

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE



Vliv teploty na úspěšnost klíčení čistce vlnatého

(Stachys byzantina)

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: doc. Ing. Kateřina Berchová Ph.D.

Bakalant: Eliška Morávková

Konzultant: Ing. Martin Vojík

2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Eliška Morávková

Krajinářství

Územní technická a správní služba

Název práce

Vliv teploty na úspěšnost klíčení čistce vlnatého (*Stachys byzantina*)

Název anglicky

Influence of the temperature on the *Stachys byzantina* germination

Cíle práce

1. Zjistit vliv teploty na klíčivost semen druhu *S. byzantina*,
2. odhalit limitní teploty pro klíčení semen vybraného druhu,
3. najít optimální teplotu pro úspěšné klíčení,
4. zhodnotit rozdíl v celkové klíčivosti mezi jednotlivými lokalitami sběru, jedinci apod.

Metodika

Bakalářská práce bude založena na experimentu v rámci něžž bude v laboratorních podmínkách sledována klíčivost semen druhu *S. byzantina*. Pokusná semena budou odebírána ze zplaňujících, ale rovněž z vysazených, prozatím nezplaňujících, populací. Experimentální klíčení bude probíhat po dobu 30 dnů v klimaboxu s řízenou teplotou a osvětlením. Data budou statisticky vyhodnocena.

Doporučený rozsah práce

30 stran, 4 grafy

Klíčová slova

okrasné druhy, *Stachys byzantina*, rostlinné invaze, klíčení, semena

Doporučené zdroje informací

BASKIN, C C. – BASKIN, J M. *Seeds : ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego, Calif.: Elsevier Academic Press, 2014. ISBN 978-0-12-416677-6.

INVAZNÍ ROSTLINY V ČESKÉ FLÓŘE (1995 : PRAHA, ČESKO), – PYŠEK, P. – PRACH, K. – ČESKÁ BOTANICKÁ SPOLEČNOST. *Invazní rostliny v české flóře = Alien plants in the Czech flora : pracovní konference ČBS, 25. listopadu 1995, Praha*. Praha: Česká botanická společnost, 1997. ISBN 80-254-0851-5.

MANDÁK, B. – PYŠEK, P. *Reproductive ecology of *Atriplex sagittata* = reprodukční ekologie *Atriplex sagittata**. Praha: Institute of botany, Academy of Sciences of the Czech Republic , 1998.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Ing. Kateřina Berchová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Konzultant

Ing. Martin Vojík

Elektronicky schváleno dne 9. 3. 2020

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 07. 02. 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Vliv teploty na úspěšnost klíčení čistce vlnatého (Stachys byzantina)* vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Kateřiny Berchové, Ph.D. Prohlašuji, že v práci jsem uvedla veškeré použité informační a literární zdroje, ze kterých jsem čerpala a rovněž jsem všechny použité zdroje uvedla v seznamu použitých informačních zdrojů na konci bakalářské práce.

Svým podpisem také prohlašuji, že tištěná verze této bakalářské práce se shoduje s elektronickou verzí odevzdanou prostřednictvím Univerzitního informačního systému.

V Příbrami dne 21.3.2021

.....

Poděkování

Tímto bych chtěla velmi poděkovat doc. Ing. Kateřině Berchové, Ph.D., která mi pomohla se zpracováním bakalářské práce. Velké poděkování patří zejména panu Ing. Martinu Vojíkovi a Ing. Martině Kadlecové, kteří mi poskytli mnoho cenných rad, volného času a odborné vedení.

Díky patří také České zemědělské univerzitě za poskytnutí prostorů, kde probíhal experiment pro moji bakalářskou práci.

V Příbrami dne 21.3.2021

.....

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá stanovením vlivu teploty na klíčení čistce vlnatého (*Stachys byzantina*) z pěti různých populací. Cílem bylo zjistit, jaký vliv má teplota na klíčení semen v laboratorních podmínkách.

Klíčivost byla sledována ve třech teplotních režimech (teplota při světlé periodě/temné periodě): 10/5 °C, 15/10 °C a 22/15 °C o 3 opakováních na lokalitu – pro každou lokalitu bylo tedy klíčeno celkem 270 semen. V rámci pokusu byla aplikována perioda střídání světla – 14 hodin světlo, 10 hodin tma. Stav klíčení semen byl kontrolován a zaznamenáván ve dvoudenních intervalech. Získaná data byla testována pomocí analýzy rozptylu pro opakovaná měření (Repeated measures analysis of variance – RM ANOVA).

Při teplotě 10 °C s temnou periodou 5 °C nevyklíčila semena žádná; se stoupající teplotou však počet vyklíčených semen narůstal. Dále byla zjištěna rozdílná klíčovost mezi jednotlivými populacemi – v rámci teplotního režimu 15 °C s temnou periodou 10 °C byla klíčovost semen populací z Čelákovic, Dublinu a Vyšehradu podobná (nižší) oproti populacím z Jahodové a Hořoviček, které vykazovaly klíčovost výrazně vyšší. Úspěšnost klíčení populací se zásadně změnila při teplotním režimu 22 °C s temnou periodou 15 °C, kdy nejvyšší klíčovost vykazovala populace z Dublinu. Všechny sledované populace vykazovaly nejvyšší klíčovost při teplotě 22 °C s temnou periodou 15 °C.

Klíčová slova: okrasné rostliny, *Stachys byzantina*, rostlinné invaze, klíčení, semena

Abstract

This bachelor thesis deals with the effect of temperature on the germination of lamb's ears (*Stachys byzantina*) from five different populations. The aim was to find out how temperature affects seed germination in laboratory conditions.

The germination rate was observed in three temperature modes: 10/5 °C, 15/10 °C and 22/15 °C (light period/dark period temperature). In each location the observation was repeated three times; 270 seeds in total germinated in each location. As part of the experiment, two periods of different light were applied; 14 hours light, 10 hours dark. The seed germination state was checked and recorded at two-day intervals. The data was tested using Repeated measures analysis of variance (RM ANOVA).

At a temperature of 10 °C with a dark period of 5 °C, no seeds have germinated. However, with the rising temperature the number of sprouted seeds increased. Furthermore, a different germination rate between populations was determined – in a temperature regime of 15 °C with a dark period of 10 °C, the seeds germination of populations from Čelákovice, Dublin and Vyšehrad was similar (rather low) compared to those from Jahodová and Hořovičky, which showed a significantly higher germination rate. The success rate of population germination changed fundamentally in a temperature regime of 22 °C with a dark period of 15 °C, whereas the highest germination was determined in case of the population located in Dublin. All populations monitored showed the highest germination rate at 22 °C with a dark period of 15 °C.

Keywords: ornamental plants, *Stachys byzantina*, plant invasions, germination, seeds

Obsah

1.	Úvod.....	6
2.	Cíle	7
3.	Literární rešerše.....	8
3.1.	Nepůvodní a invazní druhy rostlin	8
3.2.	Nepůvodní rostliny v České republice	10
3.3.	Vliv invaze na původní rostliny	11
3.4.	Historie nepůvodních a invazních druhů.....	12
3.5.	Invazní druhy v legislativě a jejich klasifikace	13
3.6.	Likvidace invazních druhů	15
3.7.	Popis čeledi hluchavkovitých (<i>Lamiaceae</i>).....	16
3.8.	Charakteristika druhu <i>Stachys byzantina</i>	16
3.9.	Klíčení a klíčivost.....	18
3.9.1.	Klíčení	18
3.9.2.	Klíčivost.....	20
3.10.	Dormance semen.....	20
4.	Metodika	22
4.1.	Sběr semen a charakteristika lokalit.....	22
4.2.	Příprava a klíčení semen v laboratoři	24
4.3.	Statistické analýzy	26
5.	Výsledky	26
5.1.	Klíčivost semen v závislosti na teplotě	27
5.2.	Úspěšnost klíčení mezi testovanými populacemi a teplotami.....	28
5.3.	Klíčení semen v závislosti na čase	29
6.	Diskuze.....	30
7.	Závěr	32
8.	Seznam použité literatury a internetových zdrojů.....	33
9.	Seznam obrázků a tabulek.....	42
10.	Seznam zkratk a vysvětlivek	43
11.	Přílohy.....	44

1. Úvod

Už od 70. let 20. století probíhají v České republice výzkumy nepůvodních a invazních druhů rostlin. Právě v této době začaly být nepůvodní druhy považovány za druhy, které ohrožují přírodní biotopy (Pyšek, 2001). Bakalářská práce je zaměřena na úspěšnost klíčení semen čistce vlnatého (*Stachys byzantina*) v různých teplotních podmínkách. *Stachys byzantina* je v současné době přechodně zavlečeným neofytem v rámci České republiky (Pyšek et al. 2012b). Ve střední Evropě se dále vyskytují příbuzné nativní druhy, např. čistec alpínský (*Stachys alpina*), čistec lesní (*Stachys sylvatica*) nebo čistec přímý (*Stachys recta*) (Hejný et Slavík, 2003).

S. byzantina se u nás pěstuje jako okrasná rostlina v parcích či zahradách odkud může zplaňovat (Hejný et Slavík, 2003). Podle katalogu nepůvodních rostlin ČR má *S. byzantina* status přechodně zavlečeného druhu (Pyšek et al. 2012b), ten by se ale mohl, na základě jeho recentního šíření změnit. Jelikož se čistec velmi úspěšně rozmnožuje, mohlo by dojít k potenciálnímu invaznímu rozšíření do volné krajiny a tím zároveň k ohrožení původní vegetace včetně ohrožených druhů. Pokud by druh začal masivně zplaňovat, bylo by na místě zařadit jej do šedého nebo černého seznamu invazních druhů (Pergl et al. 2016a).

Zplaňování druhu bylo již zjištěno v práci Bartošová a Bartoš, (2009). Šíření nepůvodních a invazních druhů rostlin může mít nepříznivý vliv na biodiverzitu, životní prostředí, hospodářství a ekonomiku. V současnosti přispívá k invaznímu šíření mezinárodní obchod a cestování. Dalším klíčovým faktorem jsou klimatické změny (Görner, 2018).

V současné době je z terénních pozorování zřejmé, že se taxon může šířit popř. zplaňovat generativním způsobem – neexistuje však dostatek informací o tom, jak vysoká je klíčivost jeho semen. Dále také nejsou údaje o populační variabilitě, dynamice druhu a není známo, jak se druh chová při invazi do polopřirozených a přirozených rostlinných společenstev. Právě studie klíčivosti při rozdílných teplotách by mohla být úvodem rozsáhlejšími studiím odhalujícími ekologii studovaného druhu.

2. Cíle

Cílem bakalářské práce je:

- Zjistit vliv teploty na klíčivost semen druhu *S. byzantina*,
- odhalit limitní teploty pro klíčení vybraného druhu,
- najít optimální teplotu pro úspěšné klíčení,
- zhodnotit rozdíl v celkové klíčivosti mezi jednotlivými populacemi.

3. Literární rešerše

3.1. Nepůvodní a invazní druhy rostlin

Za nepůvodní (alochtonní) druhy jsou považovány taxony, které byly zavlečeny lidskou činností ze svého původního areálu do areálu nového (Pyšek et al. 2012a).

Dle statutu můžeme nepůvodní druhy obecně rozdělit do čtyř fází – zavlečené, přechodně zavlečené, naturalizované a invazní (Pyšek et al. 2002). V první fázi – introdukce (zavlečení) se druh šíří do nového území pomocí semen, plodů či jiných diaspor (Křivánek, 2006) a překonává geografické překážky. K této fázi dochází většinou v důsledku lidské činnosti. V druhé fázi dochází ke spontánnímu rozšíření mimo kulturu a druh v místě zavlečení překonává enviromentální bariéry (klimatické podmínky, výkyvy teplot) a stává se přechodně zavlečeným (casual). Tato fáze se nazývá kolonizace (Pyšek et al. 2012a). Další je fáze naturalizace (neboli zdomácnění), kdy se některé geograficky nepůvodní druhy na novém území adaptují (přizpůsobí) (Pyšek, 2005). V této fázi musí taxon překonat rozmnožovací bariéry, za které považujeme například odlišnou vegetační dobu, absenci vhodných opylovačů nebo nepřítomnost jedinců opačného pohlaví, které mohou významně obohatit genofond taxonu a tím usnadnit jeho šíření. Naopak zmenšení genofondu a s tím související snížení jedinců v populaci včetně potenciálního omezení šíření je popsáno jako tzv. bottleneck effect (efekt hrdla láhve). Jedná se o efekt, kdy dojde k prudkému poklesu jedinců v populaci, což je doprovázeno snížením genetické diverzity. Účinky bottleneck effectu jsou nevratné (ztracené alely se už neobnoví) – genetická diverzita zůstává snížena (Pyšek et al. 2012a; Frankham et al. 2002). Existují však druhy, které vykazují silně invazní šíření navzdory nepřítomnosti jedinců opačného pohlaví v sekundárním areálu – např. křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*) má ve svém sekundárním areálu pouze samičí rostliny (Berchová-Bímová et Mandák, 2008).

Pouze část naturalizovaných druhů se však začne nekontrolovatelně šířit nebo zplaňovat v přírodním prostředí, a právě tyto druhy považujeme za invazní (Görner, 2018).

Pokud druh úspěšně projde druhou fází (kolonizací) nastává tzv. *lag* fáze, což je období od prvního zplanění druhu do nástupu intenzivního šíření. Během tohoto období dochází k adaptaci druhu na nové prostředí a může nastat i genetický drift v

populacích. Naturalizace může trvat až desetiletí či století. Po *lag* fázi vzniká naturalizovaná populace nepůvodního druhu, která je začleněna do původní vegetace, ale nejedná se ještě však o invazní rozšíření (Křivánek, 2006). Nastává poslední fáze procesu, invaze (Pyšek et al. 2002). Ze všech nepůvodních druhů rostlin v našem prostředí je 68 % přechodně zavlečených, 28 % naturalizovaných a 4 % invazních (Pyšek et al. 2012a).

V dnešní době k zavlékání nových druhů dochází zejména díky dostupnější možnosti lidí cestovat, mezinárodnímu obchodu a globalizaci. V některých případech za zrychlené šíření nepůvodních invazních druhů v novém areálu může změna klimatu. Počet invadujících druhů tak ve světě neustále roste (Görner, 2018).

Invazní druh je charakteristický jednoduchým a krátkým cyklem života, genetickou variabilitou (Radoševich et al. 1997) a velkou schopností reprodukce, díky které se tak může rychle samovolně šířit daleko od mateřské populace (Skálová, 2014). Rostlinné druhy často vytvářejí monokulturní porosty a omezují nebo dokonce úplně vytlačují původní druhy ze stanoviště (Kolář et al. 2012).

Invazní druhy se mohou v novém prostředí snadněji šířit, protože zde nemají dostatek přirozených konkurentů, kteří by jeho růstu a rozmnožování zabránili nebo jej potlačili (Görner, 2018). Podle Chytrého a Pyška (2008) může rychlé šíření invazních druhů dále souviset s disturbancemi, přítomností volných nik nebo bohatým přísunem zdrojů, které původní rostlinstvo nezvládá samo spotřebovat.

Určité procento z invazních druhů má nepříznivý vliv nejen na biodiverzitu a životní prostředí, ale také negativní dopad na lidské zdraví (Görner, 2018). Příkladem těchto druhů může být ambrosie peřenolistá (*Ambrosia artemisiifolia*), která je původcem nepříjemného alergenního pylu, nebo bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), který vylučuje vodnatou čirou látku, obsahující chemické sloučeniny (furanokumariny), ty se aktivují po vystavení UV paprskům – při kontaktu látky s pokožkou a následném vystavení slunci způsobí popáleninu až II. stupně. Furanokumariny mají také karcinogenní účinky (Nielsen et al. 2005; AOPK 2014).

Nepříznivý vliv mají invazní druhy také na hospodářství (Mlíkovský et Stýblo, 2006). Například plošné invaze trnitých a jinak nepoživatelných druhů, které omezují využití travnatých společenstev pro pastvu – mezi tyto druhy patří například pcháč oset (*Cirsium arvense*). Dalším příkladem je několik kaktusů rodu opuncie (*Opuntia*),

kteře silně invadovaly v Austrálii a svými ostny znehodnocovaly pastviny pro dobytek (Hejda et Pyšek, 2018). Zplaňování nepůvodních opuncí bylo prokázáno také v ČR. Jedná se opuncii hnědoostnou (*Opuntia phaeacantha*), u nás nejrozšířenější z kaktusů, která odolává i velkým mrazům (Bíba, 2007). Šířící se populace najdeme např. v Čelákovících nebo NPR Lovoš (Hadinec et Kubát 2004; Trafina 2012).

Jiné invazní druhy mohou být pro dobytek nejen nepoživatelné, ale dokonce nebezpečné – mohou obsahovat jedovaté nebo dráždivé látky, např. chrpa rozkladitá (*Centaurea diffusa*). Mediteránní tamaryšky jsou dalším příkladem invazního druhu, který má velké environmentální a hospodářské následky (Hejda et Pyšek, 2018). Na jihozápadě USA tamaryšek kaspický (*Tamarix ramosissima*) vytváří husté porosty, čímž ovlivňuje mj. také záplavový režim řek, v jejichž povodí následně ubývá pravidelných mírných záplav a přibývají záplavy s katastrofálními následky (Hejda et Pyšek, 2018).

3.2. Nepůvodní rostliny v České republice

V České republice je aktuálně evidováno celkem 1454 nepůvodních druhů rostlin, které byly na naše území v historii zavlékány např. lodní dopravou po Labi (nejčastěji druhy pocházející ze Severní Ameriky – oleje, obilniny), tzv. panonskou cestou ze Středozeří (plevele) anebo po železnici z východu (zejména obilí) (Pyšek et Tichý, 2001).

Nepůvodní druhy dělíme na archeofyty a neofyty. Archeofyty jsou druhy, které byly na území České republiky zavlečeny od období neolitu do středověku – čítají 350 druhů rostlin (Pyšek et al. 2012a). Patří mezi ně např. vlčí mák (*Papaver rhoeas*) (Pyšek et al. 2002), chrpa modrá (*Centaurea cyanus*) nebo již zmíněný pcháč oset (*Cirsium arvense*) (Skálová et al. 2014). Neofyty k nám byly zavlečeny v novověku, po roce 1492 a čítají cca 1104 druhů. Většina nepůvodních druhů rostlin k nám tedy byla zavlečena až po roce 1492 (Pyšek et al. 2012a). Mezi neofyty patří např. trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) (Pyšek et al. 2002), ale také šerík obecný (*Syringa vulgaris*), jetel zvrácený (*Trifolium resupinatum*) nebo jedovatý náprstník červený (*Digitalis purpurea*) (Hejný et Slavík, 2003).

Velké procento těchto druhů (neofytů) označujeme jako přechodně zavlečené, jelikož jejich výskyt a přežití na území závisí na opakovaném přísunu diaspor důsledkem lidské činnosti. Z 1454 nepůvodních druhů rostlin je cca 90 druhů označeno

jako druh invazní, z nich pak 30 označeno za druh velmi nebezpečný (např. *Lycium barbarum*, *Amaranthus retroflexus*, *Ailanthus altissima*) (Mlíkovský et Stýblo 2006; AOPK ČR 2021).

Dále je publikován seznam 23 druhů invazních suchozemských rostlin, které jsou součástí tzv. unijního seznamu a vyskytují se na území České republiky (AOPK, 2021). Z těchto druhů jsou u nás momentálně nejvíce rozšířeny a zároveň likvidovány bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*) nebo křídlatka japonská (*Fallopia* syn. *Reynoutria japonica*), které jsou uvedeny zároveň v šedém a černém seznamu invazních druhů (viz kapitola Invazní druhy v legislativě; Görner 2018; Pergl et al. 2016a). Křídlatka japonská (*Fallopia* syn. *Reynoutria japonica* var. *japonica*) na napadených biotopech snižuje druhovou diverzitu až o 30–50 % (AOPK, 2014).

3.3. Vliv invaze na původní rostliny

Nepůvodní druhy rostlin, které se šíří do přirozených a polopřirozených ekosystémů mohou mít významný negativní vliv na původní rostliny (flóru) a živočichy (faunu) (Weber, 2017). Rostlinné invaze zásadně mohou měnit struktury společenstev, kdy často dochází k úbytku původních nebo dokonce ohrožených druhů, popř. narušení přirozených ekologických procesů a změně vztahů mezi rostlinnými a živočišnými druhy v rámci ekosystému (Hejda et al. 2018). Důsledkem invaze poté mohou být změny z relativně bohatých společenstev na společenstva chudá nebo dokonce jednodruhová (Marková et Hejda, 2011).

Vliv invazních rostlin na původní druhy můžeme dělit na přímý a nepřímý. **Přímým vlivem** je – např. konkurence o prostor, vodu, světlo a živiny, díky čemuž dochází k utlačování původních druhů (Weber, 2017). Invazní druh může v sekundárním areálu dominovat tím, že čerpá více živin, popř. vody z půdy, dorůstá větší výšky nebo tvoří hustší porosty – tímto způsobem čerpá více slunečního světla i kyslíku a stíní ostatním druhům (Pergl, 2008). Například pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*) a již zmíněný trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) takto brání růstu druhů v jejich porostech. Porosty některých druhů rodu křídlatka (*Reynoutria* spp.) jsou dalším příkladem taxonů, které svou hustotou obvykle nedávají prostor pro růst žádným jiným druhům (MŽP, 2019b). Až 100% pokryvnost (tzn. 5. stupeň Braun-

Blanquetovy stupnice) mohou mít i např. monocenózy invazní slunečnice topinamburu (*Helianthus tuberosus*) (Westhoff et van der Maarel 1978; AOPK 2014).

Mezi **nepřímý vliv** patří např. změna vodního režimu nebo koloběhu látek a živin v půdě (Weber, 2017) popř. změna pH půdy (Pergl, 2008). Již zmíněný trnovník akát díky symbióze s hlízkovitými bakteriemi (*Rhizobium*) obohacuje půdu o dusík, což může některé domácí druhy značně znevýhodnit (MŽP, 2019b). Následně mohou být druhy tímto vlivem donuceny k migraci nebo omezení růstu, protože nejsou natolik konkurenceschopné (Pyšek et. al. 2012).

3.4. Historie nepůvodních a invazních druhů

Za spouštěč šíření nepůvodních druhů lze považovat neolitickou zemědělskou kolonizaci (Pyšek et al. 2012a). V této době začalo docházet ke klučení a vypalování lesů, člověk vykonával zemědělskou práci a pastevectví (Pyšek et al. 2008a). Tím tak vytvářel nová antropogenní stanoviště vhodná pro uchycení nových, resp. nepůvodních druhů (Pergl et al. 2018). Migrace, války a osídlování ostrovů byly poté podle práce Pyška a Tichého (2001) hlavními příčinami postupného šíření nepůvodních druhů.

Alphons de Candolla byl zřejmě první člověk, který poslal do světa tezi o vymezení nepůvodních druhů – v roce 1855 vydal ve své knize „Géographie botanique raisonnée“ fytogeografický díl (Alphonse de Candolla, 1855), ve kterém zmínil nepůvodní druhy (Pyšek et Sádlo, 2004).

Následovaly další zmínky o zavlékání organismů mimo jejich původní areály, byly uvedeny v dílech slavných přírodovědců, mezi které patřil např. Charles Darwin (Pyšek, 2018). V Darwinově době (19. století) šlo o klasickou „natural history“, tedy popisné zachycování pozorovaných skutečností a jejich následná interpretaci (dnes se využívá termín biogeografie). Na počátku 20. století poté švýcarský botanik Albert Thellung jako první vytvořil detailní a promyšlený systém klasifikace synantropních rostlin, mezi které patří i nepůvodní druhy. S určitými obměnami a úpravami se tento systém v části Evropy používá dodnes (Pyšek, 2018).

Moderní ekologie nastoupila s anglickým zoologem Charlesem Eltonem – v roce 1958 vydal knihu „The ecology of invasions by animals and plants“, čímž se stal jedním ze zakladatelů oboru biologických invazí. Další změny přišly postupně s

globalizací vědy a zjištěním, že invaze a jejich management se týká i celé řady jiných disciplín, včetně sociologie, ekonomiky, politiky a dalších oborů (Pyšek, 2018). V roce 1982 byl zahájen program SCOPE (Scientific Committee on the Problems of the Environment), který se jako první opíral o mezinárodní spolupráci a na dlouhou dobu nastavil oborové standardy (Pyšek et Tichý, 2001). Dále následovalo začátkem 90. let přijetí Úmluvy o biodiverzitě (jedním z klíčových bodů bylo „zabraňování zavádění, kontrola a hubení invazivních nepůvodních druhů“) a byly založeny pravidelné specializované konference, cílící na problematiku nepůvodních a invazních druhů (EMAPi v r. 1992, Neobiota v r. 2000), které se konají dodnes (Pyšek 2018; Neobiota 2021).

3.5. Invazní druhy v legislativě a jejich klasifikace

Zásadní roli při prevenci a regulaci invazních druhů hraje legislativa, která určuje, jak zacházet s invazními a potenciálně invazními druhy na daném území (Chytrý et Pyšek, 2008).

Ještě donedávna byla v Evropské Unii platná pouze právní úprava čl. 11 Směrnice 2009/147/ES (směrnice o ptácích) a čl. 22 22 písm. b) Směrnice 92/43/EHS (směrnice o stanovištích), která se týkala i nepůvodních a invazních druhů. V rámci Evropské unie začala být biologickým invazím věnována pozornost až kolem 90. let a zejména po roce 2000. Po tomto roce se postupně začaly zpracovávat odborné podklady s cílem řešit problematiku nepůvodních, popř. invazních druhů, což vedlo k začleňování těchto priorit do strategických cílů EU (např. Strategie EU v oblasti biologické rozmanitosti) (Šíma, 2017).

Aktuálně platným legislativním opatřením, řešícím uvedenou problematiku, je Nařízení EP a Rady č. 1143/2014 o prevenci a regulaci zavlékání či vysazování a šíření invazních nepůvodních druhů (IAS), které bylo vydáno 1. ledna 2015 a je závazné pro všechny členské státy EU (Sádlo et al. 2020). Nařízení EP a Rady 1143/2014 nařizuje důležitost zavedení systému pro sledování nepůvodních invazních druhů a vyhodnocování jejich šíření (Görner, 2018). O nepůvodních druzích je jednáno i v Nařízení rady (ES) 708/2007, o používání cizích a místně se nevyskytujících druhů v akvakultuře a jeho změn dle nařízení 304/2011 (NAŘÍZENÍ RADY (ES) č. 708/2007).

Právní předpisy České republiky týkající se invazních a potenciálně invazních druhů nalezneme například v zákoně č.114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny

v plném znění. Podle § 5 odst. 4 tohoto zákona jsou nepůvodní druhy definovány jako geograficky nepůvodní druhy flóry nebo fauny, které nejsou přirozenou součástí společenstev určitého regionu (Zákon 114/1992 Sb.), většího území (např. České republiky) nebo Evropy (Pergl et al. 2016a).

Česká republika částečně využívá od roku 2016 v legislativě již zmiňovaný unijní seznam, který je aktuálně monitorován Ústředním kontrolním a zkušebním zemědělským ústavem. Dříve tento seznam monitorovala Státní rostlinolékařská správa (Pergl et al. 2016a). Seznam obsahoval celkem 37 invazních druhů, z čehož bylo 14 druhů rostlin. Seznam byl v následujících letech dvakrát aktualizován. První aktualizace seznamu proběhla v roce 2017, kdy počet druhů nepůvodních rostlin v seznamu stoupl na 23 druhů a po druhé aktualizaci čítá již 36 druhů rostlin (MŽP, 2019a). Pro druhy zařazené na unijním seznamu platí omezení či zákazy jejich využívání a šíření do životního prostředí; u již rozšířených druhů je poté vyžadována regulace a omezení dopadů (Görner, 2018).

V roce 2016 vydali Pergl et al. (2016b) seznam nepůvodních druhů, který vybrané druhy rozděluje na tzv. černý, šedý a varovný seznam. Pro zpracovávání těchto seznamů použili seznam nepůvodních živočichů (Šefrová et Laštůvka, 2005) a rostlin (Pyšek et al. 2012b), které se vyskytují ve volné přírodě na území České republiky. Jde o nejnovější systém, který posuzuje rizika nepůvodních druhů ovlivňující biodiverzitu a správnou funkci ekosystémů (Pergl et al. 2016b). Nejvýznamnější invazní druhy, u kterých je management, resp. likvidace prioritou, nalezneme v černém seznamu. Černý seznam čítá celkem 78 druhů rostlin a 39 druhů živočichů. Šedý seznam čítá 47 druhů rostlin a 16 druhů živočichů, tyto druhy mají menší, ale nezanedbatelný vliv. Varovný seznam zahrnuje 25 druhů rostlin a 27 druhů živočichů, které ve volné krajině zatím nenajdeme, ale hrozí, že by mohlo dojít k jejich rozšíření mimo původní areál nebo zavlečení (Pergl, et al. 2016b).

Další výčet legislativy, která problematiku nepůvodních druhů zmiňuje ve svých textech:

- Zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči, v platném znění a navazující vyhláška č. 215/2008 Sb., o opatřeních proti zavlečení a rozšiřování škodlivých organismů rostlin a rostlinných produktů, v platném znění

- Zákon č. 78/2004 Sb. o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty, v platném znění
- Zákon č. 254/2001 Sb., vodní zákon
- Zákon č. 99/2004 Sb., o rybářství
- Zákon č. 289/1995 Sb. o lesích
- Zákon č. 449/2001 Sb., o myslivosti, v platném znění

3.6. Likvidace invazních druhů

Před likvidací je nutné zajistit mapování zájmových druhů a ohrožených stanovišť v cílové oblasti, identifikaci vlastníků zahrnutých pozemků a zjistit, jaké ochranné podmínky se k druhu a území vztahují (Pergl et al. 2014).

Likvidaci invazních druhů rostlin dělíme dle technologie na mechanickou, chemickou a kombinovanou. Likvidace je často velmi složitá práce a je jak technicky, tak i časově náročná (Berchová – Bímová et al. 2019).

Mezi mechanické metody se řadí ruční vytrhávání/vyrývání rostlin i s kořeny, sečení, kosení a pastva. Mechanické metody jsou většinou jediný způsob, jak snížit počet nežádoucích druhů v ochranných pásmech vodních zdrojů, I. a II. zónách CHKO a na pozemcích ekologického zemědělství, kde jsou ostatní metody zakázány (Pergl et al. 2014). Při chemické likvidaci se využívá herbicidů, a proto je tato metoda kontrolována Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem. Posledním přístupem je kombinace mechanické a chemické likvidace (tzn. sečení + postřik herbicidem). Tato metoda je obvykle nejvíce efektivní a zpravidla časově méně náročná (Berchová – Bímová et al. 2019). Metodu volíme podle rozsahu potřebné likvidace a na základě územních omezení – herbicidy není možné použít vždy (Pergl et al. 2014). Použití chemických prostředků – herbicidů při likvidaci organismů značně zasahuje do životního prostředí, proto je jejich používání v ZCHÚ regulováno zákonem č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění. V I. a II. zóně CHKO, NP, PR a NPR je použití herbicidů omezeno nebo zakázáno, pokud by tím hrozilo jejich poškození nebo je závislé na souhlasu orgánu ochrany přírody na základě ochranných podmínek daného ZCHÚ (Dort et al. 2017; AOPK ČR 2016). Velkým problémem je i jejich negativní vliv na lidské zdraví a necílové organismy, které přijdou s herbicidní látkou do styku. Zbytky herbicidních látek (rezidua) se mohou poté nacházet v půdě, povrchových či podzemních vodách, ale také v potravinách (Jursík et al. 2018).

Z těchto důvodů je vysoce důležité předcházet masivnímu rozšíření invazních druhů a pravidelně monitorovat lokality s jejich potenciálním výskytem (Berchová – Bímová et al. 2019; Pěkníková et Berchová – Bímová 2016).

3.7. Popis čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae*)

Čeď *Lamiaceae* je šestá největší rostlinná čeď a čítá více než 230 rodů a 7130 druhů rostlin (Bekut et al. 2017). Největší areály výskytu najdeme ve Středomoří a ve střední a jihozápadní Asii. Zástupce této čeledi najdeme po celém světě (Slavík et al. 2000). Čeď hluchavkovitých v České republice zastupuje přibližně 35 rodů a cca 100 druhů – jedná se zejména o jednoleté, dvouleté nebo vytrvalé byliny, v ojedinělých případech také o keře (Jahodář 2006; Slavík et al. 2000).

Lodyha bývá většinou jednoduchá nebo větvená. Listy zástupců jsou vstřícné, křížmostojné, jednoduché řapíkaté, bez palistů. Květy jsou většinou souměrné a oboupohlavné nebo druhotně jednopohlavné. Koruna je srostlolupenná, dvoupyská. Plodem je tvrdka, u některých zástupců rostoucích mimo Evropu může být plodem také tobolka nebo peckovice (Slavík et al. 2000).

Zástupci čeledi *Lamiaceae* jsou využívány v mnoha odvětvích – v potravinářském průmyslu (bazalka, dobromysl), farmaceutickém průmyslu (mateřídouška, šalvěj) i kosmetickém průmyslu, jelikož rostliny bývají velmi aromatické (Slavík et al. 2000). Často je můžeme spatřit na zahrádkách, kde se pěstují jako okrasné nebo nektarodárné rostliny (Hejný et Slavík, 2003).

3.8. Charakteristika druhu *Stachys byzantina*

S. byzantina je endemitní druh pocházející původně ze severozápadního Íránu, kde roste především ve vyšších polohách; dále je rozšířen také v Turecku, Afganistánu a po celém Kavkazském pohoří (Asnaashari et al. 2010). Do ČR byl zavlečen jako okrasný druh pro zahradní výsadby, jde o neofyt se statusem přechodně zavlečeného taxonu (Pyšek et al. 2012b); u druhu nelze vyloučit ani zavlečení pro lékařské účely –

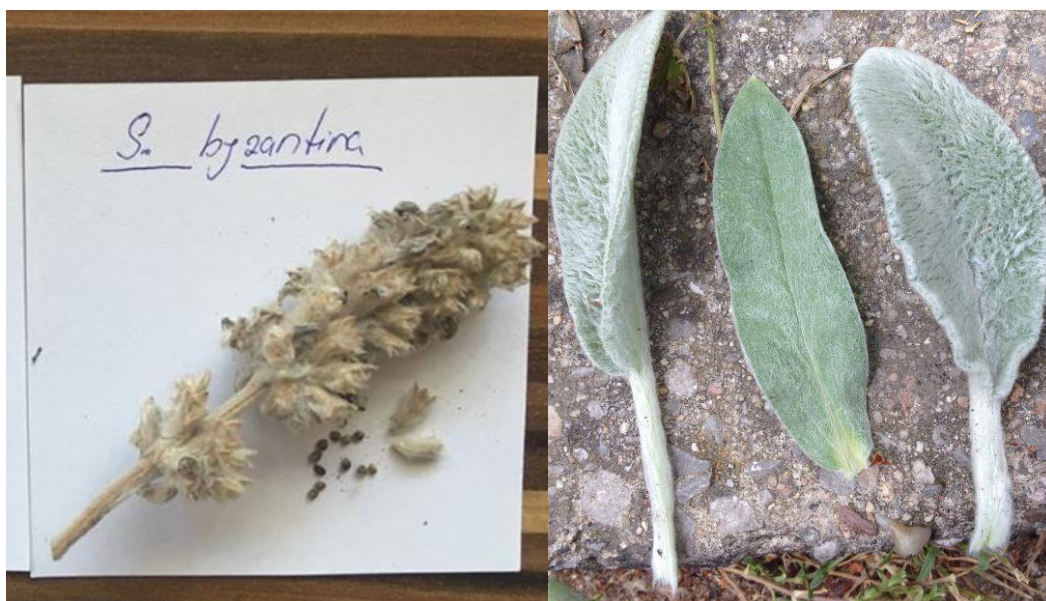
bylo zjištěno, že látky v listech a stoncích obsahují směsi esenciálních olejů, které mají antimikrobiální účinek (Pladias 2021; Manafi et al. 2010).



Obr. 1: *Stachys byzantina* v období kvetení – zahrádka (Morávková, 2020)

Morfologie

Stachys byzantina je vytrvalá bylina, která dorůstá výšky 20 až 80 cm. Lodyha je přímá a nevětvená (Pladias, 2021). Listy jsou jednoduché řapíkaté a podlouhlé, dorůstající 3 až 12 centimetrů (Příloha č. 3). Povrch listů je velmi hustě plstnatý šedo zelené barvy (Hejný et Slavík, 2003). Květy jsou symetrické a mají růžové až růžovofialové zbarvení (Příloha č. 2), jsou obaleny zvonkovitým hustě chlupatým kalichem a kvetou v období července až srpna (Pladias, 2021). Plodem je trojboká tvrdka hnědé nebo hnědočerné barvy o velikosti cca 2 mm (Hejný et Slavík, 2003). *S. byzantina* je schopný masivního rozrůstání resp. šíření pomocí vegetativních orgánů (Kohout, 2019).



Obr. 2: květ se semeny a listy druhu *Stachys byzantina* (autor: Kadlecová Martina, 2018)

3.9. Klíčení a klíčivost

Rostliny v průběhu svého fyziologického vývoje prochází třemi obdobími – vegetačním, reprodukčním a dormantním (Kubát et al. 2002).

3.9.1. Klíčení

Klíčení je proces, při kterém dochází k morfologickým a fyziologickým změnám semene a ty zahájí metabolickou aktivaci embrya (Hermann et al. 2007). Metabolická aktivita vede k prodloužení buněk radikuly a hypokotylu embryí (Procházka et al. 1998).

Aby semeno mohlo začít bobtnat, musí přijmout dostatečné množství vody (Šetlík et al. 2021). Když semeno začne přijímat vodu, současně se v něm začnou rozpínat pletiva buněčných koloidů a vakuol buněk, což vede k bubření semene. Dále dochází k fyzikálně-chemickým procesům, které spustí růst cytoplazmy, následně dělení buněk a růst embrya. Samotné klíčení nastává poté, co kořínek pronikne o semením. Nová rostlinka nejprve žije heterotrofně (ze zásob – zbytky organických lých), autotrofně (využití anorganických látek) začíná žít až s proniknutím na světlo (Kincl et Krpeš, 2000).

Druhy rostlin, které brzy (včasně) klíčí mají velkou výhodou, jelikož pro svůj růst a vývoj mají větší prostor, více živin, a tedy dříve vyrostou – následně tak budou lepšími konkurenty pro ostatní druhy rostlin (Giorina et al. 2018).

Semena některých druhů mají navíc schopnost přežít v půdě až desítky let ve formě semenné banky – populace tedy nemusí plodit semena každý rok a může se svým šířením vyčkat na vhodné podmínky (dostatečný přísun vody, vzduchu apod. (Jursík et al. 2018; Skálová 2017). Příkladem jsou semena ambrosie peřenolisté (*Ambrosia artemisiifolia*), které mohou přežít v půdě i déle než pět let (Moravcová et al. 2018).

Teplota

Při klíčení semene a poté i růstu rostlinky je velmi důležitá teplota. Teplotu dělíme na tři body – maximum (maximální teplota pro klíčení), optimum (ideální teplota, nejlepší klíčení v krátkém čase) a minimum (minimální teplota, semena začínají klíčit) (Jursík et al. 2018). Teplotní minimum udává dle teploty půdy dobu vhodnou pro setí (Procházka et al. 1998). Nejideálnější je pro klíčení střídání teplot, v přírodních podmínkách je tomu tak při střídání ročních období. Semena některých druhů totiž při konstantní teplotě výrazně sníží klíčivost nebo klíčit přestanou (Jursík et al. 2018).

Semena mají různé a specifické požadavky na teplotu. Čerstvá semena klíčí jen v malém teplotním rozmezí a teprve až po ukončení dormance jsou schopna klíčit v nižších a vyšších teplotách. Naopak nezralé travní obilky jsou schopny klíčit ve velkém teplotním rozmezí a po dozrání se teplotní rozmezí zužuje. Jsou také semena, která nezačnou klíčit bez přechozího promrznutí (Kincl et Krpeš, 2000).

Světlo

Semena dělíme na kladně fotoblastická a záporně fotoblastická. Kladně fotoblastická semena světlo při klíčení stimuluje a u záporně fotoblastických semen světlo klíčení inhibuje (Procházka et al. 1998). Pokud nejsou pro klíčení v povrchové vrstvě semene splněny vhodné podmínky (vlhkost, živiny) může se projevit negativní reakce na světlo. Nároky na světlo mohou být ovlivněny dormancí (Jursík et al. 2018).

Voda

Optimální obsah vody v semeni by se měl pohybovat mezi 7 až 16 %. Nezralá semena mají obsah vody vyšší; pokud je poté obsah vody nižší než 7 % dojde k znehodnocení semene (Kincl et Krpeš, 2000). Příjem vody do semene je nejvyšší při kontaktu semene

s vodou a příjem vody zároveň roste se zvyšující se teplotou. Když dojde k narušení osemení, příjem vody se zrychlí (Procházka et al. 1998).

Kyslík

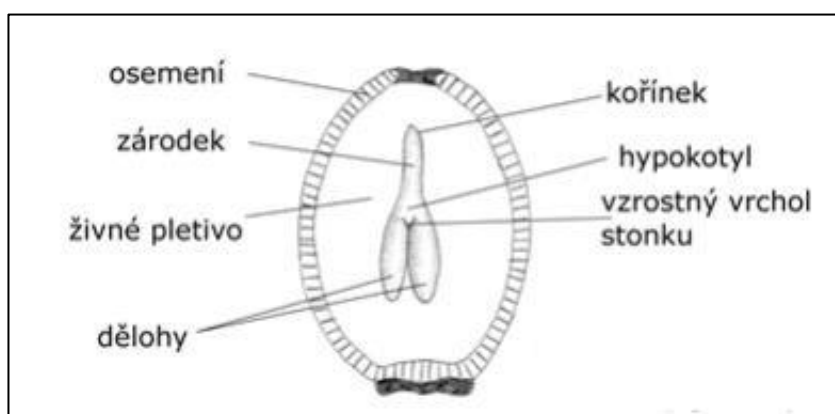
Semena potřebují dýchat a nezbytným faktorem je kyslík (O^2), proto je při setí semen důležité dodržovat správnou hloubku. Podle velikosti semene volíme hloubku setí. Menší semena do menší hloubky a větší semena hlouběji. Hloubku volíme také podle vlhkosti půdy (Kincl et Krpeš, 2000).

3.9.2. Klíčivost

Klíčivost udává životaschopnost semen, které jsou schopna pokračovat ve vývoji. Klíčivost se udává v procentech a vyjadřuje podíl vyklíčených semen ve vzorku s daným počtem dní. Intenzita klíčení je u každého semene jiná a závisí na kvalitě semen (Houba et al. 2002). Udává také fyziologickou kvalitu semen (dos Anjos et al. 2015).

Klíčivost se zjistí laboratorní zkouškou. Zkouška musí být provedena za vhodných teplotních, vlhkostních a světelných podmínek. V daných dnech se vyhodnotí výsledky fyziologického potenciálu semen (dos Anjos et al. 2015).

Laboratorní test klíčivosti je základním a nejběžnějším testem kontroly semen. Výsledek testu může být kritériem kvality osiva při jeho certifikaci (Houba et al. 2002).



Obr. 3: stavba semene (biomach.cz, 2021)

3.10. Dormance semen

Dormance je strategie druhů, při které semena nejsou schopna klíčit, protože se metabolismus semene snížil na minimum (Jursík et al. 2018). Semena nevykazují žádnou aktivitu, ale jsou živá. Aby semena byla znovu aktivní, je zapotřebí vystavit je

vhodným podmínkám (vlhko, teplota apod.) podobným typickému období jejich přirozeného klíčení v přírodě a tím dormanci ukončit (Mikulka et al. 2005). Dormance je nezbytný proces jak v zimním období, kdy musí rostlina přežít nízké teploty nebo naopak v letních měsících, kdy je rostlina vystavena suchu a horku (Procházka et al. 1998). Dormanci využívají jednoleté i víceleté rostliny, které se rozmnožují generativním způsobem, aby přežily nepříznivé podmínky pozastavením růstu a vývoje semene (Mikulka et al. 2005; Foley 2001). U množství rostlin nedochází ke klíčení semen ihned po jeho dozrání a oddělení od mateřské rostliny, ale semena jsou dormantní až do jarního období (Procházka et al. 1998). Semena v období dormance neklíčí, jelikož zde působí inhibitor (regulátor) růstu rostliny, hlavním inhibitorem je kyselina abscisová (Šetlík et al. 2021).

Dormance se dělí na primární (vrozenou) dormanci a sekundární (vynucenou) dormanci (Kincl et al. 2003).

Primární dormance

Primární dormanci (PD) využívají druhy rostlin, jejichž semena nejsou schopna vyklíčit ihned po dozrání. PD chrání semena rostlin, aby nezačala klíčit dříve, než pro jejich úspěšné klíčení budou příznivé podmínky (Begon et al. 1997). Je typická u druhů rostlin, které klíčí jen krátkou část sezóny. PD plní svou funkci zejména u jednoletých druhů plevelů, u kterých klíčení probíhá po dozrání semen na jaře nadcházejícího roku. Ta poté mohou za daných přírodních podmínek začít klíčit až na začátku další sezóny, kdy je přepokládána jejich nejvyšší populační úspěšnost. Některá semena nezačnou klíčit ani po ukončení dormance a k vyklíčení potřebují podnět. Mezi tyto podněty patří např. světlo, pravidelné střídání teplot (den/noc). U jiných druhů rostlin je k vyklíčení semen nutné narušení obalu semene, posklizňové dozrávání nebo tzv. studená stratifikace – chilling (Hendry et Grime, 1993).

Podle Goslinga (1988) je studená stratifikace v současnosti nejvyužívanější metoda, která má velice příznivý vliv na následné klíčení semen. Projevuje se zvýšením klíčivosti, zrychleným klíčením a rozšířením teplotního rozmezí, při kterém semena klíčí (Gosling, 1988). Aby byla stratifikace úspěšná, je důležité, aby semena byla vystavena danému chladu a vlhku dostatečně dlouho (Leadem et al. 1990). Vhodná délka stratifikace se udává v rozmezí 2 až 12 týdnů (Seifert, 2005).

Sekundární dormance

Sekundární neboli vynucená dormance je typická pro druhy rostlin, které semena zásobují v půdě a ta reagují na změny okolních podmínek. Pokud jsou podmínky nepříznivé, semena vstoupí do sekundární (vynucené) dormance (Mikulka et al. 2005). V tomto stavu setrvávají semena krátký čas nebo i několik sezón, dokud se podmínky nezlepší. Zásadní roli zde hrají vnitřní faktory (genetická dispozice, metabolická reakce apod.) s vnějšími podmínkami (Jursík et al. 2011). Semena vstupují do sekundární dormance při nedostatku kyslíku, vysokého obsahu oxidu uhličitého v půdě nebo při dlouhodobě trvajících nepříznivých podmínkách, jako jsou např. příliš vysoké/nízké teploty. Pokud se nepříznivé podmínky změní, sekundární dormance je ukončena (Murdoch et Ellis, 2000).

4. Metodika

V rámci experimentu byla v laboratorních podmínkách sledována klíčivost semen druhu *Stachys byzantina*. Pokusná semena byla odebírána ze zplaňujících populací. Experimentální klíčení probíhalo po dobu 30 dní v klimaboxu s řízenou teplotou a osvětlením. Data byla statisticky vyhodnocena.

4.1. Sběr semen a charakteristika lokalit

Semena použitá pro experiment byla sbírána na pěti předem stanovených lokalitách: Praha-Vyšehrad, Hořovičky, Praha-Jahodová, Čelákovice a Dublin. Sběr probíhal v měsících červen, srpen, září a říjen roku 2018 (viz tab. 1). Čtyři populace byly sbírány na území České republiky a jedna v Irsku (Dublin), aby byla postihnuta větší variabilita populací, resp. aby byla zastoupena také populace z výrazně odlišných stanovištních podmínek.

Během sběru semen bylo vždy zaznamenáno datum sběru a GPS souřadnice. Hodnoty průměrné roční teploty a úhrnu srážek pro všechny lokality (Tab. 1) byly zjištěny v publikaci Biogeografické regiony České republiky (Tolasz et al. 2007) a webového portálu CLIMATE-DATA.ORG.

Semena byla před samotným experimentem vystavena po dobu 6 týdnů studené stratifikaci v teplotě -16 °C.

Tab. 1: informace o studovaných lokalitách

Datum	Lokalita	GPS souřadnice	Prům.roč. srážky (mm)	Prům.roč. teplota (°C)
21.08.2018	Praha Vyšehrad	50.06373N, 14.41665E	450-500	8-9
15.08.2018	Hořovičky	50.15569N, 13.53108E	480-500	7.6-8
19.06.2017	Praha Jahodová	50.05802N, 14.5093E	550-650	7.5-9
08.10.2017	Čelákovice	50.16697N, 14.77223E	473-560	8.7-9
06.09.2018	Dublin	53.29496N, -6.13895E	979	9.7

Charakteristika lokalit

Praha – Vyšehrad

Lokalita Praha – Vyšehrad se nachází v Řípském bioregionu (1.2), který tvoří nížinná tabule na severozápadě středních Čech, pokrývá velkou část Dolnooharské tabule a západní část Pražské plošiny. Bioregion je tvořen opukovou tabulí s ochuzenou teplomilnou biotou. Typická výška bioregionu je 170–340 m. Typické je zde teplé a suché podnebí s teplotami mezi 8–9 °C a srážkami 450–500 mm (Culek et al. 2013).

Převažující půdní typy jsou karbonátové černozemě. Největší zastoupení zde má zemědělská krajina, dále velkou plochu tvoří zástavba hlavního města. Vodní plochy tvoří především hladiny Ohře a Vltavy. Lesů je v bioregionu málo. Řípský bioregion je jednou z nejstarších sídelních oblastí u nás (osídlení od neolitu) (Culek et al. 2013).

Hořovičky

Lokalita Hořovičky leží v Rakovnicko-žlutickém bioregionu (1.16) na hranici středních a západních Čech. Zaujímá velkou část geomorfologického celku Jesenická pahorkatina. Typická výška bioregionu je 360–600 m. Rakovnicko-žlutický bioregion má mírně teplé až velmi suché podnebí. Průměrné teploty dosahují 7,6–8 °C a průměrný roční úhrn srážek 480–500 mm (Culek et al. 2013).

V západní části bioregionu převažují kyselé typické kambizemě. Krajina bioregionu byla už od počátku středověku odlesňována, proto dnes lesy tvoří jen 33 % rozlohy a rostou na extrémně nepříznivých stanovištích (na extrémně kyselých

písčitých půdách nebo na plošinách s žulovými balvany). Dominuje zde orná půda (Culek et al. 2013).

Praha – Jahodová

Lokalita Praha – Jahodová je součástí Českobrodského bioregionu (1.5), který leží uprostřed středních Čech. Zaujímá Českobrodskou tabuli, část východní Pražské plošiny a také Čáslavské kotliny. Českobrodský bioregion tvoří úpatí Českomoravské vrchoviny a Středočeské pahorkatiny směrem k Polabí. Bioregion je tvořen plošinami na starších sedimentech. Převážně zde roste slabě teplomilná biota 2. a 3. vegetačního stupně – biodiverzita je podprůměrná. Typická výška je zde 200–370 m. Průměrné teploty dosahují 7,5–9 °C a srážky 550–650 mm (Culek et al. 2013).

V bioregionu převažují černoze. Plochy jsou využívány intenzivně zemědělsky, většinu plošin tvoří pole. Lesy pokrývají pouhá necelá 4 %. Západní část tvoří zástavba Prahy (Culek et al. 2013).

Čelákovice

Čelákovice se nachází v Polabském regionu (1.7), ten leží ve střední části středních Čech. Zaujímá Terezínskou, Mělnickou a Nymburskou kotlinu a rozprostírá se v nejnižší části české tabule. Charakteristickým rysem bioregionu je katéna niv a nízké a střední terasy. Roste zde biota 2. vegetačního stupně. Průměrná výška bioregionu je 145–200 m. Leží v teplé oblasti a má nejvyšší průměrné teploty v Čechách (8,7–9 °C). Průměrné srážky se pohybují mezi 473–560 mm (Culek et al. 2013).

V labské nivě bioregionu převládá typická fluvizem (typu vega). Nejvíce ploch zabírá orná půda, značnou plochu také zabírají sídla menších měst. Za poslední dvě století niva zcela změnila svůj charakter – řeky byly člověkem regulovány, slatiny odvodněny a většina luk rozorána. (Culek et al. 2013).

Dublin

Průměrná teplota v Dublinu je 9,7 a průměrné roční srážky dosahují 979 mm (CLIMATE-DATA.ORG, 2021). Semena byla sbírána z okrasné výsadby v zastavěném území (viz tab. 1), odkud se šíří do okolních zelených ploch.

4.2. Příprava a klíčení semen v laboratoři

Pro přípravu semen k experimentu byla semena povrchově sterilizována v 70% roztoku ethanolu a poté v 50% roztoku chloranu sodného. Pro každou lokalitu bylo

klíčeno 270 semen, které byly následně rozděleny do 9 Petriho misek (tzn. 30 semen/Petriho miska). Klíčivost čistce vlnatého (*Stachys byzantina*) se sledovala ve třech různých teplotách 10, 15 a 22 °C o 3 opakováních po 30 semenech na lokalitu.

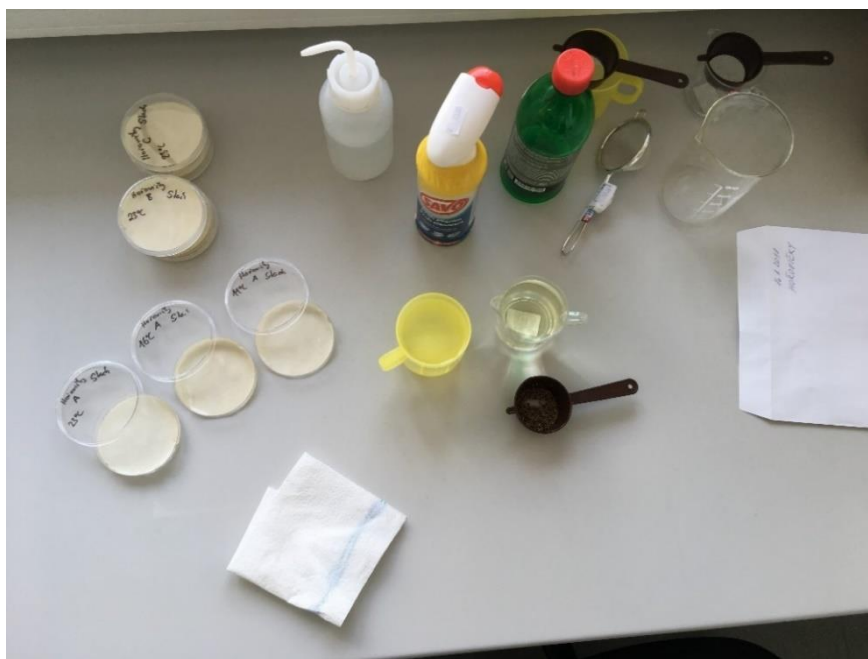
Semena byla vložena do Petriho misky na vlhký filtrační papír a uložena do klimaboxů.

Průběh experimentu

Experiment byl zahájen 15. 9. 2018, pro semena bylo simulováno střídání dne a noci: 14 hodin světlo / 10 hodin tma. V rámci střídání světelného režimu byla pravidelně měněna také teplota – viz tab. 2. Stav Petriho misek byl kontrolován v pravidelném intervalu dvou dnů, přičemž byly pravidelně zaznamenávány informace o klíčení. Již vyklíčená semena byla vždy při odečtu z Petriho misky vyjmuta. Poslední odečet byl proveden 13. 10. 2018.

Tab. 2: střídání světla/tmy a teplot SB.

Druh rostliny	Světlo	Tma
	teplota [°C]	teplota [°C]
SB (<i>Stachys byzantina</i>)	22	15
SB (<i>Stachys byzantina</i>)	15	10
SB (<i>Stachys byzantina</i>)	10	5



Obr. 4: Příprava (sterilizace) semen v laboratoři před vložením do Petriho misek

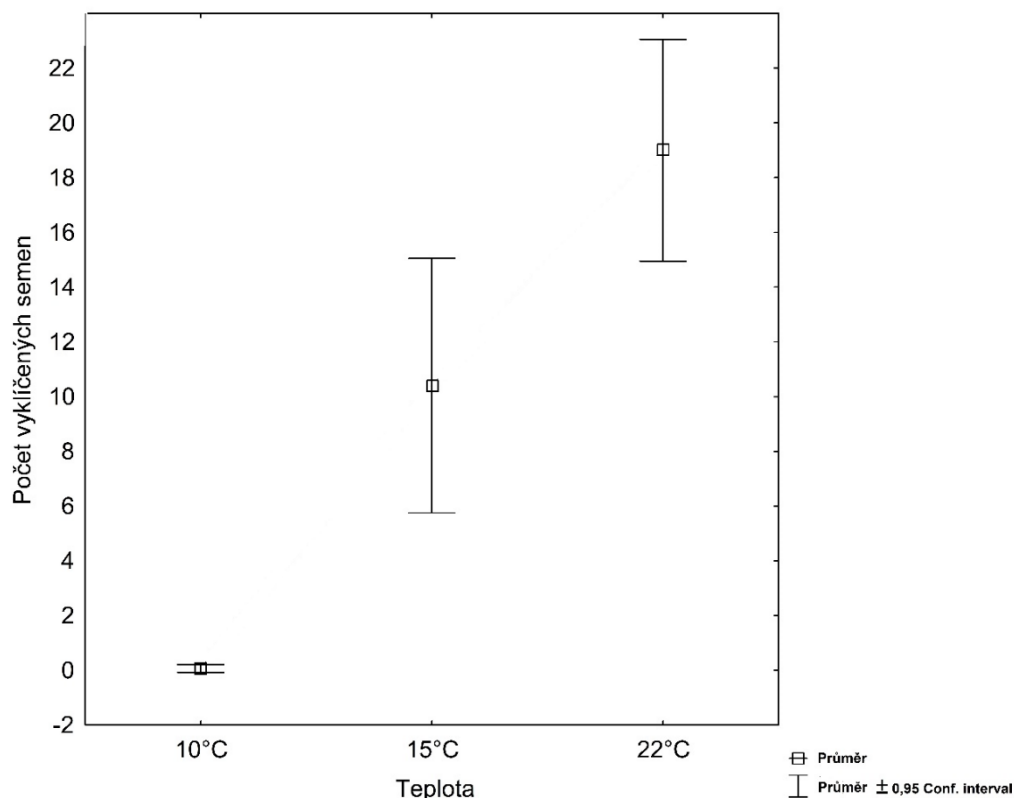
4.3. Statistické analýzy

Rozdíly v klíčivosti mezi třemi testovanými teplotami (10 °C, 15 °C, 22 °C) a pěti studovanými populacemi (Praha-Vyšehrad, Hořovičky, Praha-Jahodová, Čelákovice a Dublin) byly vyhodnoceny pomocí lineárních modelů (LM), kde závislá proměnná byla konečný počet vyklíčených semen. Rozdíly klíčivosti v čase byly testovány pomocí analýzy rozptylu pro opakovaná měření (ANOVA Repeated Measures) (Lepš et Šmilauer, 2016), kde závislá proměnná byla počet vyklíčených semen (transformovaných $y = (y + 0.5)^{-2}$) v jednotlivých časech odečtu. Data byla transformována z důvodu vhodnosti použití modelu.

Všechny hypotézy byly testovány na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Získaná data byla vyhodnocena pomocí programu STATISTICA 13.

5. Výsledky

V rámci experimentu bylo zjištěno, že teplota má vliv na klíčení semen čistce vlnatého (*Stachys byzantina*). Byl zjištěn statisticky významný rozdíl klíčení semen mezi teplotami ($F = 47.345$, $df = 2$, $p < 0.001$) a jednotlivými populacemi (lokalitami) ($F = 5.765$, $df = 4$, $p < 0.001$). Na Obr. 5 je vidět nárůst počtu vyklíčených semen se zvyšující se teplotou.

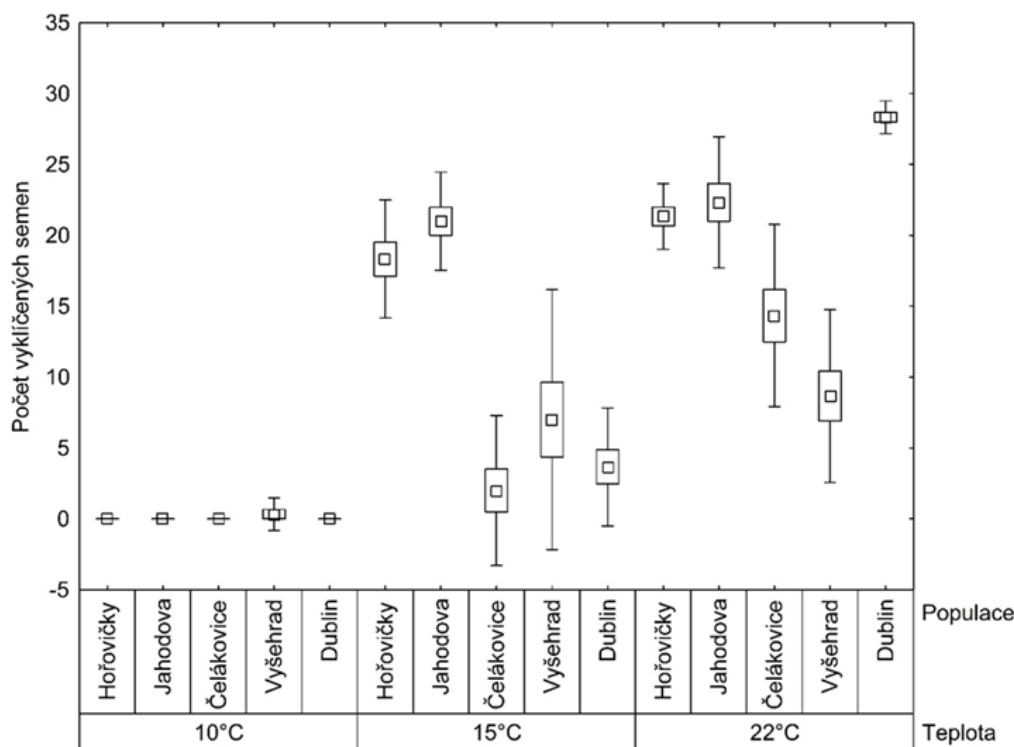


Obr. 5: Klíčivost semen všech studovaných populací roste se zvyšující se teplotou (souhrnná data pro všechny testované populace). Vousy vyjadřují rozpětí minimálního a maximálního počtu vyklíčených semen a kolečka na vousech pak průměr vyklíčených semen v kusech.

5.1. Klíčivost semen v závislosti na teplotě

Při teplotě 10 °C nevykazovala semena takřka žádnou aktivitu, resp. neklíčila. Vyklíčilo pouze 1 semeno z celkově testovaných 450 semen. Při teplotě 15 °C byla zaznamenána vyklíčená semena již při 2. odečtu (tzn. po 4 dnech) a klíčivost byla již vyšší (vyklíčilo 156 ze 450 semen). Zaznamenány byly také velké rozdíly v počtu vyklíčených semen mezi lokalitami (min. 0, max. 20). Ve 22 °C byla zaznamenána nejvyšší klíčivost. Vyklíčilo 285 semen ze 450 (min. 6, max. 29). Klíčivost semen v teplotách 15 °C a 22 °C je tedy o poznání vyšší a studované populace vykazují znatelnou variabilitu v klíčivosti (všechny populace klíčí, ale s rozdílným množstvím průměrně vyklíčených semen). Všechny studované populace vykazovaly nejvyšší klíčivost ve 22 °C (Obr. 6).

Bylo také zjištěno, že populace z Dublinu vykazovala značně vyšší klíčivost ve 22 °C v porovnání s ostatními populacemi (Obr. 6).

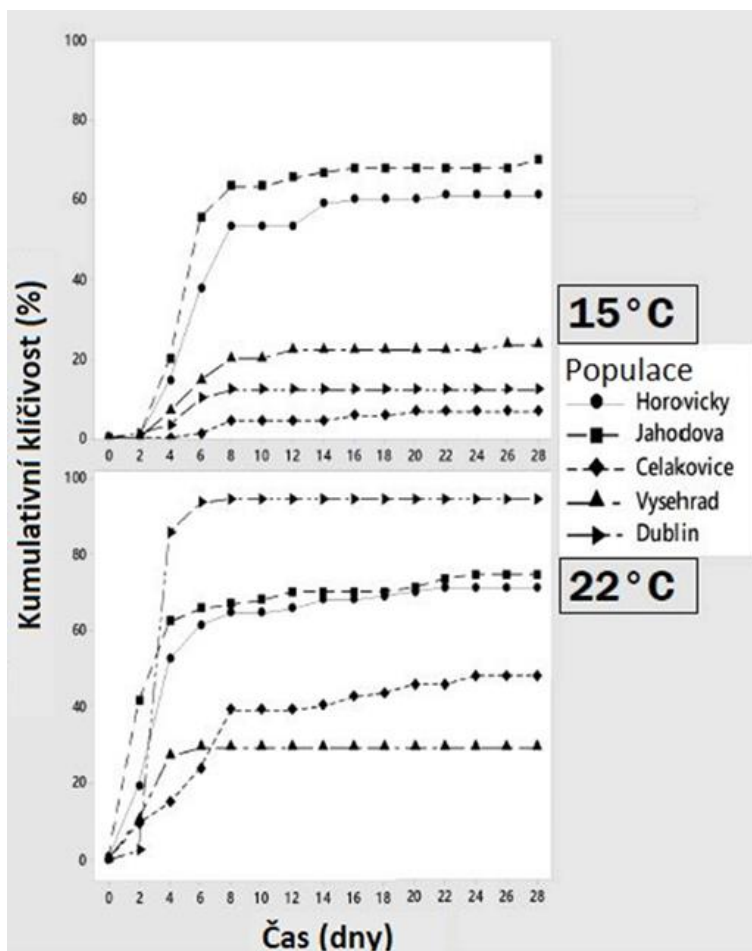


Obr. 6: Přehled konečné klíčivosti *S. byzantina* v rozdílných teplotách mezi jednotlivými populacemi; krabice diagramu ukazuje mezikvartilové rozpětí dat, vnitřní čtverec značí průměr, vousy vyjadřují směrodatnou odchylku (SD).

5.2. Úspěšnost klíčení mezi testovanými populacemi a teplotami

Výsledek statistické analýzy pomocí ANOVA pro opakovaná měření prokázal výraznou interakci mezi časem, teplotami a populacemi ($F = 21.2$, $df = 112$, $p = 0.02$). Klíčivost semen *S. byzantina* se liší dle testované teploty ($F = 139.1$, $df = 2$, $p < 0.001$) a populace ($F = 35.8$, $df = 3$, $p < 0.001$) (Obr. 7).

Na Obr. 7 je dobře vidět variabilita klíčivosti jednotlivých populací (lokalit) – je zřejmé, že populace Hořovičky a Vyšehrad klíčí při 15 °C a 22 °C velice podobně. U semen z lokality Vyšehrad byla klíčivost semen v obou teplotách (15 a 22 °C) podobná – cca 50–70 %, ale viditelně nižší než u lokalit Hořovičky a Jahodová. Nejnižší klíčivost v 15 °C měla populace Čelákovice – cca do 10 %. Klíčivost populace Dublin v 15 °C byla druhá nejnižší, ale ve 22 °C nejvyšší ze všech. Vyklíčilo téměř 100 % semen (29 semen ze 30).



Obr. 7: Křivky postupné klíčivosti semen *S. byzantina* dle rozdílné teploty mezi jednotlivými populacemi.

5.3. Klíčení semen v závislosti na čase

Při experimentu probíhal odečet každé dva dny po dobu 30 dní. Celkem tedy proběhlo 15 odečtů (T0, T2, T4, ..., T28). Během odečtu T0 (2. den) nebylo zaznamenáno ani jedno vyklíčené semeno. Od odečtu T2 začala semena klíčit a mezi odečty T2–T6 (4.–8. den) byla klíčivost nejvyšší. Například u semen z lokality Dublin bylo při třetím odečtu zaznamenáno 23–25 vyklíčených semen ze 30 (Příloha č. 1). Při odečtech T10 až T28 (12. – 30. den) byla zaznamenána nově vyklíčená semena už jen ojediněle.

6. Diskuze

Výsledky experimentu ukazují, že se stoupající teplotou se zvyšoval počet vyklíčených semen. Teplota významně ovlivňuje růst a vývoj rostliny, ale také dobu klíčení (Jablonský, 2005). Optimální teplota pro úspěšné vyklíčení semene se druhově liší. Druhy pocházející z mírného pásma mají nižší hodnoty kardinálních bodů (teplotní rozmezí vhodné pro růst a vývoj rostlin) než rostliny pocházející z tropů. Plané druhy rostlin mají nižší nároky na klíčení, než druhy kulturní (Houba et Hosnedl, 2002). Vašák et al. (2000) uvádí, že tato teplota se pohybuje v rozmezí 5–35 °C a Houba a Hosnedl (2002) 15–30 °C.

Experiment byl prováděn ve třech teplotách 10/5 °C, 15/10 °C a 22/15 °C (teplota při světlé periodě/temné periodě) – při teplotě 10/5 °C vyklíčilo ze všech 350 kusů semen pouze jediné, to naznačuje, že teplotní podmínky nejsou pro studovaný druh popř. vybrané populace, vhodné. Semena zahájila pravděpodobně dormanci, což je běžné u ozimých plevelů – např. rozrazil břecťanolistý (*Veronica hederifolia*) vstupuje do dormantního stavu díky nízkým teplotám, přes léto dormanci ukončí a na podzim začne klíčit. Jarní plevely naopak reagují dormanci na vysoké letní (Bewley et Black, 1985). Zmíněná teplota (10/5 °C) se tedy u *S. byzantina* pohybuje na hranici minimální teploty pro úspěšné klíčení – průměrná klíčivost byla 0 %.

Vyšší klíčení bylo zaznamenáno u teplot 15/10 °C a 22/15 °C už 4. den od zahájení experimentu. Ze zjištěných hodnot je pravděpodobné, že teplotní optimum pro *S. byzantina* je právě v rozmezí těchto teplot. Vlivem teploty na klíčení semen nepůvodních druhů se zabývala např. Neumannová (2020), ta studovala vliv světla a teploty na klíčivost ambrosie peřenolisté (*Ambrosia artemisiifolia*) – sledované teploty zde byly 10–35 °C. Výsledky klíčivosti ambrosie vykazovaly podobné trendy jako v případě *S. byzantina* – u ambrosie v 10 °C nevyklíčila žádná nažka a se zvyšující se teplotou klíčivost nažek významně rostla. Nejvyšší klíčivost vykazovala ambrosie při 35 °C. Také Pepe et. al. (2020) se ve své studii věnoval klíčení nepůvodních, resp. invazních druhů – dvě studované rostliny, pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*) a líčidlo americké (*Phytolacca americana*) neklíčily při teplotě 15/6 °C, ale při vyšších teplotách (20/10 a 30/20 °C) již vykazovaly značnou klíčící aktivitu. Optimální teplota pro klíčení semen těchto druhů tedy bude stejná příp. vyšší, než pro *S. byzantina*.

Výsledky zmíněných studií i experimentu závislosti teploty na klíčení druhu *S. byzantina* tedy potvrzují, že optimální teplota klíčení většiny druhů rostlin je v rozmezí 15–30 °C (Houba et Hosnedl, 2002).

Kvalita resp. životaschopnost semen a následně jejich úspěšnost může být také ovlivněna vnějšími podmínkami prostředí, ze kterého populace pochází. Vzhledem k tomu, že populace z Dublinu měla druhou nejnižší klíčivost v 15/10 °C, ale ve 22/15 °C naopak nejvyšší, dalo by se předpokládat, že bude rozdíl způsoben adaptací na odlišné klimatické podmínky lokality, což je zejména vyšší průměrná teplota a srážky, které jsou výrazně rozdílné od srážkových hodnot lokalit populací z České republiky (Tab. 1).

Ve volné přírodě ale mohou ovlivnit klíčivost semen trvalek také jiné faktory, kterým nebyla studovaná semena vystavena – např. vnitrodruhová a mezidruhová kompetice (Dyer et al. 2004) nebo schopnost mateřské rostliny předávat informace o prostředí do svých semen – tím druh stanoví, kdy a kolik semen vyklíčí, aby úspěšnost klíčení a zejména následného šíření byla co nejvyšší. Jde o tzv. maternal effect (Ellner 1986; Tielborger et Valleriani 2005).

V lokálních podmínkách České republiky byl *S. byzantina* řešen již z hlediska vegetativního šíření (Kohout, 2019) – v rámci práce bylo zjištěno, že se druh rozmnožuje velice kvalitně nejen vegetativně, ale také generativně. Toto zjištění by potvrzovala i lokalita Vyšehrad, kde bylo při sběru semen pozorováno vysoké množství generativně zmlazených dceřiných rostlin v blízkém okolí rostliny mateřské. Při sběru semen z lokalit bylo zjištěno, že *S. byzantina* plodí poměrně vysoké množství semen, což v souladu se zjištěním od Kohouta (2019) naznačuje významný potenciál invazního šíření do okolní krajiny. To by navíc spolu se zvyšujícími se globálními průměrnými teplotami mohlo v budoucnu znamenat ještě intenzivnější šíření druhu *S. byzantina*. Vliv oteplování letních měsíců byl pozorován také na Antarktidě, kde vedl k významnému navýšení populací druhů *Colobanthus quitensis* a *Deschampsia antarctica* (Smith, 1994). Dullinger et al. (2016) poté uvádí, že oteplování klimatu zvýší také potenciální plochu vhodnou pro naturalizaci mnoha nepůvodních okrasných rostlin v Evropě. Dle recentních výsledků klíčícího experimentu se semeny čisté vlnatého je tedy zřejmé, že by se vlivem oteplování mohl druh lépe šířit i do prozatím nepříznivých (chladnějších popř. vyšších) oblastí. Také Pyšek a Pergl (2012c) se ve své studii zabývali dopady globálního oteplování na rostliny – konkrétně, zda může

oteplování urychlit křížení nepůvodních druhů s druhy domácími. Výsledky studie prokázaly, že s teplejším klimatem rozšíření domácích druhů zůstane stejné či menší a exotické (teplomilné) druhy se budou šířit více (Pyšek et al. 2012c).

7. Závěr

Výsledky práce ukazují, že teplota má zásadní vliv na klíčivost semen druhu *S. byzantina*. Se zvyšující teplotou se zvyšovala i klíčivost semen. V nejnižší studované teplotě (10/5 °C) semena neklíčila vůbec – jedná se tedy o rámcovou hranici teplotního minima pro klíčení sledovaného druhu. Dle výsledků se optimální teplota pro klíčení semen čistce vlnatého pohybuje mezi teplotami 15–22 °C. Výsledky ukázaly, že klíčivost mezi populacemi z České republiky byla obdobná. Populace z Dublinu poté vykazovala rozdílné klíčení od ostatních sledovaných populací (ČR populace), což může být vlivem odlišného klimatického prostředí Irska – oceánské podnebí s mírnější zimou, teplejším jarem a bohatšími srážkami.

Vyšší teploty tedy mají prokazatelně pozitivní vliv na klíčivost semen studovaného druhu, jehož celková klíčivost je poměrně vysoká. Zjištěné skutečnosti ve spojitosti s klimatickými změnami (oteplováním) mohou tak mít za následek rychlé šíření do okolní krajiny, včetně souvisejícího ohrožení nativních druhů – existuje zde tedy významný invazní potenciál, který je třeba reflektovat a zohledňovat například při plánování zahradních kompozic okrasných výsadeb.

8. Seznam použité literatury a internetových zdrojů

Literatura

ALPHONSE, L. P. P., 1855: Géographie botanique raisonnée.

ASNAASHARI S., DELAZAR A., ALIPOUR S., NAHAR L., WILLIAMS A., PASDARAN A., MOJARAB M., AZAD F., et SARKER S. D., 2010: Chemical composition, free-radical-scavenging and insecticidal activities of the aerial parts of *Stachys byzantina*. – Arch. Biol. Sci. 62: 653–662 s.

BEGON M., HARPER J.L., TOWNSEND C.R., 1997: Ekologie – jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc. 949 s.

BEKUT, M., BRKIĆ, S., KLADAR, N., DRAGOVIĆ, G., GAVARIĆ, N. et BOTIN, B., 2017: Potential of selected Lamiaceae plants in anti (retro) viral therapy. Pharmacological research.

BEWLEY, J. D. et BLACK, M., 1985: Seeds: Physiology and Development and Germination. Plenum Press. New York. p. 367.

BERCHOVÁ-BÍMOVÁ, K. et MANDÁK, B., 2008: Všechno zlé je k něčemu dobré: evoluce křídlatek (Fallopia) v sekundárním areálu rozšíření. Zprávy České botanické společnosti. Roč. 43, Mat. 23 (2008), s. 121-140.

BERCHOVÁ-BÍMOVÁ, K., KADLECOVÁ, M., VOJÍK, M., et VARDARMAN, J., 2019: Hodnocení likvidace invazních druhů rostlin, Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita Praha.

BÍBA, T., 2007: Zimovzdorné kaktusy v našich zahradách. Grada Publishing a.s., Praha.

CULEK, M., GRULICH, V., LAŠTŮVKA, Z., et DIVÍŠEK, J., 2013: Biogeografické regiony České republiky. Masarykova univerzita, Brno, 450.

DELLINGER, A. S., ESSL, F., HOJSGAARD, D., KIRCHHEIMER, B., KLATT, S., DAWSON, W., ... & DULLINGER, S. (2016). Niche dynamics of alien species do not differ among sexual and apomictic flowering plants. New Phytologist, 209(3), 1313-1323.

dos ANJOS, S., DANIELA V., ALVES, E. U. et DE MEDEIROS, D. S. 2015: Seed vigor of maize cv. Sertanejo by tests based on the performance of seedlings. *Ciencia Rural*. 45 (11). 1910-1916.

GIORINA, M., PYŠEK, P. et OSBORNE, B., 2018: Timing is everything: does early and late germination favor invasions by herbaceous alien plants? *Journal of Plant Ecology* 2018.

GOSLING, P.G. The effect of moist chilling on the subsequent germination of some temperate conifer seeds over a range of temperatures. *Journal of Seed Technology*, 1988, roč.12.

ELLNER, S., 1986: Germination dimorphisms and parent-offspring conflict in seed germination. *Journal of Theoretical Biology*, 123(2), 173-185.

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

FRANKHAM, R., BRISCOE, D.A. et BALLOU, J.D., 2002: *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge University Press. HADINEC J. et KUBÁT K., 2004: *Opuntia cf. phaeacantha Englem.* – In: Hadinec J., Lustyk P., Procházka F. (eds.), *Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. III. Zprávy České botanické společnosti*, Praha, roč. 39, 97-98 s.

HADINEC J. et KUBÁT K., 2004: *Opuntia cf. phaeacantha Englem.* – In: Hadinec J., Lustyk P., Procházka F. (eds.), *Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. III. Zprávy České botanické společnosti*, Praha, roč. 39, 97-98 s.

HERMANN K., MEINHARD J., DOBREV P., LINKIES A., PESEK B., HESS B., MACHÁCKOVÁ I., FISCHER U. et LEUBNER METZGER G., 2007: 1 – Aminocyclopropane-1-carboxylic acid and abscisic acid during the germination of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) a comparative study of fruits and seeds. *Journal of experimental botany* 58(11).

HEJDA, M., CHYTRÝ, M. et PYŠEK P., 2018: Biotopy jako zdroje i příjemci nepůvodních druhů rostlin.

HEJNÝ, S. et SLAVÍK, B., 2003: *Květena České republiky*. 2. nezměněné vydání Praha: Academia.

HENDRY, G.A.F. et GRIME, J.P., 1993: Methods in comparative plant ecology. Chapman and Hall, London. 252 s.

HOUBA, M., HOSNEDL, V., PROKINOVÁ E. et PAZDERA J. 2002: Osivo a sadba: praktické semenářství. Ing. Martin Sedláček.

CHYTRÝ M. et PYŠEK P., 2008: Invaze nepůvodních druhů v rostlinných společenstvech (Invasions by alien species in plant communities). Zprávy Čes. Bot. Společ. 43, Mater. 23: 17–40 s.

JABLONSKÝ I., 2005: Pěstujeme klíčící osivo a výhonky, Grada, Praha.

JAHODÁŘ, L. 2006: Farmakobotanika: semenné rostliny. Karolinum. Praha. 258 s.

JURSÍK M., HOLEC J., HAMOUZ P., SOUKUP J., 2011: Plevel: biologie a regulace. Kurent, České Budějovice. 360 s.

JURSÍK, M., HOLEC, J., HAMOUZ, P., SOUKUP, J. 2018. Biologie a regulace plevelů. Kurent s.r.o. České Budějovice. 359 s.

KINCL, M. et KRPEŠ, V., 2000: Základy fyziologie rostlin. Vydavatelství Montanex a.s.

KINCL, L., KINCL, M. et JAKRLOVÁ J., 2003: Biologie rostlin. Fortuna, Praha. 256 s.

KUBÁT K., HROUDA L., CHRTEK J., KAPLAN Z., KIRCHNER J. et ŠTĚPÁNEK J., 2002: Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha. 928 s.

KOHOUT, J., 2019: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE: Vegetativní šíření potenciálně invazního čistce vlnatého (*Stachys byzantina*). © 2020 ČZU v Praze.

KOLÁŘ, F., MATĚJŮ, J., LUČANOVÁ, M., CHLUMSKÁ, Z., ČERNÁ, K., PRACH, J., et FALTEISEK, L., 2012: Ochrana přírody z pohledu biologa. Proč a jak chránit českou přírodu. Dokořán, Praha

KŘIVÁNEK, M., 2006: Biologické invaze a možnosti jejich předpovědi: (predikční modely pro stanovení invazního potenciálu vyšších rostlin) = Biological invasions and different approaches of their prediction: (risk assessment schemes for evaluation of potentially invasive alien vascular plants). Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 73 s.

LEADEM, C. A., 1996: guide to the biology and use of forest tree seeds. Victoria, Province of British Columbia, Ministry of Forest Research Program. 21 s.

LEPŠ J. et ŠMILAUER P., 2016: Biostatistika. Episteme, nakladatelství JČU, České Budějovice.

MANAFI H., SHAFAGHAT A., MAZLOOMIFAR A., et KASHANAKI R., 2010: Antimicrobial activity and volatile constituents of essential oils from leaf and stem of *Stachys byzantina* C.Koch. – J. Essent. Oil-Bearing Plants 13: 37–41.

MARKOVÁ Z. et HEJDA M., 2011: Invaze nepůvodních druhů rostlin jako environmentální problém. Živa 1: 10-14 s.

MIKULKA, J., KNEIFELOVÁ, M., MARTINKOVÁ Z., SOUKUP J., et UHLÍK J., 2005: Plevelné rostliny. Profi Press s.r.o. Praha.

MLÍKOVSKÝ, J., et STÝBLO, P., 2006: Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky ČSOP. Praha, 496 s.

MORAVCOVÁ, L., et GIORIA, M., 2018: Jak může půdní semenná banka ovlivnit invazivnost rostlin? Živa: 231- 232 s.

MURDOCH A.J. et ELLIS R.H., 2000: Dormancy, Viability and Longevity. In: Fenner M.: Seeds – The Ecology of Regeneration in Plant Communities. CABI Publishing, Oxon, 183-214 s.

NAŘÍZENÍ RADY (ES) č. 708/2007 ze dne 11. června 2007 o používání cizích a místně se nevyskytujících druhů v akvakultuře.

NEUMANNOVÁ, K., 2020: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE: Vliv světla a teploty na klíčivost nažek ambrosie přenolisté (*Ambrosia artemisiifolia*). © 2020 ČZU v Praze.

NIELSEN, C., RAVN, H. P., NENTWIG, W., et WADE, M., 2005: Bolševník velkolepý: Praktická příručka o biologii a kontrole invazního druhu. *Forest & Landscape Denmark, Hoersholm*. 44.

PEPE, M., GRATANI, L., FABRINI, G. et VARONE L., 2020: Seed germination traits of *Ailanthus altissima*, *Phytolacca americana* and *Robinia pseudoacacia* in response to different thermal and light requirements. *Plant Species Biol* 35:300–314.

PERGL, J., 2008: Co víme o vlivu zavlečených rostlinných druhů. Zprávy České botanické.

PERGL, J., PERGLOVÁ, I., VÍTKOVÁ, M., POCO VÁ, L., JANATA, T. ET ŠÍMA, J., 2014: Standardy péče o přírodu a krajinu. Likvidace vybraných invazních druhů rostlin. Botanický ústav AV ČR v Průhonicích.

PERGL, J., DUŠEK, J., HOŠEK, M., KNAPP, M., SIMON, O., BERCHOVÁ, K., ... et SVOBODOVÁ, J., 2016a: Metodiky mapování a monitoringu invazních (vybraných nepůvodních) druhů [Guidelines for mapping and monitoring invasive (selected alien) species]. Botanický ústav AV ČR, Průhonice.

PERGL J., SÁDLO J., PETRUSEK A., LAŠTŮVKA Z., MUSIL J., PERGLOVÁ I., ŠANDA R., ŠEFROVÁ H., ŠÍMA J., VOHRALÍK V. et PYŠEK P., 2016b: Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy. *NeoBiota* 28. 1-37 s.

PERGL, J., LOSOSOVÁ, Z., SÁDLO, J. et ŠTAJNEROVÁ, K., 2018: Rostlinné invaze na antropogenních stanovištích. 233 s.

PĚKNICOVÁ, J., et BERCHOVÁ-BÍMOVÁ, K., 2016: Application of species distribution models for protected areas threatened by invasive plants. *Journal for nature conservation*, 34, 1-7.

PROCHÁZKA S., MACHÁČKOVÁ I., KREKULE J., ŠEBÁNEK J., et al. 1998: Fyziologie rostlin. Nakladatelství Akademie věd České republiky. Praha. 484 s.

PYŠEK, P., et SÁDLO, J., 2004: Zavlečené rostliny: Sklízíme, co jsme zaseli. *Vesmír*, 83(1), 35-40 s.

PYŠEK, P., 2005: Zavlečené a invazní druhy jako indikátory změn biodiverzity. *Vačkář, D.* Academia, Praha, 298 s.

PYŠEK, P., 2018: Historie, definice, hypotézy a budoucnost biologických invazí. Academia, SSČ AV ČR, v. v. i. 210 s.

PYŠEK, P., et TICHÝ, L., 2001: Rostlinné invaze

PYŠEK P., CHYTRÝ M. et PERGL J., 2012a: Invazní rostliny v České republice a jejich vliv na biodiverzitu. In Ochrana přírody a krajiny v České republice. Vybrané aktuální problémy a možnosti jejich řešení. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, s. 692-705.

PYŠEK P., DANIHELKA J., SÁDLO J., CHRTEK J. JR, CHYTRÝ M., JAROŠÍK V., KAPLAN Z., KRAHULEC F, MORAVCOVÁ L., PERGL J., ŠTAJEROVÁ K. et TICHÝ L., 2012b: Catalogue of alien plants of the Czech Republic (2nd edition): checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns. *Preslia* 84. 155–255 s.

PYŠEK, P., JAROŠÍK, V., HULME, P. E., PERGL, J., HEJDA, M., SCHAFFNER, U. et VILÀ, M., 2012c: A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environment. *Global Change Biology*, 18(5), 1725-1737.

PYŠEK, P., SÁDLO, J., et MANDÁK, B., 2002: Catalogue of alien plants of the Czech Republic. *Preslia*, 74(2), 97-186 s.

PYŠEK P., RICHARDSON D. M., PERGL J., JAROŠÍK V., SIXTOVÁ Z. et WEBER E., 2008a: Geographical and taxonomic biases in invasion ecology. – *Trends in Ecology and Evolution* 23: 237–244 s.

PYŠEK P., CHYTRÝ M., MORAVCOVÁ L., PERGL J., PERGLOVÁ I., PRACH K. et SKÁLOVÁ H. 2008b: Návrh české terminologie vztahující se k rostlinným invazím. *Zprávy Čes. Bot. Spol.* 43, Mater. 23: 219-222.

RADOSEVICH S. R., HOLT J. S et CLAUDIO M. G., 1997: Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management. John Wiley&Sons, New Jersey.

SÁDLO, J., PERGL, J., PEJCHAL, M., PERGLOVÁ, I., PETŘÍK, P., ŠTEFL, L. et VOJÍK, M., 2020: Management původních a nepůvodních rostlin v památkách zahradního umění. Parky a urbánní vegetace mezi biologií a kulturou. Certifikovaná metodika. BÚ AV ČR, v. v. i

SEIFERT, S., 2005: Saatgutbehandlung bei Nadelgehölzen. Diplomová práce. Fakultät Agrarwissenschaften en und Landschaftsarchitektur, Fachhochschule Osnabrück.

SKÁLOVÁ, H., 2014: Aktuální stav invazních druhů v ČR: Informační materiál o invazních druzích, 5–6 s.

SKÁLOVÁ H. 2017. Šíření ambrozie peřenolisté: co nás nejspíš čeká a jak se můžeme bránit invazi. *Živa* 1/2017.

SKÁLOVÁ, H., ŠTAJEROVÁ, K., HEJDA, M., PERGL, J., MORAVCOVÁ, L., PERGLOVÁ, I., ČUDA, J., JAHODOVÁ, Š., MARKOVÁ, Z. SÁDLO, J, et PYŠEK, P., 2014: INVAZE VE FAKTECH A TERMÍNECH. Aktuální stav invazních druhů v ČR. Informační materiál o invazních druzích. ZO ČSOP VERONICA, BRNO, 2-5 s.

SLAVÍK, B., ČVANČARA, A., DVOŘÁKOVÁ, M. ... ZÁZVORKA, J. 2000: Květena České republiky 6. Academia. Praha. 770 s.

SMITH, R. L., 1994: Vascular plants as bioindicators of regional warming in Antarctica. *Oecologia*, 99(3), 322-328.

ŠEFROVÁ H. et LAŠTŮVKA Z., 2005: Catalogue of alien animal species in the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 53(4): 151–170 s.

TOLASZ R., MÍKOVÁ T., VALERIANOVÁ A., VOŽENÍLEK V. eds., 2007: Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav, Praha a Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

VAŠÁK, J., BARANYK, P., BARTOŠKA, J., BEČKA, D., BECHYNĚ, M., FILÍPEK, I, KAMLER, F., KUCHTOVÁ, P., MATULA, J., MIKŠÍK, V., NERAD, D., NOVÁK, J., NOZDROVICKÝ, L., PAWLICA, R., PRÁŠIL, I., PROKINOVÁ, E., SUŠKEVIČ, M., ŠEDIVÝ, J., TUČEK, P., VINCENC, J., ZEHNÁLEK, P. et ZUKALOVÁ, H.; 2000: Řepka; Praha; Agrospoj.

WEBER, E., 2017: Invasive plant species of the world: a reference guide to environmental weeds. Cabi. 2nd Edition.

WESTHOFF, V., et VAN DER MAAREL, E., 1978: The braun-blanquet approach. In *Classification of plant communities* (pp. 287-399). Springer, Dordrecht.

ZÁKON Č. 114/1992 SB., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.

Internetové zdroje

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR (AOPK ČR), 2014: Aktuální stav invazních druhů v ČR. Informační materiál o invazních druzích Vetřelci a invazní rostliny v krajině– pohled neinvazního botanika (Radomír Řepka), 6 s. (online) [cit. 2021.01.04]. Dostupné z: <<https://invaznidruhy.nature.cz/res/archive/206/026257.pdf?seek=1415014398>>

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR (AOPK ČR), 2016: LIKVIDACE VYBRANÝCH INVAZNÍCH DRUHŮ ROSTLIN. Účel a náplň standardu. Právní rámec. (online) [cit. 2021.03.02]. Dostupné z: <<https://standardy.nature.cz/res/archive/414/068349.pdf?seek=1552472933>>

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR (AOPK ČR), 2021. Seznam a popis druhů na unijním seznamu. (online) [cit. 2021.01.03]. Dostupné z: <<https://invaznidruhy.nature.cz/unijni-seznam/druhy/>>

BARTOŠOVÁ, I. et BARTOŠ, A., 2009: Zplanění vybraných taxonů trvalek v porostním okraji dřevin. (online) [cit. 2021.03.08]. Dostupné z: <<https://www.isvavai.cz/riv?s=jednoduchevyhledavani&ss=detail&h=RIV%2F00027073%3A%2F09%3A%230000546%21RIV10-MZP-00027073>>

CLIMATE-DATA.ORG: Dublin. (online) [cit. 2021.03.08]. Dostupné z: <<https://en.climate-data.org/europe/ireland/dublin/dublin-6011/#temperature-graph>>

DORT, M., GÖRNER, T., ET KUČEROVÁ, J., 2017: Časopis OCHRANA PŘÍRODY. Herbicidy a jejich použití v ZCHÚ. (online) [cit. 2021.02.21]. Dostupné z: <<https://www.casopis.ochranaprirody.cz/kuler-zpravy-aktuality-zajimavosti/herbicide-a-jejich-pouziti-v-zchu/>>

GÖRNER, T., PRAHA 2018. METODIKA AOPK ČR – invazní nepůvodní druhy s významným dopadem na evropskou unii jejich charakteristiky, výskyt a možnosti regulace. (online) [cit. 2020.01.12]. Dostupné z: <<https://invaznidruhy.nature.cz/res/archive/410/067872.pdf?seek=1547133735>>

HEJDA M., PYŠEK P., 2018. Environmentální a hospodářské důsledky rostlinných invazí. (online) [cit. 2020.10.05]. Dostupné z: <<https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/environmentalni-a-hospodarske-dusledky-rostlinnych.pdf>>

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Nepůvodní invazní druhy, 2019a. (online) [cit. 2020.10.05].

< https://www.mzp.cz/cz/nepuvodni_a_invazni_druhy cit.27.12.2020 >

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2019b. Zpravodaj 3/2019. Invazní druhy přicházejí – mění a ohrožují původní přírodu. (online) [cit. 2020.10.01]. Dostupné z:

<[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravodaj_mzp/\\$FILE/SOTPR-Zpravodaj_MZP_2019_3-20191127.002.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravodaj_mzp/$FILE/SOTPR-Zpravodaj_MZP_2019_3-20191127.002.pdf) >

NEOBIOTA, 2021: NEOBIOTA Conferences. (online) [cit. 2021.03.06]. Dostupné z: < <https://www.neobiota.eu/publications/conference-proceedings-2000-2008/> >

Obr. 3: Stavba semene. (online) [cit. 2021.03.10]. Dostupné z: <<http://www.biomach.cz/biologie-rostlin/system-a-evoluce-rostlin/krytosemenne-rostliny> >

PLADIAS, 2021: *Stachys byzantina* – čistec vlnatý. (online) [cit. 2021.02.05]. Dostupné z: < <https://pladias.cz/taxon/data/Stachys%20byzantina> >

ŠETLÍK, SEIDLOVÁ et ŠANTRŮČEK: FYZIOLOGIE ROSTLIN. 11. ONTOGENEZE I: VEGETATIVNÍ FÁZE, FOTOMORFOGENEZE. (online) [cit. 2021.02.21]. Dostupné z: < <https://web.natur.cuni.cz/biochem/kucera/rostliny/is/kap11.pdf> >

ŠÍMA, J., 2017: časopis FÓRUM ochrana přírody. LEGISLATIVA V OBLASTI NEPŮVODNÍCH A INVAZNÍCH DRUHŮ A JEJÍ ZMĚNY. (online) [cit. 2021.01.27]. Dostupné z: <<http://www.casopis.forumochranyprirody.cz/magazin/analyzy-komentare/legislativa-v-oblasti-nepuvodnich-a-invaznich-druhu-a-jeji-zmeny> >

TRAFINA P., 2012: Čelákovičtí kaktusáři – projekt „Dálnice D11“ úspěšně pokračuje (online) [cit. 2021.02.21]. Dostupné z: <<https://www.cact.cz/noviny/2012/09/D11.htm>>

9. Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1: <i>Stachys byzantina</i> v období kvetení – zahrádka	18
Obr. 2: Květ se semeny a listy druhu <i>Stachys byzantina</i>	19
Obr. 3: Stavba semene	21
Obr. 4: Příprava (sterilizace) semen v laboratoři před vložením do Petriho misek.....	26
Obr. 5: Klíčivost semen všech studovaných populací roste se zvyšující se teplotou (souhrnná data pro všechny testované populace). Vousy vyjadřují rozpětí střední hodnoty počtu vyklíčených semen (Conf. interval) a kolečka na vousech pak průměr vyklíčených semen v kusech.....	28
Obr. 6: Přehled konečné klíčivosti <i>S. byzantina</i> v rozdílných teplotách mezi jednotlivými populacemi; krabice diagramu ukazuje mezikvartilové rozpětí dat, vnitřní čtverec značí průměr, vousy vyjadřují směrodatnou odchylku (SD).....	29
Obr. 7: Křivky postupné klíčivosti semen <i>S. byzantina</i> dle rozdílné teploty mezi jednotlivými populacemi.....	30
Tab. 1: Informace o studovaných lokalitách.....	24
Tab. 2: Střídání světla/tmy a teplot SB.....	26

10. Seznam zkratk a vysvětlivek

- Původní druh: druh, který v území vznikl v průběhu evoluce, nebo se do něj dostal bez přispění člověka z území, kde je původní
- Původní, primární areál: oblast původního rozšíření
- Nepůvodní (zavlečený) druh: druh, který se do území dostal důsledkem lidské činnosti z území, ve kterém je původní nebo přirozenou cestou z území, ve kterém je nepůvodní
- Nepůvodní (sekundární) areál: oblast druhotného rozšíření, do které byl druh zavlečen
- Zavlečení – chtěný nebo nechtěný přenos druhu do oblasti mimo jeho původní areál
- Zplanění: rozšíření účelně pěstovaného druhu mimo zahradní, zemědělské nebo lesní kultury
- Disturbance: změna procesu nebo narušení ustáleného stavu (společenstva) - jakákoliv událost v čase, která ovlivňuje organismy nebo jinak mění (prostor, zdroje nebo fyzikální podmínky)
- Diaspora: jakákoli část rostliny, která je oddělována od rodičovské rostliny a slouží k rozmnožování
- ZCHÚ: zvláště chráněná území
- CHKO: chráněná krajinná oblast
- NP: národní park
- PR: přírodní rezervace
- PP: přírodní památka
- NPP: národní přírodní památka
- NPR: národní přírodní rezervace
- SD: směrodatná odchylka

11. Přílohy

Příloha č.1: Kumulativní tabulka vyklíčených semen Stachys byzantina (dvě části). T= den odečtu (např. T2 – druhý den, T4 – čtvrtý den, ...).

Population	Temperature	T0	T2	T4	T6	T8	T10	T12
Hořovicky	10°C	0	0	0	0	0	0	0
Hořovicky	10°C	0	0	0	0	0	0	0
Hořovicky	10°C	0	0	0	0	0	0	0
Hořovicky	15°C	0	0	6	14	17	17	17
Hořovicky	15°C	0	0	5	13	19	19	19
Hořovicky	15°C	0	0	2	7	12	12	12
Hořovicky	22°C	0	6	13	17	18	18	18
Hořovicky	22°C	0	4	16	18	20	20	20
Hořovicky	22°C	0	7	18	20	20	20	21
Jahodova	10°C	0	0	0	0	0	0	0
Jahodova	10°C	0	0	0	0	0	0	0
Jahodova	10°C	0	0	0	0	0	0	0
Jahodova	15°C	0	0	7	15	17	17	17
Jahodova	15°C	0	0	7	14	18	18	19
Jahodova	15°C	0	0	4	21	22	22	23
Jahodova	22°C	0	15	23	23	23	23	25
Jahodova	22°C	0	10	18	19	19	19	19
Jahodova	22°C	0	12	15	17	18	19	19
Čelákovice	10°C	0	0	0	0	0	0	0
Čelákovice	10°C	0	0	0	0	0	0	0
Čelákovice	10°C	0	0	0	0	0	0	0
Čelákovice	15°C	0	0	0	1	3	3	3
Čelákovice	15°C	0	0	0	0	0	0	0
Čelákovice	15°C	0	0	0	0	1	1	1
Čelákovice	22°C	0	3	7	10	15	15	15
Čelákovice	22°C	0	4	4	6	10	10	10
Čelákovice	22°C	0	1	2	5	10	10	10
Vyšehrad	10°C	0	0	0	0	0	0	0
Vyšehrad	10°C	0	0	0	0	0	0	0
Vyšehrad	10°C	0	0	1	1	1	1	1
Vyšehrad	15°C	0	0	0	0	1	1	1
Vyšehrad	15°C	0	0	1	4	7	7	8
Vyšehrad	15°C	0	0	5	9	10	10	11
Vyšehrad	22°C	0	1	5	6	6	6	6
Vyšehrad	22°C	0	3	11	12	12	12	12
Vyšehrad	22°C	0	5	8	8	8	8	8
Dublin	10°C	0	0	0	0	0	0	0
Dublin	10°C	0	0	0	0	0	0	0
Dublin	10°C	0	0	0	0	0	0	0
Dublin	15°C	0	0	2	3	3	3	3
Dublin	15°C	0	1	1	1	2	2	2
Dublin	15°C	0	0	0	5	6	6	6
Dublin	22°C	0	0	25	29	29	29	29
Dublin	22°C	0	0	25	27	28	28	28
Dublin	22°C	0	2	27	28	28	28	28

Population	Temperature	T14	T16	T18	T20	T22	T24	T26	T28
Hořovický	10°C	0	0	0	0	0	0	0	0
Hořovický	10°C	0	0	0	0	0	0	0	0
Hořovický	10°C	0	0	0	0	0	0	0	0
Hořovický	15°C	18	19	19	19	19	19	19	19
Hořovický	15°C	19	19	19	19	20	20	20	20
Hořovický	15°C	16	16	16	16	16	16	16	16
Hořovický	22°C	19	19	19	19	20	20	20	20
Hořovický	22°C	20	20	21	22	22	22	22	22
Hořovický	22°C	22	22	22	22	22	22	22	22
Jahodova	10°C	0	0	0	0	0	0	0	0
Jahodova	10°C	0	0	0	0	0	0	0	0
Jahodova	10°C	0	0	0	0	0	0	0	0
Jahodova	15°C	18	18	18	18	18	18	18	20
Jahodova	15°C	19	20	20	20	20	20	20	20
Jahodova	15°C	23	23	23	23	23	23	23	23
Jahodova	22°C	25	25	25	25	25	25	25	25
Jahodova	22°C	19	19	19	20	21	21	21	21
Jahodova	22°C	19	19	19	19	20	21	21	21
Čelákovice	10°C	0	0	0	0	0	0	0	0
Čelákovice	10°C	0	0	0	0	0	0	0	0
Čelákovice	10°C	0	0	0	0	0	0	0	0
Čelákovice	15°C	3	4	4	5	5	5	5	5
Čelákovice	15°C	0	0	0	0	0	0	0	0
Čelákovice	15°C	1	1	1	1	1	1	1	1
Čelákovice	22°C	15	15	16	18	18	18	18	18
Čelákovice	22°C	11	11	11	11	11	13	13	13
Čelákovice	22°C	10	12	12	12	12	12	12	12
Vyšehrad	10°C	0	0	0	0	0	0	0	0
Vyšehrad	10°C	0	0	0	0	0	0	0	0
Vyšehrad	10°C	1	1	1	1	1	1	1	1
Vyšehrad	15°C	1	1	1	1	1	1	2	2
Vyšehrad	15°C	8	8	8	8	8	8	8	8
Vyšehrad	15°C	11	11	11	11	11	11	11	11
Vyšehrad	22°C	6	6	6	6	6	6	6	6
Vyšehrad	22°C	12	12	12	12	12	12	12	12
Vyšehrad	22°C	8	8	8	8	8	8	8	8
Dublin	10°C	0	0	0	0	0	0	0	0
Dublin	10°C	0	0	0	0	0	0	0	0
Dublin	10°C	0	0	0	0	0	0	0	0
Dublin	15°C	3	3	3	3	3	3	3	3
Dublin	15°C	2	2	2	2	2	2	2	2
Dublin	15°C	6	6	6	6	6	6	6	6
Dublin	22°C	29	29	29	29	29	29	29	29
Dublin	22°C	28	28	28	28	28	28	28	28
Dublin	22°C	28	28	28	28	28	28	28	28



Příloha č.2: Čistec vlnatý (Stachys byzantina) v období květu – červen



Příloha č.3: Čistec vlnatý (Stachys byzantina) rostoucí na předzahrádce v měsíci srpnu



Příloha č.4: Semena Stachys byzantina připravená v Petriho miskách pro experiment (autor: Kadlecová Martina, 2018)



Příloha č.5: Petriho misky se semey SB v klimaboxu během experimentu (autor: Kadlecová Martina, 2018)