

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav lesnické botaniky, dendrologie a geobiocenologie



**Klíčivost semen *Dracaena cinnabari*  
v kontrolovaných podmínkách**

Bakalářská práce

2016/2017

Lucie Bauerová

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: „**Klíčivost semen *Dracaena cinnabari* v kontrolovaných podmínkách**“ vypracovala 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 a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, 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:

.....

## Poděkování

Ráda bych poděkovala své vedoucí bakalářské práce Ing. Haně Habrové, Ph.D. za neocenitelnou pomoc a velkou ochotu při zpracování této práce, a také za možnost poznat Sokotru osobně. Mé poděkování patří také Ing. Zdeňku Adamcovi, Ph.D. za radu se statistikou a Michaelu Phillipsovi z *International Sansevieria Society* za poskytnutí některých informací. V neposlední řadě děkuji mým rodičům za podporu při studiu.

# ABSTRAKT

**Autor:** Lucie Bauerová

**Název práce:** Klíčivost semen *Dracaena cinnabari* v kontrolovaných podmínkách

Bakalářská práce je zaměřena na klíčivost semen *Dracaena cinnabari* v různých teplotních podmínkách, navíc s použitím semen nasbíraných různými způsoby a zároveň z různých lokalit. V úvodu práce je popsán proces klíčení, a také faktory, které mají na klíčení i klíčivost semen zásadní vliv. V další části jsou představeny jednotlivé metody zjišťování klíčivosti semen v laboratorních podmínkách. V práci jsou navíc shrnuty dosavadní poznatky o klíčivosti semen *D. cinnabari* a ostatních druhů rodu *Dracaena* a příbuzného rodu *Sansevieria*. V praktické části byly použity čtyři oddíly semen, které byly sbírány přímo z plodů odřezané laty anebo ze země, a které zároveň pocházely z odlišných lokalit, lišících se v nadmořské výšce. Oddíly nesly označení PL, SB, NN a PE. Semena byla testována v Petriho miskách a vystavena třem rozdílným teplotám – 22, 26 a 30 °C, kdy u každého oddílu semen byly založeny 4 opakování po 25 semenech. Nejvyšší klíčivosti bylo dosaženo ve 26 °C a 30 °C (2. pokusu), s klíčivostí 84,6 % a 82,5 % v uvedeném pořadí. U každé zkoušky byla vypočítána i energie klíčení, kdy nejvyšší energii klíčení vykazovala semena ve 26 °C. Výsledky dokazují vyšší klíčivost semen *D. cinnabari* zejména za vyšších teplot. Klíčivost byla vyhodnocena také u jednotlivých oddílů semen, a z toho důvodu, že oddíly byly sbírány různým způsobem a z odlišných lokalit, byl posouzen vliv těchto dvou faktorů na výslednou klíčivost semen. Závěrem je usouzeno, že tento druh má pravděpodobně poměrně vysokou potenciální schopnost přirozené regenerace, z čehož vyplývá, že je zde potenciál i pro obnovu populací umělou cestou.

**Klíčová slova:** *Dracaena cinnabari*, klíčení semen, klíčivost, Sokotra, zkouška klíčivosti

## ABSTRACT

**Author:** Lucie Bauerová

**Title of work:** Germination of *Dracaena cinnabari* seeds under controlled conditions

Bachelor thesis is focused on germinability of *Dracaena cinnabari* seeds under different temperature conditions, in addition with seeds collected in different ways and from different localities as well. At first a germination process is described, and in addition the factors that have a substantial effect on seed germination and germinability. In another part of the work the methods that are used for germinability testing under laboratory conditions are presented. And in the last part of this section there are summarized current informations about germinability of *D. cinnabari* seeds and other species of *Dracaena* genus and related genus *Sansevieria*. In the practical part, four seed sections were used. These sections were collected either directly from the fruits of a cut panicle or from the ground, and moreover they were from different localities differing in altitude. The sections were named as PL, SB, NN, PE. Seeds were tested in Petri dishes under three different temperatures – 22, 26 and 30 °C, where 4 replicates of 25 seeds of each section were used. The highest germinability was achieved at 26 °C and 30 °C (of 2<sup>nd</sup> attempt) with germinability 84,6 % and 82,5 % respectively. In addition, a germination energy was calculated for each test. Seeds showed the highest germination energy at 26 °C. The results show a higher germinability of *D. cinnabari* seeds particularly at higher temperatures. The germinability was evaluated also for individual seed sections and because the sections were collected in different ways and from different localities, the influence of both of these factors was assessed on resulting seed germinability. Finally is concluded that this species probably has a relatively high potential ability of natural regeneration, implying that there is also a potential for regeneration of populations by an artificial way.

**Keywords:** *Dracaena cinnabari*, seed germination, germinability, Socotra, seed germination test

# OBSAH

<b>1. Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Cíl práce</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Stav řešené problematiky</b> .....	<b>4</b>
3.1. Klíčení a dormance semen .....	4
3.2. Vnější podmínky ovlivňující klíčení semen.....	7
3.2.1. Teplota .....	7
3.2.2. Způsob sběru semen.....	8
3.3. Způsoby zjišťování klíčivosti semen .....	8
3.3.1. Metoda TP.....	11
3.3.2. Metoda BP .....	13
3.3.3. Metoda PP .....	14
3.3.4. Metoda agar.....	15
3.3.5. Zkouška klíčivosti ve vegetačních nádobách .....	15
3.3.5.1. S použitím písku .....	16
3.3.5.2. S použitím zeminy .....	16
3.3.6. Metoda kombinovaná.....	17
3.4. Energie klíčení.....	17
3.5. Klíčivost semen vybraných druhů rodu.....	17
3.5.1. <i>Dracaena</i> .....	17
3.5.2. <i>Sansevieria</i> .....	21
<b>4. Metodika</b> .....	<b>22</b>
4.1. Semena <i>Dracaena cinnabari</i> .....	22
4.2. Zkoušky klíčivosti .....	23
<b>5. Výsledky</b> .....	<b>26</b>
5.1. Počet plodů a semen .....	26
5.2. Jednotlivé zkoušky klíčivosti .....	26
5.2.1. Zkouška klíčivosti při 22 °C.....	26
5.2.2. Zkouška klíčivosti při 26 °C.....	28
5.2.3. Zkouška klíčivosti při 30 °C (1) .....	30
5.2.4. Zkouška klíčivosti při 30 °C (2) .....	32
5.3. Klíčivost semen z oblasti Skand a Firmihin .....	35
5.4. Energie klíčení .....	35
<b>6. Diskuze</b> .....	<b>36</b>
6.1. Počet plodů a semen .....	36

6.2. Zkoušky klíčivosti .....	36
6.2.1. Zkouška klíčivosti při 22 °C.....	36
6.2.2. Zkouška klíčivosti při 30 °C 1. a 2. pokusu .....	37
6.3. Optimální teplota klíčení semen <i>Dracaena cinnabari</i> .....	38
6.4. Klíčivost jednotlivých oddílů semen v rámci teplot .....	38
6.5. Statisticky významný rozdíl v klíčivosti .....	42
6.6. Vyhodnocení vhodného způsobu sběru semen.....	43
6.7. Klíčivost semen z oblasti Skand a Firmihin .....	44
<b>7. Závěr.....</b>	<b>46</b>
<b>8. Summary .....</b>	<b>48</b>
<b>9. Použitá literatura .....</b>	<b>50</b>
<b>10. Seznam tabulek a grafů.....</b>	<b>55</b>
<b>11. Přílohy .....</b>	<b>56</b>
11.1. Statistické tabulky z testu mnohonásobného porovnání .....	56
11.2. Fotografické přílohy .....	56

# 1. Úvod

Klíčivost je jedním z nejdůležitějších a nejčastěji zjišťovaných parametrů u kvality osiva (Potyšová, 2014), protože o kvalitě daného osiva nejlépe vypovídá (Palátová, 2008). Klíčivost zjišťujeme laboratorní zkouškou klíčivosti (Palátová, 2008), s použitím různých metod a informuje nás o maximálním počtu klíčivých semen ve vzorku (Šerá, 2014). Navíc jsou zkoušky klíčivosti zakládány v kontrolovaných podmínkách tak, aby byly splněny co nejoptimálnější podmínky pro klíčení semen (Šerá, 2014). Zejména teplota a voda hrají ve výsledné klíčivosti důležitou roli, avšak i mnohé další faktory, mezi něž patří i způsob sběru semen, podmínky skladování semen, stáří semen apod., mohou mít na výslednou klíčivost vliv (Šerá, 2014). Změnou nebo ovlivněním těchto faktorů je právě možné výslednou klíčivost ovlivnit (Šerá, 2014). Vliv na klíčivost může mít také původ semen neboli jejich provenience (Šerá, 2014), čímž se klíčivost může lišit i mezi populacemi stejného druhu (Black et al., 2006). Neméně významné jsou však i tzv. vnitřní podmínky semene, to především znamená, zdali semeno nevykazuje dormanci, která je pro druhy vyskytující se zejména v proměnlivých nebo sezónních podmínkách důležitá pro jejich přežití (Palátová, 2008).

Klíčivost také vyjadřuje schopnost semen se vyvinout v normální rostlinu za optimálních podmínek prostředí (Pazderů, 2013), z toho důvodu zkouška klíčivosti může vypovídat nejen o kvalitě semen, avšak pravděpodobně také o potenciální schopnosti populací daného druhu se přirozeně regenerovat. Tak jako v případě významného a endemického druhu ostrova Sokotra, *Dracaena cinnabari*, jehož zbylé populace jsou na většině území ostrova ohroženy nedostatečným přirozeným zmlazením, za jehož příčinu se považuje především nadměrný tlak pastvy (Adolt a Pavliš, 2004; Habrová et al., 2009). Do vydání studie Hubákové et al. (2015) byly pouhé studie autorů Beyhla (1996) a Adolta (2001) jedinými studiemi pojednávajícími o klíčivosti semen tohoto druhu, a protože v těchto studiích oba autoři dosáhli nízkých hodnot klíčivosti, znamená to, že zde mohla být pochybnost, jak uvádí Hubáková (2016), zda nízký stupeň přirozeného zmlazení dračince rumělkového není navíc umocněn či dokonce způsoben nízkou klíčivostí semen (neboli chyběl důkaz, který by případně vylučoval vliv endogenních faktorů a poukázal spíše na předpokládaný vliv vnějších faktorů prostředí). Studie Hubákové et al. (2015) přinesla nové výsledky o klíčivosti semen tohoto druhu, které se nicméně velmi liší od výsledků zmíněných studií, to znamená, že tyto dosavadní studie (Beyhl, 1996; Adolt, 2001;



Hubálková et al., 2015) podávají značně rozdílné výsledky a další informace o klíčivosti semen *Dracaena cinnabari* mohou k této problematice přispět.

## 2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce je zjistit optimální teplotu pro klíčení semen *Dracaena cinnabari*, a s tím spojenou klíčivost semen tohoto druhu. Zároveň je cílem vyhodnotit klíčivost semen sbíraných přímo z plodů odřezané lavy a semen sbíraných ze země, což by mohlo přinést alespoň určité poznatky o možné kvalitě takových semen a případně přispět k zajištění co nejkvalitnějšího semenného materiálu pro následné pěstování sazenic při umělé obnově populací.

Práce vznikla na základě rozporuplných informací o klíčivosti semen *Dracaena cinnabari*, a navíc, dosud nebyla zkoumána klíčivost za vyšších teplot, které byly předpokládány za optimálnější pro klíčení semen tohoto druhu.

### 3. Stav řešené problematiky

#### 3.1. Klíčení a dormance semen

Klíčení lze považovat za obnovení růstu embrya v semeni (Copeland a McDonald, 1995; Palátová, 2008). Ke konci zrání v plodu přechází ortodoxní semena do stavu metabolického klidu (Palátová, 2008). Tento stav, snížené metabolické aktivity embrya, je spojen se snížením obsahu vody v semeni, čímž navíc dochází k inaktivaci enzymů (Palátová, 2008). V tomto stavu může semeno setrvat i několik let (Bewley et al., 2013), a to až do doby, kdy je růst embrya aktivován příhodnými vnějšími podmínkami prostředí (Copeland a McDonald, 1995). Při klíčení již dochází k aktivaci enzymů a aktivaci řady fyziologických procesů (Palátová, 2008).

Za klíčící semeno se často považuje takové, jehož primární kořínek (radikula) pronikne osemením (testou) (Palátová, 2008; Šerá, 2014). Tento jev je často nazýván jako viditelné klíčení (*visible germination*) (Bewley, 1997; Bewley et al., 2013). Avšak celý proces klíčení začíná již před tímto jevem (Šerá, 2014). Palátová (2008) jej rozděluje na 4 fáze. V první fázi zvané imbibice hraje významnou roli voda (Palátová, 2008). Jak již bylo zmíněno, u ortodoxních semen dochází při jejich zrání v plodu ke snížení obsahu vody, což snižuje jejich metabolickou aktivitu (toho se využívá např. při jejich vysoušení před skladováním) (Palátová, 2008), pro započetí klíčení je tedy nutný příjem vody (Black et al., 2006; Palátová, 2008). V první fázi je množství přijímané vody semenem mnohonásobně větší než jeho objem – semeno bobtná a zvyšuje i svou hmotnost (Palátová, 2008). Naopak rekalcitrantní semena během první fáze nepřijímají tak výrazné množství vody či žádné, protože obsahují vyšší množství vody i po opadu z mateřské rostliny (Black et al., 2006).

V druhé fázi, kdy dochází k plné hydrataci semene, dochází k obnově integrity a funkce buněčných membrán (Black et al., 2006; Palátová, 2008) a organel (Palátová, 2008), jejichž struktura byla poškozena právě snížením obsahu vody v průběhu zrání (Bewley et al., 2013). Díky přijaté vodě dochází k aktivaci řady procesů a tím k zvýšení metabolické aktivity embrya (Palátová, 2008), např. roste intenzita aerobního dýchání (Bewley, 1997). Jsou aktivovány enzymy a nukleové kyseliny, kdy enzymy následně rozkládají zásobní látky, jako jsou sacharidy, bílkoviny a tuky na jednoduché cukry, aminokyseliny a mastné kyseliny, kterými je embryo následně vyživováno a je podporován jeho růst (Palátová, 2008; Šerá, 2014), který celkově probíhá prodlužováním a dělením buněk (Palátová, 2008), a který Palátová (2008) označuje za třetí fázi klíčení. V této předposlední fázi vzniká

v buňkách centrální vakuola a opět se navyšuje příjem vody (Palátová, 2008). Tím se buňky embrya zvětšují (prodlužují) a díky tomu se zvětšuje plumula i radikula. V konečné fázi klíčení je rostoucí embryo již natolik velké, že dojde k proniknutí (nejčastěji) radikuly o semením, tedy k viditelnému klíčení (Palátová, 2008). V další fázi jde již o odlišný proces, a to o růst semenáčku (Black et al., 2006; Bewley et al., 2013), který přechází na autotrofní výživu (Šerá, 2014).

Semena některých druhů mají schopnost klíčení oddálit. Tato vlastnost je pro takové druhy rostlin velmi důležitá, jelikož pomocí ní mohou zvýšit svou šanci na přežití (Copeland a McDonald, 1995). Dormance neboli klíční klid umožňuje posunout klíčení v čase (Palátová, 2008; Bewley et al., 2013), díky čemuž může být sníženo riziko předčasného vyklíčení semene za zdánlivě příznivých okolních podmínek a tím případného úmrtí semenáčku za pozdějších nepříznivých podmínek (Bewley et al., 2013). Vyprodukovaná semena kvůli dormanci nezačnou klíčit ihned po opadu z mateřské rostliny, ale jejich vyklíčení je rozděleno do několika let (Šerá, 2012). Dormanci je možné nazvat adaptací rostlin na proměnlivé či sezónní podmínky (Palátová, 2008). Mnozí autoři (Murdoch a Ellis, 2000; Bewley et al., 2013; Baskin a Baskin, 2014) ji definují jako neschopnost živého semene dokončit proces klíčení za příznivých vnějších podmínek; v druhém případě může být definována i jako stav, kdy zralé a zdravé semeno je v klidu, tedy neklíčí, přestože se nachází v příznivých podmínkách pro jeho klíčení (Šerá, 2012).

Důvodem proč semeno neklíčí, mohou být i nepříznivé vnější podmínky pro klíčení, kdy určitý faktor je v nedostatku nebo neoptimálním stavu (Baskin a Baskin, 2001). Nicméně pokud takový případ nastane v prvních fázích klíčení, například kvůli nedostatečnému množství vody po imbibici nebo příliš vysoké teplotě u nabobtnalého semene, lze takový stav nazvat jako sekundární dormanci (Palátová, 2008). Sekundární dormance může být tedy vyvolána vnějšími faktory prostředí u semen po opadu (Murdoch a Ellis, 2000), např. u semen, která již překonala primární dormanci či u semen, která dormanci obvykle nevykazují (Palátová, 2008). Pokud vezmeme v potaz primární dormanci, tak ta právě není záležitostí vnějších podmínek prostředí, ale spíše samotného semene (Baskin a Baskin, 2001) a na rozdíl od dormance sekundární je geneticky předávána na mateřské rostlině (Murdoch a Ellis, 2000; Palátová, 2008). Existuje řada klasifikací ohledně příčin způsobujících (primární) dormanci (Baskin a Baskin, 2014). Palátová (2008) shrnuje příčiny primární dormance na semenné obaly, přítomnost růstových látek inhibiční povahy, morfologický stav embrya a jejich kombinace. Dormance způsobená semennými obaly se nejčastěji vykazuje nepropustností o semením pro vodu či plyny anebo je o semením

příliš tvrdé pro proniknutí radikuly (Palátová, 2008). V experimentálních podmínkách lze takovou dormanci překonat mechanickou či chemickou skarifikací (Taiz et al., 2015). Při mechanické skarifikaci se narušují semenné obaly třepáním semen s kousky skla nebo přesypáním semen ve skarifikačním stroji vybaveném brusným papírem a při chemické skarifikaci neboli maceraci jsou semenné obaly narušovány ponořením semen do kyseliny, nejčastěji koncentrované kyseliny sírové (Palátová, 2008). Popřípadě se semena máčí v horké vodě o teplotě 75–100 °C s postupným chladnutím (Palátová, 2008). V přírodních podmínkách může chemickou skarifikaci způsobit průchod semene trávicím systémem některých živočichů (Taiz et al., 2015). Taiz et al. (2015) navíc dodávají, že osemení může být překážkou pro klíčení také tehdy, kdy brání vyplavení inhibitorů růstu ze semene, anebo se mohou tyto inhibiční látky rozšířit z osemení až do embrya a tím bránit jeho růstu. Inhibitory růstu mohou být obsaženy buď v samotném embryu nebo pouze jeho části, v endospermu, osemení nebo v endokarpu oplodí (Baskin a Baskin, 2014). Mezi tyto látky patří různé organické kyseliny (šťavelová, octová, jantarová), terpeny, etylen nebo kyselina abscisová (ABA). Dormance může být vyvolána i sníženým obsahem stimulantů růstu, jako je např. gibberelin (GA) (Palátová, 2008). Dormance je pak často výsledkem poměru inhibitorů a stimulantů růstu (Palátová, 2008), nejčastěji mezi ABA a GA (Taiz et al., 2015).

Semena mohou být v dormantním stavu také kvůli nevyvinutosti embrya (Taiz et al., 2015). Může se stát, že v době zrání se růst a vývoj embrya zastaví příliš brzy a tím mohou vzniknout semena, která sice mají embryo morfologicky diferencované na všechny základní části (radikula, plumula, hypokotyl a kotyledon či kotyledony), ale mají embryo nedorostlé neboli embryo nevyplňuje celou embryonální dutinu. V jiném případě mohou vzniknout semena nedorostlá a zároveň nediferencovaná (Palátová, 2008). Taková embrya vyžadují dodatečný čas a příslušné podmínky pro dokončení svého vývoje před samotným klíčením (Taiz et al., 2015). Nejčastěji se setkáme s tzv. dormancí kombinovanou, kdy jsou v kombinaci dvě až tři z uvedených příčin (Palátová, 2008).

K překonání primární dormance je vždy potřeba, aby semeno prošlo určitými specifickými podmínkami. Semeno potřebuje určitý „podnět navíc“ (Šerá, 2012), což v přirozených podmínkách může být např. abraze, průchod trávicím systémem živočichů, působení chemických látek v půdním roztoku nebo střídání vysokých a nízkých teplot (Palátová, 2008).

## 3.2. Vnější podmínky ovlivňující klíčení semen

Klíčení semen je ovlivňováno několika vnějšími faktory (Black et al., 2006). Nejdůležitějšími z nich jsou teplota, voda, kyslík a světlo (Šerá, 2014). Z plynných látek ovlivňuje klíčení semen také oxid uhličitý, oxidy dusíku a lze sem řadit i kouř z hořící vegetace. Stimulující účinek kouře z hořící vegetace na klíčení byl poprvé zpozorován u dormantních semen druhu *Audouinia capitata* a později také u dalších druhů jihoafrického fynbosu. Mezi oxidy dusíku, které mohou stimulovat klíčení semen některých druhů, patří oxid dusnatý (NO) a oxid dusičitý (NO<sub>2</sub>), které vznikají v součinnosti s procesy nitrifikace a denitrifikace v půdě (Black et al., 2006). Na klíčení může mít vliv také světlo, které může působit jak stimulačně, tak inhibičně (Black et al., 2006). Světlo působí pomocí fytochromového systému v semeni, kdy závisí na vlnové délce dopadajícího světla. Semena, která vyžadují světlo, klíčí nejlépe za světla o vlnové délce 500–700 nm. Většina druhů však klíčí nezávisle na světle či tmě (Šerá, 2014).

K vnějším faktorům, které mají vliv na kvalitu semen, a které ve finále mohou ovlivnit klíčení a výslednou klíčivost, lze řadit způsob sběru semen, podmínky a dobu skladování semen, mechanické poškození, napadení hmyzem a klimatické podmínky při zrání. Přímý vliv na klíčivost semen má pak jejich geografický původ (provenience) (Šerá, 2014).

### 3.2.1. Teplota

Teplota je jedním z nejdůležitějších vnějších faktorů mající vliv na klíčení semen, jak v podmínkách přirozených, tak i laboratorních (Black et al., 2006). Teplota (u nedormantních semen) určuje rychlost klíčení (Probert, 2000) a dá se říci, že ovlivňuje klíčení semen i nepřímo, kdy má vliv na překonání nebo indukci dormance (Black et al., 2006). Jak nízké, tak i vysoké teploty mohou vést k překonání dormance, tak i k její indukci (Probert, 2000). Například některá semena potřebují přijmout vodu a poté zmrznout, někdy i opakovaně, kdy následně dochází k narušení tvrdého osemení. V druhém případě může díky nízké teplotě dojít k rozložení inhibičních látek přítomných v semeni, které by jinak mohly bránit v jeho vyklíčení (Šerá, 2014). Tvrdé osemení může být narušeno také střídáním vysokých a nízkých teplot, např. vlivem střídání teplot během dne a noci (Probert, 2000).

Na základě toho, že různé druhy nejčastěji klíčí pouze v přesně vymezeném teplotním rozmezí (Probert, 2000), lze pro každý druh vymezit 3 tzv. kardinální teploty, a to minimální a maximální, za jejichž hranicemi klíčení ustává, a optimální teplotu (Probert, 2000; Black

et al., 2006), kdy klíčení dosahuje nejvyšších hodnot v co nejkratším čase (Probert, 2000). Na základě těchto teplotních rozmezí lze druhy hrubě rozdělit do 3 kategorií, a to na druhy klíčící za relativně nižších teplot, dále na druhy, které klíčí pouze při relativně vyšších teplotách a na druhy, které jsou schopné klíčit v širokém rozmezí teplot. První zmíněnou skupinu tvoří semena temperátních druhů, která obvykle klíčí v rozmezí přibližně od 5 do 25 °C. Druhou skupinu tvoří povětšinou druhy tropických a subtropických oblastí, jejichž minimální a maximální teplota pro klíčení se může pohybovat přibližně od 15 do 40 (45) °C (Black et al., 2006). Optimální teplota pro klíčení semen temperátních druhů se pohybuje přibližně v rozmezí 16–24 °C (Šerá, 2014) a pro tropické druhy v rozmezí okolo 25–35 °C (FloraBank, 1999).

### **3.2.2. Způsob sběru semen**

Plody a semena je možné sbírat buď ze stojících stromů či keřů, z pokácených stromů anebo ze země (Schmidt, 2000; Palátová, 2008). Sběr ze země se nejčastěji používá u druhů s většími plody/semeny, a také u velmi vysokých stromů s těžko dostupnými korunami. Nevýhodou sběru ze země je, že opadlá semena jsou často náchylná k napadení půdními patogeny a hmyzem, což vede ke zhoršení jejich kvality (Schmidt, 2000). Nicméně výhodou tohoto způsobu sběru je jistota, že semena opadlá na zem již plně dosáhla morfologické zralosti, tedy není zde riziko sběru nedozrálých semen. V této fázi zralosti se plody začínají oddělovat od mateřské rostliny, nicméně vždy záleží na rostlinném druhu, protože plody některých druhů se neoddělují ihned po dozrání, ale zůstávají na rostlině týdny až měsíce. V mnoha případech se semena sbírají pouze v této fázi zralosti. Kdybychom použili nedozrálá semena, bude klíčení obvykle neúplné a následné semenáčky mohou vykazovat abnormální růst a vyšší citlivost k chorobám (kromě semen sbíraných tzv. za zelena) (Palátová, 2008).

### **3.3. Způsoby zjišťování klíčivosti semen**

Vlastnost semen, která nejlépe vystihuje jejich kvalitu, je klíčivost (Palátová, 2008), která patří mezi nejčastěji zjišťovaný parametr u kvality semen (Potyšová, 2014). Klíčivost semen udává maximální počet klíčivých semen ve vzorku (Šerá, 2014), za určitou normou stanovenou dobu (Palátová, 2008) a za optimálních podmínek pro klíčení (Šerá, 2014).

Nejčastěji se vyjadřuje v % počtu použitých semen (Palátová, 2008). Výsledky klíčivosti jsou potřebné pro výpočet výsevové dávky a stanovení ceny osiva (Palátová, 2008).

Při zjišťování kvality semen a tím i klíčivosti semen se postupuje podle předepsaných normativních metodik (Palátová, 2008), díky čemuž je možné tyto zkoušky opakovat a v podstatě porovnat dosažené výsledky s jinými (Šerá, 2014). Na druhou stranu, v praxi je porovnání výsledků s ostatními o trochu složitější, jelikož může být pokaždé použita jiná metodika testování. Může být použita jiná teplota pro klíčení, odlišný substrát nebo odlišné množství vody, vliv může mít i velikost vzorku (počet semen) a různé předosevní úpravy semen, jako je narušení osemení. Kromě toho není vždy možné vztahovat zjištěné výsledky klíčivosti všeobecně na druhy rostlin, jelikož zde může hrát roli provenience semen, stáří semen nebo podmínky jejich skladování (Šerá, 2014). Jednotlivé normativní metodiky odběru vzorků a zkoušek kvality jsou uvedeny v ČSN 48 1211 Lesní semenářství – Sběr, kvalita a zkoušky kvality semenného materiálu lesních dřevin, která vychází z mezinárodní normy *International Rules for Seed Testing*, vydávanou mezinárodní organizací pro zkoušení semen ISTA (*International Seed Testing Association*) (Palátová, 2008).

Klíčivost se stanovuje laboratorní zkouškou klíčivosti, která se provádí na klíčidlech nebo ve vegetačních nádobách (Palátová, 2008), s použitím různých substrátů (lůžek), jako je filtrační papír, písek, v ojedinělých případech zemina nebo cihlová drť (Potyšová, 2014). Substrát by měl být volen s ohledem na dostatečně velké póry, aby se v něm udržel dostatek vlhkosti a semena mohla být vodou zásobována po delší dobu (Potyšová, 2014). Dále musí být substrát vždy čistý, to znamená, že nesmí obsahovat žádné toxické látky, plísně nebo bakterie, které by mohly mít na výslednou klíčivost negativní vliv. Také musí splňovat stanovenou hodnotu pH a salinity. Doporučuje se, aby hodnota pH byla neutrální, od 6,0 do 7,5 (Potyšová, 2014). Vhodná hodnota pH substrátu se může lišit v rámci rostlinného druhu, ale uvedené rozmezí pH je doporučováno, protože vyhovuje většině druhů rostlin (Baskin a Baskin, 2014). Také množství vody hraje důležitou roli. Množství použité vody by mělo být přiměřené, aby nebyl substrát příliš suchý, ale ani aby se okolo semen netvořil vodní film (Baskin a Baskin, 2014), protože přebytečné množství vody znamená nedostatek vzdušného kyslíku, který je u většiny druhů (kromě některých vodních a bažinných rostlin) nezbytný pro vyklíčení (Šerá, 2014). Je vhodné, aby použitá voda byla bez organických a anorganických látek a měla opět hodnotu pH 6,0–7,5, čemuž odpovídá voda destilovaná (Potyšová, 2014), protože jak uvádějí Black et al. (2006), kvalita použité vody může mít na výslednou klíčivost značný vliv.



Pro samotné založení pokusu je nejprve nutné získat potřebné množství semen a připravit konečný laboratorní vzorek. Při standardním odebírání vzorků je nejprve nutné získat tzv. průměrný vzorek, ze kterého se nakonec pro jednotlivé zkoušky kvality odebírají tzv. vzorky rozborové. Průměrný vzorek se získává z oddílu či oddílů semenného materiálu, který je definován jako semenný materiál pocházející z jednoho druhu dřeviny, stejné oblasti provenience, a který byl stejným způsobem skladován a je stejného roku zrání. Nejprve je nutné získat tzv. základní vzorky, kdy se náhodně z různých míst oddílu odeberou malá množství semen. Základní vzorky je možné odebírat pomocí vzorkovacích zařízení nebo ručně. Následně se všechny základní vzorky smíchají a vznikne tzv. složený vzorek, ze kterého se následně odděluje vzorek průměrný. Průměrný vzorek je oddělován buď ručně anebo pomocí dělicích zařízení. Při ručním dělení se složený vzorek nejprve promíchá a rovnoměrně rozprostře na rovnou plochu, kde se rozdělí na čtyři čtvrtiny a každá čtvrtina se rozdělí ještě na polovinu, čímž vznikne dohromady 8 dílů ve dvou řadách. Poté je smíchán 1. a 3. díl z první řady s 2. a 4. dílem druhé řady. Průměrný vzorek musí splňovat předepsanou hmotnost pro daný druh dřeviny, pokud má získaný průměrný vzorek hmotnost vyšší, je nutné znovu opakovat dělení vzorku tímto způsobem do té doby, dokud se nesníží jeho hmotnost na požadovanou (Palátová, 2008). Naopak Šerá (2014) popisuje odběr průměrného vzorku spíše ze statistického hlediska, kdy doporučuje, aby bylo ze základního vzorku semen náhodně vybráno nejméně 3, optimálně 5 výběrových vzorků semen, kdy jeden výběrový vzorek obsahuje alespoň 100 semen. Celkově platí, že čím větší počet semen je použit, tím větší je spolehlivost výsledků. Nicméně není vhodné použít příliš velký počet semen, jelikož by pak bylo testování časově a tím i finančně příliš náročné (Šerá, 2014). Šerá (2014) dále dodává, že výběrový vzorek by měl být založen minimálně 3×, to znamená minimálně ve 3 opakováních.

Připravené vzorky se nakonec vkládají do tzv. klíčících zařízení jako je skříň pro klíčení neboli klimatizační skříň, klimatizační komora nebo na Jacobsenovo (kodaňské) klíčidlo. Klimatizační skříň a komora fungují na stejném principu. U obou se dá nastavit potřebná teplota a u některých se dá nastavit i střídání teplot a vzdušná vlhkost. U skříní či komor, u kterých lze nastavit vlhkost vzduchu je možné nechat vzorky se semeny bez přikrytí. Takové skříně či komory se pak nazývají jako „vlhké“, popřípadě pokud vlhkost vzduchu nelze nastavit, nazývají se jako „suché“ a je již nutné vzorky přikrýt. Klimatizační komora, jak už název napovídá, je nejčastěji dostatečně velká místnost, do které se dá vejít a ukládat vzorky do polic (Potyšová, 2014). U Jacobsenova klíčidla se semena pokládají na kolečka filtračního papíru a ty se pokládají na desku klíčidla buď samotné anebo na

podložkách. Lůžko se udržuje vlhké pomocí knotu nebo proužku filtračního papíru, který z každého lůžka vede otvorem v desce do vodní lázně uložené pod deskou. Aby se zamezilo nadbytečné ztrátě vlhkosti, přikrývají se lůžka skleněnými zvonky, které mají v horní části menší otvor, který tak akorát umožňuje přístup vzduchu bez většího úbytku vlhkosti. Teplota lůžek se reguluje zahříváním či chlazením vodní lázně nebo topné desky (Potyšová, 2014).

Teplota, která bude pro klíčení nastavena, závisí od druhu rostliny (Karrfalt, 2008). Nejčastěji se volí podle teploty, která se vyskytuje v přirozených podmínkách zkoumaného druhu (Baskin a Baskin, 2014). Je nastavena buď jako konstantní anebo střídavá, kdy opět záleží na druhu rostliny, jelikož některé druhy klíčí lépe při konstantních teplotách, jiné naopak při střídavých (Baskin a Baskin, 2001).

Klíčení semene začíná příjmem vody a končí proniknutím jedné z částí embrya okolními strukturami, nejčastěji právě radikuly osemením nebo oplodím. Nicméně, při laboratorní zkoušce klíčivosti se za počátek klíčení považuje až proniknutí (nejčastěji) radikuly osemením. Důvodem je praktické hledisko, protože jinak nelze určit přesný začátek klíčení semene (Black et al., 2006). Při zkoušce jsou evidována i semena, která do konce zkoušky nevyklíčila a klasifikují se jako tvrdá (která nepřijala vodu), svěží nevyklíčená (která zbobtnala, ale nevyklíčila), mrtvá nebo prázdná (Potyšová, 2014). Při klíčení semen ve vegetačních nádobách s použitím písku nebo zeminy se za vyklíčené semeno počítá takové, jehož epikotyl pronikl nad povrch substrátu (Palátová, 2008). Takoví klíčenci jsou na konci zkoušky posuzováni buď jako normální nebo abnormální (Potyšová, 2014). Abnormální v případě, kdy jim jakákoli hlavní část chybí nebo je deformovaná, popřípadě kdy jsou hlavní části nerovnoměrně vyvinuty anebo kdy mají jakoukoli z hlavních částí uhnílou, což by mohlo bránit následnému normálnímu vývoji v normální rostlinu (Potyšová, 2014).

### **3.3.1. Metoda TP**

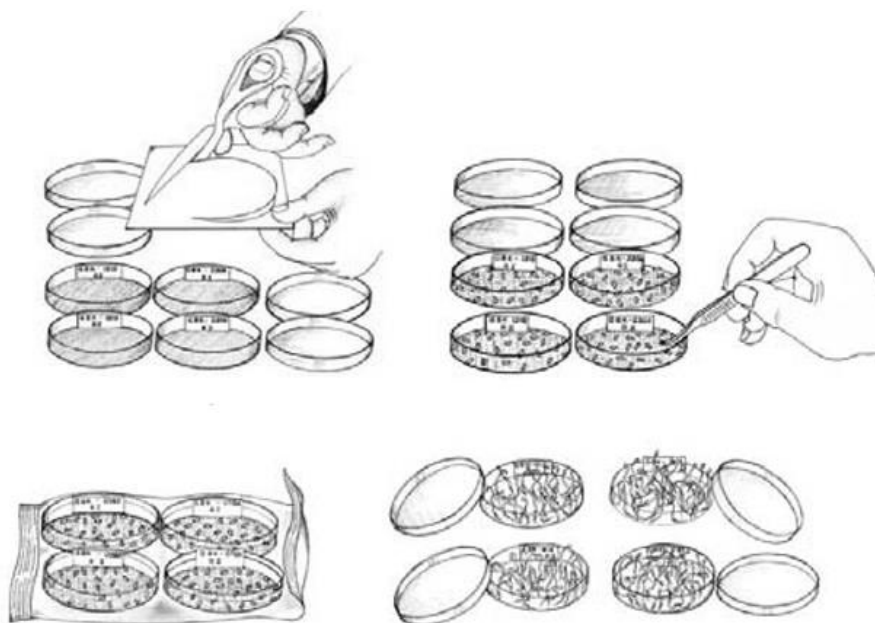
V mezinárodní normě se označuje jako TP – *top of paper*, v českém značení na FP – na papíře (Potyšová, 2014). Je rozlišována zkouška klíčivosti na klíčidlech (Palátová, 2008), do níž by se jednotlivé metody s použitím papíru daly řadit (Potyšová, 2014).

U této metody jsou semena pokládána na povrch navlhčeného filtračního papíru a ukládána do uzavíratelných nádob, aby se zabránilo ztrátě vlhkosti. Nejčastěji se používají 9 cm široké skleněné nebo plastové Petriho misky (Rao et al., 2006), ale mohou se používat

i plastové nádoby nebo je tento princip využíván při klíčení semen na Jacobsenově klíčidle (Potyšová, 2014). Podle Rao et al. (2006) je metoda vhodná pro semena menší než 2 mm v průměru.

Při klíčení semen metodou TP je důležité použít sterilní nádoby, do kterých se následně vloží filtrační papír. Filtrační papír se navlhčí potřebným množstvím destilované vody a poté se na něj rozprostřou jednotlivá semena. Všechny nádoby je potřeba popsat, nejlépe permanentním popisovačem, kdy se uvede název vzorku a číslo opakování. Poté se nádoby přikryjí víčky (pokud ve skříni nebo komoře nelze nastavit vlhkost vzduchu) a vloží se do klimatizační skříně nebo komory s nastavenou teplotou doporučenou pro daný druh (Rao et al., 2006). Popřípadě se dají nádoby uzavřít do polyetylenových sáčků (Rao et al., 2006; Potyšová, 2014), které by neměly být uzavřeny těsně, aby nedošlo k zamezení přístupu vzduchu (Rao et al., 2006). Vlhkost substrátu by měla být kontrolována pravidelně, zejména pokud je nutné vodu přidávat ručně, a také v případě, kdy je nastavena vyšší teplota, kolem 25–30 °C. V den kontroly vzorků se vždy spočítá a zaznamená, kolik nových semen vyklíčilo (Rao et al., 2006).

Při použití Petriho misky nebo plastové nádoby je výhodou, že se vyklíčená semena evidují jednoduše a rychle (Hanson, 1985). Nevýhodou může být častější vysychání substrátu (Hanson, 1985), v případě, kdy nelze použít tzv. „vlhké skříně“ (Potyšová, 2014).



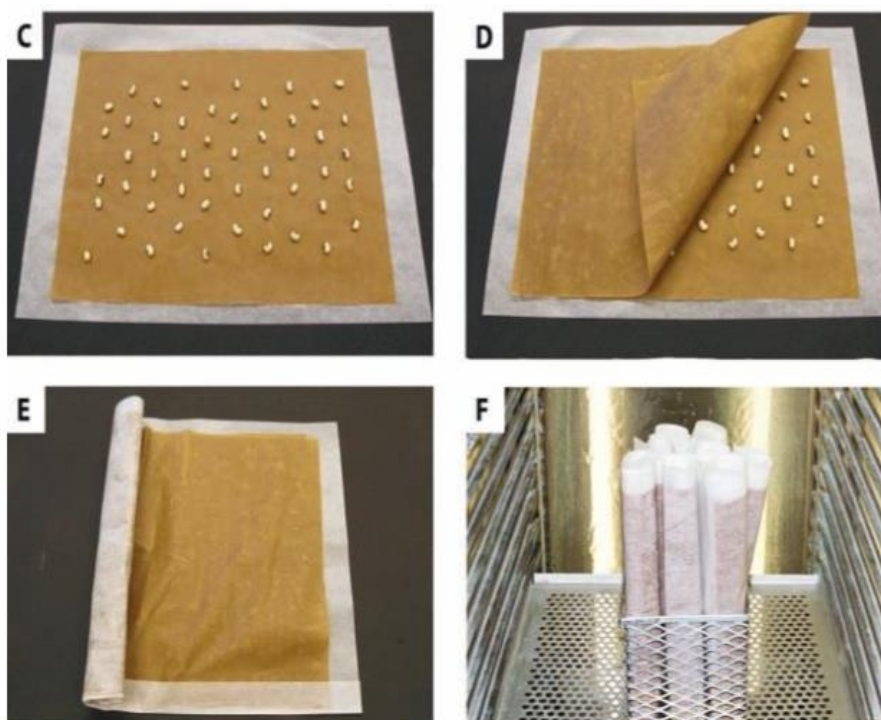
Obr. 1 Metoda na papíře s použitím Petriho misek (Rao et al., 2006)

### 3.3.2. Metoda BP

V mezinárodním značení se označuje jako BP – *between paper*, v češtině nazývána metodou ve FP – mezi dvěma vrstvami papíru (Potyšová, 2014). Podle Rao et al. (2006) je metoda BP vhodná pro středně velká až velká semena s průměrem 2 mm až 1 cm. Jak již název napovídá, metoda BP spočívá v klíčení semen mezi dvěma vrstvami navlhčeného papíru (Black et al., 2006). Semena jsou buď volně překryta další vrstvou filtračního papíru, nebo se nechávají klíčit v tzv. obálcích vytvořených z dvou vrstev filtračního papíru, které se ukládají do nádob ve vodorovné nebo svislé poloze anebo semena klíčí v tzv. roličkách vytvořených srolováním dvou vrstev filtračního papíru, které se ukládají pouze ve svislé poloze (Potyšová, 2014).

Postup při klíčení semen metodou BP s rolováním filtračního papíru je následující: Nejprve je potřeba nastříhat filtrační papír na vhodnou velikost tak, aby se na papír vešlo jedno opakování semen. Pro následnou identifikaci vzorku je nutné na jeden z konců papíru napsat název vzorku a číslo opakování. Poté se filtrační papír navlhčí destilovanou vodou a semena se na papír uloží v řadách, kdy se po okrajích vynechá přibližně 4 cm široký pruh. Následně se semena překryjí další vrstvou navlhčeného filtračního papíru (Rao et al., 2006). Spodní okraj papíru se přehne, aby se zamezilo vypadnutí semen (Passel, 2017) a poté se obě vrstvy papíru (ne příliš těsně) srolují do roličky, kdy se začíná rolovat od opačného konce, než je napsaný název vzorku (Rao et al., 2006). S takto připravenými vzorky se lépe manipuluje a nedochází k nadměrnému úbytku vlhkosti (Passel, 2017). Poté, aby nedošlo k uvolnění roliček a vypadnutí semen, je vhodné jednotlivé části upevnit, např. pomocí kancelářských sponek (Rao et al., 2006). Poté se roličky uloží ve svislé poloze do plastových nádob (Rao et al., 2006), které se navíc vloží do polyetylenových sáčků, popřípadě se vloží do „vlhké skříně“ nebo „vlhké komory“ přímo (Potyšová, 2014). Klimatizační skříň nebo komora se opět nastaví na teplotu doporučenou pro daný druh. Opět platí, pokud nelze nastavit vlhkost vzduchu a také pokud je nastavena vyšší teplota, je nutné udržovat vzorky vlhké pravidelně. V průběhu zkoušky se zaznamenává počet vyklíčených semen (Rao et al., 2006).

Nevýhodou může být, že při kontrole semen je nutné rozbalit celý vzorek, čímž může dojít k potrhání papíru nebo k poškození radikuly u jednotlivých semen (Rao et al., 2006).



Obr. 2 Metoda BP s rolováním filtračního papíru. Namísto vložení vzorků do polyetylenového sáčku je možné použít povoskovaný papír jako podklad, který brání nadměrné ztrátě vlhkosti (Elias et al., 2012)

### 3.3.3. Metoda PP

Metodu ve skládaném filtračním papíru (SFP), v anglickém překladu *pleated paper method* (PP), je možné zvolit jako náhradní namísto metody TP nebo BP (Potyšová, 2014). U této metody se používá harmonikovitě složený pruh filtračního papíru, který má obvykle 50 záhybů. Do každého ze záhybů se vkládají jednotlivá semena a následně se kolem složeného papíru často ovine ještě pruh filtračního papíru (Black et al., 2006; Potyšová, 2014), aby mohlo dojít k stejnoměrnému rozvržení vlhkosti (Potyšová, 2014). Takto připravené vzorky se opět ukládají do uzavíratelných nádob, které se vkládají buď do „suché skříně“ či „suché komory“ anebo se vzorky vkládají přímo (v otevřené nádobě) do „vlhké skříně“ nebo „vlhké komory“ (Potyšová, 2014).

Výhodou je, že tímto způsobem uložená semena jsou ve větším kontaktu s navlhčeným papírem, což jim poskytuje dostatečný zdroj vlhkosti. Výhodná je také přehlednost a tím tedy jednodušší evidování vyklíčených semen. Nevýhodou může být, že semena musí být nasazována ručně, bez možnosti použití odpočítávací desky nebo vakuového počítadla,

kteří urychlují přípravu vzorků u jiných metod. Další nevýhodou je relativně vysoká cena v porovnání s jinými substráty (Elias et al., 2012).



Obr. 3 Metoda ve skládaném filtračním papíru (Elias et al., 2012)

#### **3.3.4. Metoda agar**

Zkouška klíčivosti s použitím agarového roztoku jako substrátu není dosud standardizována, tedy není obsažena v mezinárodní normě organizace ISTA (Johnston, 2014). Z toho důvodu nepatří mezi příliš využívané metody a jako médium se využívá spíše v mikrobiologii (Zhenhua et al., 2012). Agar je získáván z červených mořských řas a pro zkoušku klíčivosti je dnes využíván např. v Královských botanických zahradách (*Royal Botanic Gardens*) v Londýně (Johnston, 2014). Metoda je vhodná pro menší semena a dá se aplikovat do Petriho misek nebo jiných nádob vhodných pro klíčení (Rao et al., 2006). Připravený roztok se nalije do nádob pro klíčení (Rao et al., 2006) a po utužení se aplikují jednotlivá semena (Johnston, 2014). Výhoda agaru jako substrátu spočívá v jeho schopnosti udržet si vlhkost po delší dobu, a to až jednoho měsíce (Rao et al., 2006). Na druhou stranu může být metoda časově náročnější na přípravu (Johnston, 2014).

#### **3.3.5. Zkouška klíčivosti ve vegetačních nádobách**

Zkouška klíčivosti ve vegetačních nádobách je předepsána pro velká semena (Rao et al., 2006; Palátová, 2008), pro které je filtrační papír nedostačujícím substrátem, z důvodu nedostatečného poskytnutí vlhkosti (Palátová, 2008).

### 3.3.5.1. S použitím písku

Používá se čistý křemenný písek (Potyšová, 2014), kterým jsou plněny tzv. vegetační nádoby s perforovaným dnem (Palátová, 2008). Písek by měl mít velikost zrn v rozmezí od 0,05 do 0,8 mm (Elias et al., 2012) a měl by splňovat hodnotu pH 6,0–7,5 (Potyšová, 2014). Dále musí splňovat požadavky na čistotu substrátu, proto je někdy nutné jej před použitím vyprat a sterilizovat, protože případné toxické látky nebo choroboplodné zárodky by mohly negativně ovlivnit klíčení semen. V ojedinělých případech je možné písek použít opakovaně, nicméně je nutné jej pokaždé vyprat, usušit a sterilizovat. Písek, který byl použit pro zkoušku s chemicky ošetřenými semeny, není možné aplikovat opakovaně a musí být odstraněn (Potyšová, 2014). Před uložením semen je nutné písek navlhčit vodou, kdy je opět důležité brát důraz na množství použité vody. Písek nesmí být navlhčen příliš, protože by došlo k zamezení přístupu vzduchu pro klíčící semena. Množství vody vždy závisí na vlastnostech substrátu (Potyšová, 2014). Nakonec, aby nedocházelo k nadměrné ztrátě vlhkosti, je vhodné nádoby zakrýt tabulkou skla nebo alobalem, ale vždy ponechat otvor pro přístup vzduchu (Palátová, 2008).

Jsou používány dva způsoby ukládání semen:

1. na povrch písku – kdy se semena pouze zatlačí do vlhkého písku. Tento způsob má označení na P, v mezinárodní normě nese označení TS (*top of sand*), (Potyšová, 2014).
2. do písku – kdy se semena uloží na urovnaný povrch vlhkého písku a přikryjí vrstvou vlhkého a kyprého písku (Potyšová, 2014), jehož vrstva by měla odpovídat velikosti semene (Palátová, 2008). Metoda je označována zkratkou P a v mezinárodním značení S (*in sand*), (Potyšová, 2014).

### 3.3.5.2. S použitím zeminy

Zemina se dnes jako substrát při stanovování klíčivosti příliš nevyužívá (Elias et al., 2012), a to z důvodu obtížného definování její jednotné kvality, kdy může docházet k rozdílným výsledkům klíčivosti (Potyšová, 2014). Dnes se používá pouze v ojedinělých případech, např. při přezkoušení vzorků semen, u kterých v průběhu klíčení v písku nebo na filtračním papíru byly zaznamenány příznaky fytotoxicity (např. po dezinfekci semen mořidlem proti výskytu parazitických nebo saprofytických hub) (Potyšová, 2014).

Zemina by neměla obsahovat cizí semena, houby, bakterie a toxické látky, které by mohly mít negativní vliv na klíčení semen a následný růst klíčících rostlin. Z toho důvodu

je obvykle nutná její sterilizace. Navíc by opět měla splňovat neutrální hodnotu pH 6,0–7,5 (Potyšová, 2014). Před použitím je nutné zeminu navlhčit přiměřeným množstvím vody, které se pozná tak, že se vytvořená hrouda zeminy při stlačení mezi dvěma prsty lehce rozpadne. Nakonec se ještě zemina proseje do nádob přes síto. Postup ukládání semen je stejný jako u metody s pískem (Potyšová, 2014).

### 3.3.6. Metoda kombinovaná

Kombinovaná metoda spočívá v uložení semen na navlhčený filtrační papír a jejich překrytí 2 cm tlustou vrstvou suchého písku. Metoda nese označení na FPP – na papíře překrytá vrstvou písku, mezinárodně označována jako TPS – *top of paper covered with sand* (Potyšová, 2014).

## 3.4. Energie klíčení

Nejen klíčivost, avšak také energie klíčení je dobrým kritériem kvality osiva (Šerá, 2014). Energie klíčení nás informuje o rychlosti klíčení, avšak také o vyrovnanosti klíčení a vitalitě semen (Black et al., 2006). U cíleně pěstovaných dřevin bývá klíčení obvykle vyrovnané, to znamená, že většina semen vyklíčí přibližně ve stejném časovém úseku (Šerá, 2014). Energie klíčení vyjadřuje počet normálně vyklíčených semen, zjištěný při prvním počítání, v % počtu použitých semen (Palátová, 2008). Výpočet energie klíčení je dle Šeré (2014) následující:  $GE = Gt / S * 100$ . Kde Gt je počet vyklíčených semen při prvním počítání a S znamená celkový počet použitých semen.

## 3.5. Klíčivost semen vybraných druhů rodu

### 3.5.1. *Dracaena*

Rod *Dracaena* zahrnuje 60 až 100 druhů, z nichž většina roste ve formě keřů nebo geofytů a pouze pár druhů vykazuje stromovitý vzrůst – *Dracaena cinnabari* (dračinec rumělkový) na Sokotře, *D. serrulata* v jihozápadní části Arábie, dále *D. ombet* a *D. schizantha* ve východní Africe, *D. draco* (dračinec obrovský) v Makaronésii a *D. draco* subsp. *ajgal* v Maroku a v rámci Kanárských ostrovů navíc i *D. tamaranae* na ostrově Gran Canaria (Adolt a Pavliš, 2004; Maděra et al., 2011). Na Kapverdských ostrovech lze nalézt další poddruh *D. draco*, a to *D. draco* subsp. *caboverdeana*, která má keřovitý až stromovitý



vzrůst (Zona et al., 2014). Všechny tyto druhy se vyskytují v termo-sklerofylních společenstvech tropických až subtropických oblastí a jsou to spíše xerofytní rostliny, mající podobné požadavky na srážky a teplotu – průměrný roční úhrn srážek okolo 200–500 mm a průměrnou roční teplotu 18–20 °C (Adolt a Pavliš, 2004; Maděra et al., 2011). Ostatní druhy tohoto rodu se vyskytují i na Madagaskaru, v Jižní a JV Asii, ve Střední Americe (*D. americana*) a na Kubě (*D. cubensis*) (Zona et al., 2014).

Rod *Dracaena* patří mezi rostliny jednoděložné (Maděra et al., 2011), nicméně druhy tohoto rodu tvoří výjimku mezi jednoděložnými rostlinami díky jejich schopnosti sekundárního tloustnutí (Habrová et al., 2009). Rod byl dříve řazen do čeledí *Liliaceae* (liliovitě), *Agavaceae* (agávovitě), *Dracaenaceae* (dračincovitě) a *Ruscaceae* (listnatcovitě) (Maděra et al., 2011), dnes je řazen do čeledi *Asparagaceae* (chřestovitě) a podčeledi *Nolinoideae* (listnatcovitě) (Zona et al., 2014).

*Dracaena cinnabari* (dračinec rumělkový), také známý jako strom dračí krve – *Dragon's Blood Tree* (Hubálková et al., 2015) díky jeho červenohnědé pryskyřici (Maděra et al., 2011), je vlajkovým a endemickým druhem ostrova Sokotra, který tvoří dominantní prvek v jeho krajinném rázu, s přirozeným výskytem přibližně od 250 (Habrová et al., 2009) do 1480 m n. m. (Hubálková et al., 2015). Dračinec rumělkový je velmi dobře adaptován na místní aridní tropické podmínky, nicméně i přesto mají dnešní populace zjevnou nevyrovnanou věkovou strukturu, v některých oblastech jsou populace vysoce fragmentované a je zjevná nedostatečná přirozená regenerace (Habrová et al., 2009). Dračincové lesy představují na ostrově jeden z nejstarších lesních ekosystémů světa a předpokládá se, že zde v minulosti zabíraly větší část území. Pozůstatky těchto lesů se dnes nacházejí především v oblasti pohoří Haggeher a v sousední oblasti vápencové náhorní plošiny Firmihin, ve středovýchodní části ostrova (Habrová et al., 2009). Populace trpí nedostatečným zmlazením především kvůli intenzivnímu tlaku pastvy dobytka. Z toho důvodu, semenáčky a mladé rostliny rostou především na okrajích strmých skal a na jiných, pro dobytek nepřístupných místech. Zbylé populace jsou pak tvořeny především dospělými až přestárlými jedinci (Hubálková et al., 2015).

V důsledku nedostatečného množství informací o růstové dynamice *D. cinnabari* Hubálková et al. (2015) roku 2011 započali dvouletý výzkum, jehož cílem bylo právě sledovat růstovou dynamiku semenáčků tohoto druhu z dvou odlišných lokalit, a to oblasti Skand a oblasti Firmihin (Hubálková et al., 2015). Oblast vápencové náhorní plošiny Firmihin se nachází v nadmořské výšce v rozmezí od 390 do 760 m n. m. Oblast náleží do 3. vegetačního stupně, kde se začíná *D. cinnabari* objevovat (Hubálková et al., 2015).

Průměrná roční teplota vzduchu je 23,4 °C. Průměrná roční relativní vlhkost vzduchu je 72 %, ale denní průměry se mohou pohybovat v rozmezí 43 % v únoru a 97 % v září (Habrová et al., 2007). Horizontální srážky jsou v této oblasti relativně nízké a nevyskytují se zde tak často, jako v oblasti Skand, kde jsou pro tuto oblast typické (Hubálková et al., 2015). Skand se nachází severovýchodně od Firmihinu v oblasti pohoří Haggeher. Skand je zároveň nejvyšším vrcholem ostrova, s 1526 m n. m. (Hubálková et al., 2015). Průměrná roční teplota vzduchu je 17,9 °C a průměrná roční relativní vlhkost vzduchu je 80 % (Habrová et al., 2007). Relativní vlhkost vzduchu na Skandu často dosáhne až 100 % (Hubálková et al., 2015). V rámci výzkumu Hubálkové et al. (2015), byla nadmořská výška lokality sběru v oblasti Skand přibližně 1450 m n. m. a v oblasti Firmihin přibližně 580 m n. m. Celkově autoři nasbírali 140 semen, tedy 70 semen z každé lokality. Semena byla sbírána ze země a přibližně z 10 jedinců na každé lokalitě. Následně bylo při experimentu vyseto 100 semen, tedy 50 semen pro každou lokalitu, a to jednotlivě do květináčů, které byly ponechány v místnosti s pokojovou teplotou 20–23 °C (v průměru 21 °C). V průběhu výzkumu byl zaznamenáván počet nových listů, souhrnná délka všech listů apod. (Hubálková et al., 2015). Kromě toho autoři uvedli i hodnoty a údaje o klíčivosti, podle kterých se první semenáčky objevily za 4–10 týdnů od vysetí a nejvíce semen vyklíčilo během 5. až 6. týdne u semen z Firmihinu a během 7. až 8. týdne u semen ze Skandu. Výsledky dále ukazují, že celkově ze 100 semen jich vyklíčilo 84. Konkrétně 45 u Firmihinu a 39 u Skandu, tedy klíčivost byla u semen z Firmihinu vyšší (90 %), než u semen ze Skandu (78 %), nicméně autoři uvádí, že tento rozdíl je minimální, tedy nevýznamný, a že nižší klíčivost semen ze Skandu mohla být způsobena jejich horší kvalitou, kdy dodávají, že semena byla značně menší než ta z Firmihinu, a také, že vliv na jejich kvalitu mohl mít i sběr ze země.

Pro srovnání, se Adolt (2001) ve své závěrečné práci věnoval klíčivosti semen *D. cinnabari* a *D. draco*, kdy u *D. draco* se jednalo o semena nasbíraná z 5 jedinců na Tenerife a při zkoušce byla klíčena v půdním substrátu (který ale nebyl dezinfikován) a v plastových nádobách na vatě s použitím destilované vody; teplota místnosti byla v průměru 22 °C. Při klíčení semen v půdním substrátu byla použita semena bez přípravy, semena po ošetření octem a 1% roztokem peroxidu vodíku a celé plody (bez přípravy). Z výsledků vyplývá, že klíčivost semen *D. draco* (bez přípravy) v půdě byla pouhých 34 % (vždy se jedná o konečný podíl zdravých semenáčeků – např. zde ze 100 vysetých semen vyklíčilo 77 %, ale z toho 43 % semenáčeků do konce zkoušky uhynulo; 23 % semen nevyklíčilo vůbec). Po ošetření octem nebo peroxidem vodíku byla klíčivost ještě nižší. Klíčivost semen bez přípravy v nádobách s destilovanou vodou dosahovala 56 %. Klíčivost celých plodů byla

vyšší s destilovanou vodou než v půdním substrátu, protože jak bylo zmíněno, půdní substrát byl nedezinfikovaný, a tak při zkoušce docházelo k silnému napadení oplodí a semen parazity (larvami). Důsledkem toho bylo vždy vyšší klíčivosti dosaženo u semen v nádobách s destilovanou vodou než v půdním substrátu. Klíčivost celých plodů s destilovanou vodou dosahovala až 77 % (Adolt, 2001).

V rámci *D. cinnabari* byla semena sbírána z jednoho jedince z oblasti Diksam na Sokotře (v 750 m n. m.). Klíčena byla semena bez přípravy a semena s přípravou v octě a 1% roztoku peroxidu vodíku, pouze v půdním substrátu. Adolt (2001) poznamenává, že semena tohoto druhu klíčila v půdním substrátu pouze po ošetření octem nebo 1% peroxidem vodíku, kdy v prvním případě bylo dosaženo klíčivosti 5 % a v druhém případě klíčivosti vyšší – 22 %. Autor se domnívá, že takto nízké hodnoty klíčivosti mohly být způsobeny nízkou teplotou klíčení (22 °C), kdy uvádí, že teploty půdy na Sokotře i v 5 cm hloubky mohou dosahovat 20 až 27 °C (dle oblasti). Také dodává, že příčinou mohla být i dormance semen, protože reagovaly zejména na ošetření 1% peroxidem vodíku zvýšenou klíčivostí (Adolt, 2001).

Beyhl (1996) ve své studii poukazuje na 35% klíčivost semen *D. cinnabari*. Konkrétně uvádí, že v rámci zkoušky vyklíčilo 7 semen z 20, a že semena byla také klíčena v půdním substrátu, nicméně konkrétnější podmínky klíčení (např. teplotu) autor neuvádí.

Jiná studie zabývající se opět klíčivostí druhu *D. draco* byla provedena Monteiro et al. (1999), kdy při zkoušce byla semena klíčena na filtračním papíře (metodou TP) v Petriho miskách a vystavena dvěma rozdílným teplotním podmínkám – konstantní teplotě 20 °C a za druhé střídavé teplotě 10/20 °C, pokaždé se světelným režimem 12 h světla a 12 h tmy. V rámci obou podmínek bylo založeno 50 semen ve 4 opakováních. První klíčící semena se objevila 18. den od založení pokusu a konečné výsledky klíčivosti obou zkoušek byly velmi rozdílné – klíčivost při konstantní teplotě 20 °C dosahovala až 91 %, zatímco při střídavé teplotě 10/20 °C byla 0 %.

Zajímavé poznatky přinesla také studie Marrera a Almeidy (2011), kteří se zabývali klíčivostí semen druhu *Dracaena tamaranae*. Klíčivost se dle studie autorů pohybovala v rozmezí od 45 do 96 %, kdy vyšších hodnot bylo dosaženo při použití výživnějšího půdního substrátu. Při použití méně výživného půdního substrátu klíčivost nepřesáhla 62 %. Autoři studie zmiňují, že pokaždé přibližně 20–30 % semen nevyklíčilo vůbec a dodávají, že pokaždé přibližně polovina z těchto semen byla mrtvá a druhá polovina pravděpodobně dormantní. Výsledný počet zdravých semenáčků byl ovlivněn tím, že se téměř u poloviny

z nich vyskytl částečný nebo úplný albinismus, kdy semenáčky měly světle zelené nebo bílé listy a po určité době uhynuly (Marrero a Almeida, 2011).

Jiní autoři Chan-Chin a Govinden-Soulange (2015) zkoumali klíčivost u endemických druhů ostrova Mauricius, mezi které patří i *Dracaena concinna*. Semena byla klíčena v Petriho miskách s použitím agarového roztoku jako substrátu (metoda agar). Navíc byla semena klíčena i v agarovém roztoku, do kterého byla přidána kyselina gibberelová (GA<sub>3</sub>) nebo látka butenolid, které měly podpořit klíčení u potenciálně dormantních semen. Vzorky byly klíčeny v rozmezí teplot 15–35 °C s 12h režimem světla a tmy nebo pouze ve tmě a vždy bylo založeno 20 semen v pěti opakováních. Výsledky ukázaly, že *D. concinna* neklíčila vůbec při teplotě 15 °C, a to ani ve vzorcích s kyselinou gibberelovou a butenolidem. Při teplotě 20 °C se klíčivost zvýšila pouze na 8,3 % a při teplotě 25 °C již na 92 %. Při 30 a 35 °C dosahovala klíčivost 80 %. Reakce v podobě zvýšeného počtu vyklíčených semen díky aplikaci kyseliny gibberelové nebo butenolidu se nijak výrazně neprojevila či vůbec. Z výsledků je patrné, že klíčivost druhu *D. concinna* byla vyšší za vyšších teplot – od 25 do 35 °C, a že nejvíce semen vyklíčilo při teplotě 25 °C. Kromě toho výsledky klíčivosti dosahovaly podobných hodnot při klíčení za světla i tmy (Chan-Chin a Govinden-Soulange, 2015).

### 3.5.2. *Sansevieria*

Rod *Sansevieria* tvoří přibližně 60 druhů především s bylinným vzrůstem a kožovitými sukulentními listy. Rod je fylogeneticky příbuzný rodu *Dracaena* (Zona et al., 2014). Uměle se druhy tohoto rodu množí pomocí listových řízků nebo přes oddenky, kdežto semena se nepoužívají, protože doba kvetení je nepravidelná či žádná a případné množství získaných semen je velmi malé (Chahinian, 2005). Klíčit semena druhů tohoto rodu je tedy spíše v zájmu hobby, např. Michael Phillips z *International Sansevieria Society* se pokoušel klíčit semena (neznámého druhu) v půdním substrátu při teplotě 24 °C, kdy z 25 semen vyklíčilo 18 semen. Také tvrdí, že semenáčky ze semen jsou často velmi slabé/křehké ve srovnání se semenáčky z listových řízků (Michael Phillips, *International Sansevieria Society*, ústní sdělení, 11.01.2017). Stover (1983) k tomu přidává, že u některých semen může trvat dlouhou dobu (někdy téměř dva roky) než dojde k jejich klíčení.

## 4. Metodika

### 4.1. Semena *Dracaena cinnabari*

Semena druhu *Dracaena cinnabari* byla označena podle jejich způsobu sběru následujícími značeními:

- PL – semena, která byla získána přímo z plodů odřezané laty
- SB – semena sbíraná ze země
- NN – semena přímo z plodů odřezané laty, (s nejistým původem)
- PE – semena přímo z plodů odřezané laty, (z oblasti Skand)

Další informace o použitých semenech:

- PL – byla nasbírána v říjnu roku 2014 v oblasti Firmihin, v nadmořské výšce cca. 650 m n. m. Tato semena byla získána z jednoho jedince, z jedné laty. V rámci těchto semen byly do ČR dovezeny celé plody.
- SB – byla také sbírána v říjnu roku 2014 v oblasti Firmihin, na stejné lokalitě jako semena PL, tj. nadmořská výška 650 m n. m. U těchto semen byla předpokládána jejich horší kvalita, tím, že byla sbíraná ze země, kde mohla ležet delší dobu a být napadena plísněmi nebo hmyzem, což by se mohlo projevit ve výsledné klíčivosti.
- NN – u těchto semen není zcela jistý původ, pravděpodobně pochází z oblasti Sirhin, cca. z 850 m n. m. V důsledku toho, že není známá doba sběru, tedy stáří těchto semen, by mohla být také předpokládána jejich horší kvalita.
- PE – tato semena byla dovezena v prosinci roku 2014 a pochází z oblasti Skand, tedy z vyšší nadmořské výšky – cca. 1400 m n. m. Semena byla po oddělení z plodů dosušena na slunci, přímo na ostrově.

Jak bylo zmíněno, v rámci semen PL byly dovezeny celé plody. Mou úlohou bylo spočítat počet plodů a semen, a také zjistit počet semen v jednotlivých plodech. Při oddělování semen z plodů bylo zapisováno, kolik semen se v plodu nacházelo, jestli jedno, dvě nebo tři, z čehož se následně vyhodnotilo, kolik bylo v latě plodů s jedním, dvěma a třemi semeny.

## 4.2. Zkoušky klíčivosti

Poté následovaly samotné zkoušky klíčivosti, které byly provedeny v laboratoři budovy M, Mendelovy univerzity v Brně.

Zkoušky byly založeny při teplotách 22, 26 a 30 °C. Semena byla klíčena v Petriho miskách a jako substrát byly použity obyčejné kosmetické odličovací vatové tamponky. Důvod byl takový, že filtrační papír se zdál být nedostačujícím substrátem, z hlediska toho, že by neposkytl tolik vlhkosti semenům (vzhledem ke kulatému tvaru a velikosti semen).

Vždy bylo založeno 25 semen ve 4 opakováních, a to u každého z uvedených oddílů semen – PL, SB, NN a PE. Nejprve bylo potřeba, pro následnou správnou identifikaci vzorků, jednotlivé Petriho misky popsat. Název se skládal z názvu oddílu semen a čísla opakování – např. 4 misky (4 opakování) semen PL byly značeny jako PL1, PL2, PL3, PL4. Aby nedošlo k záměně při kontrole vzorků, byl název napsán nejen na víčko, ale také na okraj misky. Poté následovalo uložení semen do misek, kdy bylo u každého oddílu semen náhodně z různých míst obalu vybráno celkem vždy 100 semen, které byly rozděleny po 25 ks do 4 Petriho misek. Semena byla uložena na vatové lůžko a poté překryta ještě jednou jeho vrstvou, díky čemuž byla v kontaktu s vlhkým substrátem z obou stran, kdy nehrozilo případné oschnutí semen na povrchu a nebylo potřeba vlhčit vzorky tak často. Tím, že bylo potřeba vodu dodávat ručně (to znamená, že nebylo možné nastavit vlhkost vzduchu v klimatizační skříni), bylo uložení druhé vrstvy vatového lůžka na povrch semen dobrým řešením, jak zajistit, aby byla semena zásobována vodou po delší dobu. Poté došlo k navlhčení vzorků destilovanou vodou, jejíž množství bylo pokaždé přidáváno podle stavu vlhkosti vzorků, ale důležité bylo nepřidat příliš velké množství, které by mohlo v klíčení spíše bránit. Nakonec byly vzorky přikryty víčky Petriho misek a vloženy do klimatizační skříně nastavené na požadovanou konstantní teplotu.

Kontrola vzorků probíhala alespoň 3x do týdne, kdy byl pokaždé zapsán počet nově vyklíčených semen (do předem vytisknuté tabulky). Vyklíčená semena byla postupně odebrána a pokaždé byla podle potřeby doplněna destilovaná voda. Získané údaje byly poté přepsány do předem vytvořené tabulky v Excelu.

První zkoušky klíčivosti byly založeny ve 26 a 30 °C se semeny PL, SB a NN, tedy celkem bylo založeno 300 semen u každé teploty. Další zkoušky byly založeny v teplotách 22 °C a 30 °C (2. pokusu) se semeny PL, SB, NN, ale zde navíc i se semeny PE, to znamená, že u každé z těchto teplot bylo založeno celkem 400 semen. Kromě toho byla u teploty 30 °C (2. pokusu) přidána semena ze zkoušky s 22 °C, která do konce první zkoušky

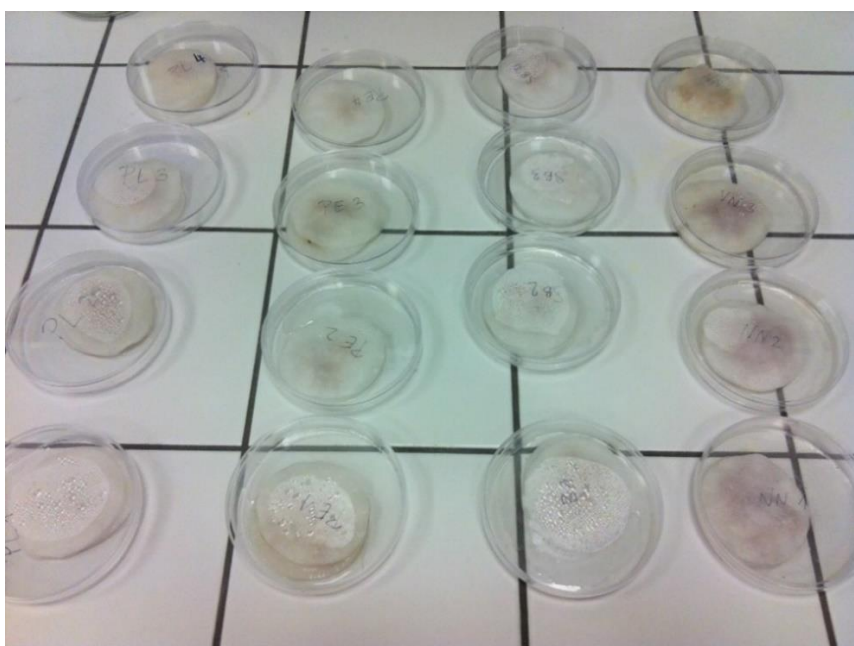
nevyklíčila. Tato zbylá semena byla ze čtyř opakování vždy dána do jedné misky dohromady. Tyto misky byly označeny jako PLx, SBx, NNx a PEx.

Zkouška s 30 °C byla založena dvakrát z toho důvodu, protože při první zkoušce s 30 °C (ve výsledcích označena jako 30 °C (1)) byly vzorky uloženy v jiném klíčícím zařízení, ve kterém docházelo k nadměrnému vysychání vzorků (pravděpodobně kvůli větráku v zadní části přístroje, který byl blízko vzorků), a to i přestože bylo následně přidáváno vody o něco více, nadále docházelo k jejímu rychlému odpařování. Z toho důvodu byla zkouška s 30 °C založena napodruhé (ve výsledcích označena jako 30 °C (2)) a v jiném zařízení, které bylo vyhovující i pro ostatní zkoušky.

Kromě nově vyklíčených semen byl u každého vzorku zaznamenáván stav vlhkosti, jestli byly vzorky vlhké, sušší nebo vyschlé. Také je důležité poznamenat, že semena nebyla před zkouškou nijak upravována, a že za vyklíčené semeno bylo počítáno takové, které mělo radikulu dlouhou minimálně 1 mm (hned po objevení radikuly bylo semeno započítáno). Každá zkouška byla přibližně po měsíci ukončena.



Obr. 4 Plody a semena dračince rumělkového a uložení tří semen v plodu (foto autorka)



Obr. 5 Jednotlivé vzorky (foto autorka)



Obr. 6 Klíčící semena (foto autorka)



## 5. Výsledky

### 5.1. Počet plodů a semen

Tím, že byly u semen PL dovezeny celé plody, bylo možné spočítat a vyhodnotit počet plodů a semen v jedné latě a počet semen v plodu. V latě utržené v říjnu 2014 se nacházelo 427 plodů. Z toho 92 plodů obsahovalo 1 semeno, 194 plodů 2 semena a 141 plodů 3 semena. Celkem tedy bylo v latě 903 semen. Z výsledků lze vyčíst, že největší podíl tvořily v latě plody se dvěma semeny a nejmenší podíl plody s jedním semenem.

Tab. 1 Počet plodů s jedním, dvěma a třemi semeny

počet semen v plodu		1 semeno	2 semena	3 semena
počet plodů	427	92	194	141

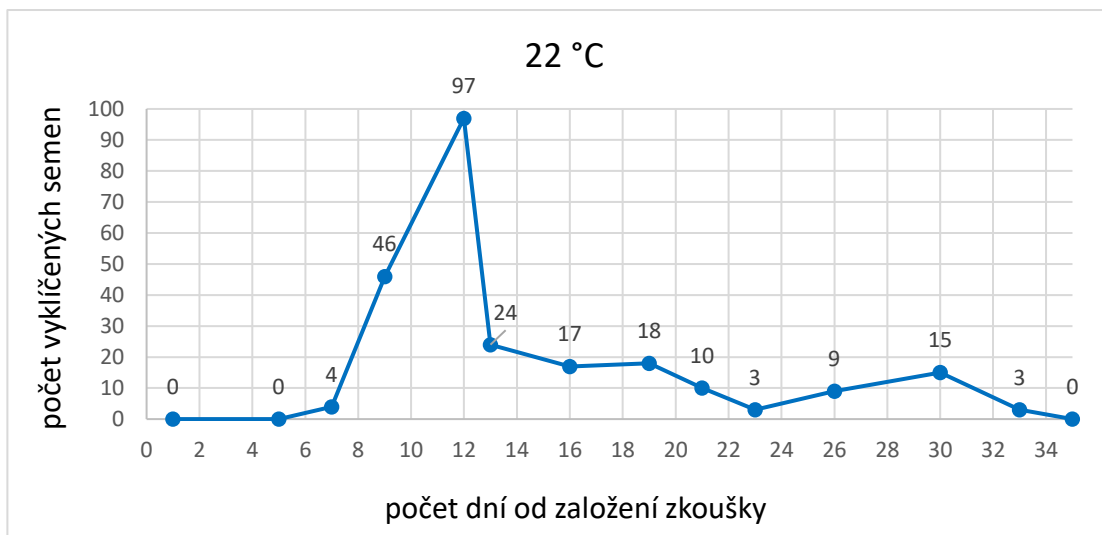
### 5.2. Jednotlivé zkoušky klíčivosti

#### 5.2.1. Zkouška klíčivosti při 22 °C

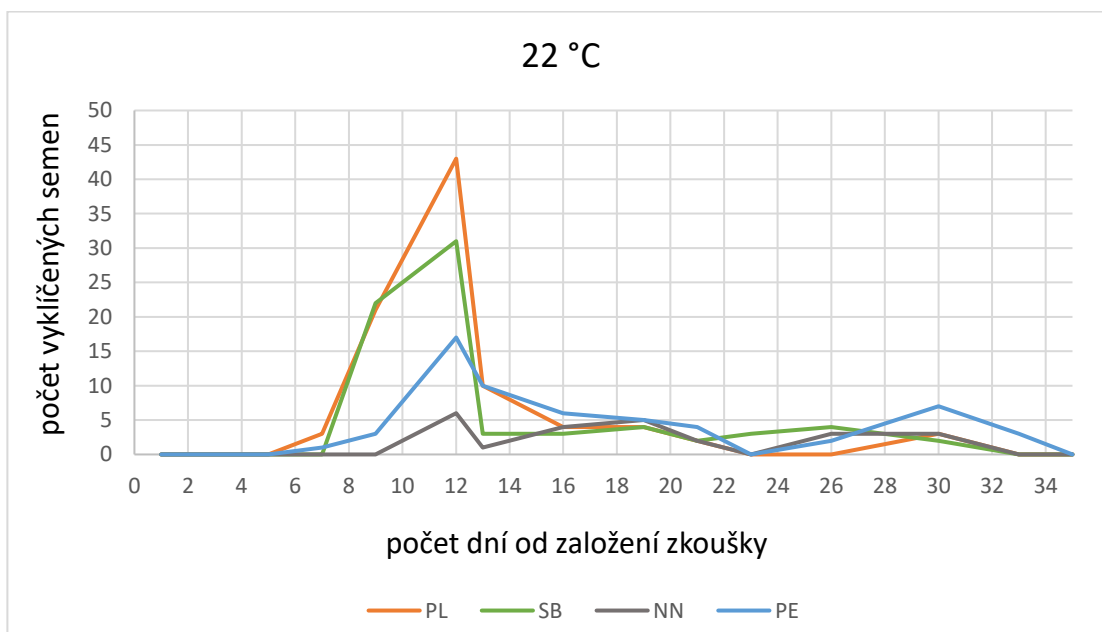
Zkouška klíčivosti s 22 °C byla založena se semeny PL, SB, NN a PE. U každého z těchto oddílů semen byly založeny 4 opakování po 25 semenech. Celkem bylo založeno 400 semen. V průběhu zkoušky nebyl problém s udržení vlhkosti vzorků.

Zkouška byla založena 14.10.2015 a ukončena 18.11.2015. První vyklíčená semena byla zpozorována 21.10.2015, tedy týden od založení zkoušky. Nejvíce semen vyklíčilo (vrchol klíčení) 26.10.2015, tedy 12 dní od založení. V tento den bylo napočítáno 97 vyklíčených semen.

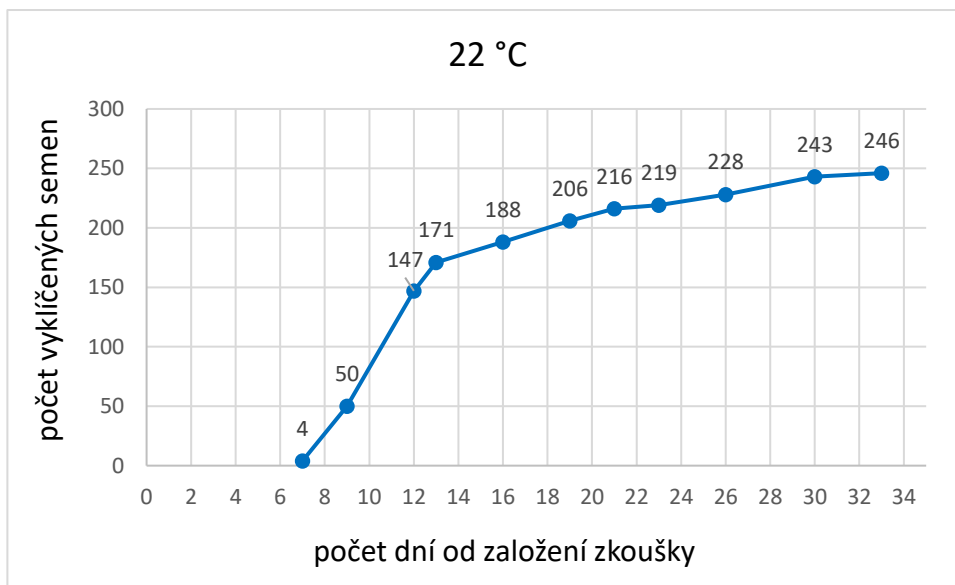
Do konce zkoušky vyklíčilo celkem 246 semen ze 400. To znamená, že ve 22 °C bylo dosaženo **61,5%** klíčivosti. V rámci jednotlivých oddílů semen – u semen PL do konce zkoušky vyklíčilo 90 semen (ze 100), u semen SB 74 semen, dále ze všech opakování semen NN do konce zkoušky vyklíčilo pouhých 24 semen a v rámci semen PE 58 semen.



Obr. 7 Průběh klíčení ve 22 °C (počátek, vrchol a konec klíčení)



Obr. 8 Průběhy klíčení jednotlivých oddílů semen ve 22 °C



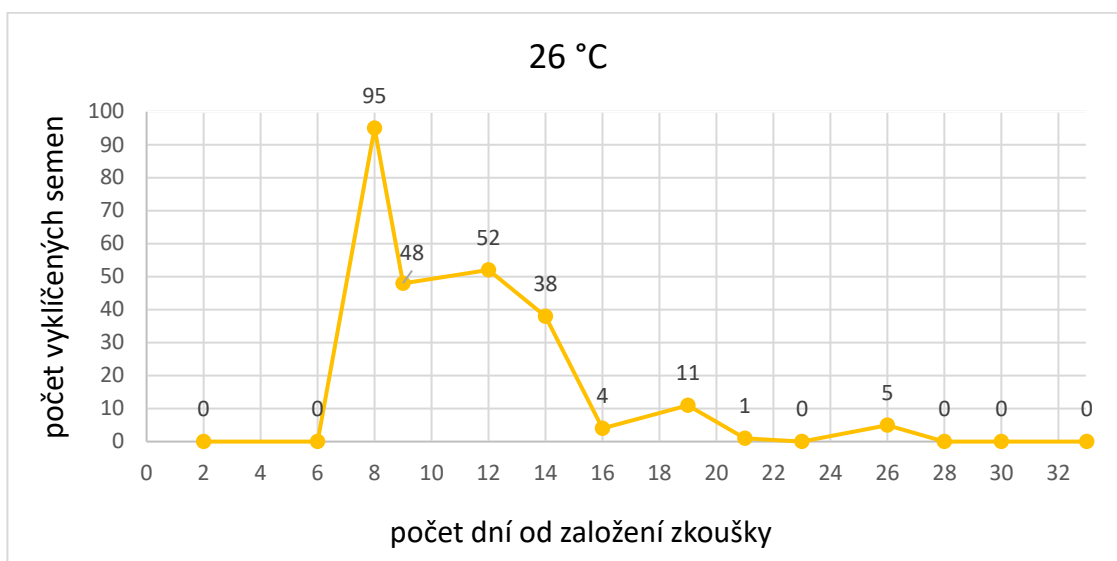
Obr. 9 Graf s kumulovaným počtem vyklíčených semen ve 22 °C

### 5.2.2. Zkouška klíčivosti při 26 °C

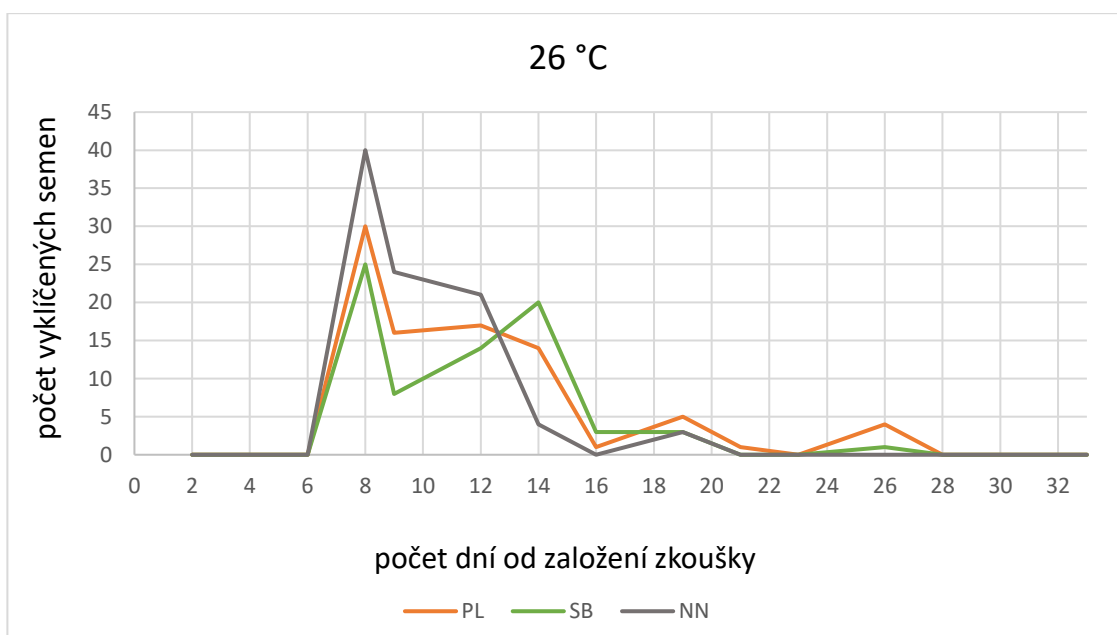
Zkouška byla založena se semeny PL, SB a NN. To znamená, že celkem bylo založeno 300 semen. Všechny vzorky byly opět po celou dobu zkoušky vlhké.

Zkouška byla založena 7.1.2015 a ukončena opět přibližně po měsíci, a to 9.2.2015. Počátek klíčení byl zaznamenán 15.1.2015, tedy 8 dní od založení zkoušky. Vrchol klíčení byl také 8. den od založení zkoušky, kdy bylo spočítáno celkem 95 vyklíčených semen.

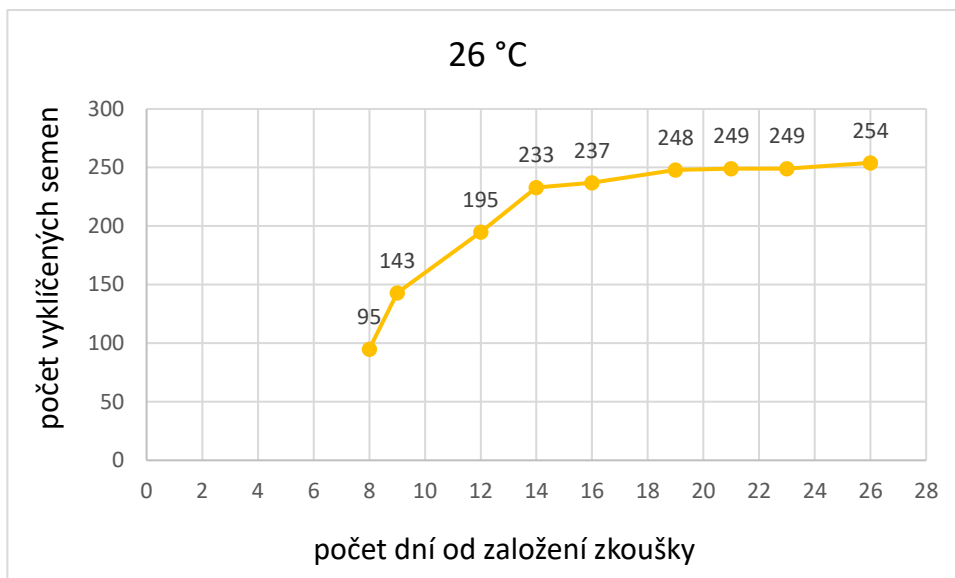
Do konce zkoušky vyklíčilo celkem 254 semen z 300. To znamená klíčivost **84,6 %**. V rámci jednotlivých oddílů semen do konce zkoušky vyklíčilo: 88 semen (ze 100) u semen PL, 74 semen SB a 92 semen NN.



Obr. 10 Průběh klíčení ve 26 °C (počátek, vrchol a konec klíčení)



Obr. 11 Průběhy klíčení jednotlivých oddílů semen ve 26 °C



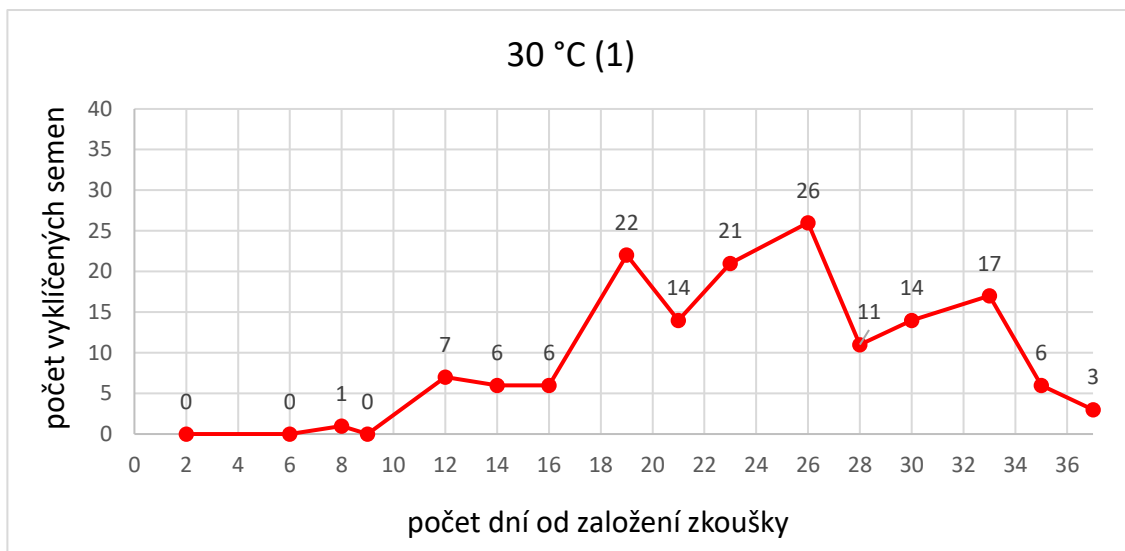
Obr. 12 Graf s kumulovaným počtem vyklíčených semen ve 26 °C

### 5.2.3. Zkouška klíčivosti při 30 °C (1)

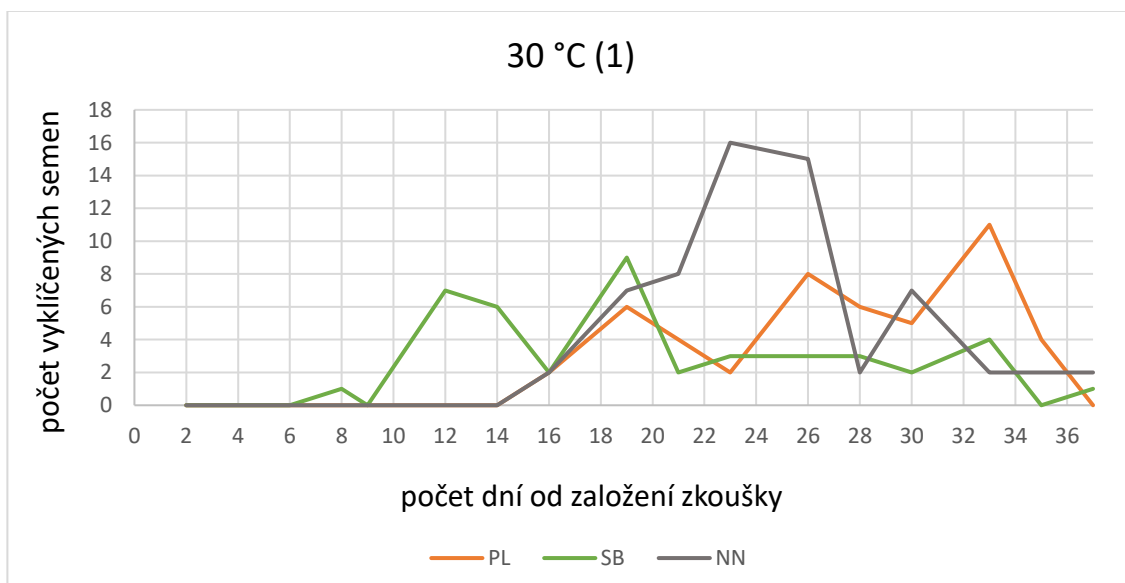
Zkouška ve 30 °C 1. pokusu byla založena se semeny PL, SB a NN, to znamená celkem 300 semen na zkoušku. Některé vzorky byly popsány jako sušší a vyschlé.

Zkouška byla založena 7.1.2015 a ukončena 13.2.2015. Za 8 dní od založení zkoušky vyklíčilo (pouze) 1 semeno (SB), ale další klíčení se objevilo až 19.1., tedy 12 dní od založení zkoušky. Vrchol klíčení byl 26. den od založení zkoušky, kdy bylo spočítáno celkem 26 nově vyklíčených semen. Nicméně se dá říci, že zde byly již dříve dva menší vrcholy klíčení, kdy vyklíčilo 22 a 21 semen (viz Obr. 13).

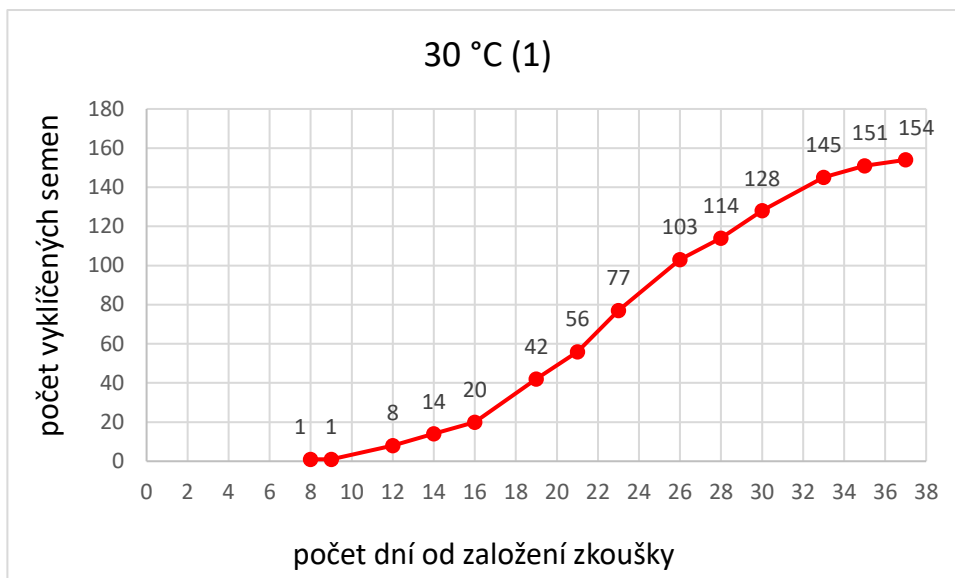
Celkem vyklíčilo 154 semen z 300, to znamená klíčivost **51,3 %**. U semen PL do konce zkoušky vyklíčilo 48 semen ze 100, u semen SB 43 semen a v rámci semen NN vyklíčilo 63 semen.



Obr. 13 Průběh klíčení ve 30 °C (1) (počátek, vrchol a konec klíčení)



Obr. 14 Průběhy klíčení jednotlivých oddílů semen ve 30 °C (1)



Obr. 15 Graf s kumulovaným počtem vyklíčených semen ve 30 °C (1)

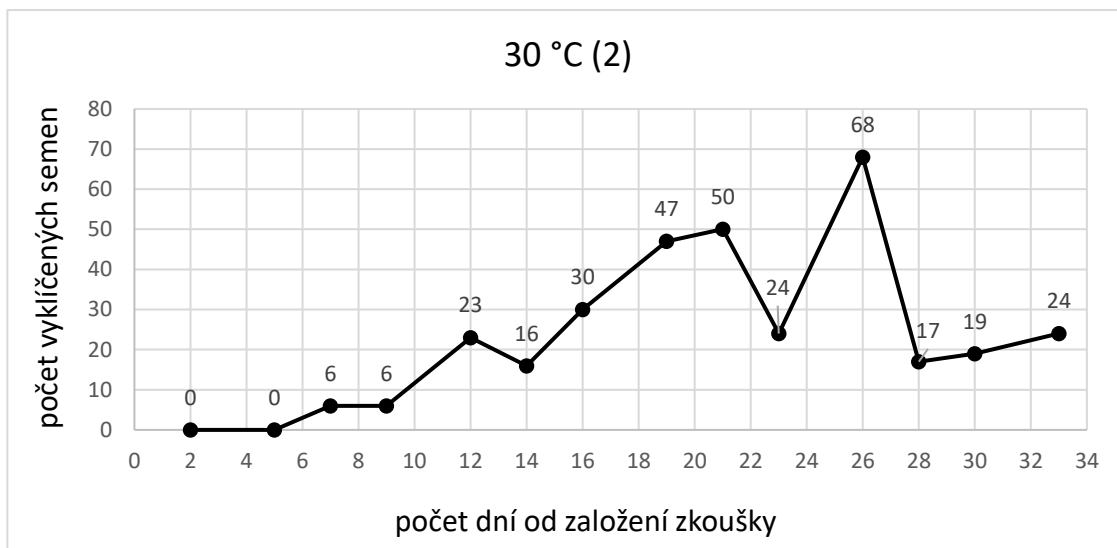
#### 5.2.4. Zkouška klíčivosti při 30 °C (2)

Zkouška 30 °C 2. pokusu byla založena se semeny PL, SB, NN a PE. Navíc zde byla přidána semena ze zkoušky s 22 °C, která do konce zkoušky nevyklíčila. Tyto vzorky byly označeny jako PLx, SBx, NNx a PEx.

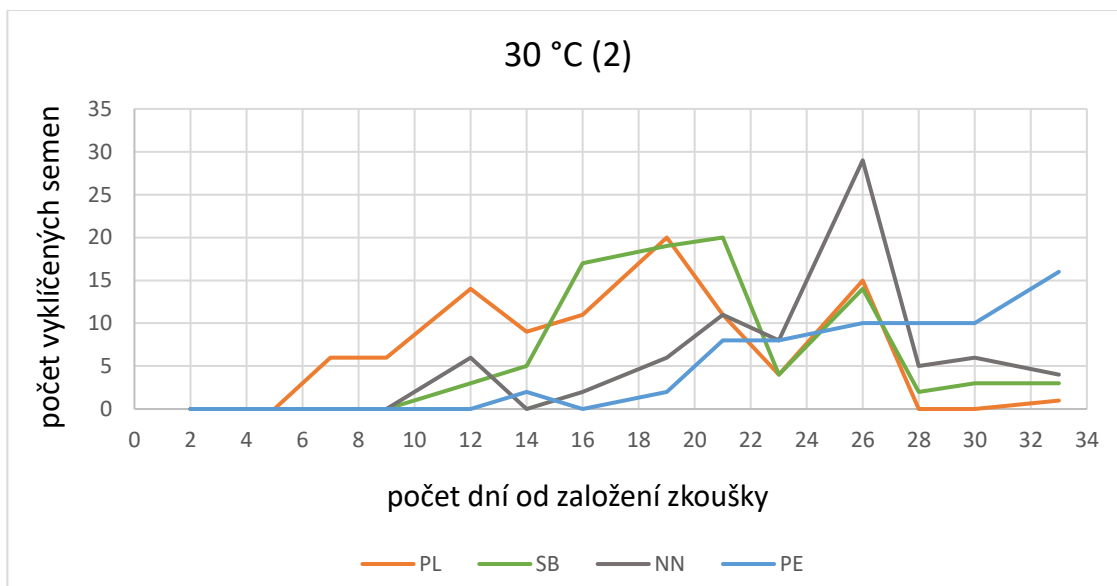
Zkouška byla prováděna v období od 18.11.2015 do 21.12.2015. První vyklíčená semena byla zaznamenána 7. den od založení zkoušky (u nově založených semen). Vrchol klíčení byl 26. den od založení zkoušky, tak jako u zkoušky s 30 °C (1), kdežto zde bylo v tento den napočítáno mnohem více vyklíčených semen, a to 68. V den ukončení zkoušky bylo napočítáno ještě 24 vyklíčených semen, tedy je možné, že by ještě pár semen mohlo následující dny vyklíčit. Zkouška byla ten den ukončena z důvodu následujících svátků, ale i přesto trvala přibližně měsíc, tak jako u ostatních.

Klíčivost byla značně vysoká, podobně jako u zkoušky s 26 °C. Počet vyklíčených semen zde byl 330 ze 400, neboli klíčivost **82,5 %**. Konkrétně vyklíčilo 97 semen PL (ze 100), 90 semen SB, 77 semen NN a 66 semen PE do konce zkoušky.

Počet vyklíčených semen u vzorků PLx, SBx, NNx a PEx byl vyhodnocen zvlášť. U vzorku PLx do konce zkoušky vyklíčila 3 semena ze zbylých 11 semen. U vzorku SBx vyklíčilo 8 semen ze zbylých 25. Dále u vzorku NNx bylo 9 vyklíčených semen ze zbylých 35 a u vzorku PEx ze zbylých 40 semen vyklíčilo 11 semen do konce zkoušky.

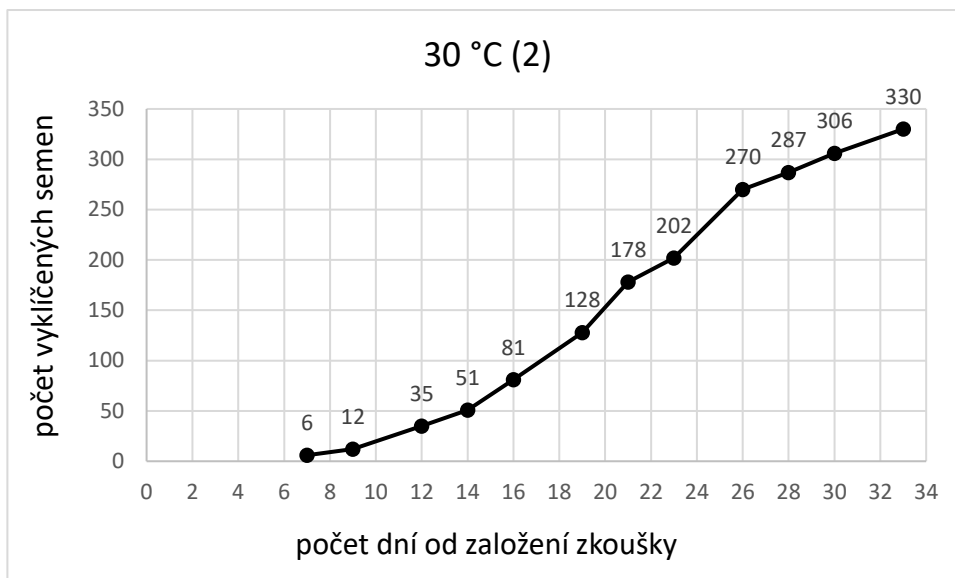


Obr. 16 Průběh klíčení ve 30 °C (2) (počátek, vrchol a konec klíčení)

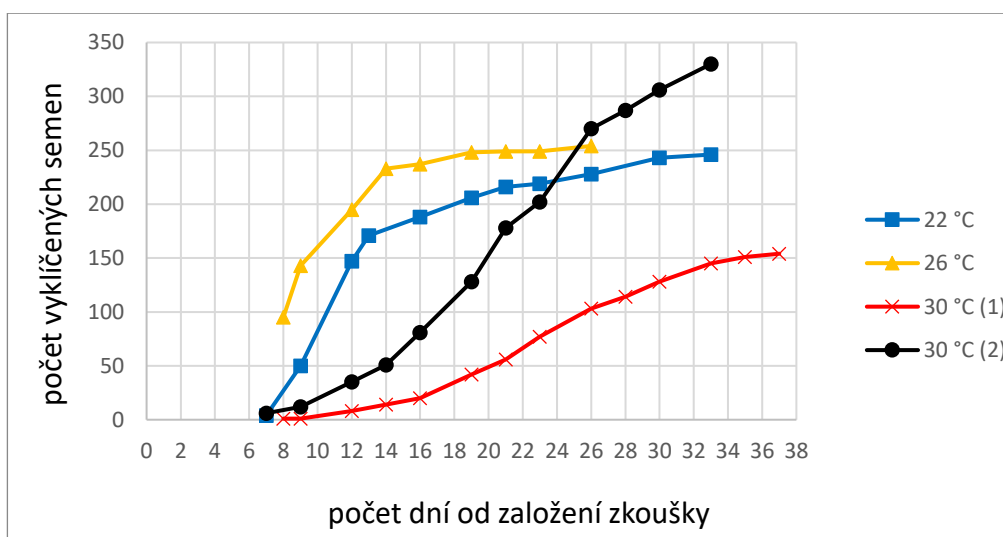


Obr. 17 Průběhy klíčení jednotlivých oddílů semen ve 30 °C (2)





Obr. 18 Graf s kumulovaným počtem vyklíčených semen ve 30 °C (2)

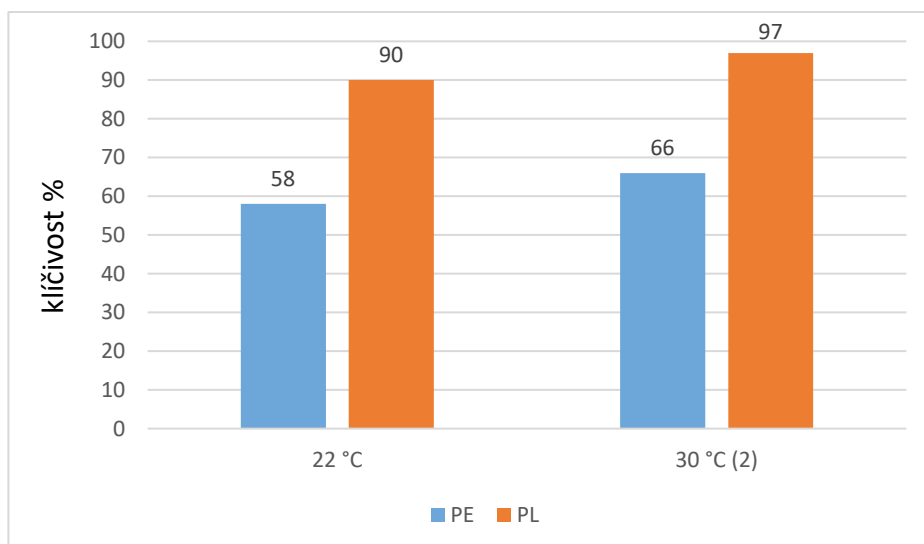


Obr. 19 Graf s kumulovaným počtem vyklíčených semen v rámci teplot

V rámci všech čtyř zkoušek byla první vyklíčená semena zpozorována 7. až 8. den od založení zkoušky. Vrchol klíčení u zkoušek s 22 a 26 °C nastal v průměru 10. den od založení zkoušky. U zkoušek 30 °C 1. a 2. pokusu nastal vrchol klíčení 26. den od založení.

### 5.3. Klíčivost semen z oblasti Skand a Firmihin

Semena PE (z oblasti Skand a přímo z plodů odřezané laty) byla získána později, proto byla použita pouze u zkoušek s teplotou 22 °C a 30 °C (2). Při teplotě 22 °C vyklíčilo 58 semen PE ze 100, tedy jejich klíčivost v rámci této teploty byla 58 %. Při teplotě 30 °C (2) vyklíčilo semen více – 66 semen ze 100, to znamená 66% klíčivost. Semena PL byla také získána přímo z plodů odřezané laty, ale z oblasti Firmihin. Pro srovnání, semena PL měla při 22 °C klíčivost 90 % a při 30 °C (2) klíčivost až 97 %. Z těchto výsledků vyplývá, že poměrně vyšší klíčivost vykazovala semena z Firmihinu než ta ze Skandu, sbíraná stejným způsobem.



Obr. 20 Porovnání klíčivosti semen PE (ze Skandu) a PL (z Firmihinu) ve 22 °C a 30 °C (2)

### 5.4. Energie klíčení

Energie klíčení se ve 22 °C rovná 1 %. Kdežto ve 26 °C je výsledná energie klíčení až 31,6 %. Ve 30 °C (1) vyklíčilo 8. den od založení zkoušky pouze 1 semeno, což by se rovnalo energii klíčení 0,3 %, avšak další klíčení se objevilo až 12. den od založení zkoušky, tedy pokud by byla započítána i semena z 12. dne, byla by výsledná energie klíčení 2,6 %. V poslední zkoušce 30 °C (2) byla energie klíčení vypočtena na 1,5 %.

## 6. Diskuze

### 6.1. Počet plodů a semen

Plodem dračince rumělkového je bobule, obsahující 1–3 semena (Adolt a Pavliš, 2004). Největší podíl v latě (z roku 2014, použité v této práci) tvořily plody se dvěma semeny a nejmenší podíl tvořily plody s jedním semenem, kdy konkrétně bylo v latě 427 plodů, z toho 92 plodů obsahovalo 1 semeno, 194 obsahovalo 2 semena a 141 plodů 3 semena. Celkem bylo v latě 903 semen (viz Tab. 1, kap. 5.1.). Naopak Adolt (2001) ve svých výsledcích uvádí nejvyšší výskyt plodů s jedním semenem a nejnižší se třemi semeny, kdy konkrétně jeho lata obsahovala 253 plodů, a z toho jich 156 obsahovalo jedno semeno, 81 dvě semena a pouhých 16 plodů tři semena. S výsledky Adolta (2001) souhlasí údaje o počtu plodů a semen v latě utržené v červnu roku 2003, kde byl také nejvyšší výskyt plodů s jedním semenem a nejmenší podíl tvořily plody se třemi semeny (vedoucí práce Ing. Hana Habrová, Ph.D., ústní sdělení, 13.11.2014). Konkrétně bylo v této latě napočítáno 870 plodů, z čehož 699 obsahovalo 1 semeno, 141 plodů obsahovalo 2 semena a 30 plodů 3 semena, navíc zde bylo započítáno 49 volných semen. Celkem v této latě bylo 1120 semen (vedoucí práce Ing. Hana Habrová, Ph.D., ústní sdělení, 13.11.2014). Zajímavé je, že v latě z roku 2014 bylo plodů téměř o polovinu méně než v této latě z roku 2003, a i přesto byl počet semen v obou letech ve výsledku podobný. Pochopitelně je to dáno tím, že v latě z roku 2014 byl vyšší výskyt plodů se dvěma a třemi semeny, kdežto u latic z roku 2003 byl vyšší výskyt plodů s jedním semenem. Na druhou stranu Adolt (2001) napočítal v jeho latě 253 plodů a ve výsledku pouze 366 semen. Vyhodnotit, jestli vůbec existuje určité pravidlo ve výskytu určitého počtu semen v plodech, např. jestli je výskyt jednoho semene častější než dvou semen, lze spíše až při srovnání s větším množstvím takových výsledků.

### 6.2. Zkoušky klíčivosti

#### 6.2.1. Zkouška klíčivosti při 22 °C

Při 22 °C bylo dosaženo klíčivosti 61,5 %. Teplota 22 °C by se dala považovat za průměrnou pokojovou teplotu. Při pokojové teplotě (v průměru při 21 °C) byl proveden výzkum Hubálkové et al. (2015), ve kterém bylo dosaženo klíčivosti semen *D. cinnabari* až 84 %, a to i přestože byla semena sbírána ze země. Tento výsledek se poněkud liší oproti 61,5 % dosažených v rámci této práce. Dá se podotknout, že semena NN měla klíčivost ve

22 °C pouhých 24 % a semena PE zde měla také nižší klíčivost, a to 58 %, což výslednou klíčivost sice ovlivnilo, na druhou stranu, ta vycházela z dostatečného množství semen, a to 400 semen.

Více odlišné hodnoty klíčivosti uvádí Adolt (2001), který klíčil semena *D. cinnabari* v průměru při 22 °C, kdy bylo dosaženo klíčivosti pouhých 5 a 22 %. Adolt (2001) říká, že těchto hodnot bylo dosaženo pouze po ošetření semen octem (klíčivost 5 %) nebo 1% roztokem peroxidu vodíku (klíčivost 22 %), bez těchto úprav semena vůbec neklíčila. Autor došel k závěru, že takto nízké hodnoty klíčivosti mohly být způsobeny dormancí semen a pravděpodobně i nízkou teplotou klíčení, kdy uvádí, že teploty půdy na Sokotře i v 5 cm hloubky mohou dosahovat 20 až 27 °C (dle oblasti).

### **6.2.2. Zkouška klíčivosti při 30 °C 1. a 2. pokusu**

Při 30 °C 1. pokusu (1) bylo dosaženo klíčivosti 51,3 %, kdežto ve 30 °C 2. pokusu (2) klíčivosti až 82,5 %. Důvod toho rozdílu je takový, že vzorky při 30 °C (1) byly uloženy v zařízení, ve kterém docházelo k příliš rychlému vysušování většiny vzorků (pravděpodobně kvůli větráku v zadní části přístroje, který byl blízko vzorků). Tím pádem nebylo možné udržet všechny vzorky dostatečně vlhké po celou dobu zkoušky, a to ani po přidávání většího množství vody. Vzhledem k tomu lze říci, že zde nebyly vytvořeny optimální podmínky pro klíčení, a že tomu odpovídá výsledná nižší klíčivost. Při zkoušce 30 °C (2) byla semena klíčena již v druhém zařízení, kde k vysušování vzorků nedocházelo, a tomu odpovídá dosažená klíčivost vyšší.

Ve 30 °C (2) byla navíc klíčena zbylá semena z 22 °C. Tyto vzorky nesly označení PLx, SBx, NNx a PEx. Předpokládalo se, že by mohla některá semena ještě vyklíčit, kdyby se zvýšila teplota. Výsledky ukazují, že u každého ze vzorků došlo k dalšímu klíčení (viz kap. 5.2.4.), to znamená, že tento předpoklad se potvrdil. Dá se předpokládat, že k dalšímu klíčení došlo především díky zvýšené teplotě, a ne pouze kvůli prodloužení doby klíčení, protože u vzorků PL, SB a NN dva dny před ukončením zkoušky ve 22 °C nebyla zaznamenána žádná nově vyklíčená semena a následně ve 30 °C (2) se první vyklíčená semena objevila až 12. a 16. den od založení této zkoušky.

Navíc bylo zjištěno, že ze zbylých 46 semen, která nevyklíčila do konce zkoušky ve 26 °C, jich bylo 85 % živých, tedy pravděpodobně dormantních, a zbylých 15 % tvořila semena mrtvá (vedoucí práce Ing. Hana Habrová, Ph.D., ústní sdělení, 15.03.2017).

### 6.3. Optimální teplota klíčení semen *Dracaena cinnabari*

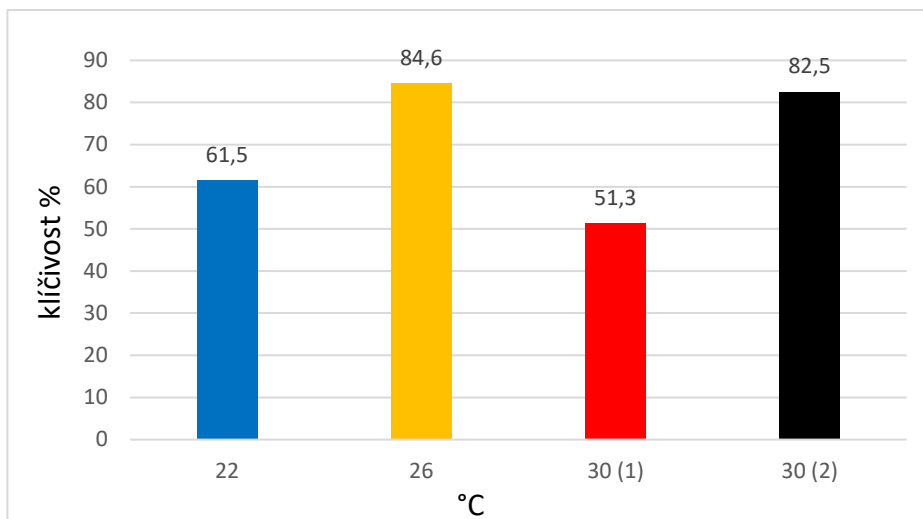
Podle FloraBank (1999) se optimální teplota klíčení semen tropických druhů pohybuje v rozmezí vyšších teplot, a to okolo 25–35 °C. Z výsledků práce je patrné, že nejvyšší klíčivosti bylo dosaženo ve 26 °C (s klíčivostí 84,6 %) a 30 °C (2) (s klíčivostí 82,5 %), které se v tomto uvedeném rozmezí teplot pohybují.

Chan-Chin a Govinden-Soulange (2015) zkoumali klíčivost *Dracaena concinna*, endemického druhu ostrova Mauricius, a to v rozmezí teplot 15–35 °C. Výsledky těchto autorů ukazují, že semena *D. concinna* při 15 °C neklíčila vůbec, při 20 °C byla klíčivost 8,3 %, ale při 25 °C se zvýšila až na 92 %. Při 30 a 35 °C dosahovala klíčivost 80 %. To znamená, že klíčivost tohoto druhu dosahovala vyšších hodnot právě od 25 do 35 °C (Chan-Chin a Govinden-Soulange, 2015). Tyto výsledky jsou poměrně podobné výsledkům dosaženým v této práci u semen *D. cinnabari*, která také dosahovala vyšší klíčivosti (zejména) za vyšších teplot. I když porovnávat odlišný druh *D. concinna* s *D. cinnabari* nemusí být příliš vhodné, i přesto jiná studie než studie těchto autorů, která by zkoumala klíčivost příbuznějšího druhu při vyšší teplotě, nebyla nalezena.

Výsledky vyšší klíčivosti semen *D. cinnabari* (zejména) při vyšších teplotách potvrzují domněnku Adolta a Pavliše (2004), že vyšší teplota je důležitým podnětem pro klíčení semen tohoto druhu.

### 6.4. Klíčivost jednotlivých oddílů semen v rámci teplot

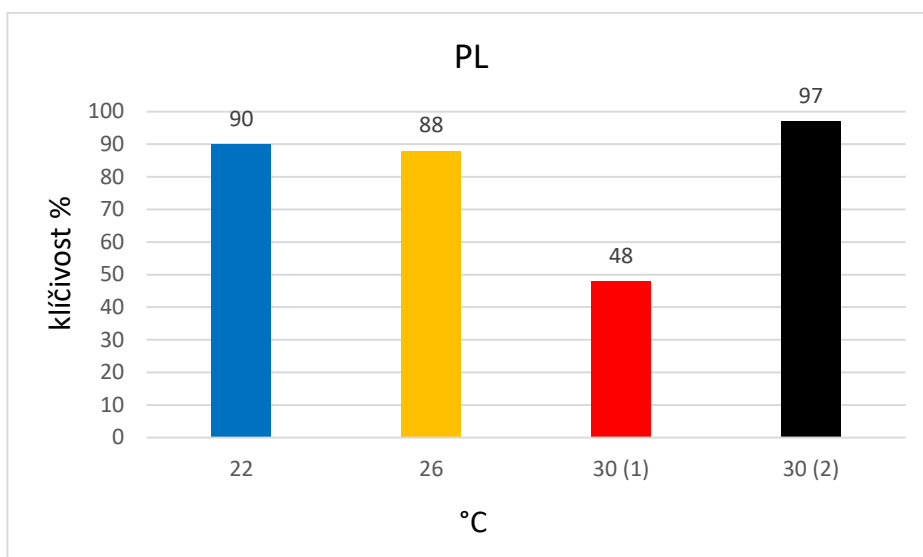
Při zkoušce s 22 °C bylo dosaženo 61,5% klíčivosti. Dále při zkoušce s 26 °C bylo dosaženo klíčivosti 84,6 %. U zkoušky 30 °C (1) byla klíčivost 51,3 % a při zkoušce 30 °C (2) 82,5 %. Z výsledků je patrné, že nejvyšší klíčivosti bylo dosaženo ve 26 °C, a také ve 30 °C (2), kde byla klíčivost nižší o pouhých 2,1 %.



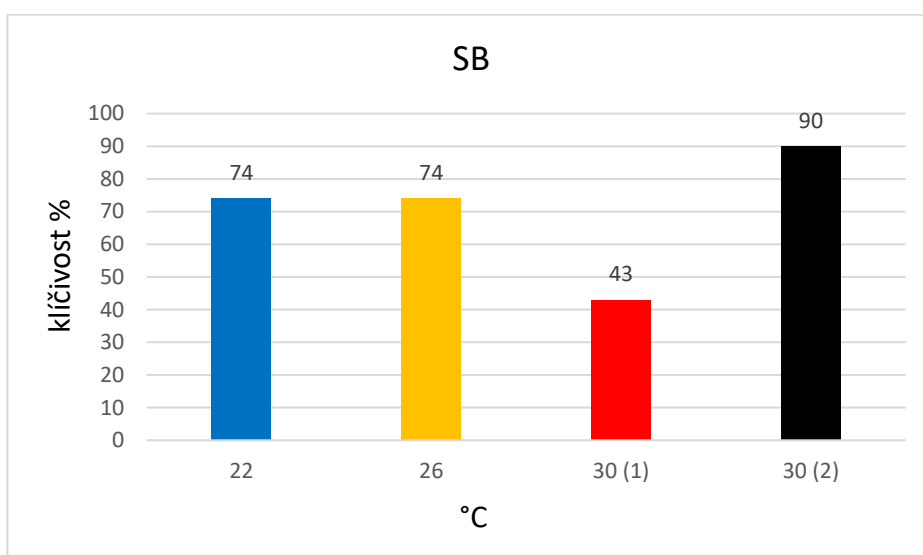
Obr. 21 Porovnání celkové klíčivosti semen (%) dosažené u jednotlivých teplot (°C)

Obr. 21 zobrazuje vždy celkovou klíčivost ze všech použitých semen v dané zkoušce, ale klíčivost se mezi jednotlivými oddíly v rámci jedné zkoušky lišila.

Semena PL a SB dosahovala docela podobných hodnot klíčivosti v rámci všech teplot, což mohlo být způsobeno tím, že pocházela ze stejné lokality. Dalo by se předpokládat, že semena PL a SB budou dosahovat vyšší klíčivosti při vyšších teplotách, protože ze všech použitých oddílů semen pochází z nejnižší nadmořské výšky (cca. 650 m n. m.). Z grafů (Obr. 22 a 23) lze vidět, že semena PL a SB měla nejvyšší klíčivost vždy při nejvyšší teplotě (ve 30 °C (2) s klíčivostí 97 a 90 %), na druhou stranu je nutné podotknout, že klíčivost ve 30 °C (2) se příliš výrazně nelišila od klíčivosti ve 22 °C, kde byla klíčivost překvapivě také vysoká.

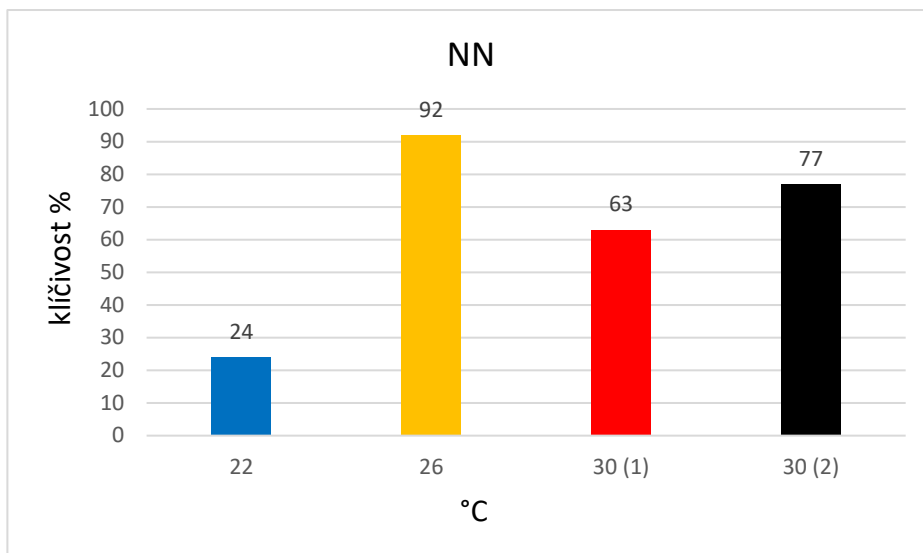


Obr. 22 Klíčivost semen PL u jednotlivých teplot (vždy ze 100 semen)



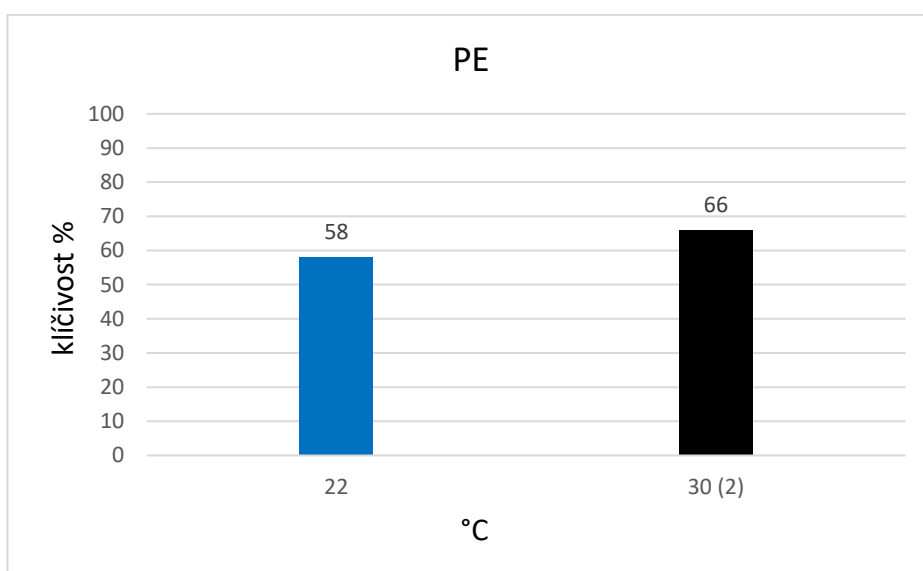
Obr. 23 Klíčivost semen SB u jednotlivých teplot (vždy ze 100 semen)

Semena NN pochází (pravděpodobně) z oblasti Sirhin, tj. z nadmořské výšky cca. 850 m n. m. Semena NN dosahovala nejvyšší klíčivosti při 26 °C, a to 92 %, ale ve 30 °C (2) byla klíčivost nižší (77 %) a ve 22 °C výrazně nízká a nejnižší (24 %).



Obr. 24 Klíčivost semen NN u jednotlivých teplot (vždy ze 100 semen)

Semena PE pochází z nejvyšší nadmořské výšky, cca. 1400 m n. m. To znamená, že by tato semena mohla klíčit více při nižších teplotách. U semen PE byla klíčivost celkově poměrně nižší. I přesto došlo ve 30 °C (2) ke zvýšení klíčivosti (i když pouze o 8 %), což by daný předpoklad vyšší klíčivosti těchto semen při nižších teplotách nemuselo potvrdit. Navíc většina semen PE vyklíčila až ke konci zkoušky ve 30 °C (2), je tedy možné, že by při prodloužení této zkoušky ještě pár semen vyklíčilo (viz Obr. 17, kap. 5.2.4.)



Obr. 25 Klíčivost semen PE ve 22 °C a 30 °C (2), (vždy ze 100 semen)



Při porovnání hodnot klíčivosti ve 30 °C (2) by se dalo zpozorovat, že zde dosahovala nejvyšší klíčivosti semena z nejnižší nadmořské výšky (PL a SB), a že u semen z vyšší nadmořské výšky (NN a PE) byla klíčivost ve 30 °C (2) nižší. Na druhou stranu, semena PE měla klíčivost celkově poměrně nižší. A kromě toho při nejnižší použité teplotě 22 °C byla klíčivost mezi jednotlivými oddíly semen značně proměnlivá, např. u semen PL a SB byla klíčivost ve 22 °C značně vysoká, zatímco u semen NN a PE byla nižší.

## 6.5. Statisticky významný rozdíl v klíčivosti

Byl testován statisticky významný rozdíl v klíčivosti mezi teplotami daného oddílu semen. Byla použita analýza rozptylu neboli ANOVA, a to jednofaktorová neparametrická ANOVA neboli Kruskal-Wallisův test. Důvodem použití neparametrické metody analýzy rozptylu je malý počet opakování u jednotlivých oddílů semen. Hodnota hladiny významnosti  $\alpha$  byla stanovena na 0,05. Do testování nebyla započítána zkouška 30 °C (1), jelikož zde byla klíčivost ovlivněna nedostatkem vody. Nulová a alternativní hypotéza byly stanoveny následovně:

$H_0$ : statisticky významný rozdíl v klíčivosti se mezi teplotami nevyskytuje

$H_1$ : statisticky významný rozdíl v klíčivosti se mezi teplotami vyskytuje

U oddílu semen PL byla  $H_0$  nezamítnuta ( $p$  hodnota = 0,1340). To znamená, že zde nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v klíčivosti mezi skupinami (teplotami), ale že je průměrná klíčivost poměrně stejná ve všech teplotách.

U semen SB byla  $H_0$  analýzou rozptylu zamítnuta ( $p$  hodnota = 0,0236), ale následný test mnohonásobného porovnání neukázal žádný statisticky významný rozdíl. Jedná se o klíčivost 90 % ve 30 °C (2) oproti klíčivosti 74 % ve 22 a 26 °C. Rozdíl v klíčivosti je tedy 16 %. U teploty 30 °C (2) byla  $p$  hodnota (po vyhodnocení testem mnohonásobného porovnání) 0,055809, tedy těsně nad hodnotou  $\alpha$  0,05, kdy tím pádem u testu mnohonásobného porovnání nedošlo k detekci významného rozdílu, protože má tento test nižší sílu testu, to znamená, že má větší tendenci nulovou hypotézu nezamítnout oproti analýze rozptylu. Rozdíl v klíčivosti mezi 90 a 74 % by tedy nemusel být považován za příliš výrazný.

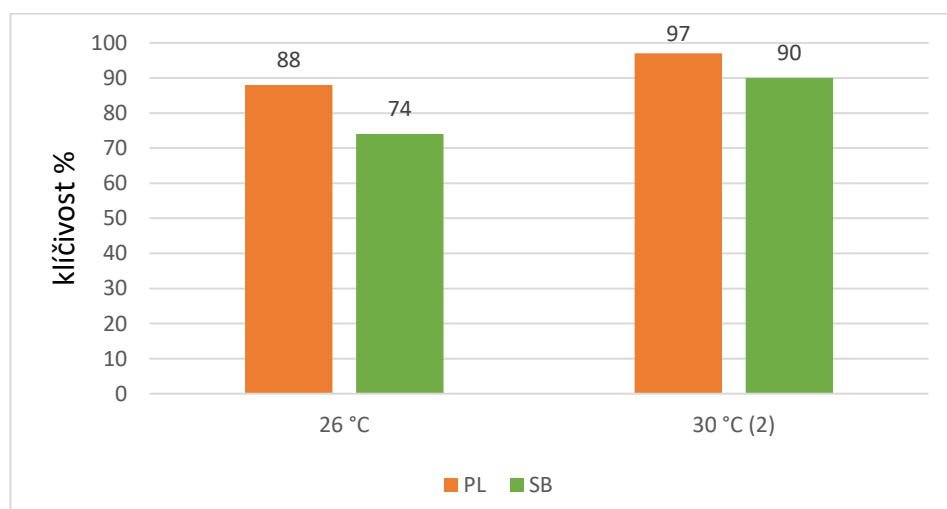
U semen NN byla  $H_0$  zamítnuta ( $p$  hodnota = 0,0069). Následně se pokračovalo testem mnohonásobného porovnání, díky kterému se zjistilo, že klíčivost ve 22 °C je statisticky

významně odlišná od klíčivosti ve 26 °C, kdežto hodnoty klíčivosti ve 26 °C a 30 °C (2) se od sebe statisticky významně neliší (viz Tab. 5 v příloze, kap. 11.1.).

U semen PE byla  $H_0$  nezamítnuta ( $p$  hodnota = 0,5590). Jinými slovy, nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v klíčivosti mezi teplotami, stejně jako u semen PL.

## 6.6. Vyhodnocení vhodného způsobu sběru semen

Vliv způsobu sběru semen na jejich kvalitu a tím na výslednou klíčivost byl vyhodnocen především u semen PL a SB (které pocházely ze stejné lokality), kdy semena PL byla získána přímo z plodů odřezané lody a semena SB byla sbírána ze země. Klíčivost semen PL se v rámci vyšších (optimálnějších) teplot v průměru rovná 92,5 % (konkrétně (vždy ze 100 semen) vyklíčilo 88 semen při 26 °C a 97 semen při 30 °C (2)). Klíčivost semen SB v rámci vyšších teplot je v průměru 82 % (konkrétně vyklíčilo 74 semen při 26 °C a 90 semen při 30 °C (2)). Rozdíl v průměrné klíčivosti mezi těmito oddíly semen je 10,5 %. Z těchto výsledků lze vyhodnotit, že způsob sběru semen ze země zde neměl výrazný vliv na kvalitu semen, a že semena sbíraná ze země (SB) dosahovala vysokých hodnot klíčivosti, a to i přesto, že byla u semen SB předpokládána horší kvalita, protože u semen sbíraných ze země se obvykle horší kvalita očekává, jak zmiňuje Schmidt (2000), semena opadlá na zem mohou být napadena půdními patogeny nebo hmyzem, čímž dochází ke zhoršení jejich kvality. To ale nevylučuje uvedený fakt, že ke zhoršení kvality opadlých semen může dojít. Semena PL měla klíčivost u všech použitých teplot vždy vyšší než semena SB, to znamená, že o něco vyšší kvalitu měla, jen byly tyto rozdíly málo výrazné (viz Tab. 2).



Obr. 26 Porovnání klíčivosti semen PL a SB (v rámci vyšších teplot)

Tab. 2 Počet vyklíčených semen PL a SB v rámci teplot (vždy ze 100 semen)

	<b>22 °C</b>	<b>26 °C</b>	<b>30 °C (1)</b>	<b>30 °C (2)</b>
<b>PL</b>	90	88	48	97
<b>SB</b>	74	74	43	90

Tak jako u semen SB, byla předpokládána horší kvalita také u semen NN, nicméně tato semena dosahovala za vyšších teplot klíčivosti 77–92 %. Na druhou stranu, ve 22 °C měla klíčivost pouhých 24 %.

Tab. 3 Počet vyklíčených semen NN v rámci teplot (vždy ze 100 semen)

	<b>22 °C</b>	<b>26 °C</b>	<b>30 °C (1)</b>	<b>30 °C (2)</b>
<b>NN</b>	24	92	63	77

Semena PE byla sbírána přímo z plodů, tak jako semena PL a NN, ale oproti nim měla klíčivost poměrně nižší. Kromě klíčivosti ve 22 °C s porovnáním se semeny NN, kde měla semena PE klíčivost o 34 % vyšší.

Tab. 4 Počet vyklíčených semen PE v rámci teplot (vždy ze 100 semen)

	<b>22 °C</b>	<b>30 °C (2)</b>
<b>PE</b>	58	66

## 6.7. Klíčivost semen z oblasti Skand a Firmihin

Semena PE, která pocházela ze Skandu a byla získána přímo z plodů odřezané laty, měla při srovnání se semeny z Firmihinu PL (také z plodů) poměrně nižší klíčivost. Při teplotě 22 °C byla klíčivost semen PE 58 % a při 30 °C (2) 66 %. U semen PL byla klíčivost ve 22 °C 90 % a při 30 °C (2) 97 %. Na druhou stranu, mohl být tento rozdíl způsoben tím, že semena pocházela z jedné laty, tedy pouze z jednoho jedince, protože u některých druhů se může klíčivost lišit nejen mezi populacemi, ale i v rámci jedinců jedné populace, kdy tyto rozdíly v klíčivosti mohou být nejen genetického původu, ale mohou být také ovlivněny

vnějšími podmínkami v době zrání semen, např. délkou dne, okolní teplotou, dostupností vody, které mohou vést u některých druhů ke zvýšení či snížení počtu dormantních semen nebo hloubky dormance (Gutterman, 2000). Popřípadě by rozdíl v klíčivosti mohl být způsoben tím, že není jisté, zda byla všechna semena PE v době sběru plně dozralá. Hubálková et al. (2015) dosáhli u semen ze Skandu klíčivosti vyšší – 78 %, a to i přestože byla sbíraná ze země (stanoveno při teplotě 21 °C v průměru). Klíčivost semen z Firmihinu zde byla 90 %, ale autoři uvádí, že rozdíl v klíčivosti semen u těchto dvou oblastí je nevýrazný.

## 7. Závěr

Semena *Dracaena cinnabari* byla při zkouškách klíčivosti vystavena třem rozdílným teplotám – 22, 26 a 30 °C. U každé z teplot byly použity různé oddíly semen, které se lišily ve způsobu sběru a současně lokalitou sběru. Oddíly nesly označení PL, SB, NN a PE.

Nejvyšší klíčivosti bylo dosaženo ve 26 °C, s klíčivostí 84,6 % a ve 30 °C (2. pokusu), s klíčivostí 82,5 %. Dle klíčivosti by obě teploty mohly být výslednými optimálními teplotami, avšak s údaji o energii klíčení, by byla spíše teplota 26 °C doporučena jako optimální pro klíčení semen *Dracaena cinnabari*. Ve 26 °C byla energie klíčení 31,6 %, kdežto ve 30 °C (2) pouhých 1,5 %. Z toho vyplývá, že ve 26 °C vyklíčila semena rychleji, to znamená, že by zkouška ve 26 °C mohla trvat kratší dobu než (celkově) ve 30 °C, což lze zpozorovat také z výsledků práce, kdy obě zkoušky, s 26 °C a 30 °C (2), byly ukončeny ve stejný den, a to 33. den, ale ve 26 °C byla poslední vyklíčená semena zaznamenána 26. den od založení zkoušky, kdežto ve 30 °C (2) bylo 33. den zaznamenáno ještě 24 nově vyklíčených semen.

Dále lze z výsledků práce shrnout, že naopak ve 30 °C 1. pokusu bylo dosaženo celkové klíčivosti 51,3 %, a to kvůli faktu, že zde nebyly vytvořeny optimální podmínky pro klíčení. V rámci oddílů semen bylo nejvyšší klíčivosti dosaženo u semen PL, a to 97 % ve 30 °C (2). Dále, ve 22 °C byla celková klíčivost 61,5 %, což by nemuselo být považováno za nízkou hodnotu, na druhou stranu, byla klíčivost ve 22 °C mezi jednotlivými oddíly značně proměnlivá, kdy nejnižší dosažená hodnota klíčivosti byla pouhých 24 %. Kdežto klíčivost ve vyšších (optimálnějších) teplotách neklesla pod 66 % (ve 26 °C a 30 °C (2)). Výsledky tedy dokazují vyšší klíčivost semen tohoto druhu zejména za vyšších teplot.

V rámci jedné zkoušky (teploty) se klíčivost mezi jednotlivými oddíly semen lišila, a tím, že oddíly pocházely z odlišných nadmořských výšek (dalo by se říci, že z odlišných oblastí provenience), bylo předpokládáno, že by tyto rozdíly v klíčivosti mohly být způsobeny i tímto faktorem. Bylo předpokládáno, že by semena PL a SB z nejnižší nadmořské výšky mohla klíčit více při vyšších teplotách a semena NN a PE z vyšších nadmořských výšek více při nižších teplotách. Nicméně, tento předpoklad nelze jednoznačně potvrdit, protože u semen NN a PE byla klíčivost ve 22 °C nižší než u semen PL a SB, a navíc byly případy, kdy při zvýšení teploty došlo ke zvýšení klíčivosti, bez ohledu na oddíl semen (u vzorků PLx, SBx, NNx a PEx).

Jedním z hlavních cílů bylo vyhodnotit vhodný způsob sběru semen, který by mohl přispět k zajištění co nejkvalitnějšího semenného materiálu pro následné pěstování sazenic při umělé obnově populací. Z výsledků a porovnání vyplývá, že semena sbíraná přímo z plodů PL a NN vysokou klíčivost vykazovala (kromě semen NN ve 22 °C s klíčivostí 24 %), ale semena PE sbíraná stejným způsobem měla klíčivost spíše průměrnou. U semen PE se mohlo stát, že nebyla všechna semena v době sběru plně dozralá, případně se mohlo celkově jednat o špatnou úrodu. Dále byla vyhodnocena klíčivost semen SB neboli semen sbíraných ze země, u kterých tím byla předpokládána horší kvalita. Nicméně tato semena prokázala poměrně vysokou klíčivost, podobně jako semena PL ze stejné lokality. Tento výsledek je poměrně překvapivý a je možné, že by opadlá semena nemusela být při sběru pokaždé zavrhována. Na druhou stranu je pochopitelně nutné brát v potaz, že u jiných semen opadlých na zem nemusí být dosaženo stejných výsledků. Popřípadě je vhodné (pokud možno) zohlednit, jak dlouho ležela semena na zemi před samotným sběrem.

Z výsledků je také patrné, že v jedné latě se může nacházet přibližně až 900 semen, a pokud vezmeme v úvahu, že semena dosahovala zejména průměrných a vysokých hodnot klíčivosti, lze pravděpodobně usoudit, že tento druh má poměrně vysokou potenciální schopnost přirozené regenerace. Je tedy zřejmé, že pro záchranu populací na místech, kde se již nachází nedostatečné množství stromů, stačí i jeden kvetoucí jedinec k tomu, aby byl získán dostatečný počet semen, a tím za dodržení optimálních agrotechnických postupů vypěstován dostatek sazenic pro následné výsadby. Např. se jedná o populaci oblasti Quatariyah na JJZ ostrova, která čítá posledních pět stromových jedinců.

## 8. Summary

The laboratory germination tests with *Dracaena cinnabari* seeds were performed under three different temperatures – 22, 26 and 30 °C. In each temperature the different seed sections were used which differed in collection method and locality of collection as well. The sections were named as PL, SB, NN, PE.

The highest germinability was achieved at 26 °C with germinability 84,6 % and at 30 °C (of 2<sup>nd</sup> attempt) with germinability 82,5 %. According to those results of germinability the both temperatures could be evaluated as optimal, however with the results of germination energy there would be rather recommended 26 °C as optimal temperature for germination of *Dracaena cinnabari* seeds. Germination energy was 31,6 % at 26 °C and only 1,5 % at 30 °C (2). It follows that seeds germinated faster at 26 °C, it means that a germination test at 26 °C could take less time than (in overall) at 30 °C, which can be observed also from the results of this work when both germination tests, with 26 °C and 30 °C (2), were ended at the same day, that is 33<sup>rd</sup> day, but at 26 °C the last germinated seeds were recorded 26<sup>th</sup> day from the test establishment, whereas at 30 °C (2) there were recorded 24 newly germinated seeds still 33<sup>rd</sup> day.

On the contrary, the germinability at 30 °C of 1<sup>st</sup> attempt was 51,3 %, due to the fact that optimal conditions for seed germination were not created there. Within the seed sections the highest germinability was achieved with seeds from the PL section, that is 97 % at 30 °C (2). Moreover, the germinability at 22 °C was 61,5 %, which does not seem to be a low value, on the other hand the germinability considerably varied between individual seed sections at this temperature, where the lowest value achieved was only 24 %. Whereas germinability at higher (more optimal) temperatures did not drop below 66 % (at 26 °C and 30 °C (2)). Thus the results show a higher germinability of *Dracaena cinnabari* seeds particularly at higher temperatures.

The germinability varied between individual seed sections within one germination test (temperature) and because these seed sections were from different altitudes (it could be said that from different regions of provenance), it was assumed that these differences in germinability could be caused also by this factor. It was assumed that the PL and SB seeds could germinate more at higher temperatures because they were from the lowest altitude and that the NN and PE seeds could germinate more at lower temperatures because they were from higher altitudes. However, this assumption cannot be confirmed because the

germinability of the NN and PE seeds was lower than of the PL and SB seeds at 22 °C and moreover there were cases when an increase in temperature led to an increase in germinability regardless of the seed section (within samples PLx, SBx, NNx and PEx).

One of the main goals was to evaluate an appropriate seed collection method that could contribute to ensuring the highest quality of a seed material for subsequent seedling cultivation in artificial regeneration of populations. From results and comparisons is evident that the seeds collected directly from the fruits of a cut panicle or the PL and NN seeds showed a high germinability (except the NN seeds at 22 °C with 24% germinability), however the PE seeds had a rather average germinability even though they were collected directly from the fruits as well. Within PE seeds is possible that not all seeds were fully ripe at the time of collection, alternatively it could be a poor harvest in general. Moreover, the germinability of SB seeds was evaluated. It was assumed that the SB seeds will have poorer quality because they were collected from the ground. However these seeds showed a relatively high germinability similarly as PL seeds from the same locality. This result is quite surprising and it is possible that seeds from the ground would not had to be always avoided. On the other hand, it is of course necessary to consider that with other seeds collected from the ground do not have to be achieved the same results. Alternatively, it should be (if possible) considered how long seeds lay on the ground before collection.

From results is also evident that there can be approximately 900 seeds in one panicle and considering that it was achieved primarily average and high values of germinability, it can be probably concluded that this species has a relatively high potential ability of natural regeneration. Thus it is obvious that for rescue of populations in areas where the insufficient number of trees already occurs, only one flowering specimen is enough to obtain sufficient number of seeds and meeting the optimal agrotechnological practices grown sufficient amount of seedlings for subsequent plantings. This relates to a population in area of Quatariyah at SSW of the island which includes the last five arboreal specimens.



## 9. Použitá literatura

Adolt, R. 2001. *Návrh zásad ochrany genofondu dračinců v lesích Sokotry a Kanárských ostrovů*. Diplomová práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta. 82 s.

Adolt, R., Pavliš, J. 2004. *Age structure and growth of *Dracaena cinnabari* populations on Socotra*. *Trees - Structure and Function* 18 (1). 43–53.

Baskin, C. C., Baskin, J. M. 2001. *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press: An Imprint of Elsevier, USA, 666 s. ISBN-10: 0-12-080263-5.

Baskin, C. C., Baskin, J. M. 2014. *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press: An Imprint of Elsevier, USA, 1600 s. ISBN 978-0-12-416677-6.

Bewley, J. D. 1997. *Seed germination and dormancy*. *The Plant Cell* 9, 1055–1066.

Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M., Nonogaki, H. 2013. *Seeds: Physiology of development, germination and dormancy*. Springer Science and Business Media, 392 s. ISBN 978-1-4614-4693-4.

Beyhl, F. E. *Attempts at raising the Soqotran Dragon tree, *Dracaena cinnabari* outside the island*. V publikaci: Dumont, H. J. (ed.) 1996. *Proceedings of the first international symposium on Soqotra island: Present and future*. United Nations, New York, 125–133.

Black, M., Bewley, J. D., Halmer, P. 2006. *The encyclopedia of seeds: Science, technology and uses*. CAB International, 828 s. ISBN 0-85199-723-6.

Copeland, L. O., McDonald, M. B. 1995. *Principles of seed science and technology*. Kluwer Academic Publishers, USA, 409 s. ISBN 0-412-06301-8.

Elias, S. G., Copeland, L. O., McDonald, M. B., Baalbaki, R. Z. 2012. *Seed testing: principles and practices*. Michigan State University Press, USA, 354 s. ISBN 978-1-61186-039-9.

Gutterman, Y. *Maternal effects on seeds during development*. V publikaci: Fenner, M. (ed.) 2000. *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. CABI Publishing of CAB International, UK, London, 59–84.

Habrová, H., Král, K., Maděra, P. *The weather pattern in one of the oldest forest ecosystems on Earth – Dragon's blood tree forest (*Dracaena cinnabari*) on Firmihin – Soqotra Island*. V publikaci: Rožnovský, J., Litschmann, T., Vyskot, I. (eds.) 2007. *Klima lesa*. Česká bioklimatologická společnost, Praha, str. 13.

Habrová, H., Čermák, Z., Pavliš, J. 2009. *Dragon's blood tree – Threatened by overmaturity, not by extinction: Dynamics of a *Dracaena cinnabari* woodland in the mountains of Soqotra*. *Biological Conservation* 142. 772–778.

Hubálková, I., Maděra, P., Volařík, D. 2015. *Growth dynamics of *Dracaena cinnabari* under controlled conditions as the most effective way to protect endangered species*. *Saudi Journal of Biological Sciences* xxx. 1–8.

Hubálková, I. 2016. *Ekologická studie dračince rumělkového (*Dracaena cinnabari*) na lokalitách Firmihin a Skand, ostrov Sokotra*. Disertační práce. Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta. 117 str.

Chahinian, B. J. 2005. *The splendid Sansevieria: An account of the species*. Chahinian, B. J., 178 s. ISBN 9789874392503.

Chan-Chin, D., Govinden-Soulange, J. 2015. *Germination profile of selected plants from Mauritius – towards a conservation strategy*. *Seed Science and Technology* 43 (3). 536–540.

Karrfalt, R. P. *Seed testing*. V publikaci: Bonner, F. T. a Karrfalt, R. P. (eds.) 2008. *The woody plant seed manual*. Agriculture handbook 727. US Government Printing Office, 97–155.

Maděra, P., Habrová, H., Adolt, R., Pavliš, J., Hubálková, I., Král, K. 2011. *Záchrana dračince rumělkového – endemického druhu ostrova Sokotra*. Časopis Živa 6/2011. 272–276.

Monteiro, A., Vasconcelos, T., Bertelli, A. T. 1999. *Seed propagation of Dracaena draco L.* Garcia de Orta, Sér. Bot. 14 (2). 187–189.

Murdoch, A. J., Ellis, R. H. *Dormancy, viability and longevity*. V publikaci: Fenner, M. (ed.) 2000. *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. CABI Publishing of CAB International, UK, London, 183–213.

Palátová, E. 2008. *Zakládání lesa I. Lesní semenářství*. Skripta. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Ediční středisko MZLU v Brně, 120 s. ISBN 978-80-7375-181-4.

Pazderů, K. 2013. *Vitalita jako základní vlastnost osiva pro založení optimálních porostů*. V publikaci: *Sója 2013*, Sborník ze seminářů s mezinárodní účastí, ČZU v Praze a časopis Agromanuál, 4–7. ISBN 978-80-87111-40-6.

Potyšová, H. 2014. *Metodika zkoušení osiva a sadby*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ). Příručka pracoviště NRL OOS, Brno, 303 s.

Probert, R. J. *The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination*. V publikaci: Fenner, M. (ed.) 2000. *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. CABI Publishing of CAB International, UK, London, 261–292.

Rao, N. K., Hanson, J., Dulloo, E., Ghosh, K., Nowell, D., Larinde, M. 2006. *Manual of seed handling in genebanks*. Handbooks for Genebanks No. 8. Bioversity International, Rome, Italy, 147 s.

Schmidt, L. H. 2000. *Guide to handling of tropical and subtropical forest seed*. Chapter 4.: *Seed collection*. Danida forest seed centre (DFSC), University of Copenhagen.

Stover, H. 1983. *The Sansevieria book*. Endangered Species Press, California, 72 s.

Šerá, B. *Dormance semen u planě rostoucích rostlinných druhů se zřetelem k problematice plevelů*. V publikaci: Bláha, L., Šerá, B. (eds.) 2012. *Vybrané kapitoly z fyziologie rostlin a zemědělského výzkumu*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 130–137.

Šerá, B. *Klíčivost jako běžný test v botanickém pozorování, šlechtění a experimentech*. V publikaci: Bláha, L., Šerá, B. (eds.) 2014. *Príspevky k problematice zemědělského pokusnictví*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby; České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 9–17.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., Murphy, A. 2015. *Plant physiology and development*. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, USA, 731 s.

Zona, S., Álvarez de Zayas, A., Orellana, R., Oviedo, R., Jestrow, B., Francisco-Ortega, J. 2014. *Dracaena L. (Asparagaceae) in the New World: Its history and botany*. VIERAEA 42. 219–240.

Zhenhua, L., Yiling, L., Hang, Ch., Yao, Ch., Mingjin, L. 2012. *Application of agar bed on tobacco germination testing*. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. 28 (2). 270–273.

### **Internetové zdroje:**

FloraBank. 1999. *Guideline 8: Basic germination and viability tests for native plant seed*. Autoři: Australian Tree Seed Centre a Warren Mortlock. [online] citováno 01.02.2017.

Dostupné z:

<<http://www.florabank.org.au/files/documents/Guideline%20No.%208%20-%20Basic%20germination%20and%20viability%20tests%20for%20native%20plant%20seed.pdf>>

Hanson, J. 1985. *Procedures for handling seeds in genebanks*. Practical manuals for genebanks, No. 1. IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources), Rome, 115 str. [online] citováno 08.01.2017.

Dostupné z:

<[http://www.bioversityinternational.org/fileadmin/bioversity/publications/Web\\_version/188/begin.htm#Contents](http://www.bioversityinternational.org/fileadmin/bioversity/publications/Web_version/188/begin.htm#Contents)>

Johnston, D. M. 2014. *PhytoAgar – The next generation germination media*. RST – Monsanto Veg. Seed Phys. Lab. [online] citováno 16.01.2017.

Dostupné z:

<<https://www.seedtest.org/upload/cms/user/AM-2014-June-17-1400-3b2-FTS-Johnstone.pdf>>

Marrero a Almeida. 2011. *Aspectos de la biología reproductiva del drago de Gran Canaria: Dracaena tamaranae, en relación a su conservación*. Conference paper (at V Maratón Científico, Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid). [online] citováno 18.02.2017

Dostupné z:

<[https://www.researchgate.net/publication/269700919\\_Aspectos\\_de\\_la\\_biologia\\_reproductiva\\_del\\_drago\\_de\\_Gran\\_Canaria\\_Dracaena\\_tamaranae\\_en\\_relacion\\_a\\_su\\_conservacion](https://www.researchgate.net/publication/269700919_Aspectos_de_la_biologia_reproductiva_del_drago_de_Gran_Canaria_Dracaena_tamaranae_en_relacion_a_su_conservacion)>

Passel (Plant and soil sciences eLibrary). *Seed lab testing – Seed testing: Germination and vigor*. [online] citováno 08.01.2017.

Dostupné z:

<<https://passel.unl.edu/pages/printinformationmodule.php?idinformationmodule=1130447090>>

### **Cítace pouze k Obr. 27 a 28 v příloze:**

Brown, G., Mies, B. A. 2012. *Vegetation ecology of Socotra*. Springer, Netherlands, 379 s. ISBN 978-94-007-4140-9.

Král, K., Pavliš, J. 2006. *The first detailed land-cover map of Socotra Island by Landsat/ETM+ data*. International Journal of Remote Sensing 27 (15). 3239–3250.

## 10. Seznam tabulek a grafů

Tab. 1 Počet plodů s jedním, dvěma a třemi semeny.....	26
Tab. 2 Počet vyklíčených semen PL a SB v rámci teplot (vždy ze 100 semen).....	44
Tab. 3 Počet vyklíčených semen NN v rámci teplot (vždy ze 100 semen).....	44
Tab. 4 Počet vyklíčených semen PE v rámci teplot (vždy ze 100 semen).....	44
Tab. 5 Mnohonásobné porovnání p hodnot, oddíl NN .....	56
Tab. 6 Mnohonásobné porovnání p hodnot, oddíl SB .....	56
Obr. 7 Průběh klíčení ve 22 °C (počátek, vrchol a konec klíčení).....	27
Obr. 8 Průběhy klíčení jednotlivých oddílů semen ve 22 °C.....	27
Obr. 9 Graf s kumulovaným počtem vyklíčených semen ve 22 °C.....	28
Obr. 10 Průběh klíčení ve 26 °C (počátek, vrchol a konec klíčení).....	29
Obr. 11 Průběhy klíčení jednotlivých oddílů semen ve 26 °C.....	29
Obr. 12 Graf s kumulovaným počtem vyklíčených semen ve 26 °C.....	30
Obr. 13 Průběh klíčení ve 30 °C (1) (počátek, vrchol a konec klíčení).....	31
Obr. 14 Průběhy klíčení jednotlivých oddílů semen ve 30 °C (1).....	31
Obr. 15 Graf s kumulovaným počtem vyklíčených semen ve 30 °C (1).....	32
Obr. 16 Průběh klíčení ve 30 °C (2) (počátek, vrchol a konec klíčení).....	33
Obr. 17 Průběhy klíčení jednotlivých oddílů semen ve 30 °C (2).....	33
Obr. 18 Graf s kumulovaným počtem vyklíčených semen ve 30 °C (2).....	34
Obr. 19 Graf s kumulovaným počtem vyklíčených semen v rámci teplot.....	34
Obr. 20 Porovnání klíčivosti semen PE (ze Skandu) a PL (z Firmihinu) ve 22 °C a 30 °C (2).....	35
Obr. 21 Porovnání celkové klíčivosti semen (%) dosažené u jednotlivých teplot (°C).....	39
Obr. 22 Klíčivost semen PL u jednotlivých teplot (vždy ze 100 semen).....	40
Obr. 23 Klíčivost semen SB u jednotlivých teplot (vždy ze 100 semen).....	40
Obr. 24 Klíčivost semen NN u jednotlivých teplot (vždy ze 100 semen).....	41
Obr. 25 Klíčivost semen PE ve 22 °C a 30 °C (2), (vždy ze 100 semen).....	41
Obr. 26 Porovnání klíčivosti semen PL a SB (v rámci vyšších teplot).....	43

## 11. Přílohy

### 11.1. Statistické tabulky z testu mnohonásobného porovnání

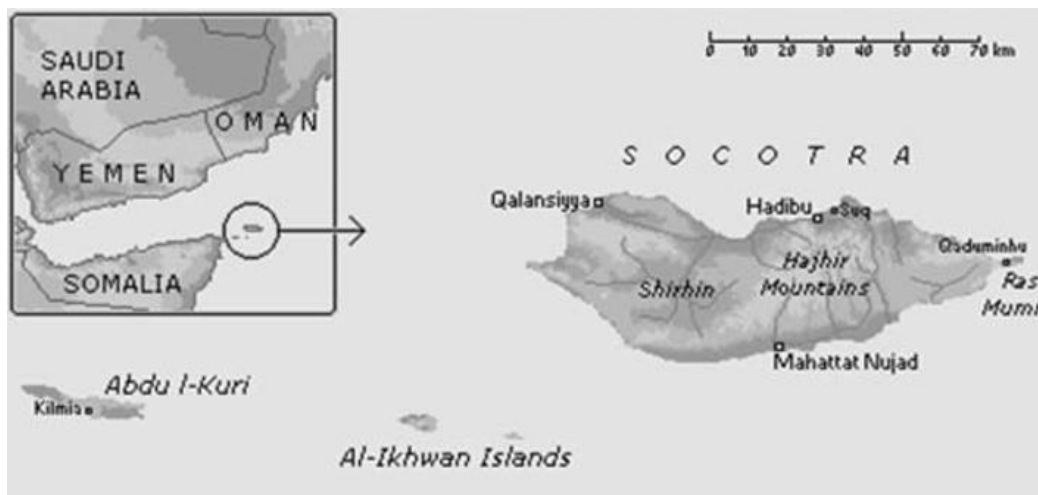
Tab. 5 Mnohonásobné porovnání p hodnot, oddíl NN

	22	26	30 (2)
22		0,005106	0,349993
26	0,005106		0,349993
30 (2)	0,349993	0,349993	

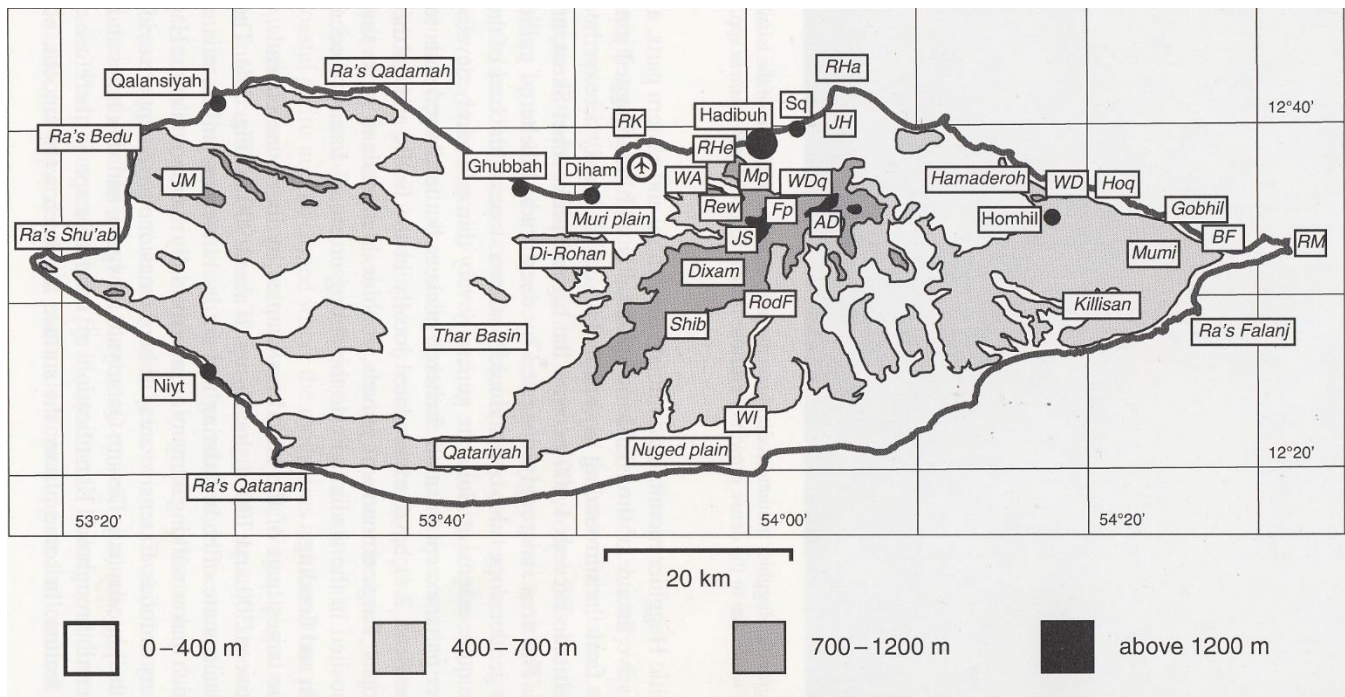
Tab. 6 Mnohonásobné porovnání p hodnot, oddíl SB

	22	26	30 (2)
22		1,000000	0,055809
26	1,000000		0,055809
30 (2)	0,055809	0,055809	

### 11.2. Fotografické přílohy



Obr. 27 Lokace souostroví Sokotry (Král a Pavliš, 2006). Na Sokotře je vyznačená i lokalita Sirhin.



Obr. 28 Mapa Sokotry s názvy některých lokalit zmíněných v práci. *JS* značí oblast Skand (Jebel Skent) a *RodF* oblast Firmihin (Rokeb di Firmihin), (Brown a Mies, 2012)



Obr. 29 Dračincový les, vápencová plošina Firmihin (foto autorka)





Obr. 30 Oblast Skand, s typickým výskytem mlh a nízké oblačnosti (foto autorka)