semene. Při klíčení se semena vyživují heterotrofně. Využívají tedy zásobní látky, které jsou v nich obsaženy. Až tehdy, kdy se vyčerpají tyto zásobní látky a vytvoří se zelené orgány, přechází rostlina na autotrofní výživu, protože je již schopná fotosyntézy (Šebánek a kol. 1983).

Klíčivost je schopnost semen se dále vyvíjet. Mnoho semen potřebuje vyschnout, aby dosáhly klíčovosti. Za vlastní klíčení je považován jev, kdy radikula prolomí osemení. Nesmí se zapomenout, že před i po zmíněném jevu probíhají dále procesy, které ke klíčení patří. (Hess, 1983).

Jako fázi 1. Označujeme bobtnání, nebo-li imbibici. Má stejný průběh u všech semen, ať již jsou dormantní, či nikoliv. Není závislé na metabolických aktivitách semen, ale pokud jsou semena hydratovaná, metabolické procesy se zrychlují. Každé semeno má jinou hydratační schopnost, která se nazývá vodní potenciál. Ten má tři složky: tlakový potenciál, osmotický potenciál a hydratační potenciál. Půda má také svůj potenciál, který závisí na obsahu vody a na dalších půdních podmínkách. Když semeno přijímá vodu, probíhají fyzikální zákony, kdy směr pohybu vody je k menšímu vodnímu potenciálu. Při bobtnání je to z vlhkého prostředí do semene. Vodní potenciál se při příjmu vody semenem zvyšuje postupně a stoupá směrem k nule a tím se zpomaluje příjem vody (Houba a Hosnedl, 2002).

V. Kohout (1997) uvádí, že na půdách s vyšším obsahem CO<sub>2</sub>, tedy s nízkým obsahem O<sub>2</sub> si semena mohou udržet klíčovost i více jak 10 let. Za to na úrodných půdách, která je biologicky činná, si semena plevelů udrží klíčovost 1 rok i méně. Tím, že je v půdě dostatek vzduchu, vody a živin, semena spotřebovávají více zásobních látek, protože intenzivně dýchají. Tak se vysilují a jsou méně odolné vůči napadení půdními mikroorganismy a ti semena postupně rozkládají.

#### 3.6.1 Ekologie klíčení

Klíčení je z hlediska distribuční ekologie ten nejdůležitější proces. Každý druh má charakteristickou sezónu, nebo sezóny pro klíčení. Pro mnoho druhů je období klíčení limitováno. U některých druhů jen na jaro, na podzim nebo v deštivé sezóně. Pro ostatní druhy je klíčící sezóna dlouhá. To znamená po celou dobu růstového období (Copeland a McDonald 1995).

Řecký filozof a vědec Theophrastus (372 – 287 B.C.) věděl, že: zásoby potravin jsou uchovány v semenech, že ekologický stav, ve kterém semena zrají, ovlivňují jejich

charakteristiku klíčení, a že klíčení je ovlivněno klimatickými faktory, inhibitory, stářím semen a osemením. Důvody, proč se stále zajímat o další informace jsou ekonomické a akademické. Informace o klíčení semen mají potenciálně velkou peněžní hodnotu.

Načasování klíčení semen na poli, vyžaduje informaci o konkrétním druhu semene a ekologický stav v dané lokalitě a jak na sebe tyto dva faktory navzájem působí při zrání semen a při klíčení. Nejlepší cesta na studium ekologie klíčení semenných druhů je rozdělit problém na několik částí:

- Kdy semen zrají.
- Kdy je rostlina produkuje.
- Jaký je ekologický stav v dané lokalitě mezi časem zrání a klíčení.
- Jaký ekologický stav je vyžadován pro zrušení dormance a pro její vyvolání.
- Jaké podmínky jsou vyžadovány pro podporu klíčení semen bez dormance.

(Baskin a Baskin, 2001)

### **3.6.2 Fyziologie klíčení semen**

#### **3.6.2.1 Bobtnání**

Prvním krokem vedoucím ke klíčení je proces zvaný bobtnání, kdy semeno do sebe přijímá určité množství vody, aby doplnilo ztracenou hydratační vodu z procesu zrání. Zároveň s pronikáním vody do semen, startují fyzikálně- chemické procesy, které způsobují růst základní cytoplazmy a dělení buněk a tím dochází k růstu zárodku – embrya. Důležitost vody v procesu klíčení je v aktivaci enzymů. Ty štěpí složité zásobní látky – proteiny, škrob a oleje, na látky jednoduché, které jsou nezbytné pro růst pletiv. Začíná se uvolňovat teplo a zvyšuje se rychlost dýchání. Tlak v semeni nastává tehdy, kdy semena zvětšují svůj objem tím, že buněčné koloidy a vakuoly přijímají vodu a rozpínají se. Vlastní klíčení začíná tehdy, když kořínek protrhne osemení. V této fázi je rostlina heterotrofní a pomalu si odčerpává rozložené zásobní látky. Poté, co se dostane na světlo, tedy na povrch půdy, začne vytvářet asimilační plochu a rostlinná výživa je již autotrofní (Kincl a Krpeš, 2000).

Délka fáze kdy semeno přijímá vodu, závisí hlavně na obsahu hydratovatelných látek, na příjmu kyslíku, propustnosti semenných obalů, na tom odkud je voda přijímána. Vlhkost, složení substrátu a jeho teplota v tomto procesu hrají významnou roli. Při nízké teplotě semeno přijímá vodu pomaleji, než za optimálních podmínek. Vody nesmí být málo, aby

semena nevyschla, ale nesmí jí být ani příliš, jinak by omezila přístup vzduchu ke klíčovým semenům (Procházka, 1998).

### 3.6.2.2 Dýchání

Působení jakéhokoliv prvku je vázáno na působení ostatních a také na vnitřní stav organismu. Dýchání je spojeno se životem a probíhá v každém orgánu, v každé buňce, v každé tkáni. Optimální množství kyslíku je závislé na teplotě. Čím větší teplota, tím vyšší potřeba kyslíku. Vysoká aktivita dýchání je v klíčících semenech a při bobtnání, u kterých je dýchání mnohonásobně vyšší než u semen v klidovém stádiu. Je to spojeno s tvorbou nových mladých buněk v meristému (Rubin, 1966).

V první etapě klíčení (24 - 36 hodin) převažuje anaerobní dýchání a tím je alkoholdehydrogenáza ve vysoké aktivitě. Dýcháním je uvolněna velká část energie, hlavně adenosintrifosfát (kyselina adenosintrifosforečná), dále jen ATP. Ta je hlavním přenašečem chemické energie ve všech typech organismů. energii uloženou do struktury ATP organismus využívá pro procesy, které vyžadují energii (Procházka a kol. 1998).

Intenzita dýchání není ve všech zónách růstu stejná. Vysoká intenzita dýchání je také v prodlužovací zóně. Rozdíly jsou způsobeny stavbou buněk, stupněm vývoje mitochondrií a různou enzymatickou aktivitou (Šebánek a kol., 1983).

Tedy, kdy už probíhá aktivní růst orgánů, celkový počet buněk v tkáních orgánů se nezvětšuje, postupně se snižuje intenzita dýchání a to souvisí se stárnutím protoplazmy. Při tvorbě prvotních organických hmot je  $O_2$  přijímán tkáněmi a uvolňuje se  $CO_2$ . Výměna plynů mezi tkáněmi a atmosférou je povahově opačná než při fotosyntéze. Energie dýchání je využita ve všech životních pochodech buňkou. Dýchání probíhá za nízké i za vysoké teploty, ale při zvýšené teplotě se zesiluje jak dýchání, tak i ostatní procesy. Při zvýšeném obsahu vody se zvyšuje intenzita dýchání až tisíckrát. Počátek klíčení tedy souvisí s intenzitou dýchání, kdy za zvýšené vlhkosti v semeni se aktivují životní pochody, díky bobtnání za přístupu vody (Rubin, 1966).



### 3.6.2.3 Enzymy

Tvorba nových aktivních enzymů je velmi důležitá při vývoji klíčku. Aktivita glykosidáz, proteináz, lipáz a jiných enzymů, je při klíčení vysoká. Jak moc se jednotlivé enzymy zaktivují, závisí na chemickém složení semen. S vývojem klíčků probíhá i nová tvorba enzymů. Tím, jak je enzymatická aktivita zesílená, se v klíčících semenech mění zásobní látky. Charakteristika těchto změn závisí hlavně na rozpadu uložených polymerních sloučenin – bílkoviny, tuky, polysacharidy. Těchto rozpadlých produktů se využívá jako energetického materiálu k biosyntéze nových tkání a buněk klíčku. Živné látky se přesouvají do klíčku, kde jsou využity na tvorbu nových tkání i na syntézu různých částí protoplazmy. Zvýšeným dýcháním semen dochází k úbytku bílkovin. Kvalita a intenzita těchto procesů závisí na chemickém složení semene (Hess, 1983).

Při raném stádiu má zárodek ve svých buňkách velké množství nukleových kyselin. Tohle množství se snižuje po vytvoření zárodku a po přerušení růstových procesů. V buňkách odpočívajícího zárodku chybí ribonukleová kyselina, dále jen RNK a obsah deoxyribonukleové kyseliny, dále jen DNK, je minimální. V meristému a prokambiu se udržuje velmi malé množství nukleových kyselin. Při průběhu klíčení ustává nárůst RNK a aktivuje se tvorba nových nukleových kyselin (Rubin, 1966).

### 3.6.2.4 Proteiny a fosfor

Obsahují velké množství glutaminu, argininu a asparaginu a u některých semen jsou hlavními zásobními látkami. Vzniklé jednodušší sloučeniny jsou štěpeny protézami a peptidázami na aminokyseliny a amidy. Během klíčení vznikají hydrolýzou glutaminu a asparaginu ionty  $\text{NH}_4^+$ , které se zabudovávají do organických sloučenin (Procházka a kol. 1998).

Další důležitou úlohu při klíčení má fosfor, jehož nedostatek zpomaluje transport dusíkatých látek z děloh do pletiv rostliny a snižuje se syntéza bílkovin. Pokud je fosforu dlouhodobý nedostatek, již vytvořené bílkoviny se rozpadnou (Šebánek a kol. 1983).

Hlavní podíl fosforu je vázán ve fytinu. Fosfátové ionty, které jsou z fytinu uvolněny enzymaticky, jsou využity v reakcích, při kterých se váže chemická energie. Ta je využita i pro syntézu nukleových kyselin (Procházka a kol. 1998).

### 3.6.3 Klíčení semen ve tmě

Rozdílů mezi klíčením semen ve tmě a klíčením na světle je hned několik. Mezi ty důležitější patří obsah síry. Ve tmě, se obsah organických sloučenin síry snižuje a zvyšuje se množství síry sulfátové. Na světle se obsah bílkovinné síry celkem nemění, ale obsah sulfátové formy se snižuje. Dalším rozdílem je obsah sušiny, který se při klíčení ve tmě snižuje i přes zvětšování rozměrů klíčku. Při klíčení ve tmě vzniká asparagin jako důsledek druhotných přeměn aminokyselin, které vznikají při rozpadu bílkovin. Před jeho vznikem dochází k hydrolyze bílkovin za vzniku aminokyselin, uvolňuje se amoniak a s ním oxiduje část aminokyselin. Aby asparagin mohl vzniknout, musí se amoniak připojit ke kyselině aspartové a musí probíhat syntéza asparaginu z amoniaku a kyseliny aspartové jen při dostatečném množství sacharidů v pletivech klíčících rostlin. Sacharidy jsou hlavní složka pro vznik kyseliny oktaloctové a 2-oxoglutarové. Pokud je obsah sacharidů nízký, asparagin nevzniká a v pletivech se hromadí amoniak, který je toxický (Rubin, 1966).

### 3.6.4 Podmínky klíčení semen

K tomu, aby semena znovu vyklíčila, potřebují podmínky, které aktivují ukončení dormance a jsou pro každý druh různé. Mezi abiotické faktory patří vlhkost, teplota půdy a světlo (Copeland a McDonald 2001).

#### 3.6.4.1 Voda

Je základní potřeba pro klíčení a je nezbytná pro aktivaci enzymů, členění, přemístění a použití zásobních látek. V klidovém stádiu mají semena málo vlhkosti a relativně inaktivovaný metabolismus. Jsou ve stavu nečinnosti. Nečinná semena jsou schopny udržovat minimální úroveň metabolické aktivity, což zajišťuje jejich dlouhodobé přežití v půdě a během skladování (Copeland a McDonald 2001).

Až poté, co praskne osemení a objeví se klíček, semeno začíná z ekologického hlediska klíčit. Dehydratovaná semena musí nejprve nasát vodu a dostatečně nabobtnat, aby se dostatečně zaktivovaly hormony. Rychlost bobtnání závisí na množství vody dostupné v půdě a na prostupnosti osemení pro vodu. Absorpce vody je nejrychlejší poté, co semena přišla v půdě do kontaktu s vodou. Voda smývá ze semen inhibiční látky a ihned po bobtnání navozuje biochemické procesy. Proto lépe klíčí semena vysušená a nabobtnalá. Příjem vody se zvyšuje se zvyšováním teploty a je nepřímo závislý na osmotickém tlaku. Jakmile stoupne v emryu obsah vody nad 60%, v semeni se zaktivují metabolické procesy a tím začíná příprava

na růst objemu embryonálních buněk. Ze zásobních látek se transportují organické sloučeniny a s tím souvisí příjem vody. Další zrychlení příjmu vody přichází s proražením kořínku emrya osemením (Procházka a kol. 1998).

Hydratace semen zvyšuje rychlost klíčení a jeho vyrovnanost. Polní vodní kapacita se jeví jako optimum pro klíčení v půdě. V některých situacích se může vyskytnout vysoký obsah zasolení půdy nebo jsou půdy lokalizovány v oblasti, kde je na jaře málo srážek, což znemožňuje semenům vyklíčit za optimálního množství vody v půdě. Velmi důležitý význam vody je také tehdy, kdy díky snížení obsahu vody přechází semena do stavu klidu a zvýšením vlhkosti přechází semena ze stavu klidu do počáteční fáze klíčení. Minimální aktivita semen při sníženém obsahu vody jim umožňuje přežití nepříznivých podmínek pro růst v půdě (Copeland a McDonald 2001).

Voda putující z půdy do semena je řízena rozdílem vodního potenciálu mezi semenem a půdou a je kontrolována půdní vodivostí k vodě. Celkový vodní potenciál suchých semen je velmi nízký a semena mohou vytáhnout vodu rychle z půdy, která s nimi přijde do kontaktu (Benech – Arnold a Sánchez, 2004).

#### **3.6.4.2 Teplota**

Semena mnoha druhů vyžadují denní kolísavé teploty pro optimální klíčení. Potřeba kolísání teplot během klíčení se zdá být spojena s dormancí, ale střídavé teploty mohou urychlit také klíčení semen bez dormance (Kincl a Krpeš, 2000).

V přírodních podmínkách je obvyklé střídání teplot a bez toho nejsou některá semena schopna vyklíčit. Pokud jsou semena testována na optimální teplotu v laboratorních podmínkách, většinou potřebují konstantní teplotu (Procházka a kol. 1998).

U teploty rozlišujeme teplotní minimum, optimum a maximum. Teplotní optimum pro klíčení je nižší než teplotní optimum pro růst rostlin. Proto rostlina vyžaduje nižší teploty v začátcích růstu. Maximální teplota pro klíčení v našich podmínkách je 37°C a minimum je 1°C (Šebánek, 1983).

Optimální teplota pro klíčení musí korelovat jak s působením vnějších faktorů (světlo, vlhkost půdy a termoperioda), tak s vnitřními faktory (stupeň zralosti, připravenost semen ke klíčení a věk). U rostlin mírného pásu by měla být optimální teplota pro klíčení v rozmezí 8 – 25°C (Kincl a Krpeš, 2000).

Po určitém čase vystavení semen nízkým teplotám - hlavně v zimě, může semeno začít klíčit. Určitým časem je myšlena doba, kdy dojde k poklesu endogenních inhibitorů, když brzdění klíčení trvá příliš dlouho (Hess, 1983).

Mnoho semen vyžaduje chladovou stratifikaci, tedy působení nízkých teplot na nabobtnalá semena. Teplota stratifikace ve vlhkém substrátu se pohybuje od 0°C do 5°C. Může zrychlit samotné klíčení a odstraňuje překážky, které způsobují inhibitory klíčení a mají svůj podíl na dormanci semen (Procházka a kol. 1998).

### **3.6.4.3 Světlo**

U několika druhů je světlo podmínkou pro klíčení a některé druhy jsou světlem inhibovány. Světlo může řídit metabolismus a s ním i vývojové procesy. Dle tohoto nároku na světlo při procesu klíčení, rozdělujeme druhy na kladně fotoblastické, které světlo vyžadují a záporně fotoblastické, které jej nevyžadují (Procházka a kol. 1998).

Ve tmě klíčící semena jsou při klíčení na světle inhibována inhibitory, které jsou na světle aktivovány (Šebánek a kol. 1983).

Semena fotoblasticky kladná, musí rychle dosáhnout podmínek vhodných pro jejich autotrofní žití, protože nemají dostatek zásobních látek na počátku probouzení se z klidového stádia. Pokud nejsou vhodné vnější podmínky pro klíčení, semena reagují na světlo negativně. Klíčení je závislé i na vlnové délce světla. Vliv na klíčení má červená a modrá složka z oblasti viditelného záření. Význam modré složky je menší než červené. Klíčení je závislé na přítomnosti aktivní formy fytochromu (Pfr), pokud je jím regulované. Fytochrom je červená oblast viditelného záření. V případě kladně fotoblastických semen je světlo nezbytné pro vznik dostatečného množství fytochromu, jinak je fytochrom v neaktivní formě. Záporná fotoblastická semena mají dostatečnou hladinu fytochromu a pokud by byla přítomna fotosyntetická radiace, může snižovat jeho hladinu aktivní formy (Procházka, 1998).

### **3.6.4.4 Kyslík**

Kyslík je nezbytná podmínka pro klíčení semen. Energie, tedy ATP, která je ke klíčení potřeba je získávána při oxidační nebo substrátové fosforylaci. Pouze u rostlin, které klíčí pod vodou, jej není třeba (Procházka, 1998).

Když kyslík není přítomen, semeno omezí uvolňování oxidu uhličitého. Pokud se oxid uhličitý nahromadí v prostředí, klíčení je zbrzděno a při jeho obsahu nad 35% je velká pravděpodobnost úhynu (Šebánek a kol. 1983).

Optimální množství kyslíku je závislé na teplotě. Čím větší teplota, tím je větší spotřeba O<sub>2</sub>. Při klíčení je spotřeba kyslíku vyšší, neboť je nezbytný pro oxidaci mastných kyselin a přeměnu tuků v glycidy (Rubin, 1966).

### 3.7 Dormance

Dormance je stav klidu, kdy semena mají vhodné podmínky pro klíčení, ale ani přesto žádné klíčení neprobíhá, neboť semena nejsou aktivní. Vystavení semen vlhkostním, světelným a tepelným podmínkám, které semena opět zaktivují, způsobí ukončení dormance (Lang, 1996).

Dočasně se zastaví viditelné projevy růstu, ale uvnitř semen stále probíhá život. Je to nezbytnost pro překonání nepříznivých podmínek pro rostlinu (Procházka, 1998).

Aktivní růst probíhá pouze za vhodných podmínek vnějšího i vnitřního prostředí semene. Pokud rostliny nemají k dispozici tyto podmínky, orgány zůstávají ve fázi odpočinku. Stav klidu opouští tehdy, když se změní vnější podmínky na odpovídající, nebo když se zakončí určité biochemické procesy v tkáních. Tím se změní fyziologický stav daného orgánu a odstraní se neschopnost klíčit. Často se stává, že i přes příznivé klimatické podmínky zůstávají orgány ve stavu odpočinku. To je dáno vnitřními faktory. Takové brzdění růstu může trvat několik měsíců, dokonce i let (Rubin, 1966).

Díky dormanci mohou semena v půdě přežít nepředvídatelné a měnící se podmínky a touto cestou dát šanci pro růst novým rostlinám. Jedná se o významnou biologickou vlastnost, která umožňuje přežít jak jednoletým, tak víceletým druhům, které se rozmnožují generativně, neboť vyklíčení semen je díky dormanci rozděleno na několik let, nebo chceme-li do několika sezón a tím se riziko úplného neúspěchu snižuje (Mikulka a Kneifelová, 2005).

Stav, kdy rostlina neklíčí je způsoben inhibitory růstu, hlavně kyselinou abscisovou, dále jen ABA, která má u semen nejvýraznější vliv. Tvorbu a obsah inhibitorů klíčení ovlivňuje délka dne v závěrečném období dozrávání semen, protože má vliv na vytváření semenných obalů. Dále tvorbu inhibitorů ovlivňují vláhové podmínky, kdy vodní deficit může dormanci prodlužovat a také záleží na stáří mateřské rostliny v době kvetení, což často souvisí s výživou dusíkem a vláhovými podmínkami (Houba a Hosnedl, 2002).

Jevy dormance se projevují v semenech, hlízách, cibulích a v reprodukčních pupenech a vyskytují se během významných období ročního životního cyklu (Lang, 1996).

Semena klíčící na jaře potřebují k aktivaci vystavit teplotám 0-15°C a tu v přírodě zajišťuje zimní - jarní období. Pro adaptaci růstu rostlin na sezónní a náhodné změny

v podmínkách prostředí, je dormance výhodná. U rostlin, které klíčí ihned po sklizni, se zabrání klíčení vysušením a tím se semeno uvede do vynuceného klidového období. Tedy do takového, kdy jsou semena a biochemické procesy omezeny na minimum (Kincl a Krpeš, 2000).

Přechod do klidové fáze – dormance, je spojován se snížením hladiny hydrofilnosti koloidů a hydratací protoplazmy. Základ těchto změn spočívá v obohacení protoplazmy tuky a fosfatidy. Tím je snížena permeabilita tkání odpočívajících orgánů pro elektrolyty a organické sloučeniny (Rubin, 1966).

Je dosti možné, že díky evoluci se dormance stala ne pouze nejvíce dramatickou funkcí, ale také nejvíce adaptabilní ve vývoji rostlin a v přežití. Schopnost pozastavit celý růst a dokonce i tehdy, když je voda a další média pro růst přítomny, není pouze obdivuhodný typ kontroly, ale také působivý způsob adaptace. Tyto velmi vyvinuté procesy slouží rostlinám pro přežití ekologických stresů (Lang, 1996).

### **3.7.1 Dormance primární**

Pokud semenu nejsou poskytnuty základní složky, jako je voda a kyslík, nastává tento druh primární dormance. Její význam je odolat nepříznivým podmínkám aby mohla po jejich překonání vyklíčit (Hess, 1983).

Oplodí zabraňuje příjmu vody, výměnu plynů a odvod inhibičních látek z embrya a pokud mají semena tvrdé oplodí, nepropouští vodu ani plyny. Tvrdost semene je dána geneticky a dále je ovlivněna počasím a půdními podmínky, což ovlivňuje rychlost vysychání semen. Vlastní příčina, proč jsou semenné obaly nepropustné pro vodu a plyny, je zvýšený výskyt suberinu, ligninu a dalších látek v obalových vrstvách semene (Houba a Hosnedl, 2002).

### **3.7.2 Dormance sekundární**

Tento typ dormance se vyskytuje u zralých semen. Nastává v době, kdy jsou semena v podmínkách pro klíčení nepříznivé – vodní stres, nevhodná teplota, nevhodné světelné spektrum, neodpovídající množství vody v prostředí, obsah některých chemických látek nebo plynů. Jedná se o nevyrovanou bilanci obsahu látek, které podporují klíčení a látek, které jsou inhibiční. Tím je dáno postupné vzcházení některých plevelů během roku (Houba a Hosnedl, 2002).

### 3.7.3 Faktory způsobující dormanci

Bylo by nežádoucí, kdyby semena klíčila okamžitě při prvních vhodných podmínkách, proto jsou zábrany klíčení důležité. Faktorů způsobující dormanci může být hned několik. Patří mezi ně nevyvinutá embrya, z důvodu dokončení vývoje embrya teprve při dormanci. Dozrávání je další faktor, protože některá semena začínají klíčit až po vysychání. Nepropustnost pro vodu a pro plyny je další důležitý faktor, bez kterého by klíčení nebylo možné (Šebánek a kol., 1983).

V přírodě jsou tyto nepropustné vrstvy narušeny mikroorganismy, kterým to usnadňuje vlhkost a teplota v půdě. Posledním faktorem jsou inhibitory. Ty chrání rostlinu před vyklíčením i přes dostatečnou dispozici vhodných podmínek ke klíčení. Obsah inhibičních látek je postupně během zimy enzymaticky odbourán. Inhibitory klíčení mohou být vymývány během dešťů nebo během jarního tání. Srážky jsou z hlediska klíčení důležitější než spodní voda, protože tou nemohou být inhibitory klíčení vymyty (Hess, 1983).

U plevelných rostlin mnohé semenné obaly brání rychlému vyplavení inhibitorů klíčení a prodlužuje se tak období klidu. Pro aktivaci klíčení je nutný naprostý soulad mezi vnitřním a vnějším prostředím rostliny. Důležitá je odolnost odpočívajících orgánů vůči nepříznivým klimatickým vlivům. Tento odpočinek rostlinám zabraňuje klíčit v nevhodnou dobu. Pokud jsou semena klíčící na jaře, odvrací hluboký stav odpočinku podzimní klíčení a zabrání tak možnému úhynu semen v zimě. Délka odpočinku je dána hlavně specifikací druhu a jejich závislosti na podmínkách prostředí (Rubin, 1966).

Jsou to dva dynamické a energii vyžadující procesy. Zatímco spící stav lze vrátit na nedormantní a naopak, u klíčení je proces nevratný. Tato verze je pravdivá u semen, ve kterých fytohormony, vlhko, chlad a gibereliny, dále jen GA, vykonávají kontrolu. GA je více než jakýkoliv jiný hormon zapojený v procesu uvolnění dormance a klíčení vyzrálých semen. Absence GA vede k přerušení dormance. Přítomnost GA, tak jako dalších faktorů jako je světlo, vlhko a chlad, které napodobují efekty GA, není nutná, jakmile je dosaženo uvolnění dormance. Další hormony jako cytokinin a etylen nejsou zahrnuty do procesu uvolnění dormance, ale jsou potřebné, pokud stresové faktory omezují klíčení, neboli viditelný růst.

Dormance semen je určena kyselinou abscisovou, dále jen ABA, produkovanou během vývoje semen a její účinek se projevuje v inhibici klíčení v semenech. Ve zrajících semenech uvádí do aktivity tvorbu specifických proteinů, které mají zásobní funkci. Až poté, co klesne obsah ABA pod určitou hranici, může začít klíčení.

Délka dormance však není určena pouze ABA, ale vzájemným koncentračním poměrem mezi kyselinou abscesovou a gibbereliny (Lang, 1996).

#### **3.7.4 Ukončení dormance**

Po skončení dormance požadavky na vodu, vzduch a teplotu půdy nekončí. Některé druhy klíčí až při 10°C, jiné už při -3°C. Jsou to druhy hlavně jednoleté, časně jarní a ozimé. Dostatek vzduchu a mělká půda jsou další faktory, které většina plevelů vyžaduje ke klíčení. Světlo a dostatek vláhy jsou důležité u plevelů klíčících na povrchu půdy (Kohout, 1997).

Zvýšení hydrofilnosti cytoplazmy probíhá právě po skončení dormance. Důsledkem zvýšení enzymatické aktivity odpočívajících tkání je mobilizace zásobních látek, které se přetváří v osmoticky aktivní sloučeniny – cukr, aminokyseliny, organické kyseliny. K zesílení enzymatických procesů dojde ihned po nabobtnání semen, ještě před projevením prvních zřetelných růstových znaků. Ukončení dormance může proběhnout stratifikací. Aktivují se tak hydrolytické a oxidační enzymatické činnosti (Rubin, 1966).

Druhy některých semen vyžadují chlad, aby mohla být přerušena dormance. Chlad působí jen na nabobtnalá semena, na suché nepůsobí. Tímto ochlazením dochází k postupnému odbourávání inhibitorů – tedy pokles ABA a roste hladina gibberelinů (Šebánek a kol. 1983).



## 4 Materiál a metody

Pokusy proběhly v roce 2011/2012 na katedře agroekologie a biometeorologie, Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity v Praze, dále jen ČZU. Pro zjištění zda jsou semena rostlin dormantní a pro stanovení kolik semen z celkového množství vyklíčí, byly provedeny laboratorní pokusy. Pro pokus byla použita semena *G. angustifolia* nasbíraná 16. září ve Středočeském kraji u obce Dřetovice a semena *N. arvensis* nasbíraná v Pavlově a namnožena na ČZU.

Semena byla zbavena nečistot hrubým a jemným sítkem a odpočítána po padesáti kusech do každé Petriho misky. Testování proběhlo ve vlhké půdě a na filtračním papíře nasáklém vodou. Pro pokus byl použit filtrační papír z důvodu umožnění růstu kořínků na povrchu, zamezení zarůstání kořínků do filtračního papíru a neobsahuje fyto toxické látky.

Materiály pro klíčení byly tvořeny spodní částí Petriho misky (průměr 120 mm), do které byl vložen jeden díl Petriho misky s průměrem 70 mm. Přes misku s menším průměrem byl položen pruh filtračního papíru tak, aby se dotýkal dna větší misky a bylo tak umožněno kapilární vztlínání vody k semenům. Dále bylo do misky s větším průměrem přidáno 15 ml vody a na nasáknutý filtrační papír byla položena semena (50 kusů) a miska byla uzavřena horní částí. Bylo tak zajištěno neustálé navlhčení filtračního papíru v průběhu celého pokusu. Petriho misky se semeny, které byly testovány na klíčení ve tmě, byly zabaleny do hliníkové folie. Počítání probíhalo vždy po 7 a po 14 dnech od založení. Pro každou kombinaci faktorů byly použity 4 Petriho misky po 50 semenech. Teploty byly 10°C, 20°C a střídání 10°C a 20°C. Při střídání teplot byla vyšší teplota (20°C), udržována po dobu 8 hodin a nižší teplota (10°C), po dobu 16 hodin. Pokusy ve vodě byly provedeny ve světle i ve tmě. Zemina byla použita z políčka na ČZU. Typ použité zeminy je černozem.

Po zjištění primární dormance u *G.angustifolia*, byla semena stratifikována v klimaboxu ve vlhké půdě, bez přístupu světla při teplotě 5°C.

Výsledkem pokusů bylo stanovení dynamiky klíčivosti 7 a 14 dnů po založení u *N.arvensis* a 7, 14, 21, 28, 35 a 42 dnů po založení u *G. angustifolia*. Dále stanovení procentuálního podílu vyklíčených semen v podmínkách různě nastavených, z celkového počtu zkoumaných semen ode dne uložení semen na Petriho misky. Výsledky byly vyhodnoceny statisticky pomocí programu *Statistica version 10*, metodou ANOVA.

Pro statistické zhodnocení získaných dat u *N. arvensis* byla použita metoda analýza rozptylu, která umožňuje porovnat střední hodnoty několika faktorů. Princip metody spočívá v rozkladu celkového součtu čtverců odchylek od aritmetického průměru vypočítaného

ze všech naměřených hodnot, na několik složek, které přísluší předpokládaným zdrojům variability. Tyto složky se vzájemně porovnávají a na základě jejich průměru lze vyvodit závěry, zda celkový rozptyl vznikl především v důsledku rozdílnosti středních hodnot souborů, nebo v důsledku náhodných vlivů.

Pokud ve výsledku v tabulce č. 1 pro analýzu rozptylu vyjde vysoké P – větší než 0,1, pak platí tvrzení, že tyto data bychom mohli dostat i v případě, kdy platí nulová hypotéza. Nelze proto vyloučit možnost, že nulová hypotéza je pravdivá. To znamená, že působení všech faktorů v různých kombinacích má stejný význam. Pokud je P menší než 0,1, pak je nulová hypotéza téměř nemožná. Můžeme tedy tvrdit, že nulová hypotéza není pravdivá a že každý faktor působí na klíčení jinak.

Mezi tyto dva extrémy se zvolí hodnota  $\alpha$  – hladina významnosti. Za tuto mezní hodnotu se často volí 0,05 a pokud je P menší než tato mez, nulová hypotéza se zamítne.

Je-li P menší než zvolená hladina významnosti 0,05 pak je výsledek statisticky významný. Je-li menší než hodnota 0,01 můžeme mluvit o vysoké statistické významnosti. Pokud je naopak P větší než 0,05 říkáme, že výsledek není statisticky významný. Při testování hypotéz proti sobě stojí 2 hypotézy – nulová a alternativní hypotéza.

- Nulová hypotéza  $H_0$  vyjadřuje tvrzení o základním souboru, které je bráno jako předpoklad při testování (rovnovážný stav)
- Alternativní hypotéza stojí proti nulové hypotéze a představuje porušení rovnovážného stavu.

V pokusu byla použita metoda trojného třídění, která se používá tehdy, když na sledovaný statistický znak působí současně tři faktory a každý z nich se vyskytuje na více úrovních.

1. Faktor – teplota s úrovní: 10°C, 20°C, 10/20°C.
2. Faktor – podmínka s úrovní: voda světlo, voda tma a půda
3. Faktor – období s úrovní: 1,2,3,4,5,6, které znázorňují časový úsek 14 dnů mezi každou úrovní.

## 5 Výsledky

Klíčivost semen u *N. arvensis* byla po 7 dnech na vlhkém filtračním papíru na světle pouhé 2%. Dále klíčivost po 21 dnech od prvního založení Petriho misek se semeny byla 13,5%, po 35 dnech od prvního založení 7,5%, po 49 dnech od prvního založení 12,5%, po 63 dnech od prvního založení 8,5% a u semen založených po 77 dnech ode dne prvního založení 39,5%. Více byla věnována pozornost klíčení po 14 dnech, které jsou věnovány grafy.

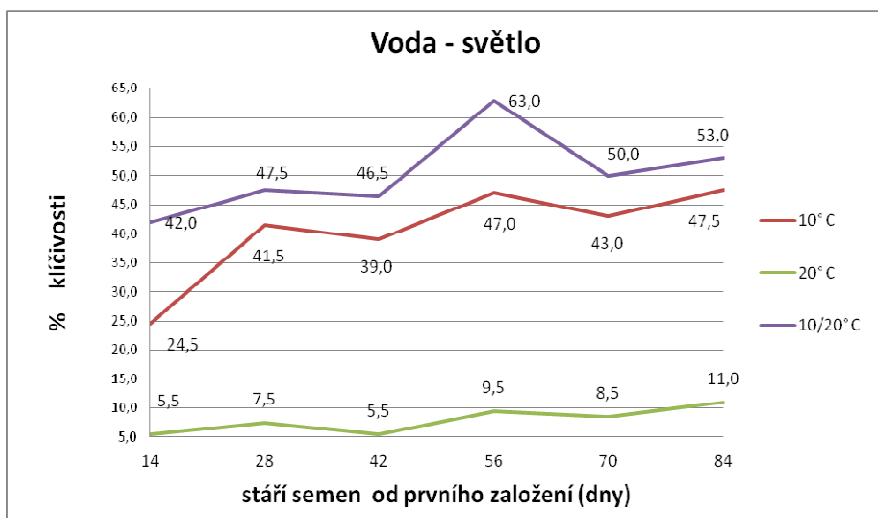
Semena druhu *G. angustifolia* neklíčila v žádné z uvedených podmínek, z důvodu primární dormance. Ta v pokusu trvala 3 měsíce a poté byla semena stratifikována při teplotě 5°C ve vlhké půdě. Primární dormance byla stratifikací přerušena do 7 dnů. Klíčivost semen se po 7 dnech pohybovala v průměru kolem 14% a po 14 ti dnech až 92%. Proto nebylo možné v pokusu dále pokračovat způsobem, jakým se testovala semena před stratifikací, tedy na Petriho miskách. Z pokusu víme, že klíčivost semen *G. angustifolia*, které jsem měla k dispozici, je po porušení dormance je vysoká. V pokusu je v tabulce č. 1 pro analýzu rozptylu  $P$  menší než 0,05 zvláště pro teplotu, podmínku (vlhčený filtrační papír na světle, vlhčený filtrační papír ve tmě nebo půda), pro stáří semen (období) a pro kombinaci teploty a podmínky. Znamená to tedy, že výsledek u těchto faktorů je statisticky vysoce významný. Pro ostatní kombinace faktorů jsou výsledky statisticky nevýznamné.

## 5.1 Výsledky pokusu pro *Nigella arvensis*

### 5.1.1 Vliv faktorů na pokles dormance a na klíčivost

#### 5.1.1.1 Voda - světlo

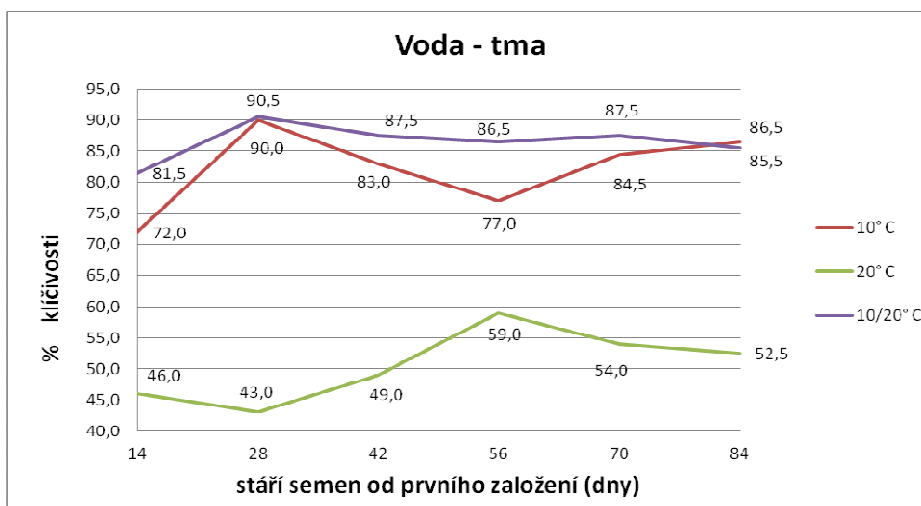
Z grafu č.1 vyplývá, že při teplotě 20°C semena vykazují určitou dormanci po celou dobu pokusu. Při teplotě 10°C dormance klesá už kolem 28. dne a poté už neklesne na úroveň klíčení jako po 14 dnech. Nedá se ale říct, že *N.arvensis* potřebuje k poklesu dormance světlo a 10°C, protože u tmy a u střídavé teploty také došlo k jejímu poklesu a a poté se klíčivost držela v relativně vysokých hodnotách.



**Graf 1.** Klíčivost semen *N. arvensis* na vlhkém filtračním papíru za přístupu světla při různých teplotách.

### 5.1.1.2 Voda - tma

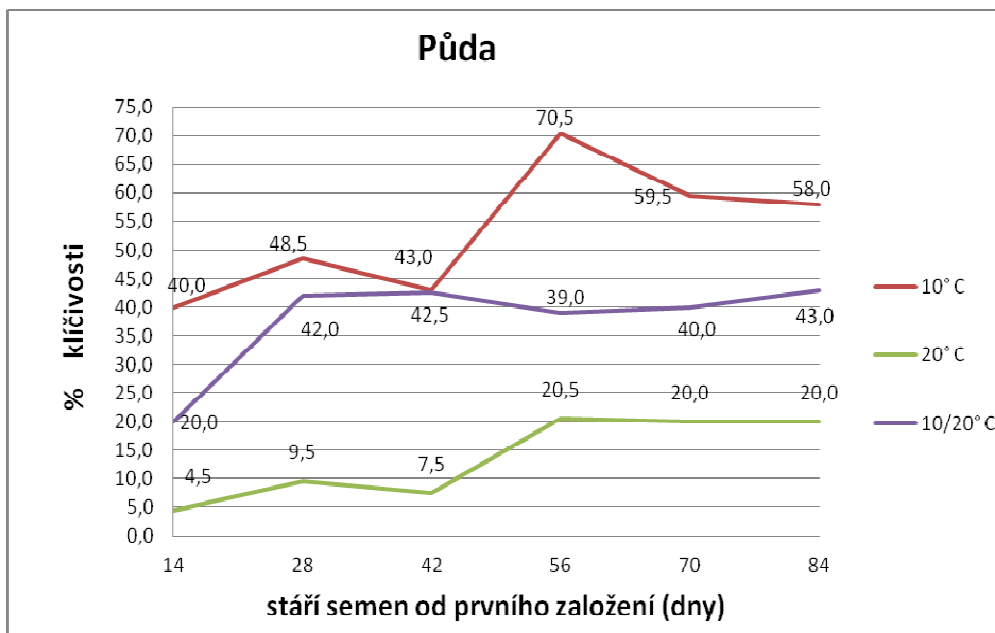
Jak je vidět u grafu č. 2, semena klíčí daleko více a dormance je ukončena rychleji při klíčení ve tmě. K poklesu dormance dochází u teplot 10°C a 10/20°C již po 28 dnech od prvního založení semen. Za tmy byla dosažena vyšší klíčivost než za světla při teplotách 10°C a 10/20°C.



**Graf 2.** Klíčivost semen *N. arvensis* na vlhkém filtračním papíru na světle.

### 5.1.1.3 Půda

U grafu č. 3 je vidět, že semena v půdě klíčí, ale dormance klesá až po 56 dnech od data prvního založení při teplotě 10°C. Při střídavé teplotě 10/20°C je vidět pokles dormance po 28 dnech od prvního založení. Klíčivost vzrostla přibližně o 20% a dále už nevzrůstala. Při teplotě 20°C v půdě dormance ustoupila po 56 dnech od data prvního založení a poté se držela na 20%.



Graf 3. Klíčivost semen *N. arvensis* v půdě.

### 5.1.2 Analýza rozptylu

Analýza rozptylu je zpracována pro *N. arvensis*.

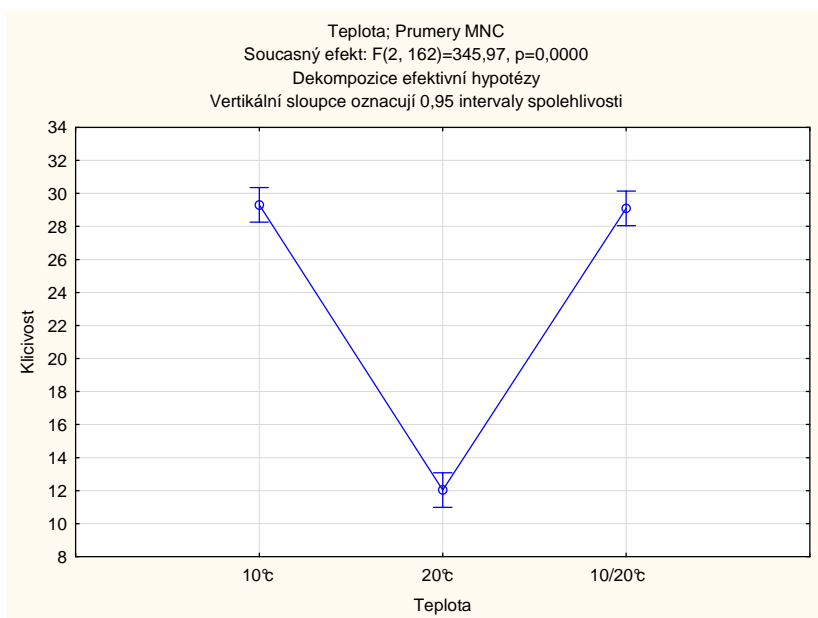
Tabulka 1. Jednorozměrný test významnosti klíčivosti

	SC	stupeň volnosti	PC	F	P
Abs. Člen	119098,1	1	119098,1	5829,850	0,000000
Teplota	14135,5	2	7067,7	345,965	0,000000
Podmínka	18456,4	2	9228,2	451,720	0,000000
Období	1341,3	5	268,3	13,131	0,000000
Teplota*Podmínka	1133,9	4	283,5	13,876	0,000000
Teplota*Období	221,0	10	22,1	1,082	0,378948
Podmínka*Období	247,3	10	24,7	1,210	0,287897
Teplota*Podmínka*Období	575,1	20	28,8	1,408	0,125355
Chyba	3309,5	162	20,4		

V tabulce č. 1 jsou červeně označeny faktory, které mají statisticky průkazný vliv na klíčivost a můžeme s výsledky dále pracovat. Rozdíl klíčivosti mezi úrovněmi daného faktoru je významný pro: teplotu, podmínku, období a interakci mezi teplotou a podmínkou. Bez ohledu na jiné faktory má pro nás význam samotná teplota, kde byl zjištěn signifikantní rozdíl mezi teplotami 10°C, 20°C a 10/20°C. To samé platí pro podmínky, kdy je výrazný rozdíl mezi klíčením ve vodě na světle, ve vodě ve tmě a v půdě. Velký rozdíl ve výsledcích je znát i v závislosti na čerstvosti semen. Pokud dále vezmeme v úvahu vzájemné působení teploty a podmínek, byly zjištěny významné interakce. U dalších vzájemně na sebe působících faktorů nejsou rozdíly tak velké, jako u výše zmíněných.

### 5.1.2.1 Variabilita způsobená vlivem různých úrovní jednotlivých faktorů

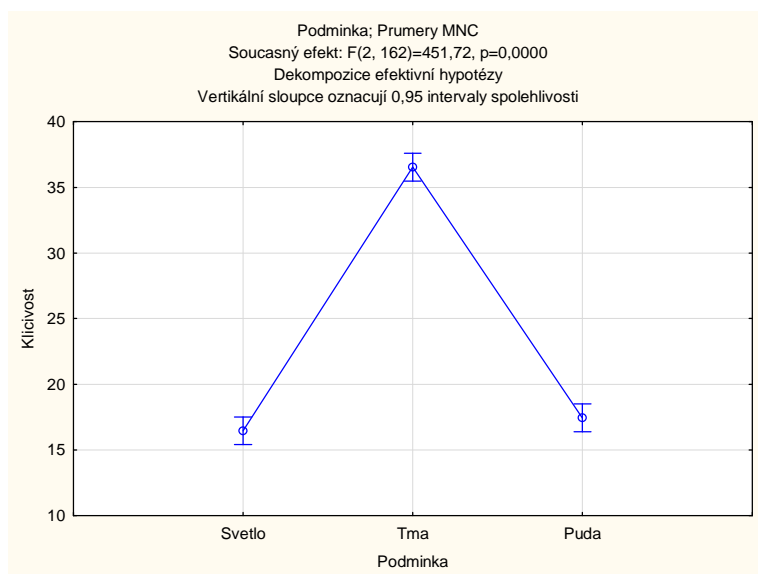
Z grafu č. 4 je zřejmé, že při teplotách 10°C a 10/20°C mají semena poměrně stejnou klíčivost. U 20°C je vidět výrazný rozdíl mezi výše uvedenými teploty.



**Graf 4.** Analýza rozptylu pro teplotu - *N.arvensis*.

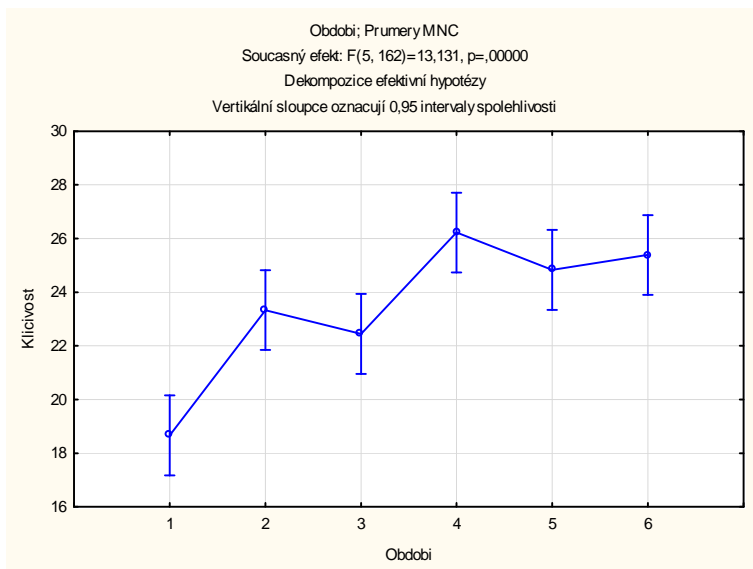


Graf č. 5 jasně zobrazuje nejvyšší klíčivost v podmínce voda-tma, bez ohledu na ostatní faktory, které na klíčení působily. Nejnižší rozptyl byl u klíčení semen na světle.



**Graf 5.** Analýza rozptylu pro podmínky vlhký filtrační papír na světle, filtrační papír ve tmě a půda – *N.arvensis*.

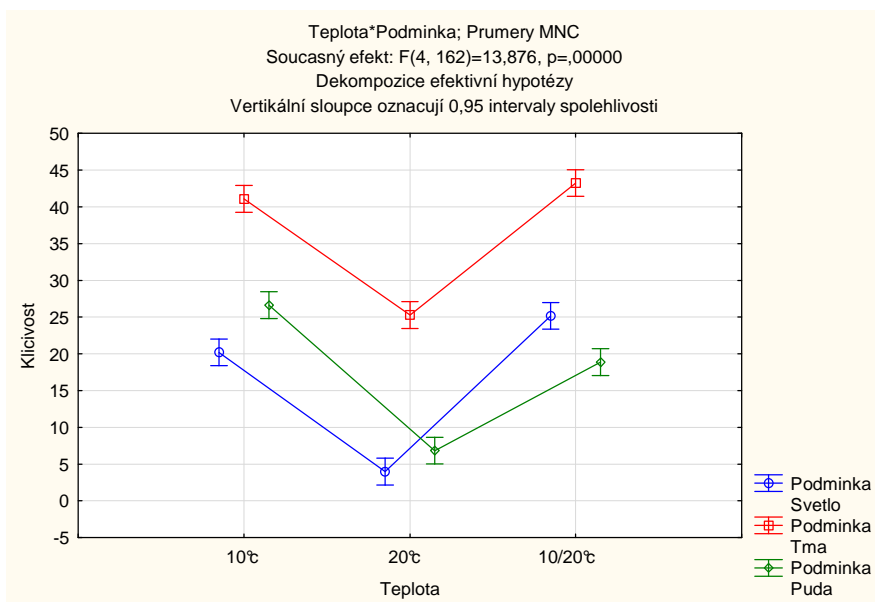
Z grafu č. 6 je jasně vidět, že čerstvá semena klíčí bez ohledu na ostatní faktory nejméně za celé sledované období. Mezi jednotlivými obdobími je 14 ti denní rozdíl. Popis období: 1 - 14 dnů, 2 - 28 dnů, 3 – 42 dnů, 4 – 56 dnů, 5 – 70 dnů, 6 – 84 dnů od data prvního založení. Mezi každým obdobím je tedy 14-ti denní interval.



**Graf 6.** Analýza rozptylu pro období - *N. arvensis*.

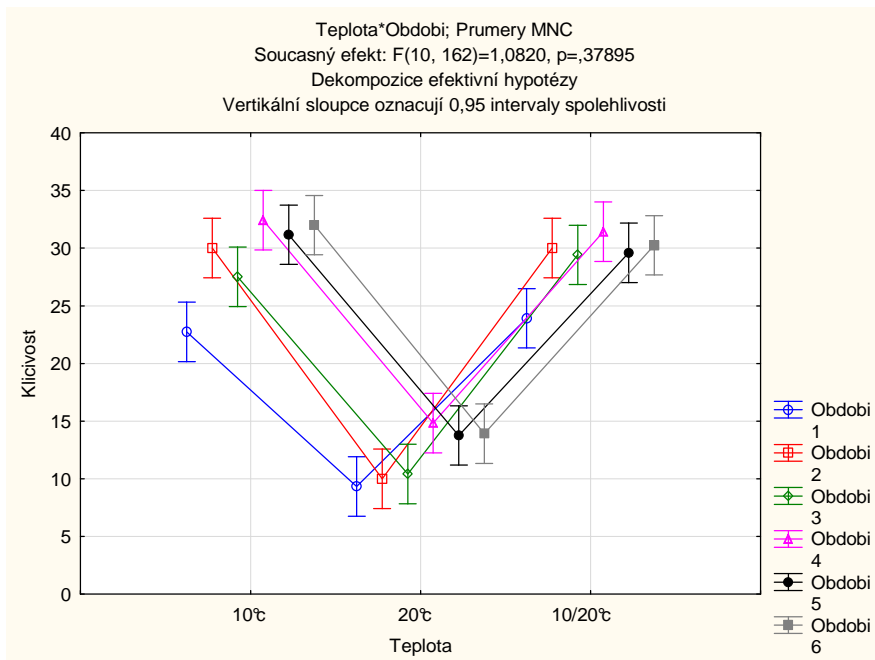
### 5.1.2.2 Variabilita způsobená vlivem interakcí příslušných dvojic faktorů

Graf č. 7 zobrazuje působení dvou faktorů, které na sebe navzájem působí. Zde je vidět, že semena klíčí nejvíce při střídavé teplotě a ve vodě ve tmě.



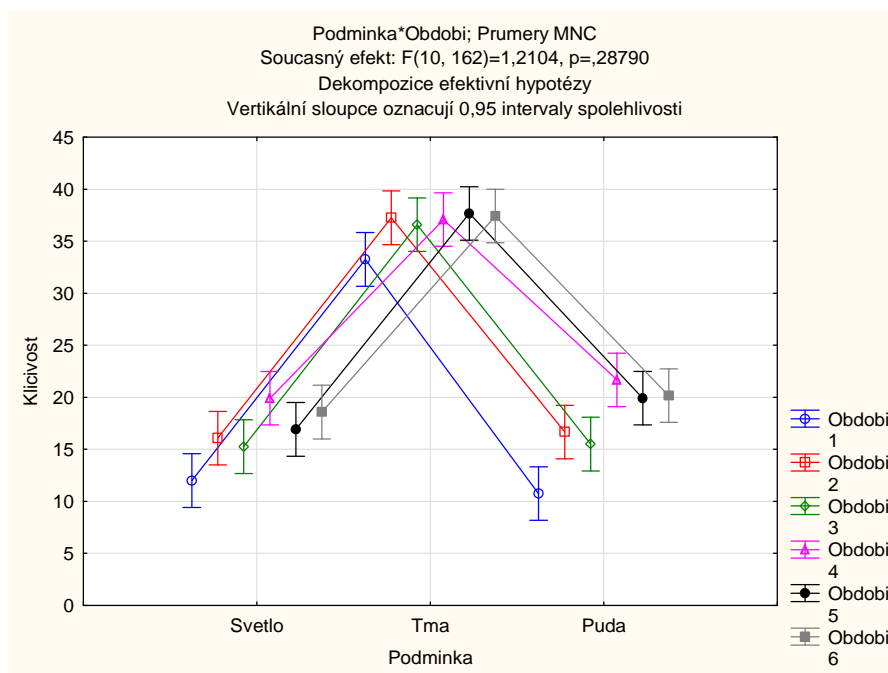
**Graf 7.** Faktor teplota a podmínka – *N.arvensis*.

V grafu č. 8 je vidět daleko nižší klíčivost u čerstvých semen a byla kontrolována po 14-ti dnech od založení než u semen, která byla kontrolována jako poslední. Doba po založení prvních semen u nejpozději založených semen byla 84 dnů od data prvního založení semen.



**Graf 8.** Faktor teplota a období – *N.arvensis*.

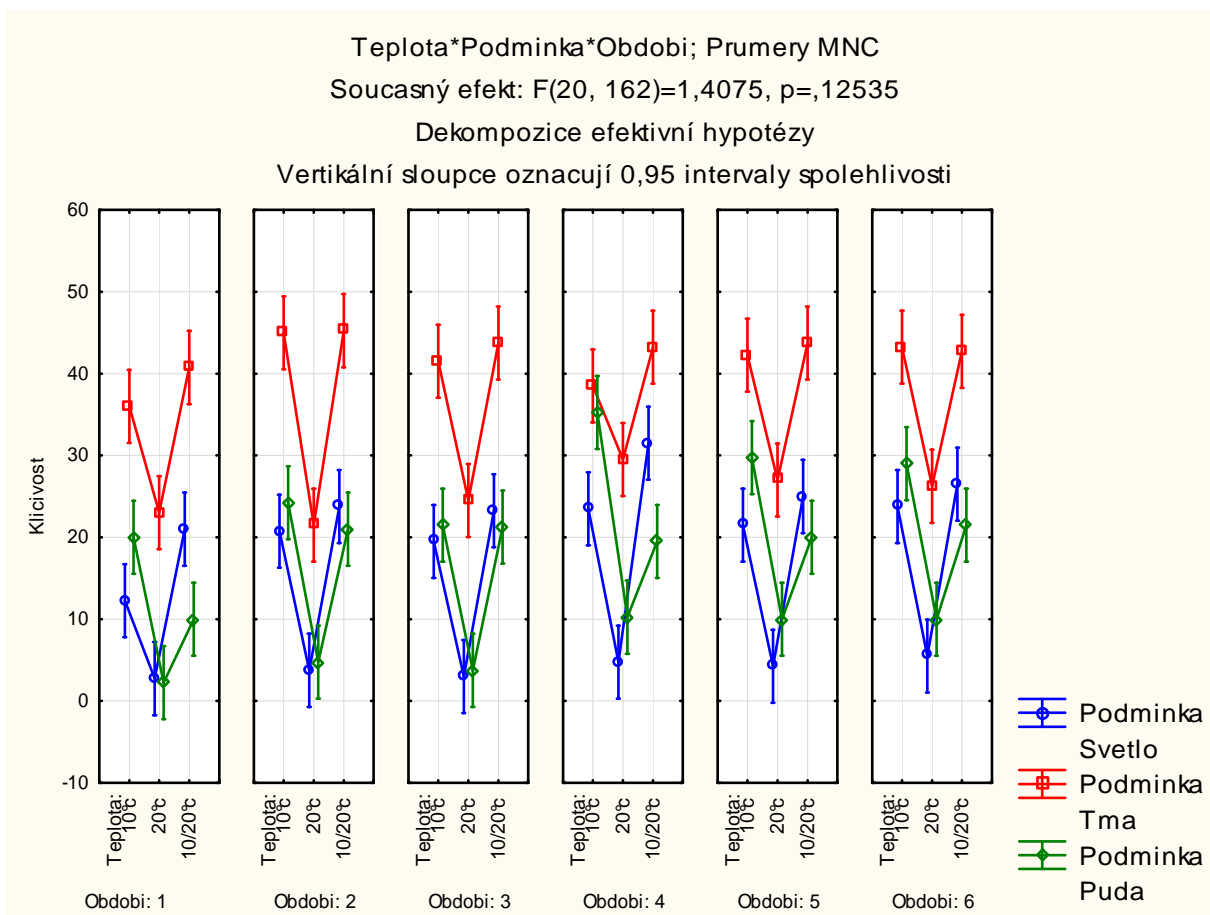
Graf č. 9 zobrazuje, že při tmě semena klíčila nejvíce jak čerstvá, tak starší semena a klíčivost se pohybovala přibližně ve stejné úrovni. U podmínky půda byl rozptyl klíčivosti ve všech obdobích větší, než při podmínce voda-světlo.



**Graf 9.** Faktor podmínka a období – *N.arvensis*.

### 5.1.2.3 Variabilita způsobená vlivem interakcí všech tří faktorů

Při kombinaci všech faktorů je u grafu č. 10 vidět, že semena klíčí nejvíce ve vodě ve tmě při teplotách 10°C a 10/20°C. U teploty 20°C ve vodě ve tmě je klíčivost prokazatelně vyšší než u ostatních podmínek. Období zde hraje roli hlavně u teploty 10°C v podmínce voda světlo, kdy čerstvá semena klíčila méně, než semena, která byla založena později.



**Graf 10.** Faktor teplota, podmínka a období – *N.arvensis*.

## 5.2 Výsledky pokusu pro *Galeopsis angustifolia*

V tabulce č. 2 je zobrazena klíčivost *G. angustifolia* po stratifikaci semen v 5°C po 7 a po 14-ti dnech. Při kontrole po 14-ti dnech bylo zaznamenáno výrazné porušení dormance a klíčivost dosáhla až 92%.

Datum založení: 3.10.2011			
Kontrola 1. - 10.10.2011	5°C	Kontrola 2. - 17.10.2011	5°C
	12,50%		91%

Datum založení: 2.11.2011			
kontrola 1. - 9.11.2011	5°C	Kontrola 2. - 16.11.2011	5°C
	15,50%		92%

Datum založení: 30.11.2011			
Kontrola 1. - 7.11.2011	5°C	Kontrola 2. - 14.11.2011	5°C
	13,50%		91%

Tabulka 2. Klíčivost semen *G. angustifolia*.

## 6 Diskuze

V pokusu byla sledována doba, za kterou je porušena dormance u zkoumaných druhů plevelných rostlin. U druhu *N. arvensis* je z výsledků patrné, že semena klíčí téměř okamžitě po založení ve všech nastavených podmínkách, které v našem případě byly za teploty 10°C, 20°C

a 10/20°C a podmínky voda - světlo, (vlhký filtrační papír na světle), voda - tma (vlhký filtrační papír ve tmě) a půda. Z hlediska nároků na světlo je zajímavý fakt, že příbuzný druh *N. damascena*, potřebuje ke klíčení světlo, jak uvádí Procházka (1998), ale u *N. arvensis* je výrazně vyšší klíčivost ve tmě bez ohledu na další faktory. Platí tedy tvrzení, které uvádí Jehlík (1998), že i v rámci rodu mohou mít semena rozmanité fyzikální a biologické vlastnosti.

S největší pravděpodobností se výsledky zjištěné v laboratoři budou lišit od reálného chování semen v přirozeném prostředí. Tam na ně působí řada faktorů, které nejsou člověkem ovlivnitelné a v laboratoři by byly obtížně simulovatelné. Dle literatury je obecně stanovena optimální teplota pro klíčení mezi 8 – 25°C. V tomto experimentu byla pro *N. arvensis* nejvhodnější teplota pro klíčení 10°C a pro *G. angustifolia* teplota 5°C jako vhodná pro porušení dormance.

U *G. angustifolia* byla potvrzena primární dormance semen. Dormance byla porušena do sedmi dnů ve stratifikačních podmínkách při 5°C. Vitalita byla zřejmě velmi vysoká, neboť klíčivost již po 14-ti dnech dosáhla maxima 92%. Šebánek a kol. (1983) ve své literatuře tvrdí, že při stratifikaci musí chlad působit na zbobtnalá semena, nikoliv na suchá. Zemina, která byla použita v pokusu pro stratifikaci semen, byla navlhčená. To semenům stačilo k nabobtnání, aby mohla začít klíčit. Je důležité, aby byly přítomny všechny podmínky nutné ke klíčení, které působí na semeno společně.



## 7 Závěr

Pokusem bylo zjištěno, že semena rostlin *N. arvensis* vykazují slabou dormanci. Při každé ze zkoušených teplot semena klíčila, ale za období, kdy byl pokus prováděn, nikdy nedosáhla klíčivosti 100%. Záleželo pouze na kombinaci vhodné teploty a substrátu, aby semena klíčila více či méně.

Závěrem lze říci, že semena *N. arvensis* mají silnou dormanci ze všech sledovaných teplot při 20°C a nezáleží na tom, jestli jsou semena v půdě, nebo ve vodě. Dormance začala lehce ustupovat až po 58 dnech od data prvního výsevu do Petriho misek. Z toho vyplývá, že tato konstantní teplota je pro přerušování dormance příliš vysoká.

U teploty 10°C na vlhkém filtračním papíru na světle dormance poklesla již po 28 dnech od data 1. založení a klíčivost dosáhla 90% a téměř stejný výsledek byl zjištěn na vlhkém filtračním papíru bez přístupu světla. O střídavé teplotě 10/20°C lze říci, že dormance poklesla až po 58 dnech na vlhkém filtračním papíru na světle a klíčivost dosáhla maximálně 63%. Za tmy na vlhkém filtračním papíru semena dosáhla při stejné teplotě 90% klíčivost již po 28 dnech od data 1. založení semen. Celkově semeno má slabou dormanci a nejvyšší klíčivost se projevuje při 10°C na vlhkém filtračním papíru bez přístupu světla. Dosti podobného výsledku se dosáhlo s teplotou 10/20°C. Pokud bychom chtěli *N. arvensis* pěstovat v refugii, nyní víme, že v půdě začíná klíčit po více jak 7 dnech.

U *G. angustifolia* byla semena ve zkoumaných podmínkách dormantní po dobu 3 měsíců. Poté byla provedena stratifikace semen při teplotě 5°C v zemině a dormance byla částečně porušena již po 7 dnech. Do 14-ti dnů byla dormance z velké části přerušena a klíčivost semen se vyšplhala až na 92%, a proto už dále nebyla zkoumána na Petriho miskách.

Nelze tedy z pokusu říct, jak dlouho jsou semena *G. angustifolia* dormantní, ale jisté je, že při podmínkách, kterým byla semena v pokusu vystavena, jsou to minimálně 3 měsíce.

Podmínky v jaké semena klíčí zároveň se stářím semena, mají na klíčivost velký vliv. Kombinace všech faktorů má při porušení dormance větší efekt, než samotný jeden faktor.

## 8 Seznam literatury

- BASKIN C., C., BASKIN, J., M. 2001. Seeds Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination. Academic press. London. 666 s. ISBN: 0-12-080263-5.
- BENECH – ARNOLD, R., L., SÁNCHEZ, R., A. 2004. Handbook of seed physiology - Application to Agriculture. Food Products Press© The Haworth Reference press, Imprints of the Haworth press, Inc. New York, London, Oxford. 480 s. ISBN: 1-56022-929-2.
- COPELAND, L., O., McDONALD, M., B. 2001. Principles of seed science and technology, 4. Edition. Kluwer Academic publishers. Boston/Dordrecht/London. 467s. ISBN: 0-7923-7322-7.
- DEYL, M. 1964. Plevelle polí a zahrad. Nakladatelství Československé Akademie věd. Praha. 387s.
- DVORSKÝ, J., ET URBAN, J. 2011. Základy ekologického zemědělství. ÚKZÚZ. 109 s. ISBN: 978-80-7401-051-4.
- HESS, D. Fyziologie rostlin. 1983. Academia. Praha. 348s.
- HOUBA, M., ET HOSNEDL, V. 2002. Osivo a sadba. Nakladatelství Ing. Martin Sedláček. 186 s. ISBN: 80-902413-6-0.
- CHYTRÝ M. 2009. Vegetace České republiky 2, Ruderální, plevelová, skalní a suťová vegetace. Academia. Praha. 520s. ISBN: 978-80-200-1769-7.
- CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, M., GRULICH, V., LUSTYK, P. 2010. Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha. 445 s. ISBN: 978-80-87457-03-0.
- JEHLÍK, V. 1998. Cizí expanzivní plevelle České republiky a Slovenské republiky. Academia. Praha. 506 s. ISBN: 80-200-0656-7.
- KINCL, M., KRPEŠ, V. 2000. Základy fyziologie rostlin. Montanex a.s. Ostrava. 221 s. ISBN: 80-7225-041-8.
- KOHOUT, V. 1997. Plevel polí a zahrad. Agrospoj. Praha. 235 s.
- KOLBEK, J. (ed). 2001. Vegetace Chráněné krajinné oblasti a Biosférické rezervace Křivoklátsko, vol. – 2. Academia. Praha. 364 s. ISBN: 80-200-0941-8.
- LANG, G. A. 1996. Plant dormancy physiology, biochemistry and molecular biology. Cab international. USA. 386 s. ISBN: 0-85198-978-0.
- MIKULKA, J., KNEIFELOVÁ, M. (eds). 2005. Plevelné rostliny. Profi Press s.r.o. Praha. 148 s. ISBN: 80-86726-02-9.
- PAULIČ, R. 201. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích Přírodní vědy. Příspěvek: Rozšíření konopice úzkolisté (*Galeopsis angustifolia* Ehrh.) v jižní části Čech. 97-104 s.
- PRIMACK, R.B., KINDLMANN, P., JERSÁKOVÁ, J. 2011. Úvod do biologie ochrany přírody. Portál, s.r.o. Praha. 466 s. ISBN: 978-80-7367-595-0.
- PROCHÁZKA, F. (ed.). 2001. Příroda, Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000) 18. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha. 146 s. ISBN: 80-86064-52-2.
- PROCHÁZKA, S., MACHÁČKOVÁ, I., KREKULE, J., ŠEBÁNEK, J. (eds.). 1998. Fyziologie rostlin. Academia. Praha. 484 s. ISBN: 80-200-0586-2.
- PRŮŠA, D., ELIÁŠ, P. jun., DÍTĚ, D., ČAČKO, L., KRÁSA, P., PODEŠVA, Z., KOVÁŘ, L., PRŮŠOVÁ, M., HOSKOVEC, L., ADAMEC, L. 2005. Chráněné rostliny České a Slovenské republiky. Computer press, a.s. Brno. 328 s. ISBN: 80-251-0262-9.
- RUBIN, B.A. 1966. Fyziologie rostlin. Nakladatelství Československé akademie věd. Praha. 485 s.

- SLAVÍK, B. 2000. Květena České republiky - vol.6. Academia. Praha. 590 s. ISBN: 80-200-0306-1.
- SLAVÍK, B., A HEJNÝ, S. 1988. Květena České socialistické republiky - vol 1. Academia. Praha. 557 s. ISBN: 80-200-0643-5.
- ŠEBÁNEK, J. (ed.). 1983. Fyziologie rostlin. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 558 s.
- URBAN, J., ŠARAPATKA, B. (eds.). 2003. Ekologické zemědělství. MŽP Praha. 280 s. ISBN: 80-7212-274-6.

### **Internetové zdroje:**

Česká národní rada. Stupeň ohrožení v Česku. [online]. cs.wikipedia. 1. Června 1992.

[cit. 6.4.2013]. Dostupné z

<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Ochrana\\_p%C5%99%C3%ADrody\\_v\\_%C4%8Cesku#Z.C3.A1kon\\_114.2F1992\\_Sb.](http://cs.wikipedia.org/wiki/Ochrana_p%C5%99%C3%ADrody_v_%C4%8Cesku#Z.C3.A1kon_114.2F1992_Sb.)>.

Grulich V. Červený seznam cévnatých rostlin České republiky (nejnovější verze, stav v roce 2012). [online]. Botany. 14. Srpna 2012. [cit. 7.4.2013].

Dostupné z <<http://botany.cz/cs/cervený-seznam/>>.

Pazdera, Z. *Galeopsis angustifolia* – konopice úzkolistá (konopička úzkolistá). [online]. botanika.wendys. 2012. [cit. 6.4.2013].

Dostupné z <<http://botanika.wendys.cz/kytky/K469.php>>.

Martiška, J. a Martišková, K. Polní plevely Šlapanických slepenců. [online].

kr-jihomoravsky. Červenec 2010. [cit. 29.3.2013]. Dostupné z <[http://www.kr-jihomoravsky.cz/archiv/ozp/publikace/polni\\_plevely\\_slapanickyh\\_slepencu.pdf](http://www.kr-jihomoravsky.cz/archiv/ozp/publikace/polni_plevely_slapanickyh_slepencu.pdf)>.

## 9 Přílohy

### 9.1 Seznam grafů

Graf 1. – Klíčení semen ve vodě za světla při různých teplotách

Graf 2. – Klíčení semen ve vodě bez přístupu světla

Graf 3. – Klíčení semen v půdě

Graf 4. – Analýza rozptylu pro teplotu

Graf 5. – Analýza rozptylu pro podmínky

Graf 6. – Analýza rozptylu pro období

Graf 7. – Faktor teplota a podmínka

Graf 8. – Faktor teplota a období

Graf 9. – Faktor podmínka a období

Graf 10. – Faktor teplota, podmínka a období

### 9.2 Seznam obrázků

Obr. 1. – *Galeopsis angustifolia*

Obr. 2. – *Galeopsis angustifolia*

Obr. 3. – Detail listu *Galeopsis angustifolia*

Obr. 4. – *Nigella arvensis*

Obr. 5. – *Nigella arvensis*

Obr. 6. – Semena rodu *Nigella*

### 9.3 Seznam tabulek

Tabulka 1. – Jednorozměrný test významnosti klíčivosti

Tabulka 2. – Klíčivost semen *G. angustifolia*

**Obr. 1.** *Galeopsis angustifolia*



Zdroj: [www.wikimedia.org](http://www.wikimedia.org)

**Obr. 2.** *Galeopsis angustifolia*



Zdroj: [www.de.academic.ru](http://www.de.academic.ru)

**Obr. 3.** Detail listu *Galeopsis angustifolia*



Zdroj: Vlastní foto, 2011

**Obr. 4.** *Nigella arvensis*



Zdroj: [www.naturephoto.cz](http://www.naturephoto.cz)

**Obr. 5.** *Nigella arvensis*



Zdroj: [www.biolib.cz](http://www.biolib.cz)

**Obr. 6.** Semena rodu *Nigella*. Semeno *N. arvensis* je pod písmenem - a.



Zdroj: [www.springerimages.com](http://www.springerimages.com)