

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra botaniky a fyziologie rostlin**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Mavuň červená (*Centranthus ruber*) - ekologie a invazní  
potenciál**

**Bakalářská práce**

**Hana Nydrlová**

**Zahradnictví**

**Ing. Pavla Vachová, Ph.D.**

© 2024 ČZU v Praze

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Mavuň červená (*Centranthus ruber*) - ekologie a invazní potenciál" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24.4.2024

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Pavle Vachové, Ph.D., za ohromnou trpělivost, skvělé rady, ochotu, milý přístup a věčný optimismus, a také za velkou pomoc se zpracováním dat. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a blízkým za jejich podporu a trpělivost.

# Mavuň červená (*Centranthus ruber*) - ekologie a invazní potenciál

## Souhrn

Mavuň červená (*Centranthus ruber*) je vytrvalá rostlina s invazním potenciálem v mnoha zemích, včetně České republiky. V některých zemích je již skutečným ekologickým rizikem pro původní vegetaci, v jiných státech riziko její invaze pozvolna narůstá. V České republice je zatím vedena jako druh přechodně zavlečený. Vzhledem ke klimatickým změnám a dlouhé době, po kterou je u nás pěstována, riziko invaze značně narůstá.

Tato bakalářská práce shrnuje základní informace o *C. ruber*. Uvádí informace o nárocích na prostředí a ekologických vztazích. Uvádí také životní formy druhu, indikační hodnoty a konkurenční schopnosti popsané v literatuře. Zabývá se také místy výskytu, která svou přítomností negativně ovlivňuje, především oblastmi její naturalizace a invaze. Nejvíce zasaženými místy je například okolí Kapského Města, Velká Británie, západní pobřeží Austrálie, Nový Zéland a Tasmánie.

Významným faktorem pro rozhodování o invazním potenciálu je způsob rozmnožování a schopnost distribuce semen. Rozmnožuje se chmýrnatými semeny, která jsou dále unášena větrem. Semena dosahují vysoké klíčivosti. V laboratorním pokusu byla porovnána klíčivost osiva vypěstovaného v našich podmínkách s komerčně prodávaným osivem. Cílem bylo zjistit, zda je rostlina dostatečně adaptována na naše podmínky a je schopna se u nás samovolně rozmnožovat. Výsledky ukazují vysokou schopnost rostlin tvořit u nás životaschopná a dobře klíčící semena. Zopakováním stanovení klíčivosti 4 měsíce po sklizni semen, bylo prokázáno, že osivo ztrácí klíčivost až po delším čase. Dále byla zjištěna mírná inhibice klíčení osiva působením NaClO, to souvisí s nesnášenlivostí rostliny na zasolení.

**Klíčová slova:** plevel, invaze, likvidace, areál druhu, okrasné rostliny

# Red valerian (*Centranthus ruber*) - ecology and potential of invasion

## Summary

Red valerian (*Centranthus ruber*) is a perennial plant with invasive potential in many countries, including the Czech Republic. It is already a real ecological risk to native vegetation in some countries. In other countries, the risk of invasion is slowly increasing. *C. ruber* is still listed as a casual species in the Czech Republic. Climate change and the long-term cultivation in the country are significantly increasing the risk of invasion.

Basic information about *C. ruber* including its environmental requirements and ecological relationships are summarized in this bachelor thesis. This thesis also discusses the life forms of the species, indicator values, and competitive abilities described in the literature. Habitats negatively affected by the presence of *C. ruber* especially areas of naturalization and invasion are described in this thesis. The most affected areas include the Cape Town area, the United Kingdom, the west coast of Australia, New Zealand, and Tasmania.

Mode of reproduction and seed dispersal ability are important factors in invasion potential of a plant. *C. ruber* reproduces by seeds with pappus which are further carried by a wind. The seeds have a high germination rate. The germination of seed grown in a testing area was compared with commercially sold seed in a laboratory experiment. The aim was to determine whether the plant is sufficiently adapted to the local climate and is able to reproduce spontaneously in a testing area. The experiment demonstrates the high ability of the plant grown in the testing area to produce viable and well-germinated seeds. Repeating the germination test 4 months after seed harvest showed no germination losses in this period. Furthermore, a slight inhibition of seed germination affected by NaClO was found, this is related to the plant's intolerance to salinity.

**Keywords:** weeds, invasion, elimination, species range, ornamental plants

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Cíl práce.....</b>	<b>9</b>
<b>3 Literární rešerše.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Základní informace o mavuni červené.....</b>	<b>10</b>
3.1.1 Biologie rodu mavuň ( <i>Centranthus</i> DC.) .....	10
3.1.1.1 Rozšíření rodu .....	12
3.1.2 Morfologie <i>Centranthus ruber</i> .....	12
3.1.3 Taxonomické rozdělení druhu, determinační znaky poddruhů, záměny a zahradní kultivary .....	12
3.1.4 Rozšíření druhu a oblasti jeho zavlečení .....	14
3.1.5 Obsahové látky a možnosti uplatnění primárních a sekundárních metabolitů .....	14
3.1.5.1 <i>C. ruber</i> jako nektarodárná rostlina.....	15
3.1.5.2 Antokyanová barviva .....	15
<b>3.2 Ekologie druhu a jeho nároky na prostředí.....</b>	<b>16</b>
3.2.1 Životní strategie druhu.....	16
3.2.2 Ekologické indikační hodnoty, stanoviště a zóna rozšíření .....	17
3.2.3 Biotopové nároky druhu a záznamy o jejím výskytu .....	17
3.2.4 Klima středomoří a rostlinná společenstva.....	18
3.2.5 Choroby a ekologické vztahy s ostatními organismy .....	19
3.2.6 Semena, jejich klíčení a fenologické fáze vývoje rostliny .....	21
3.2.7 Zajímavosti a možnosti využití druhu s ohledem na jeho vlastnosti .....	22
<b>3.3 Naturalizace druhu a jeho invazní potenciál.....</b>	<b>22</b>
3.3.1 Oblasti naturalizace a invaze druhu ve světě.....	23
3.3.1.1 Naturalizace a šíření druhu v Evropě .....	25
3.3.2 Mavuň červená a Česká republika.....	26
3.3.3 Pokusy s likvidací druhu.....	27
<b>4 Metodika .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Založení venkovního nádobového pokusu .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2 Laboratorní pokus klíčivosti semen .....</b>	<b>28</b>
4.2.1 Rostlinný materiál.....	28
4.2.2 Klimatické podmínky stanoviště pěstovaných rostlin .....	29
4.2.3 Potřebné pomůcky a chemikálie.....	29
4.2.4 Založení a průběh pokusu .....	30
<b>5 Výsledky.....</b>	<b>32</b>

<b>5.1</b>	<b>Výsledky prvního měření klíčivosti osiva a nárůstu délky částí klíčících rostlin ze začátku listopadu .....</b>	<b>32</b>
5.1.1	Výsledky prvního měření klíčivosti.....	32
5.1.2	Nárůst délky nadzemních a podzemních částí klíčících rostlin.....	32
<b>5.2</b>	<b>Výsledky opakovaného pokusu s domácím osivem v průběhu ledna.....</b>	<b>34</b>
5.2.1	Nárůst délky nadzemních a podzemních částí klíčících rostlin.....	34
<b>6</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>36</b>
6.1	Klíčení, osivo a nárůst délky rostlinných částí .....	36
6.2	Šíření druhu a invazní potenciál .....	37
6.3	Ekologické souvislosti a užitečnost .....	38
<b>7</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>39</b>
<b>8</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>47</b>
<b>10</b>	<b>Samostatné přílohy .....</b>	<b>I</b>

# 1 Úvod

Šíření invazních druhů rostlin se stává v posledních letech velkým ekologickým problémem. Nejen, že nepůvodní druhy rostlin mohou vytlačovat druhy původní, mohou však také ovlivňovat celkové složení společenstev, nejen rostlinných ale například i hmyzích býložravců a jejich predátorů (Bezemer et al. 2014). Rostlinné invaze mohou podporovat také šíření cizích druhů hmyzu a jejich invaze. Může však také docházet ke snižování diverzity původního hmyzu (Liebhold et al. 2018).

Velká část dnes invazních druhů rostlin byla původně introdukována a vysazována pro okrasné účely. Hlavním důvodem, proč se především okrasné druhy rostlin stávají invazními jsou jejich vlastnosti. Okrasné rostliny ve výsadbách v zahradách a parcích musejí zvládnout konkurenci původních druhů a být dostatečně přizpůsobivé novým podmínkám. Ze zahradnického hlediska je dále důležité, aby se dané rostliny snadno ujímaly, jejich nároky na péči po výsadbě byly minimální a tím i ekonomičtější. Jako okrasné rostliny bývají často voleny druhy nejen vzhledově zajímavé, ale především snadno rozmnožitelné. Druhy s velkým množstvím semen a jejich snadnou distribucí, druhy schopné vegetativního množení a také druhy schopné rychle a dobře regenerovat (Li et al. 2004; Peters et al. 2006; Krajšek et al. 2020). Možnost stát se invazní dáváme i druhům, které by prvotní konkurenční tlak původních druhů nezvládli, ale naší péčí jim umožníme vyrovnat se se změnami prostředí a adaptovat se na nové podmínky. Naturalizace nepůvodních druhů začíná již při jejich pěstování a mnoho druhů naznačuje svou naturalizaci či potenciál stát se invazním svou schopností rozšiřovat se i přes snahu rostlinu omezit (Pergl et al. 2016). Změna klimatu by mohla spustit a urychlit procesy invaze u rostlin, které nebyly dříve považovány za plně odolné (Dehnen-Schmutz & Conroy 2018).

Ve Velké Británii byly snahy zapojit širokou veřejnost do monitorování rostlin na zahradách. Účelem průzkumu byla snaha co nejdříve identifikovat druhy s potenciálem stát se invazními a zabránit jejich šíření včas. (Dehnen-Schmutz & Conroy 2018). Dále byl ve Velké Británii zpuštěn projekt Plant Alert, který navazuje na předchozí průzkum a snaží se informovat zahradníky a zahrádkáře o invazních druzích, dále shromažďovat informace o těchto druzích a zabránit jejich dalšímu vysazování (Dehnen-Schmutz & Walker 2019). V České republice je zpuštěn obdobný projekt Pěstuj bezpečně, který navíc k vybraným druhům navrhuje alternativní bezpečné druhy do výsadeb (“Pěstuj bezpečně” 2022).

Mavuň červená (*Centranthus ruber*) je u nás pěstovaná jako okrasná rostlina, za tímto účelem k nám byla zavlečena již roku 1880 (Chytrý et al. 2021; Pladias 2023). Je zde vedena jako rostlina přechodně zavlečená, tedy rostlina, která se na stanovišti sama bez přísunu diaspor neudrží (Pyšek et al. 2022). Dále je zařazena do seznamu druhů, kterých bychom se při výsadbách měli vyvarovat (“Pěstuj bezpečně” 2022). V mnoha částech světa, jako je například jižní Afrika, konkrétně okolí Kapského města, západní části Spojených států Amerických, Argentíně, Austrálii, Novém Zélandu a Britských ostrovech je tento druh již považován za naturalizovaný (Starr et al. 2003; Delucchi 2013; Holmes et al. 2018). Přes to existuje dosud jen velmi málo české literatury zabývající se tímto rostlinným druhem.

Vědecké názvy rostlin jsou v práci uvedeny podle Klíče ke květeně České republiky (Kaplan et al. 2019).



## 2 Cíl práce

Mezi obecné cíle literární rešerše patřila především snaha poukázat na problematiku invazních druhů rostlin, důležitost monitorovat nepůvodní druhy a jejich možná rizika.

Práce se snažila shrnout informace o mavuni červené, především o:

- Botanických charakteristikách a taxonomickém zařazení a souvislostech tohoto druhu a rodu.
- Obsahových látkách, sekundárních metabolitech a jejich určitém potenciálním využití.
- Životních strategiích druhu, ekologických vlastnostech, nárocích druhu na stanoviště, mezidruhových souvislostech a schopnostech rozmnožování druhu.
- Skutečných místech jejího výskytu a jejího chování na těchto stanovištích.
- Invazním chování druhu ve světě, jeho postupnému rozšiřování a problémům, které může představovat, nebo již představuje.
- Potenciálním riziku invaze druhu v České republice s ohledem na změny klimatu.

Součástí práce bylo dále zhodnocení klíčivosti semen mavuně červené s porovnáním nakoupeného osiva nejasného původu a stáří s nově vypěstovaným osivem v našich podmínkách. Tento pokus měl za cíl zjistit, zda je rostlina v našich podmínkách schopna tvořit životaschopné potomstvo. Na základě výše uvedeného byla stanovena hypotéza: H0: klíčivost kupovaných a doma sklizených semen se nelišila.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Základní informace o mavuni červené

Mavuň červená, *Centranthus ruber* DC. nebo také *Valeriana rubra* L. (Ferrer Gallego & Laguna Lumbreras 2013) je rostlina z čeledi kozlíkovité, *Valerianaceae*, třídy štetkotvaré, *Dipsacales* (Zhang et al. 2003), některými zdroji řazena do podčeledi *Valerianaceae*, čeledi zimolezovité, *Caprifoliaceae* v širším slova smyslu (Xiang et al. 2020; Das et al., 2021). Rody *Centranthus* a *Valeriana* k sobě mají velmi blízko a časem by mohly být spojeny v jeden (Hidalgo et al. 2004).

Mavuň červená (Obrázek 1) je rostlina pocházející z oblasti Středozemního moře, její časté vysazování jako okrasnou rostlinu napomohlo k naturalizaci v západní a střední Evropě, jihovýchodní Asii, Makaronéských ostrovech, Austrálii, severní a jižní Americe. Obývá nitrifikované půdy, okraje cest, svahy, stěny a útesy vápencových skal (Ferrer Gallego & Laguna Lumbreras 2013). Jedná se o vytrvalou rostlinu kvetoucí ve středomoří od dubna do října (Kuklík 2010).



Obrázek 1 - květenství *C. ruber* (foto autorka)

#### 3.1.1 Biologie rodu mavuň (*Centranthus* DC.)

Rodem mavuň se zabýval Richardson (1975), který shrnul informace i o dalších druzích z rodu a uvádí také jejich botanické popisy. Rod obsahuje 17 taxonů, k původním 9 druhům a 7 poddruhům, byl následně ještě jeden druh přidán (Richardson 1975; Mattana et al. 2010). Oproti jiným rodům z čeledi *Valerianaceae* je tento značně polymorfní. Rod je dále rozřazen do tří sekcí, sekce *Centranthus*, *Calcitrapa*, *Nervosae*. Sekce *Centranthus* se ještě dále dělí na dvě podsekce, *Centranthus* a *Longiflori*. Do jednotlivých sekcí se taxony tohoto rodu rozdělují podle anatomických vlastností a vytrvalosti (Richardson 1975).

Schéma znázorňující rozdělení rodu *Centranthus* podle Richardson (1975), Fridlender & Raynal-Roques (1998), upraveno:

- Sekce *Centranthus*
  - Podsekce *Centranthus*
    - *C. ruber*
      - *C. ruber* subsp. *ruber*
      - *C. ruber* subsp. *sibthorpii* (Heldr. & Sart.) Halácsy
        - var. *sibthorpii*
        - var. *velenovskyi* (Vandas) I. B. K. Richardson
    - *C. angustifolius* (Miller) DC.
    - *C. lecoquii* Jordan
      - *C. lecoquii* subsp. *lecoquii*
      - *C. lecoquii* subsp. *maroccanus* (Rouy) I. B. K. Richardson
  - Podsekce *Longiflori* I. B. K. Richardson
    - *C. longiflorus* Steven
      - *C. longiflorus* subsp. *longiflorus*
      - *C. longiflorus* subsp. *kellereri* (Stoj., Stef. & Georg.) I. B. K. Richardson
      - *C. longiflorus* subsp. *atlanticus* I. B. K. Richardson
      - *C. longiflorus* subsp. *junceus* (Boiss. & Heldr.) I. B. K. Richardson
    - *C. nevadensis* Boiss.
      - *C. nevadensis* subsp. *nevadensis*
      - *C. nevadensis* subsp. *sieberi* (Heldr.) I. B. K. Richardson
    - *C. battandieri* Maire
- Sekce *Nervosae* Rouy
  - *C. trinervis* (Viv.) Béguinot
  - *C. amazonum* Fridl. & A. Raynal
- Sekce *Calcitrapa* Lange
  - *C. calcitrapae* (L.) Dufr.
    - *C. calcitrapae* subsp. *calcitrapae*
    - *C. calcitrapae* subsp. *trichocarpus* I. B. K. Richardson
  - *C. macrosiphon* Boiss.

Od ostatních rodů z čeledi se *Centranthus* odlišuje především květy s jedinou tyčinkou a kalichem, který se za plodu zvětšuje v chmýrnatý *pappus*. Rostliny rodu *Valeriana* jsou tomuto rodu nejbližší, odlišují se vyklenutou korunou, nepřítomností ostruhy a třemi tyčinkami. Dva druhy *C. trinervis* a *C. calcitrapae* však mají stavbu koruny jako *Valeriana*, odlišují se vytrvalostí, jiným tvarem koruny a počtem tyčinek, který však ojedinele může být 3 stejně jako u kozlíku. Jednotlivé druhy se pak odlišují především stavbou a velikostí korunní trubky a ostruhy, dále také tvarem a velikostí listů a vytrvalostí druhu. Barva korunní trubky může být u jednotlivých druhů různá, od červené přes růžovou po bílou, ale také rostliny jednoho druhu je mohou mít různě zbarvené, nedá se tedy použít jako diagnostický znak (Richardson 1975).

Počet chromozomů je různý u jednotlivých druhů (Richardson 1975). Jiný zdroj však uvádí, že všechny druhy rodu *Centranthus* jsou tetraploidní. Jejich počet chromozomů je  $2n = 4x = 32$  (Hidalgo et al. 2010).

### 3.1.1.1 Rozšíření rodu

Rostliny tohoto rodu jsou původně rozšířené pouze v okolí Středoziemního moře. Některé druhy jsou v této oblasti široce rozšířené, jiné mají endemický výskyt především na ostrovech Středomoří. Některé druhy se vyskytují v severozápadní Africe, Maroku a na Iberském poloostrově, jiné na Evropské části, od Španělska přes Francii, Itálii, Řecko až po Turecko a Gruzii. *Centranthus calcitrapae* je původní nejen ve středomoří, ale také na Kanárských ostrovech. Rozšíření některých druhů je limitováno vhodnými horskými stanovišti. Jiné druhy, především ze sekce *Centranthus* kopírují historické terciérní či dnešní rozšíření rodu *Cedrus* (Richardson 1975).

Druhy s úzkým endemickým rozšířením jsou například *C. trinervis*, který se vyskytuje jen na severu Korsiky (Richardson 1975), dále také *C. amazonum*, který je endemitem na Sardinii (Mattana et al. 2010). Ostatní druhy mají oblasti rozšíření širší. U některých druhů dochází z různých důvodů k jejich šíření do nepůvodních lokalit. *C. macrosiphon* je pravděpodobně naturalizovaný v Řecku, jeho přesný původ však není zcela jasný (Constantinidis & Yannitsaros 1993). *C. calcitrapae* se rozšiřuje do severozápadní části Francie a do Belgie, kde se zatím doporučuje další sledování a jeho zařazení mezi naturalizované druhy se pouze zvažuje (Devos et al. 2019). A také *C. ruber* je již v několika zemích považován za naturalizovaný (Starr et al., 2003; Delucchi, 2013; Holmes et al., 2018).

Všechny vytrvalé druhy jsou vázány svým výskytem na skalnatá kamenitá stanoviště, útesy a sutě. Často jsou také vázány na horské oblasti (Richardson 1975). Přizpůsobivější druhy, jako *C. calcitrapae* se rozšiřuje například podél železničních naspů (Devos et al. 2019).

### 3.1.2 Morfologie *Centranthus ruber*

Rostlina dorůstá výšky 30 až 80 cm, výjimečně až 120 cm, jedná se o vytrvalé byliny s vícehlavým oddenkem. Lodyhy jsou vystoupavé až vzpřímené, nasivělé, jednoduché nebo od báze větvené. Listy vstřícné, kopinaté, kopinatě vejčité až elipticky kosočtverečné, obvykle celokrajné, někdy nepravidelně pilovité (Richardson, 1975; Delucchi, 2013).

Květenství husté, lata vidlanů, květy oboupohlavné, krátce stopkaté s listeny prvního a druhého řádu (Richardson, 1975; Delucchi, 2013). Koruna obvykle růžová, červená či bílá, korunní trubka 7-10 mm dlouhá, na bázi vybíhající v tenkou asi 5 mm dlouhou nektarotvornou ostruhu (Mack & Davis 2015) až dvakrát delší než semeník. Tyčinka je pouze jedna s nitkou dlouhou až 4,6 mm, prašníky nažloutlými nebo narůžovělými. Čnělka až 17 mm dlouhá lysá nebo s krátkými řídkými chlupy, blizna trojlaločná. Plodem je úzce vejčitá nažka, dlouhá 3,4 až 4,4 mm, široká 1,4 až 2 mm, lysá nebo s bělavými, zelenohnědými nebo hnědými chloupky. *Pappus* s trubičkou a pérovitými sěty (Richardson, 1975; Delucchi, 2013).

### 3.1.3 Taxonomické rozdělení druhu, determinační znaky poddruhů, záměny a zahradní kultivary

Spolu s některými dalšími druhy rodu náleží do sekce *Centranthus*, podsekce *Centranthus*. *C. ruber* se dále dělí na dva poddruhy, subsp. *ruber* a subsp. *sibthorpii*, který se dále ještě dělí na variety, var. *sibthorpii* a var. *velenovskiyi*. *C. ruber* subsp. *ruber* má listy na hlavní lodyze vejčité, zubaté a objímavé. *C. ruber* subsp. *sibthorpii* má naproti tomu listy

na hlavní lodyze kopinaté a celokrajné. Variety se od sebe odlišují délkou korunní trubky a ostruhy, varieta *sibthorpii* má korunní trubku i ostruhu kratší, korunní trubka dosahuje délky 5 až 8 mm a ostruha 2 až 5 mm, zatímco u variety *velenovskyi* dosahuje korunní trubka 9 až 11 mm a ostruha 8 až 12 mm (Richardson 1975).

*C. ruber* bývá někdy zaměňována s *C. angustifolius*, který má krátkou ostruhu do 4 mm, porovnání na Obrázku 2. Správné určení druhů a poddruhů bývá komplikováno tím, že rostliny *C. ruber* v prvním roce vegetace mají listy obvykle užší a kopinatější než v následujících letech, ačkoli je rostlina již plně vyvinutá a schopná květu. V oblastech překryvu výskytů *C. ruber*, *C. angustifolius* a *C. lecoqii* může docházet ke vzniku vzájemných kříženců (Richardson 1975).



Obrázek 2 - Porovnání délky ostruhy *C. angustifolius* vlevo (Grulich 2013) a *C. ruber* vpravo (foto autorka)

Kromě poddruhů jsou známy také zahradní kultivary, některé z nich jsou již mnoho let staré. Ortiz (2008) uvádí některé kultivary známé ze Španělska, například *C. ruber* 'Albus', poměrně častý kultivar. Dále uvádí *C. ruber* 'v lila' dorůstající přibližně 60 cm s bílo růžovými květy a světlejšími listy. Kultivar *C. ruber* 'Albus Purus' dorůstající 70 cm s čistě bílými květy a *C. ruber* 'Snowcloud' čistě bílý dorůstající až 90 cm (Ortiz 2008). U nás jsou na trhu nejvíce dostupné kultivary *C. ruber* 'Albus' (Obrázek 3), *C. ruber* 'Coccineus' a *C. ruber* 'Rosenrot' (Šuchmannová 2005).



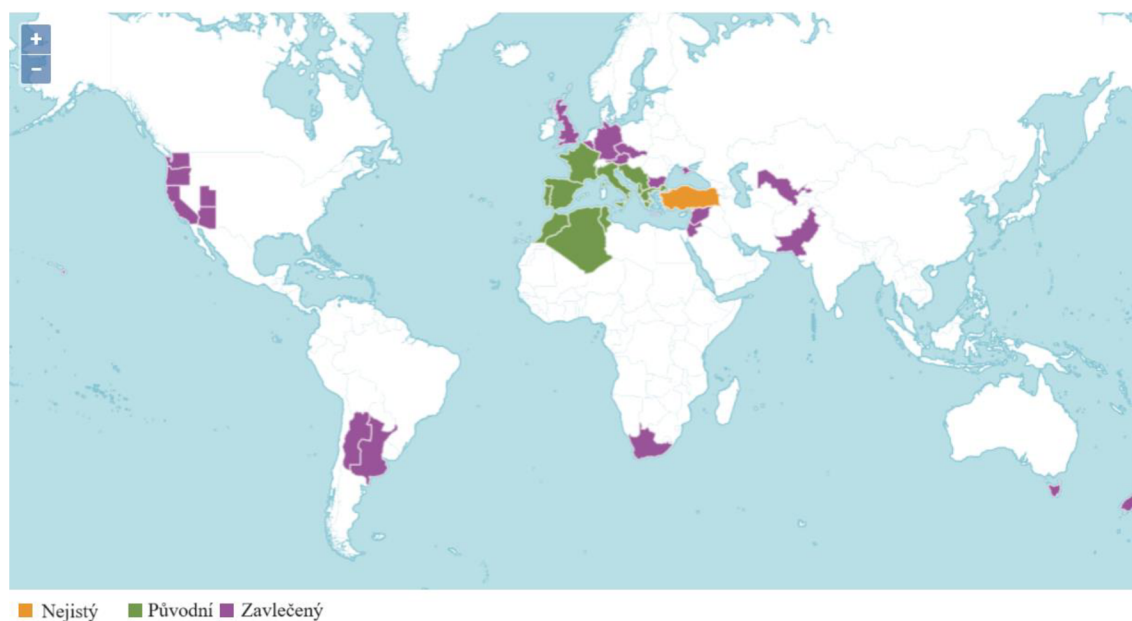
Obrázek 3 - *C. ruber* 'Albus' (foto autorka)

### 3.1.4 Rozšíření druhu a oblasti jeho zavlečení

Přesné původní rozšíření (Obrázek 4) není zcela známo, odborné publikace se zcela neshodují. Pravděpodobně pochází z oblasti Balkánského poloostrova s centrem rozšíření v Řecku. Odtud byl druh rozšířen dále a postupně naturalizoval (Richardson 1975).

*C. ruber* subsp. *ruber* je pravděpodobně nejrozšířenější, jeho areál zasahuje od západní Evropy, přes Azorské ostrovy až do Velké Británie, středomořskou oblast, Kanárské ostrovy a Madeiru. Rozšířením pro okrasné účely zasahuje do mnohých dalších lokalit. Vyskytuje se od nížin až do nadmořské výšky 1500 m n. m. *C. ruber* subsp. *sibthorpii* je rozšířen především na Balkánském poloostrově, vyskytuje se nejčastěji v horách (Richardson 1975).

Mezi evropské státy, kde je druh uveden jako původní patří Portugalsko, Španělsko, Francii, Baleárské ostrovy, Itálii, Sicílii, všechny státy podél pobřeží Jadranského moře a Řecko, z Afrických států Maroko, Alžírsko a Tunisko. Mezi státy, kam byl druh zavlečen lze jmenovat Velkou Británii, Belgie, Německo, Českou republiku, Slovensko, Rakousko, Bulharsko, Krym, Krétu, Sýrii, Jordánsko, Uzbekistán, Pákistán, Nový Zéland, Tasmánii, část Argentiny a část západního pobřeží Spojených Států Amerických. Nejasný původ je uváděn v Turecku, kde by rostlina mohla být původní pouze v některých oblastech (Royal botanic gardens 2023).



Obrázek 4 - Mapa rozšíření *C. ruber* (Royal botanic gardens 2023), upraveno

### 3.1.5 Obsahové látky a možnosti uplatnění primárních a sekundárních metabolitů

Hlavním orgánem využívaným v lidovém léčitelství je kořen, z něhož se dále připravuje odvar. Používá se jako náhrada kozlíku lékařského (*Valeriana officinalis*), jako sedativum při nervových poruchách (Cano Carmona et al. 2009). V historii se listy jedly jako prevence proti kurdějím a semena byla používána při balzamování (Richardson 1975). Ve středomoří se přidávají mladé listy do salátů, starší listy se dají konzumovat vařené. Tradičně se používají jako spasmolytikum, tedy látka zamezující křečím hladkého svalstva, a nervinum, na uklidnění nervové soustavy (Vanzani et al. 2011).

Stejně jako další rostliny z čeledi *Valerianaceae* obsahuje valepotriáty, které jsou zodpovědné za sedativní účinky, jejich největší množství je obsaženo v kořeni. Valepotriáty jsou sloučeniny snadno se rozkládající teplem, nebo působením kyselých či zásaditých činidel, přeměňují se na látky příbuzné baldrinálu. Příkladem konkrétních sloučenin valepotriátů obsažených v *C. ruber* jsou valtrát, isovaltrát, 7-desisovaltroyl-7-acetylvaltrát, didrovaltrát, 7-homovaltrát, isovalerohydroxydidrovaltrát (Christen 1999).

Další významnou skupinou obsaženou v rostlinách této čeledi jsou esenciální oleje. Některé z nich, bornyl isovaltrát a valeranon mají opět sedativní účinky. Tyto látky však v *C. ruber* nebyly nalezeny (Christen 1999).

Hlavními složkami olejů ze semen *C. ruber* jsou kyseliny  $\alpha$  a  $\beta$ -eleostearové. Oproti *Valeriana officinalis* obsahuje více kyseliny  $\beta$ -eleostearová, která má větší protirakovinné účinky. Semena dále obsahují konjugované kyseliny linolenové, jedná se o nenasycené mastné kyseliny, u kterých se předpokládá proti rakovinový efekt. Jsou to geometrické a poziční izomery kyseliny  $\alpha$ -linolenové. Tyto izomery jsou méně stabilní na oxidační stres než kyselina  $\alpha$ -linolenová, proto v nádorových buňkách podporují jejich buněčnou smrt. Měli by tedy mít preventivní účinky na vznik rakoviny (Honma et al. 2019).

Mastné kyseliny, terpeny a fytosteroly obsažené v *C. ruber* mají ochranné účinky na tepelně indukovanou denaturaci proteinů. Dobrou reakci při vychytávání radikálů, dále také inhibiční účinky na tvorbu NO, jakož to prekursoru dalších metabolitů vedoucích k buněčné smrti chondrocytů chrupavek při osteoporóze. Obsahové látky mají dále vliv na inhibici pankreatické lipázy, mohly by tedy napomoci při udržování zdravé tělesné hmotnosti (Musolino et al. 2023).

#### 3.1.5.1 *C. ruber* jako nektarodárná rostlina

Stavba květu, a především nektarodárné ostruhy zajišťuje rostlině specifitu jejich opylovačů. Právě z důvodu dlouhé a tenké korunní trubky květu a z ní vybíhající nektarodárné ostruhy je *C. ruber* předurčena pro opylování motýly. Při vývoji naktarodárné ostruhy nejprve dochází k prudkému dělení počtu buněk, následuje jeho útlum a další růst je zajištěn prodlužovacím dělením (Mack & Davis 2015).

Produkcí nektaru zajišťují jednobuněčné sekreční trichomy uvnitř ostruhy (Cardoso-Gustavson & Davis 2015; Mack & Davis 2015). Sekreční trichomy se podílejí jak na sekreci, tak i na zpětné absorpci nektaru. Reabsorpce nektaru začíná na špičkách sekrečních trichomů, podle všeho by měla mít funkci receptoru umožňujícího regulaci hladiny nektaru a jeho vlastností, viskozity, objemu a koncentrace. Ve složení nektaru převládá sacharóza nad glukózou a fruktózou (Cardoso-Gustavson & Davis 2015).

#### 3.1.5.2 Antokyanová barviva

*C. ruber*, stejně jako mnohé další rostliny produkuje ve stoncích v závislosti na vlivech životního prostředí antokyanová zbarvení. Za extrémních podmínek, například stresu suchem je jejich produkce vyšší. Rostliny s bílými květy jsou také schopny tato barviva ve stoncích produkovat, ale oproti rostlinám s pigmentovanými květy mají stonky světlejší, tedy s nižším obsahem barviv. Plně pigmentované rostliny jsou díky vyšší produkci antokyanů odolnější vůči suchu, než bílé formy (Warren & Mackenzie 2001).

## 3.2 Ekologie druhu a jeho nároky na prostředí

### 3.2.1 Životní strategie druhu

Jedná se o polykarpickou vytrvalou neklonální bylinu, rostlina tedy není schopna vegetativního rozmnožování (Chytrý et al. 2021; Pladias 2023). Vegetativní rozmnožování je možné pomocí řízků odebraných na jaře nebo na podzim (Šuchmannová 2005). Na základě klonálního růstu je řazena mezi rostliny typu *Trifolium repens*, vegetativní šíření těchto druhů je špatné. Mají zásobní kořen spojující jednotlivé výhony, jeho rozpadem může dojít k fragmentaci rostliny na více jedinců (Klimešová & Klimeš 1998).

Životní forma rostliny je hemikryptofyt, tedy vytrvalá rostlina s obnovovacími pupeny (Obrázek 5) na stoncích těsně nad povrchem půdy (Chytrý et al. 2021; Pladias 2023) Někdy je uváděna jako chamaefyt, bylinný, popřípadě dřevnatý druh s obnovovacími pupeny do 30 cm nad zemí (FloraVeg.EU 2023). Životní strategie je udána jako CS, rostlina schopná kompetice a zároveň snášející stresové podmínky prostředí, citlivá však na narušování (Klotz et al. 2002; Chytrý et al. 2021; Pladias 2023). Pierceho metoda podle vlastností listů udávající životní strategii je však CR, tedy rostlina schopná kompetice a zvládající narušování. C-skóre je vypočteno jako 55,6 % a R-skóre 44,4 %. Z obou těchto údajů o životní strategii vyplývá, že se jedná především o druh schopný kompetice (Chytrý et al. 2021; Pladias 2023).



Obrázek 5 - Obnovovací pupen *C. ruber* (foto autorka)

Anatomické vlastnosti listů rostliny jsou skleromorfní až mezomorfníje tedy druhem částečně přizpůsobeným suchým stanovištím. Rostlina je převážně cizosprašná, ale může docházet i k samosprašení, není-li přítomen pyl jiné rostliny. Prýty rostliny jsou převážně monocyklické a sympodiální, všechny jsou stejné stavby a schopny kvetení. Zásobními orgány rostliny je pleiokorm, systém nahlučených vytrvalých prýtů, a hlavní zásobní kořen (Klotz et al. 2002; Chytrý et al. 2021; Pladias 2023).

Rostlina má 20 spících pupenů na prýt, jsou uloženy v hloubce přibližně 4 cm pod povrchem. Na povrchu půdy je uloženo 5 pupenů, pod povrchem zbývajících 15. Z údajů v databázi vyplývá, že rostlina nemá spící pupeny uložené na kořenech (Chytrý et al. 2021; Pladias 2023).



### 3.2.2 Ekologické indikační hodnoty, stanoviště a zóna rozšíření

V ekologii, při zkoumání vegetace a také pro bioindikace se hojně používají Ellenbergovy indikační hodnoty. Jedná se o hodnoty pro vlhkost prostředí, půdní reakci, obsah živin v půdě, množství světla, teplotu a kontinentalitu. (Berg et al. 2017). Hodnoty kontinentality zavedlo více autorů, prošly v historii mnoha obměnami, jejich interpretace a pojetí není zcela jednoznačné, proto je níže neuvádím.

Podle Ellenbergovských indikačních hodnot se jedná o rostlinu částečně světlých míst, rostoucí především na plném světle, nebo také ve stínu a to do 30 % rozptýleného záření dopadajícího na volnou plochu. Indikační hodnota teploty je 8, jedná se o přechodný stupeň, druh vyskytující se v nejteplejších místech střední Evropy až po teplé nížiny (Chytrý et al. 2018, 2021; Wild et al. 2019; Pladias 2023). Taxon chybí ve vlhkých půdách a vyskytuje se především v podmínkách bohatých na vápník, na živiny mírně bohatých místech, méně často na živiny bohatších či chudších stanovištích. Rostlina není tolerantní k zasolení, jedná se o glykofyt (Chytrý et al. 2021; Pladias 2023).

Druh se u nás vyskytuje jako součást vegetace skal, sutí a zdi, konkrétně vegetace zdi. Výskyt taxonu je zde vzácný, nemá optimální podmínky. Výškový stupeň, v němž se rostlina v České republice běžně vyskytuje, jsou nížiny až pahorkatiny. Floristická zóna výskytu je submeridionální až meridionální, tedy zóna suchých opadavých lesů a stepí, až zóna vřzdyzelených širokolistých a jehličnatých lesů, stepí a pouští (Wild et al. 2019; Chytrý et al. 2021; Pladias 2023).

### 3.2.3 Biotopové nároky druhu a záznamy o jejím výskytu

*C. ruber* obsazuje široké spektrum stanovišť z nichž jsou popsána v literatuře některá následující.

V Itálii se rostlina vyskytuje přirozeně na slunných skalnatých místech, například v okolí Říma na zdech archeologických památek. Konkrétně se vyskytuje v Koloseu, Forum Romanum a Caracallových lázních. Z klimatického hlediska se jedná o přechodnou středomořskou oblast se suchými teplými léty a vlhkými zimami, většina srážek je zde soustředěna v podzimním a zimním období. Rostlina se zde vyskytuje především na šikmých plochách slunných suchých stěn. Rozpadlé starověké stavby a zdi byly budovány z tmelených cihel, které mají sklon ke kyselému pH, dále také travertinu s vápenatým charakterem a zásaditým pH a výlevné magmatické horniny tuf (Ceschin et al. 2016).

Dalším takovým příkladem, kde se *C. ruber* přirozeně vyskytuje je historická oblast Matera-Sassi, jedná se o historickou osadu, část města Matera na jihu Itálie, západně orientovaný svah. Tato oblast byla v historii naposledy obývána v 50. letech minulého století, od té doby byla dlouho opuštěná, dnes se stává turistickou atrakcí, je součástí památek UNESCO. Geologickým substrátem je zde především druhohorní vápenec (Figliuolo & Nuzzi 2021).

V neposlední řadě chci zmínit místo Villa Rufolo, nacházející se v obci Ravello 365 m n. m. na západním pobřeží jižní Itálie v oblasti Kampánie. Jedná se o vilu se zahradami z 13. století, která je součástí památek UNESCO. Vila a okolní zdi jsou vystavěny především z druhohorního vápence. *C. ruber* se zde po zhodnocení četnosti a rostlinné formy ukázala jako jedna z nejnebezpečnějších rostlin. Jak dále udávají, její největší hrozba pro památku je

především její velká populace a dobrá přizpůsobivost okolí. Pro její regulaci zde byl doporučen herbicidní zásah na listy tak, aby nedošlo k zasažení jiných především chráněných druhů, které se zde také vyskytují (Motti et al. 2021).

Dalším zajímavým místem výskytu je lom Botticino, jedná se o několik vápencových lomů, v okolí městečka Botticino na severu Itálie v oblasti Lombardie u úpatí Alp. Některé z těchto lomů jsou již zavřené a ponechané přirozené sukcesi, jiné jsou stále činné. *C. ruber* se zde ukázala jako úspěšný druh při osidlování umělých vápencových útesů. Faktorem podporujícím výskyt *C. ruber* na útesech byla například drobná anemochorní semena snadno unášená větrem. Útesy byly také delší dobu ponechány přirozené sukcesi oproti ostatním povrchům lomu, takže rostliny měly více let na uchycení a přizpůsobení se podmínkám. Největší limitací na útesech byl nedostatek vody a nízká dostupnost živin (Gilardelli et al. 2015).

V neposlední řadě je její výskyt také zmapován na Italských sopkách Etně a Vesuvu, na obou těchto místech je součástí několika rostlinných společenstev (Marchese & Grillo 2000; Stinca 2023). Na Vesuvu roste na pyroklastických svazích společně s dalšími pionýrskými druhy a také s některými chráněnými druhy (Stinca 2023). Studie zaměřená na vliv usazeného prachu na morfologické a fyziologické vlastnosti rostlin zjistila, že listy *C. ruber* vystavené vysoké depozici prachu vykazovaly podobné vlastnosti listů zastíněných. Listy byly širší, s větším počtem průduchů, které byly zároveň také větší. Prach průduchy listů může zacpávat, větší velikost průduchů pravděpodobně umožňuje, aby aspoň část průduchu zůstala otevřená. Dále rostliny s větší depozicí prachu dosahovaly vyšší úrovně fotosyntézy, která mohla být způsobena hustším mezofylem listu oproti rostlinám s nízkou depozicí prachu. Rostliny vystaveny nízké depozici prachu vykazovaly větší akumulaci fenolických látek, které mají chránit vnitřní struktury před přebytkem zářením. Dále také měly nižší počet menších průduchů, který měl napomáhat lepšímu hospodaření s vodou v teplých suchých měsících a vyšší kontrole výměny plynů. Prach na listech tedy rostlinám poskytl určitou ochranu před nadměrným slunečním zářením a snižuje riziko fotoinhibičního poškození (De Micco et al. 2020).

Posledním popsáním stanovištěm *C. ruber*, které bych zde chtěla zmínit je Národní park Calanques na jižním pobřeží Francie nedaleko Marseille v regionu Provence. Tato oblast se rozkládá na rozpukaných vápencových skalách, proudí tudy mistrál a jsou zde časté požáry. Tyto podmínky zajišťují nesouvislý porost skal vegetací. Společně s dalšími druhy je toto místo zajímavé výskytem endemického druhu *Arenaria provincialis* (Baumel 2011).

#### **3.2.4 Klima středomoří a rostlinná společenstva**

Určujícím faktorem středomořského podnebí jsou suchá léta, průměrné roční teploty se pohybují od 11 do 17 °C. Roční úhrn srážek je od 1500 mm v horských oblastech až po méně než 90 mm v suchých nížinách. Maximum srážek zde spadne v zimním období. Ve vegetaci dominují stálezelené skleromorfní stromy a keře s bylinným podrostem. Vegetace je zde silně ovlivněna klimatickými podmínkami, požáry, nedostatkem vody a půdních živin. Míra konkurence mezi jednotlivými druhy je diskutovaná a značně ovlivněna požáry a následnou sukcesí (Vilà & Sardans 1999).

Oproti tomu se roční úhrny srážek v České republice pohybují od 500 do 870 mm. Nejvíce srážek u nás obvykle spadne během léta, nejméně pak v zimě. Průměrná roční teplota

je 8,3 °C, v posledních letech se však teplota zvedá a již bylo zaznamenáno 8 let s průměrnou roční teplotou nad 9 °C (Crhová et al. 2023).

*C. ruber* je přirozenou součástí několika středomořských rostlinných společenstev stěn (Świerkosz 2012). Následující taxony společenstev jsou upraveny podle FloraVeg.EU (2023) popřípadě u nižších taxonů, které databáze nerozlišuje je ponechán autor původní klasifikace, která byla použita v literatuře.

*C. ruber* je v severní Itálii součástí vegetací skal, konkrétně součástí společenstev řazených do *Cymbalario-Parietarietea diffusae*, do *Tortulo-Cymbalarietalia*. Konkrétněji do asociace *Linario-Erigeronetum mucronati* Segal 1969, řazené do *Cymbalario-Asplenion*. A druhou asociaci *Linario cymbalariae-Parietarium ramiflorae* Pignatti 1952, řazené do *Galio valantiae-Parietarium judaicae*. Druhy, které se s ní často vyskytují, jsou například *Erigeron karvinskianum*, *Ligustrum ovalifolium*, *Ficus carica*, více druhů rodu *Bromus* a mnohé další (Świerkosz 2012; FloraVeg.EU 2023). V západní části severní Itálie se vyskytuje jako součást společenstev patřících do *Asplenieta trichomanis*. Konkrétněji se jedná o *Asplenietalia glandulosi*, *Asplenion glandulosi*, asociace *Antirrhino latifolii-Centranthetum rubri*. Asociaci *Arabido collinae-Asplenietum dolomitici*, patřící do *Potentilletalia caulescentis*. A subasociaci *Doronico columnae-Saxifragetum callosae arabidetosum caucasicae*, patřící do *Asplenietalia septentrionalo-cuneifolii*, *Asplenion septentrionalis* (Tomaselli et al. 2018; FloraVeg.EU 2023).

V městských částech se vyskytuje společně s dalšími, u nás často invazními druhy, patří mezi ně například *Cymbalaria muralis*, *Sedum album*, *Capparis spinosa* L., *Parietaria officinalis* a *Buddleja davidii*. Jsou zde součástí společenstev stěn a zdí, která jsou v městských částech středomořského klimatu jedním z nejextrémnějších prostředí (Benvenuti 2004).

### 3.2.5 Choroby a ekologické vztahy s ostatními organismy

*C. ruber* může být infikována virem mozaiky okurky (*Cucumber mosaic virus*), jedná se o virus napadající širokou škálu plodin. Kromě pěstovaných plodin napadá také celou řadu druhů plevelných, které se pak stávají zdrojem jeho šíření. Virus je přenášen především mšicemi, ale také může být přenesen společně s osivem některých druhů. Semena *C. ruber* však pravděpodobně virus nepřenaší. Napadená rostlina *C. ruber* se může stát vhodným druhem pro přezimování a šíření viru v dalším roce. Infekce rostliny tímto virem může být symptomatická i asymptomatická. Projevuje se především zakrnělostí, mírnou mozaikou na žilnatině a výrazným zmenšením listové plochy a květů. Listy mohou být také deformované a jejich počet může být omezen (Carrieri et al. 2012).

Kořeny *C. ruber* mohou být napadány háďátkem severním (*Meloidogyne hapla*), jedná se o hlístici napadající široké spektrum vytrvalých okrasných rostlin (Lamondia 1996). Napadá však také celou řadu zelenin, především v ekologickém zemědělství způsobuje velké ztráty, které mohou činit 40 až 80 %. Často poškozují mrkev, cibuli, salát a cukrovou řepu, dále napadá také tykve, meloun, okurku, špenát a mnohé další druhy (Vestergård 2019). Na kořenech napadených rostlin se vytvářejí hálky (Lamondia 1996; Vestergård 2019). Přesné příznaky napadení u *C. ruber* popsány nejsou.

*C. ruber* je také napadána škůdci rodu třásnokřídých (*Thysanoptera*), konkrétních druhů třásněnek, které se na ní v jižní Francii vyskytují je celá řada. Jednotlivé druhy se na rostlině

nevyskytují po celou dobu, ale obvykle během sezóny střídají různé hostitele. Z nejnámějších a nejčastěji škodících druhů pěstovaných plodin, které se zároveň vyskytují na *C. ruber* lze jmenovat například *Frankiniella occidentalis*, *Thrips tabaci*, *Thrips flavus*, *Thrips major*, *Thrips brevicornis* a některé další druhy rodu *Thrips*. Nejvíce druhů třásněnek bylo na *C. ruber* zaznamenáno v průběhu léta (Pizzol et al. 2017).

Dalším zajímavým živočichem parazitujícím na *C. ruber* je merule mavuňová, *Trioza centranthi* (Obrázek 6), jedná se o živočicha z čeledi *Trioziidae*, který je u nás veden jako kriticky ohrožený (“*Trioza centranthi*” 2024). Na rostlinách způsobuje deformace a stáčení listů, viditelné na Obrázku 7 (Ellis 2023).



Obrázek 6 - larva *Trioza centranthi* (Ellis 2023)



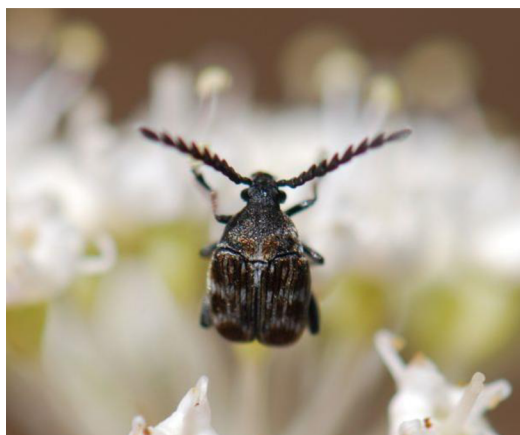
Obrázek 7 - deformace listu způsobená *Trioza centranthi* (Ellis 2023)

Na *C. ruber* je závislý druh plošnice z čeledi *Cydnidae* podřádu *Hemiptera*. Jedná se o druh *Adomerus maculipes* (Mulsant et Rey, 1852) (Obrázek 8), který je úzce specializovaný a vyskytuje se pouze na této rostlině. Je to druh známý především ze středozevní části Francie a pobřeží Atlantiku. V roce 2016 byl nově nalezen také ve Francouzském regionu Centre-Val de Loire, později také v regionech Grand-est, Bourgogne-Franche-Comté (Chapelin-Viscardi et al. 2019; Lessieur & Barberis 2020).

Jedná se také o hostitelskou rostlinu pro dva druhy brouků z čeledi *Bruchidae*, *Bruchidius jocosus* (Gyllenhal, 1833) a *Bruchidius meleagrinus* (Géné, 1839) na Obrázku 9. Oba tyto druhy se nově rozšířily do Portugalska, kde se *C. ruber* přirozeně vyskytuje (Ricci & Zampetti 2005).



Obrázek 8 - *Adomerus maculipes* (Mulsant et Rey, 1852) (Aukema et al. 2021)



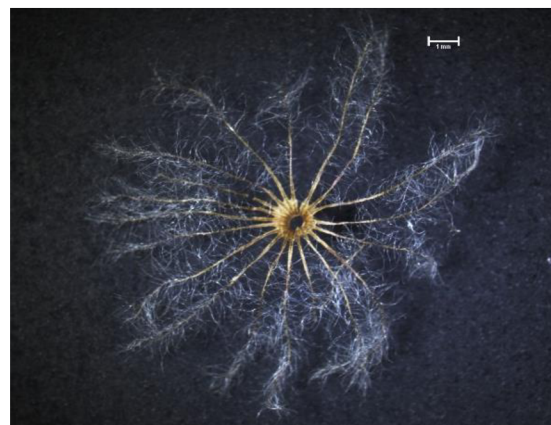
Obrázek 9 - *Bruchidius meleagrinus* (Géné, 1839) (Santisteban 2012)

### 3.2.6 Semena, jejich klíčení a fenologické fáze vývoje rostliny

Semena *C. ruber* (Obrázek 10) jsou díky přítomnosti chmýrnatého *pappusu* (Obrázek 11) šířena větrem (Richardson 1975; Delucchi 2013). Hmotnost tisíce semen je přibližně 1,25 g. Klíčivost semen se zdá být nezávislá na světelných podmínkách. Nejlepší klíčivostí však dosahovala při zasetí do hloubky 4 mm (Benvenuti et al. 2016)



Obrázek 10 – semeno *C. ruber* bez chmýru (foto Ing. Pavla Vachová, Ph.D.)



Obrázek 11 – chmýrnatý *pappus* *C. ruber* (foto Ing. Pavla Vachová, Ph.D.)

Semena jsou podle některých zdrojů dormantní, jejich klíčivost bez projití požadovanou dormancí dosahovala při 20 °C v hloubce 4 mm pouze 37 %. Po měsíční stratifikaci semen při 4 °C došlo ke zvýšení klíčivosti semen na světle na 52 %, za tmy se klíčivost zvýšila na 48 % (Benvenuti et al. 2016). Oproti tomu v jiném pokuse vyšla průměrná klíčivost semen při různých teplotách 76 %, nezabývali se však dormancí semen ani jejich stratifikací (Mattana et al. 2010). Z údajů o klíčivosti semen však vyvozuje, že dormantní nejsou a není je nutno před výsevem upravovat (Low 2007; Brofas et al. 2007; Mattana et al. 2010). Po roce ponechání semen v půdě ve hloubce 5 cm se rozložilo 57 %, ze zbývajících semen vyklíčilo 83 % na světle při teplotě 15 °C. Ostatní semena, která nevyklíčila, byla stále života schopná. Optimální teplota pro nejrychlejší klíčení *C. ruber* je 15 °C, hraniční teploty však uvádí od -0,5 °C do 22,25 °C (Mattana et al. 2010). Jiný zdroj udává nejlepší klíčivost semen při 20 °C, dosahovala 81 %. Horní hranici klíčivosti udává jako 35 °C, spodní se při zkoumaném rozsahu teplot neprokázala (Brofas et al. 2007). Semena mají v půdě krátkou životnost, obvykle se rozloží do 5 let (Geerts et al. 2017).

Fenologické fáze v průběhu roku zhodnocené na základě pozorování vývoje rostliny v Toskánsku jsou následující. Klíčení zde začíná v podzimních měsících, v druhé polovině října a pokračuje do konce prosince. V lednu začíná růstová fáze, na kterou na konci března až začátkem dubna navazuje fáze kvetení. Od poloviny června se ke kvetení již přidává šíření zralých semen. Kvetení ustává v září a šíření semen pokračuje až do zimních měsíců (Benvenuti et al. 2016). Údaje o době klíčení (Benvenuti et al. 2016) se však zcela neshodují s údaji o optimální teplotě (Mattana et al. 2010), avšak vzhledem k mírným zimám ve středomoří a hraniční teplotě je klíčení semen možné. Rostliny jsou schopny kvetení při výšce 22 cm a všechny rostliny vyšší než 34 cm jsou již v reprodukční fázi (Geerts et al. 2017).

### 3.2.7 Zajímavosti a možnosti využití druhu s ohledem na jeho vlastnosti

Podle fytoimediačních pokusů s aromatickými a léčivými rostlinami se ukázalo, že je *C. ruber* tolerantní k těžkým kovům. Snadno u ní dochází k příjmu těžkých kovů, jejich následnému transportu a akumulaci v nadzemní části, především listech. Rostlina těžké kovy přijímá nejen kořenem, ale také jako součást prachových částic spadlých na kutikulu listů. Podle kritérií hodnotících vlastnosti rostlin ve vztahu k těžkým kovům *C. ruber* splňuje kritéria pro akumulátor olova. Zbývající dva těžké kovy, jejichž akumulace v rostlinách byla zjišťována, kadmium a zinek, je *C. ruber* také schopna přijímat a hromadit v nadzemní biomase. Množství těchto dvou těžkých kovů však nedosahuje hodnot, aby mohla být považována také za jejich akumulátor (Angelova 2013).

*C. ruber* byla experimentální rostlinou pro výsadby na zelené střechy ve středomoří. Existují spekulace, že by rostliny v důsledku velkého stresu suchem mohly omezit kvetení až do té míry, že by se nebyly schopny rozmnožit. Rostlina je však dále v Portugalsku brána jako potenciálně využitelná a jsou doporučeny dlouhodobé pokusy (Esfahani et al. 2022). V jiném výzkumu na osázení zelených střech nebyla vybrána z důvodu většího kořenového systému (Caneva et al. 2015). Rostliny *C. ruber* na střeše s vrstvou substrátu 15 cm mají nižší pokryvnost než s 20 cm substrátu. V hlubším substrátu dosahovaly kvetení přibližně o 10 dní dříve, oproti variantě s menší hloubkou substrátu (Benvenuti & Bacci 2010). Rostliny dosahují větší pokryvnosti a lepšího kvetení na alespoň částečně zalévaných střechách. Vliv rozdílných dávek závlahové vody na pokryvnost nebyl zaznamenán. Doporučuje se zde jako součást osevních směsí na zelené střechy (Vestrella et al. 2015).

Pěstování *Centranthus ruber* 'Roseus' na produkci řezaných květů, se ukázalo být prodělečné, svazky květů by se museli prodávat za vyšší cenu, než je pro řezané rostliny běžná. Rostlina není schopna vyprodukovat dostatečné množství kvetoucích stonků ani délku stonků požadovanou trhem ve Spojených státech (Starman et al. 1995).

Skladování prostokořenné sadby *C. ruber* po dobu 6 měsíců je nutné při teplotách nad 0 °C, jinak dochází k jejímu vymrzání. Opětovný růst je však pomalý, procento přežití bylo větší při skladování v 5 °C než ve 2 °C. V průběhu skladování při teplotách nad 0 °C však dochází k etiolizovanému růstu, s rostlinami je tedy nutné zacházet opatrně, aby nedošlo k ulomení slabých výhonků (Maqbool & Cameron 1994). Z výsledků pokusů se záhony s minimální závlahou vyplívá minimální potřeba vody pro jednu rostlinu *C. ruber* 1,1 l týdně (Smeal et al. 2006).

Ze Švýcarských pokusů s rychlostí růstu v klimatických komorách simulujících vysoké (1400 m n. m.) a nízké (500 m n. m.) nadmořské výšky, byla prokázána vyšší rychlost růstu při nízkých nadmořských výškách. U rostlin v simulovaných vysokých nadmořských výškách nedošlo ke kvetení rostlin, v nízkých výškách vykvetly všechny. Dále bylo zjištěno, že přizpůsobivost druhu je dána jeho plasticitou, nikoli genetickou diferenciací populací v různých nadmořských výškách (Haider et al. 2012).

### 3.3 Naturalizace druhu a jeho invazní potenciál

V důsledku vlastností *C. ruber*, její dobré přizpůsobivosti a jejímu vysazování jako okrasného druhu se rozšířila do mnoha částí světa. Na některých místech jejího zavlečení nejsou

dosud záznamy o její naturalizaci, v jiných oblastech je však již naturalizovaná, jinde se zvažuje i její invazní charakter a možnost dalšího šíření (Starr et al. 2003; Holmes et al. 2018).

K naturalizaci okrasných druhů rostlin dochází nejpravděpodobněji u druhů, které jsou již předem adaptované na místní podmínky prostředí. Hranice mezi naturalizací druhu a latentní fází invaze je velmi tenká. Aby se naturalizovaný druh stal invazním, musí být schopen vypořádat se s charakteristickými ekologickými faktory daného prostředí, jako jsou například požáry, a překonat konkurenci původních druhů ekosystému. Jedná se o druh schopný růst na extrémních stanovištích, dominantní v průběhu primární sukcese a schopný kolonizovat otevřené oblasti (Holmes et al. 2018).

Oblasti se stejnými ekologickými podmínkami, tedy především klimatem, na které je rostlina přizpůsobena z oblastí přirozeného výskytu, budou nejvíce ohroženy jejím možným rozšířením (Holmes et al. 2018). Středomořské klima se kromě států podél Středozemního moře, kde se *C. ruber* přirozeně vyskytuje, nachází také v Kalifornii, střední Chile, okolí Kapského Města v Jižní Africe a jihozápadě Austrálie (Arianoutsou et al. 2013).

Klimaticky nejbližší podmínky středomoří jsou v Kalifornii a Chile (Pauchard et al. 2004). Hlavní rozdíl mezi těmito státy je v přítomnosti přírodních požárů, které jsou v Chile velmi vzácné. Původní rostliny v Chile na ně nejsou adaptovány, proto zde mohou antropogenně zakládané požáry urychlovat šíření nepůvodních druhů (Pauchard et al. 2004; Arianoutsou et al. 2013).

V klimaticky podobných oblastech je větší pravděpodobnost stejných invazních druhů rostlin. Množství stejných zavlečených nepůvodních druhů rostlin v různých oblastech světa s velmi blízkými klimatickými podmínkami je ovlivněno mnoha faktory. Mezi ně patří například mikroklima stanoviště, způsob hospodaření s půdou, ale také intenzita a doba po kterou je místo narušováno člověkem (Pauchard et al. 2004; Arianoutsou et al. 2013). Zranitelnějšími oblastmi jsou především antropogenní a narušovaná stanoviště. Nejvyšší podobnost v druhovém složení nepůvodních rostlin byla zaznamenána mezi jihozápadní Austrálií a Chile (Arianoutsou et al. 2013).

Podle prediktivní studie by se v důsledku změny klimatu měla *C. ruber* do roku 2050 rozšířit také do severovýchodní části Spojených států amerických. Dosud se však v severovýchodní části Spojených států vyskytuje pouze vzácně (Bradley et al. 2020).

Klasifikaci nepůvodních druhů rostlin mohou mít jednotlivé státy různé, může se tedy stát, že druhy pouze uniklé z pěstované vegetace budou hned řadit mezi druhy invazní. To velmi znesnadňuje náhled a možnost porovnání vyskytovaných druhů v různých státech (Pauchard et al. 2004).

### **3.3.1 Oblastí naturalizace a invaze druhu ve světě**

Nejvíce se možností invaze *C. ruber* zabývali vědci z Kapského Města v Jihoafrické republice. Jsou zde vhodné klimatické podmínky podobné těm, na které je druh zvyklý ze Středozemí, suchá teplá léta a mírné deštivé zimy. Vegetace je zde ovlivněna požáry, které nejsou výjimečné ani v původních oblastech jejího výskytu (Holmes et al. 2018). Požáry rovněž narušují přirozenou původní vegetaci, což pomáhá *C. ruber* uchytit se. Za okrasnými účely sem byla dovezena před více než sto lety, první záznam je z roku 1858, postupně naturalizovala a v městských částech je již považována za invazní (Geerts et al. 2017).

V okolní přírodě Kapského Města jsou často nalézány populace jako spontánní úlety ze zahrad, dále také podél pozemních komunikací a v narušovaných lokalitách, zaznamenána však byla i populace v téměř nedotčené vegetaci. Do srpna roku 2013 zde bylo nalezeno 64 populací, z toho bylo 27 naturalizovaných, 6 invazních a 31 přechodně zavlečených. Do konce roku 2015 se počet populací zvedl na přibližně 530, což je asi 45 000 jedinců, z nichž byla přibližně polovina populací naturalizovaných a minimálně 15 invazních. Populace se rozšiřují pomalým tempem, neboť semenáčky rostlin nebyly nalezeny ve větší vzdálenosti než 20 m od rostlin schopných reprodukce, jen podél komunikací dochází k šíření na delší vzdálenosti. Rostliny zde přežívají i pod korunami stromů (Geerts et al. 2017). Další zdroj však udává vzdálenost šíření až 150 m od nejbližší zahradní výsadby. I přes snahy populace zlikvidovat, se jejich stav podařilo pouze omezit, některé rostliny opětovně vyrašily (Holmes et al. 2018).

*C. ruber* by v oblastech regulovaných požáry mohla být ještě větší hrozbou. Rostlina, díky masitým listům, hoří často pomaleji než okolní vegetace. Proto by málo intenzivní požáry mohly rostlině pomoci v konkurenci ostatním druhům. V důsledku narušení okolní vegetace, a opětovnému vyrašení rostlin, popřípadě vyklíčení ze semen, by *C. ruber* měla dostatek času na vytvoření nové biomasy a následně by mohla značně konkurovat původním druhům (Holmes et al. 2018).

*C. ruber* naturalizovala také v západní části Austrálie. Konkrétně se jedná o jihozápadní pobřeží, oblasti Swan Coastal Plain, Jarrah Forest a okolí měst Warren, Esperance (Keighery & Longman 2004). Západní Austrálie se rozkládá především na žulovém podloží, podél pobřeží se zde táhnou skalní výchozy (Hopper et al. 1997). Vyskytuje se také na Tasmánii, kde je uváděna jako naturalizovaná (Randall & Kessal 2004).

První záznam o *C. ruber* na Novém Zélandu je z roku 1878. Druh je zde naturalizovaný na severním i jižním ostrově, vyskytuje se podél silnic, železnic, na útesech, zejména v městských oblastech (Given 1979). Její výskyt je určen počtem letních slunečných hodin, kdy potřebuje více než 240 hodin. Počet slunečných hodin má pravděpodobně vliv na tvorbu květů a zrání plodů (Wilson et al. 1992). Te Haupa Island je malý ostrůvek nedaleko severovýchodního pobřeží severního ostrova Nového Zélandu. Semena *C. ruber*, která se vyskytuje na severním ostrově, byla naváta na ostrůvek, kde se rychle šíří. Spolu s dalšími nepůvodními druhy, které se na ostrůvek samovolně dostaly, zde dochází k potlačování rozvoje přirozené vegetace. Rostliny jsou roztroušeny na pobřežních svazích i rovinách, zaznamenány jsou na severní, západní a východní straně (Cameron 2014).

V jižní Americe jsou záznamy o naturalizaci druhu v Argentině a Chile (Swenson et al. 1997; Delucchi 2013; Ray et al. 2014). V Argentině byly první studované rostliny rozšířené mimo pěstovanou vegetaci popsány roku 1988 v provincii Buenos Aires. Další záznamy jsou z provincií Jujuy a Mendoza. Všechny tyto záznamy jsou z městského prostředí, kdy se rostliny rozšířily pravděpodobně z okrasných výsadeb. Rostliny se zde rozšířily na skály a svahy (Delucchi 2013). V Chile jsou záznamy o její naturalizaci na zdejších ostrovech, konkrétně se jedná o ostrovy Juana Fernandéze a ostrov Pascau (Ray et al. 2014). V roce 1996 byly nalezeny první zplanělé rostliny v příkopech města San Juan Bautista, jedná se opět o uniklé rostliny ze zahrad, které se následně šíří (Swenson et al. 1997).

V severní Americe je zavlečena do několika států. Jedná se o Kalifornii, Arizonu, Utah, Oregon a Washington (Laferriere et al. 1997; Royal botanic gardens 2023). *C. ruber* byla v Kalifornii dlouho nenápadná, dnes již způsobuje na zdejších pobřežních útesech problémy



(Young 2002). Při pobřeží Avalonského zálivu na ostrově Santa Catalina se na útesech spolu s *C. ruber* usídlily i některé další okrasné druhy (Thorne 1967). Na Kalifornském ostrově Santa Cruz byly snahy o její likvidaci (Boser et al. 2014; Cory & Knapp 2014). *C. ruber* byla před likvidací zaznamenána v 5 populacích, po zásazích herbicidy v roce 2012 byla zaznamenána již jen jedna (Cory & Knapp 2014). Další zmínka z Kalifornie je z pohoří Santa Ana Mountains, kde se vyskytuje v kaňonech Silverado a Hot Springs. Rostliny se zde vyskytují na některých lokalitách běžně, obývají také narušované pobřežní lesy (Boyd et al. 1995).

Na Havaji je naturalizovaná na východě ostrova Maui, konkrétně Pohakuokala Gulch. Roste zde v rokli v nadmořské výšce téměř 1524 m, v mírných a chladných podmínkách po celý rok. Rostliny na Havaji jsou především s bílými květy, jak se na toto místo dostaly není známo. V okolí rokle se nevyskytují žádné další rostliny, pouze rozsáhlé pastviny (Starr et al. 2003). První záznam na ostrově Maui je již z roku 1965 (Wester 1992).

### 3.3.1.1 Naturalizace a šíření druhu v Evropě

*C. ruber* je zařazena na seznam 150 nejrozšířenějších nepůvodních druhů rostlin v Evropě. Je vedena jako rostlina původní pouze v některých částech Evropy. Záznamy o jejím výskytu jako nepůvodního druhu je z 28 oblastí z celkových 49, na které byla Evropa rozdělena (Lambdon et al. 2008).

I ve státech, kde je druh původní lze najít místa, kam byla zavlečena a postupně se rozšiřuje. Takovými místy bývají často ostrovy pobřežních států, z nich lze jmenovat Kanárské ostrovy, Sardinii, Korsiku, Madeiru a Korfu (Vieira 2002; Perrier 2009; Puddu et al. 2016; Brandes 2022).

Ačkoli se druh přirozeně vyskytuje v Portugalsku, na Madeiře a ostrově Porto Santo je veden jako naturalizovaný druh, na Madeiře se vyskytuje především na jižním pobřeží (Vieira 2002). Ve španělské oblasti Baskicka, je *C. ruber* považována za invazní druh, často obývá narušovaná a ruderalní stanoviště. Záznamy o této rostlině, které zde má velký kolonizační potenciál jsou od roku 1947. Snadno se v těchto místech šíří podél komunikací (Campos & Herrera 1997, 2009). Na Kanárských ostrovech je druh také považován za invazní (Gallo et al. 2008; Perrier 2009).

Na Sardinii je považována za naturalizovaný druh. Podle doby zavlečení je vedena jako archeofyt. Oproti tomu na Francouzském ostrově Korsika je vedena jako druh zavlečený v novější historii, neofyt. Přesto je již řazena mezi druhy invazní (Puddu et al. 2016). Na nedaleké Sicílii je vedena jako druh původní (Pasta et al. 2020). Na řeckém ostrově Korfu je součástí společenstev zdí. Pravděpodobně se zde jedná o první krok v její naturalizaci (Brandes 2022). Na Krétě je vedena jako přechodně zavlečený archeofyt (Dal Cin D'Agata et al. 2009).

Na Krymském poloostrově se vyskytuje ve středním a dolním pobřežním páse, je vedena jako druh naturalizovaný. Vyskytuje se zde v polopřirozených rostlinných společenstvech. Především na ruderalních místech, zdech, chodnicích, štěrbinách a kamenitých svazích (Bagrikova & Skurlatova 2021).

*C. ruber* je invazní ve Velké Británii, vyskytuje se například v přístavu Pagham v západním Sussexu na jižním pobřeží Anglie. Právě v této oblasti silně konkuruje zdejší chráněné rostlině *Petrorhagia nanteuilii* (Burnat) P. W. Ball & Heywood. Z toho důvodu je

snaha o její likvidaci a do budoucna úplné odstranění. Jinak je ohrožena nejen *Petrorhagia nanteuilii*, ale také ostatní druhy zdejších pobřežních společenstev (Gardner & Burningham 2013). Ve východním Sussexu je součástí společenstev obývajících oblázkové pláže (Low 2007). V Anglii se dále vyskytuje na hradbách ve městě Durham a jeho okolí. Větší počet jedinců zde byl zaznamenán v městských oblastech oproti oblastem venkovským (Shimwell 2009). Ve Skotsku dosud není vedena jako naturalizovaná, ale postupně přechází do stavu naturalizace na zdech a v pobřežní vegetaci (Braithwaite 2021).

Do Švédska byla zavlečena po roce 1950. Vyskytuje se zde v přirozené vegetaci, populace jsou v některých oblastech rozptýlené a dosahují mezi 51 až 250 jedinci. Podle zdejších kritérií je řazena mezi 150 nejproblematictějších rostlin ve vztahu k invazi, její umístění je prozatím v méně nebezpečné polovině tohoto seznamu (Tyler et al. 2015).

Už v roce 1869 je v literatuře uvedena jako naturalizovaná na některých místech v Belgii (Verloove 2006). Konkrétně se jedná o břidlicový břeh u citadely v Namuru na soutoku řek Mázy a Sambre, a terasy skal Grands Malades podél řeky Mázy (De Vos et al. 1885).

Ve Švýcarských Alpách se *C. ruber* běžně vyskytuje v nadmořské výšce okolo 500 m, už od roku 1918. Nejvýše nalezená přirozená populace zde byla v nadmořské výšce 1077 m (Haider et al. 2012).

V Německu jsou první záznamy o rozšíření před rokem 1950. Roste zde především v narušovaném prostředí v blízkosti lidských sídel, jako synantropní druh. Je zde pouze jediný záznam o naturalizované populaci, a to v jižním výběžku spolkové země Porýní-Falc (Schneider & May 2013).

### 3.3.2 Mavuň červená a Česká republika

Česká republika má třetí nejvyšší počet nepůvodních druhů v Evropě, hned po Belgii a Spojeném království, jedná se o 1378 druhů (Lambdon et al. 2008). *C. ruber* je u nás pro okrasné účely pěstována již více než sto čtyřicet let (Chytrý et al. 2021; Pladias 2023). Přesto je u nás stále vedena jako druh přechodně zavlečený (Pyšek et al. 2022), stejně je tomu tak například na Slovensku (Eliáš et al. 2023). Projekt Pěstuj bezpečně řadí *C. ruber* mezi druhy, které by bylo vhodné ve výsadbách nahradit jinými. Doporučují například použití *Lychnis chalconica* nebo *Achillea millefolium* 'Paprika', nebo *Monarda didyma* L. ("Pěstuj bezpečně" 2022). Záznamy o jejím zplnění jsou z Prahy, Českých Budějovic, Sobotky a okolí Vyškova (Hoskovec 2007).

*C. ruber* byla součástí českého pokusu hodnotícího smíšené trvalkové záhony. Pokus se uskutečnil v Dendrologické zahradě Výzkumného ústavu krajiny a okrasného zahradnictví Silva Taroucy v Průhonicích. Studie sledovala přežívání a šíření taxonů ve vysazených záhonech. Rostliny ve výsadbách smíšených trvalkových záhonů by se měly na stanovišti udržet samo výsevem a záhony by měly být co nejméně náročné na údržbu. V důsledku různých vlastností vysazených rostlin, a především jejich konkurenční síly, došlo v průběhu sledovaných let ke změnám ve složení záhonů. *C. ruber* byla vysazena ve dvou záhonech v roce 2007 jako minoritní druh. V roce 2016, kdy došlo ke zhodnocení přítomnosti druhů v záhonech, se v obou těchto záhonech stala jedním z dominantních druhů (Kutlvašr et al. 2019).

### 3.3.3 Pokusy s likvidací druhu

V Kapském Městě provedli pokusy na omezení šíření *C. ruber*. Zdejší zahradnictví přestala tento druh prodávat, nejspíše však stále docházelo k výměně rostlin a jejich šíření mezi zahrádkáři (Geerts et al. 2017).

Rozdíl mezi ošetřením glyfosátem a triclopyrem není významný. Při použití různých koncentrací glyfosátů nedošlo k významným rozdílům. Rozdíly nebyly značné ani mezi použitím herbicidů a mechanickým odstraňováním rostlin. Procento znovu vzejitých rostlin po chemickém ošetření, použitím glyfosátu bylo 1,6 % z původních rostlin, po mechanickém ošetření vzešlo 4,4 % rostlin. Pro likvidaci rostlin je lepší použít herbicidní ošetření, při mechanickém vytrhávání rostlin dochází k narušení půdy, což napomáhá uloženým semenům klíčit. Semena uložená v půdě bez narušování v průběhu několika let sama degradují. Toho se dá využít při likvidaci druhu, po několika letech by již nemělo dojít k jeho obnovení bez přidání nových životaschopných semen. Vzhledem ke krátkodobé semenné bance, kterou rostlina tvoří, by mělo docházet ke kontrole oblastí výskytu ještě 3 až 5 let po zlikvidování dospělých jedinců (Geerts et al. 2017).

Na ostrově Santa Cruz byly rostliny regulovány opět herbicidy na bázi glyfosátů a triclorpyru. Čtyři z pěti populací se v průběhu let 2008 až 2011 podařilo zlikvidovat. Každý rok na jaře byl aplikován herbicid, aby rostliny nedosáhly fáze kvetení. Nové rostliny vzešlé ze semen nebyly zaznamenány, pravděpodobně zde nedošlo k jejich uložení ani do krátkodobé semenné banky (Cory & Knapp 2014).

## 4 Metodika

### 4.1 Založení venkovního nádobového pokusu

Pro další potřeby zkoumání byl založen venkovní nádobový pokus. Aby bylo zamezeno nechtěnému rozrůstání kořenů a zároveň byl eliminován vliv promrznutí kořenového balu v nádobách, byly květináče zakopány. Na zahradě byla vykopána jáma pro 18 květináčů o průměru 30 cm. Květináče byly narovnány do jámy a následně obsypány zeminou. Do květináčů byla namíchána směs původní zahradní zeminy a univerzálního květinového substrátu v poměru 1:5. Nakoupená semena byla vyseta do sadbovače začátkem dubna 2023 a předpěstována při pokojové teplotě. Od poloviny května byly rostliny postupně přivykány přímému slunečnímu záření a venkovním teplotám. Do připravené půdy v květináčích na venkovním stanovišti byly přesazeny na konci května, bylo zasazeno 12 rostlin (Obrázek 12). Do dvanácti květináčů bude v následujícím roce zasazen další rostlinný druh pro porovnání konkurenčních schopností *C. ruber*. Šest květináčů bude obsahovat pouze *C. ruber*, šest jiný rostlinný druh a šest oba rostlinné druhy.

Z vzrostlých rostlin z dvanácti osázených květináčů bylo v průběhu podzimu 2023 posbíráno osivo a použito k pokusu hodnotícím klíčení semen *C. ruber*.



Obrázek 12 - záhon *C. ruber* dva měsíce po výsadbě (foto autorka)

### 4.2 Laboratorní pokus klíčivosti semen

V laboratorních podmínkách byl proveden pokus klíčení semen *C. ruber*. Pokus proběhl v laboratoři Katedry botaniky a fyziologie rostlin Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity v Praze.

#### 4.2.1 Rostlinný materiál

Bylo použito osivo *Centranthus ruber* 'Coccineus' koupené od firmy Nohel Garden, a.s. a osivo sebrané ze vzrostlých rostlin vypěstovaných z týchž semen. Záhon těchto rostlin se nacházel na soukromé zahradě v obci Sadová v okrese Hradec Králové, s jižní expozicí. Rostliny byly v průběhu léta zalévány dle potřeby, minimálně však jednou týdně.

Osivo ze vzrostlých rostlin bylo odebráno v průběhu srpna a září. Následně bylo sušeno v šeru za přístupu vzduchu při pokojové teplotě. Po třech týdnech byla suchá semena zbavena pappusu a dále ponechána přístupu vzduchu pro případné další vysychání.

#### 4.2.2 Klimatické podmínky stanoviště pěstovaných rostlin

Z volně zveřejňovaných dat Českého hydrometeorologického ústavu lze vyčíst měsíční úhrny srážek v Hradci Králové, nejbližší meteorologické stanici, a také průměrné měsíční teploty v královehradeckém kraji za rok 2023 (Český hydrometeorologický ústav 2024).

V královehradeckém kraji v roce 2023 byl úhrn srážek nadprůměrný, spadlo zde 857 mm/m<sup>2</sup>, průměrně zde spadne 732 mm/m<sup>2</sup> srážek. Květen, červen, červenec a září byly měsíce výrazně srážkově podprůměrné, oproti tomu v dubnu, srpnu, listopadu a prosinci byly srážky značně nadprůměrné (Český hydrometeorologický ústav 2024).

Srážky zaznamenané na stanici v Hradci Králové, Nový Hradec Králové, byly oproti průměru také nadprůměrné. Obvyklé úhrny jsou zde 587 mm/m<sup>2</sup>, loni zde za rok naměřili 630 mm/m<sup>2</sup> (Český hydrometeorologický ústav 2024).

Teplotně podprůměrné v královehradeckém kraji byly pouze dva měsíce, a to duben a květen. Průměrná roční teplota byla o 1,25 °C vyšší, než je dlouhodobý průměr. Průměrná roční teplota měřená na stanici v Hradci Králové, Nový Hradec Králové, je oproti dlouhodobému průměru, který je 9,6 °C, za rok 2023 vyšší o 1,3 °C. V tomto roce dosahovala 10,9 °C. Největší odchylky od dlouhodobého průměru byly v lednu, září, říjnu a prosinci, všechny tyto měsíce byly teplejší (Český hydrometeorologický ústav 2024).

#### 4.2.3 Potřebné pomůcky a chemikálie

Pomůcky byly poskytnuty Katedrou botaniky a fyziologie rostlin.

Petriho misky o průměru 12 cm

Filtrační papír odpovídající velikosti

Malý odměrný válec s maximálním objemem 10 ml, nejmenší dílek 0,4 ml

Odměrná baňka 100 ml

Kádinky

Plastová váženka

Plastové sítko

Stříčka s destilovanou vodou a ethanolem

Kovová pinzeta

Klíční box

Lednice

Fotoaparát

Chlornan sodný (NaClO)

Destilovaná voda

Ethanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)

Psací potřeby, lihový fix

Papírové měřítko s nejmenším dílkem 1 mm

Barevný papír, ubrousky

#### 4.2.4 Založení a průběh pokusu

Při pokusu byly hodnoceny následující varianty osiva, petriho misky s koupeným osivem, petriho misky s dezinfikovaným koupeným osivem, petriho misky s vypěstovaným domácím osivem a petriho misky s vypěstovaným domácím dezinfikovaným osivem.

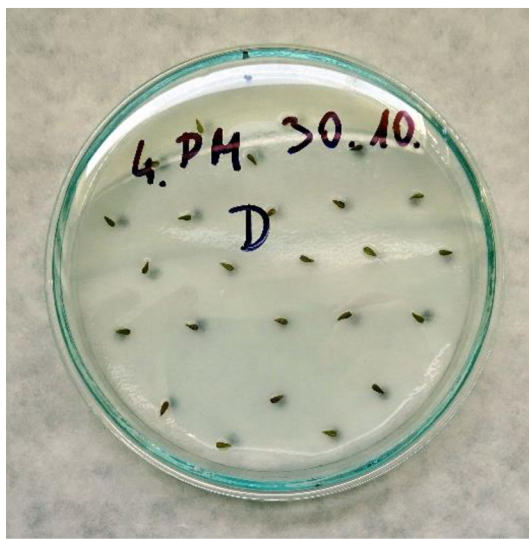
Nejprve bylo potřeba rozvrhnout počet semen do petriho misek. Od každého osiva bylo použito sto semen, která byla náhodně rozdělena do čtyř petriho misek. V každé petriho misce bylo pravidelně uspořádáno 25 semen. Pro usnadnění rovnání semen byl použit jeden filtrační papír s 25 tečkami udělanými lihovým fixem, zároveň byla označena první z nich.

Pro dezinfekci osiva bylo nejprve nutné namíchat roztok 2% chlornanu sodného. Toho bylo dosaženo odměřením 2 ml koncentrovaného chlornanu sodného, který byl následně převeden do odměrné baňky o objemu 100 ml, poté byla baňka doplněna po rysku destilovanou vodou. Posléze bylo odváženo přibližně 0,3 g osiva, přesypáno do kádinky a zalito roztokem chlornanu sodného tak aby byla veškerá semena ponořena. Po 15 minutách byla semena přelita do sítka a třikrát propláchnuta destilovanou vodou. Další postup byl pro všechny varianty shodný.

Petriho misky se jednotlivě vyčistily pomocí etanolu, do každé bylo kápnuto několik kapek ze stříčky a následně byly vytřeny pomocí čistého ubrousku a zavřeny. Poté se do petriho misky vložil filtrační papír a zalil přibližně 5 ml destilované vody. Petriho miska se položila na předem připravenou šablonu. Čistou pinzetou předem vydezinfikovanou v etanolu se semena jednotlivě pokládala na předem určená místa (Obrázek 13). Následně se petriho miska označila svým číslem, datem založení, druhem obsahovaných semen a na spodním díle byla udělána značka pro určení prvního semene (Obrázek 14).



Obrázek 13 – narovnaná semena v petriho misce (foto autorka)



Obrázek 14 – zavřená petriho miska s popisem (foto autorka)

Takto připravené misky byly náhodně poskládány do sloupečků a vloženy do klíčního boxu (Obrázek 15). Teplota v klíčním boxu byla nastavena na 18 °C a vlhkost vzduchu na 60 %. Každý následující den byla semena v přibližně stejnou dobu kontrolována. V případě potřeby byla průběžně doplňována destilovaná voda o objemu 2 ml. Každý den byl zaznamenáván průběh klíčení, délka klíčku v mm u každého vyklíčeného semene. U větších

rostlinek, kde již bylo možné odlišit kořínek a děložní lístky byla zvláště měřena délka kořínku a prýtu. Pro měření délek klíčků bylo využito papírové měřítko s nejmenším dílkem 1 mm a červený papír, který byl vkládán pod petriho misku pro lepší kontrast a snazší odečítání výsledků. Semena byla měřena 10 dní po založení (Obrázek 16), následně byl pokus ukončen.



Obrázek 15 - petriho misky v klíčném boxu (foto autorka)



Obrázek 16 - otevřená petriho miska poslední den měření (foto autorka)

Založení petriho misek s výše popsányými čtyřmi variantami se uskutečnilo 30. 10. 2023. Následně byl pokus s vlastním, vypěstovaným osivem znovu zopakován se založením 15. 1. 2024, tedy o 2,5 měsíce později. Osivo k druhému pokusu bylo týden před jeho založení ponecháno působení chladných teplot v lednici. Následně byly založeny dvě varianty osiva, dezinfikovaná a nedezinfikovaná. Založení, pozorování a měření jednotlivých klíčků bylo provedeno stejným, výše popsaným způsobem.

Shromážděná data byla zpracovávána v programu Statistica 13 (Statsoft, Tulsa). Pro porovnání rozdílů v naměřených hodnotách obou experimentů (klíčivost, délka kořínku a prýtu) byla použita analýza variance. Zároveň byly vypočteny průměry se středními chybami průměru. Výsledné grafy byly vykresleny v témže programu.

## 5 Výsledky

Kompletní naměřená data jsou poskytnuta v příloze I a II. Klíčivost osiva byla hodnocena v průběhu deseti dnů, vždy po 24 h.

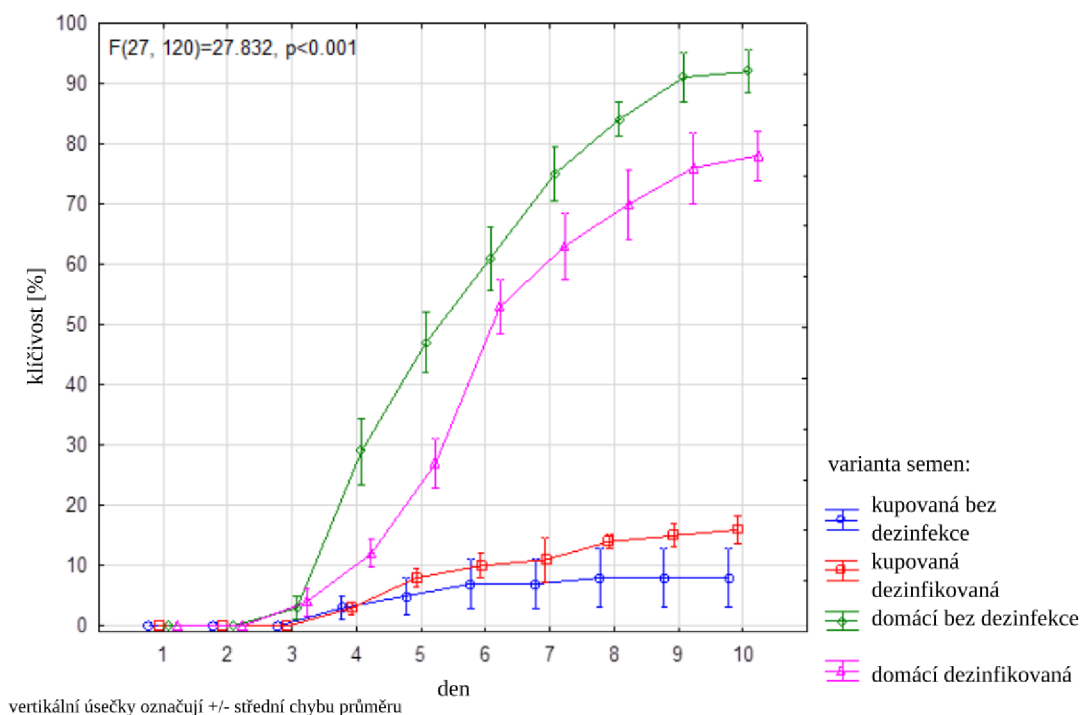
### 5.1 Výsledky prvního měření klíčivosti osiva a nárůstu délky částí klíčících rostlin ze začátku listopadu

#### 5.1.1 Výsledky prvního měření klíčivosti

V listopadu byla změřena klíčivost čtyř variant. Použito bylo osivo vypěstované a nakoupené. Z grafu klíčivosti je patrný velký rozdíl v kvalitě osiva (Obrázek 17).

Největší konečná hodnota klíčivosti po deseti dnech měření byla zaznamenána u domácích semen bez dezinfekce, dosáhla hodnoty  $92,00 \pm 3,39$  %. Následována byla domácím dezinfikovaným osivem s hodnotou  $78,00 \pm 3,39$  %. Kupované dezinfikované osivo dosáhlo klíčivosti  $16,00 \pm 3,39$  % a nejnižší klíčivost měla varianta koupeného osiva bez dezinfekce s klíčivostí  $8,00 \pm 3,39$  %. Na základě zjištění klíčivosti osiv různého původu lze vzhledem k velkému rozdílu klíčivosti těchto variant jednoznačně vyvrátit hypotézu  $H_0$ .

Kumulativní graf klíčivosti semen v jednotlivých dnech měření



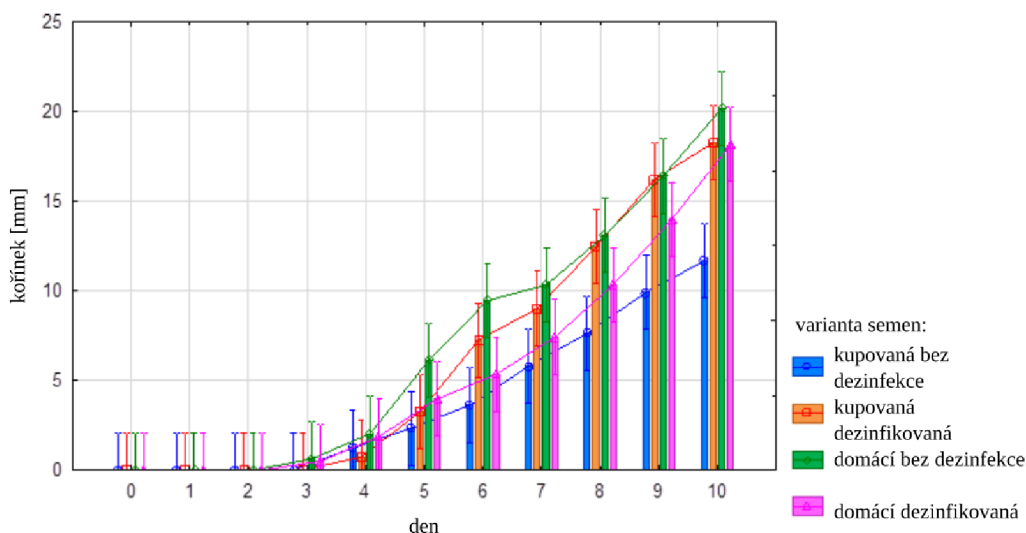
Obrázek 17 – graf klíčivosti semen prvního měření, ( $F(27, 120)=27.832, p<0.001$ )

#### 5.1.2 Nárůst délky nadzemních a podzemních částí klíčících rostlin

Každý den pokusu byla měřena délka klíčku rostlinky. Data byla zpracována zvlášť pro nárůst délky kořínku (Obrázek 18) a prýtu jako průměrná hodnota délky rostlinné části v jednotlivých variantách osiva.



## Průměrná délka kořínku v jednotlivých dnech měření

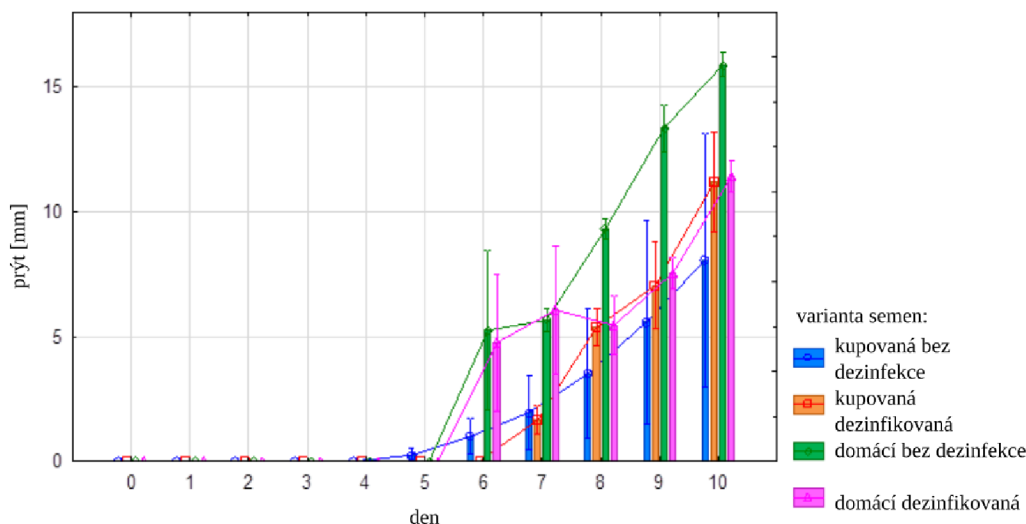


vertikální úsečky označují +/- střední chybu průměru

Obrázek 18 - graf nárůstu délky kořínku prvního měření, (F(30, 132)=0.5, p=0.96)

Největší průměrná délka kořínku rostlinek byla u varianty domácího osiva bez dezinfekce s  $20,16 \pm 2,07$  mm, následovaly ji varianty dezinfikovaného koupeného osiva a domácího dezinfikovaného osiva s hodnotami  $18,23 \pm 2,07$  mm a  $18,14 \pm 2,07$  mm (v témže pořadí). Nejmenší délky kořínku dosáhla varianta koupeného osiva bez dezinfekce s  $11,67 \pm 2,07$  mm. Nárůst délky nadzemních částí v jednotlivých dnech (Obrázek 19) byl oproti nárůstu kořínku méně vyrovnaný.

## Průměrná délka prýtu v jednotlivých dnech měření



vertikální úsečky označují +/- střední chybu průměru

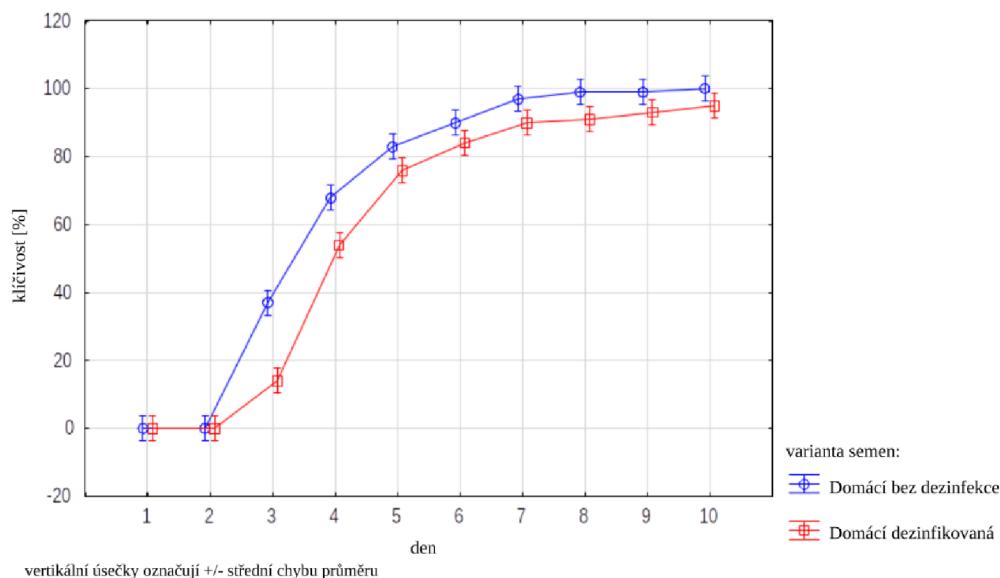
Obrázek 19 - graf nárůstu délky prýtu prvního měření, (F(30, 132)=1.275, p=0.18)

Největší nárůst prýtu byl zaznamenán u varianty domácího osiva bez dezinfekce, a to  $15,87 \pm 1,41$  mm, domácí dezinfikované a kupované dezinfikované osivo dosáhly opět velmi blízkých hodnot,  $11,40 \pm 1,41$  mm a  $11,17 \pm 1,41$  mm (v témže pořadí). Nejmenšího vzrůstu dosáhl prýt u koupeného osiva bez dezinfekce s  $8,06 \pm 1,41$  mm.

## 5.2 Výsledky opakovaného pokusu s domácím osivem v průběhu ledna

Nárůst klíčivosti osiva je znázorněn na Obrázku 20. Konečná hodnota klíčivosti domácího osiva po působení chladných teplot bez dezinfekce dosáhla  $100,00 \pm 3,65 \%$  a dezinfikovaného domácího osiva  $95,00 \pm 3,65 \%$ .

Kumulativní graf klíčivosti semen v jednotlivých dnech měření

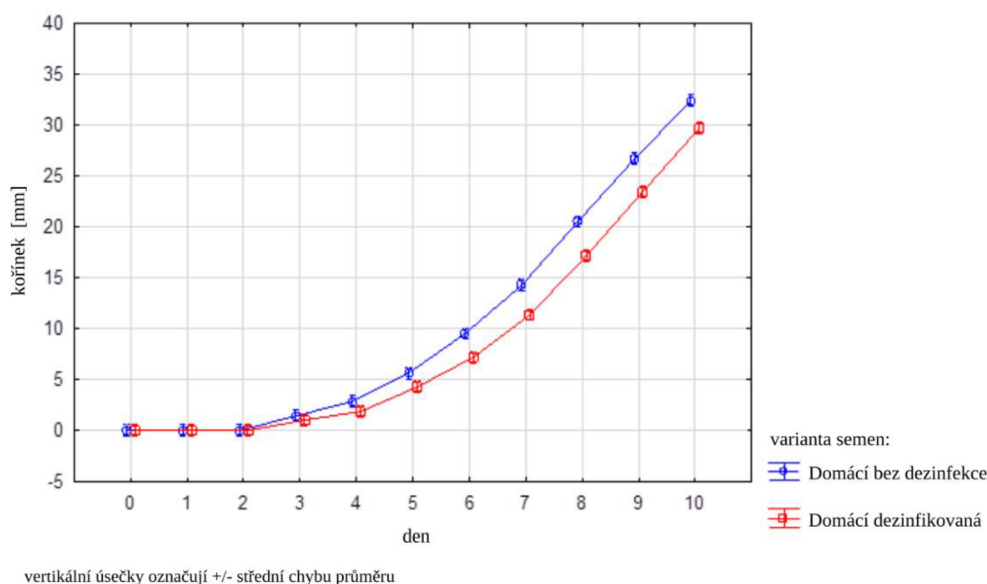


Obrázek 20 - graf klíčivosti semen druhého měření, (F(9, 60)=1,693, p=0,11)

### 5.2.1 Nárůst délky nadzemních a podzemních částí klíčících rostlin

Průměrná délka kořínku obou variant dosáhla poslední den měření velmi blízkých hodnot u obou variant (Obrázek 21). Varianta z domácího osiva bez dezinfekce dosáhla větší délky kořínku a to  $32,34 \pm 0,56$  mm, varianta s dezinfekcí dosáhla délky kořínku  $29,66 \pm 0,56$  mm.

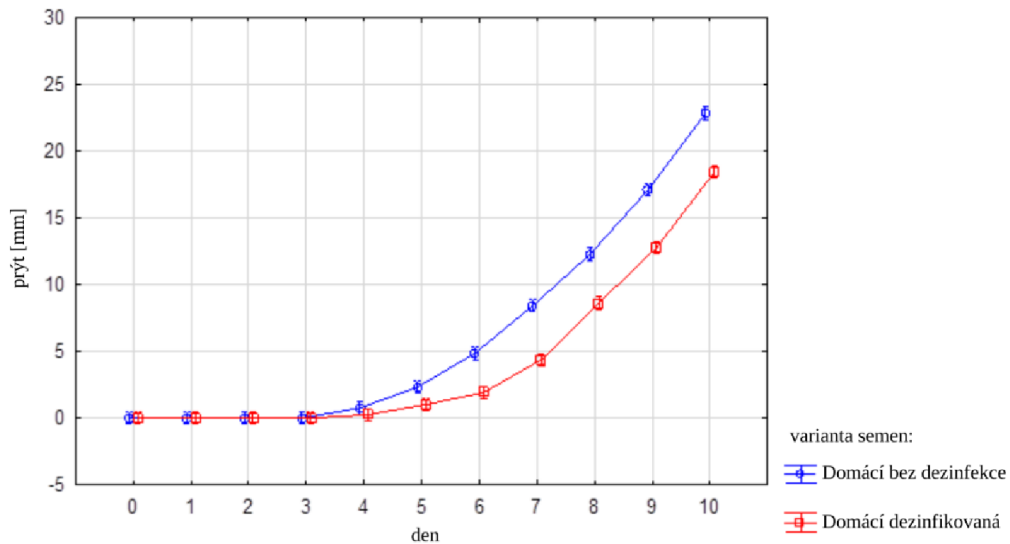
Průměrná délka kořínku v jednotlivých dnech měření



Obrázek 21 - graf nárůstu délky kořínku druhého měření, (F(10, 66)=2,903, p<0,05)

Průměrná délka prýtu (Obrázek 22) byla u obou variant v prvních pěti dnech téměř totožná. V následujících dnech se sice nepatrně rozešla, ale hodnoty posledního dne měření jsou opět relativně blízké. Větší průměrné délky prýtu dosáhla varianta osiva bez dezinfekce s délkou  $22,82 \pm 0,46$  mm, druhá varianta dosáhla délky  $18,39 \pm 0,46$  mm.

Průměrná délka prýtu v jednotlivých dnech měření



vertikální úsečky označují +/- střední chybu průměru

Obrázek 22 - graf nárůstu délky prýtu druhého měření, (F(10, 66)=4,663, p<0,05)

## 6 Diskuze

### 6.1 Klíčení, osivo a nárůst délky rostlinných částí

Vzhledem k vysoké klíčivosti osiva, v předešlé kapitole lze předpokládat, že semena *C. ruber* opravdu nejsou dormantní, stejně jako uvádí některá literatura (Low 2007; Brofas et al. 2007; Mattana et al. 2010). Lze spekulovat o poklesu klíčivosti semen jejich stářím. Ale podle opakovaného stanovení klíčivosti, klesá hodnota klíčení později než po 4 měsících od sklizně semen. Nakoupené osivo nemá jasný původ, stáří ani způsob skladování. Všechny tyto hodnoty mohly mít vliv na nízkou klíčivost tohoto osiva. Při pátrání po oblasti původu osiva použitého v pokusu, které bylo ze dvou šarží, se u jedné nepodařil skutečný původ zjistit. Druhá šarže pocházela z Číny. Zda bylo osivo u prvovýrobce nějak upravováno také není známo, výkonný manažer firmy MoravoSeed, Radek Aust, dodavatel osiv pro firmu Nohel Garden, a.s., nevedl ani žádné další ošetření osiva, pouze jeho vyčištění. Podmínky přepravy osiva do České republiky mohly jistou stratifikaci nízkými teplotami zajistit, a to bez lidského vědomí. Semena z nepříznivých podmínek prostředí mohou rychleji ztrácet energii klíčení a životnost (Hnilička 2006), to by mohlo být také jedním z důvodů nízké klíčivosti nakoupeného osiva. Proto je důležité pro správné vyhodnocení výsledků znát původ osiva a podmínky ve kterých bylo získáno. Výraznou roli může také hrát stáří osiva, na obalech je udán pouze datum balení a spotřeby, skutečné stáří osiva před balením známo také není. Vzhledem k tomu, že na dvou obalech stejné šarže byla udána rozdílná data balení a spotřeby, nelze tyto údaje brát jako relevantní.

Při porovnání klíčivosti se semeny *Valeriana officinalis*, která jsou dormantní, dosahují semena po odbourání dormance kyselinou gibberelovou na agarovém mediu klíčivosti přibližně 81 % (Dini Torkamani et al. 2013). *C. ruber* nevykazuje závislost klíčení na světle, oproti tomu klíčivost semen endemitého *C. amazonum* dosahuje lepší hodnoty na světle a to 84 %, ve tmě pouze 53 %. Klíčení obou těchto druhů je výrazně závislé na teplotě. V porovnání těchto druhů semena *C. ruber* klíčí lépe při nízké teplotě, kolem 5 °C. Při 25 °C však dosahovala semena *C. amazonum* vyšší klíčivosti, konkrétně 43 %, *C. ruber* pouze 21 %. *C. ruber* dále vytváří pouze 1,3 % prázdných semen. (Mattana et al. 2010). Z relativně vysoké klíčivosti *V. officinalis* a *C. ruber* můžeme usuzovat na evoluční přizpůsobení druhu velkou investicí do rozmnožování, proto ovšem může být částečně limitována schopností přežívání stresových podmínek, alespoň ve srovnání s *C. amazonum*. To zcela odpovídá lepší odolnosti *C. amazonum* zasoleným podmínkám (Mattana et al. 2010), které *C. ruber* nezvládá. Ošetřená semena *Valeriana jatamansi* Jones v polních pokusech dosahovala v závislosti na stanovišti klíčivosti v rozmezí 4 až 63 %, semena pro vyklíčení potřebovala až 77 dní (Mukherjee & Chakraborty 2014). Z těchto porovnání lze usuzovat, že vysoká klíčivost semen není v této čeledi výjimkou. Rostliny *C. ruber* byly pravděpodobně vysazeny na dobré stanoviště, které jim poskytlo vše potřebné pro tvorbu kvalitních semen.

Klíčivost semen náhradních druhů do výsadeb dosahuje relativně dobrých hodnot. *Lychnis chalconica* dosahuje nejlepší klíčivosti při vysoké vlhkosti, klíčí až po 14 dnech a dosahuje klíčivosti až 79 %. Jeho semena si také ponechávají vysokou klíčivost několik let, po dvou letech skladování klesá pouze o 6 % (Minina 2022). U nás však není původním druhem, ale přechodně zavlečeným neofytem (Chytrý et al. 2021; Pladias 2023). *Monarda didyma*

dosahuje nejvyšší klíčivosti po aplikaci giberelinu a to 87 % (LIU Na 2020). Jedná se opět o nepůvodní druh, zavlečený z východní části Severní Ameriky (Royal botanic gardens 2024). *Achillea millefolium* dosahuje až 99 % klíčivosti při střídání teplot a osvětlení (Robocker 1977). Vzhledem k tomu, že se jedná o původní druh, je její použití z hlediska invaze nejbezpečnější (Chytrý et al. 2021; Pladias 2023).

Drobný nárůst klíčivosti semen z vlastní výsadby v opakovaném pokusu lze přisuzovat náhodnému vzorku semen, kde mohlo být náhodně vybráno větší množství osiva s geneticky časnějším klíčením. Vzhledem k obecným vlastnostem trvalek, které geneticky klíčí v delším časovém rozmezí než letničky, lze předpokládat, že by při delším měření vyklíčilo více semen i u prvního měření klíčivosti.

Z rozdílů klíčivosti mezi dezinfikovanými a nedezinfikovanými variantami lze usuzovat na určité inhibiční vlastnosti chlornanu sodného na rychlost klíčení osiva, neboť dezinfikovaná semena klíčila pomaleji u všech variant i při opakování pokusu. To by mohlo do jisté míry souviset s citlivostí rostliny na zasolení (Chytrý et al. 2021; Pladias 2023). Propláchnutí dezinfikovaného osiva destilovanou vodou nemusí být dostatečné a opoždění klíčení může být způsobeno nutností dostatečně naředit zbytkové množství dezinfekce vodou v petriho misce. NaClO může mít na jednotlivé druhy rostlin různý efekt, u některých druhů může docházet k podpoře klíčení a jeho urychlení, u jiných však může klíčení zpomalit či potlačit. Velký vliv má také zvolená koncentrace NaClO a délka jeho působení, vliv je opět druhově specifický (Ditommaso & Nurse 2004). Ponechání dezinfikovaného osiva po nějaký čas v destilované vodě, jako bylo použito v pokusech se semeny *V. officinalis* (Dini Torkamani et al. 2013), jiná koncentrace nebo kratší čas působení, by mohlo zamezit negativnímu vlivu NaClO na klíčení.

U nárůstu biomasy při prvním klíčení lze pozorovat jistý vliv inhibičních účinků dezinfekce na nárůst biomasy, ale také vliv plísní, které se vyskytovaly více u kupovaného osiva. Nárůst biomasy kořínku byl podstatně vyrovnanější než nárůst prýtu, to by mohlo být zapříčiněno inhibičními vlastnostmi plísní nebo lidskou chybou při odečítání výsledků.

Při druhém klíčení lze opět pozorovat mírně pomalejší nárůst biomasy kořínku i prýtu u dezinfikované varianty, tuto skutečnost lze opět přičíst vlivu NaClO na zpomalení klíčení osiva, tím i zbrzdění nárůstu biomasy.

Rozdíly mezi nárůstem biomasy prvního a druhého měření, které dosáhlo podstatně vyrovnanějšího růstu lze přičíst většímu výskytu plísní při prvním měření, ale také lidské chybě při odečítání hodnot. Při druhém měření bylo již snazší rozlišit hranici mezi prýtem a kořínkem.

## 6.2 Šíření druhu a invazní potenciál

V závislosti na místech jeho výsadeb lze do jisté míry ovlivnit další šíření. Velmi riziková stanoviště jsou střešní zahrady, větrná a vyvýšená místa, ze kterých mohou být chmýrnatá semena unášena na velké vzdálenosti. Osvěta o invazním potenciálu *C. ruber* je velmi důležitá, neboť by se rostlina díky své přizpůsobivosti a změnám klimatu mohla brzy stát oblíbenější nejen v městských výsadbách na suchých stanovištích a tím ještě zvyšovat riziko úniku.

Vzhledem k relativně špatné regenerační schopnosti *C. ruber* nejen při vegetativním množení, zmíněným pouze jedním zdrojem (Šuchmannová 2005), ale také k omezenému množství spících pupenů (Chytrý et al. 2021; Pladias 2023), lze předpokládat úspěšnou likvidaci druhu ze stanoviště. Klonální růst a vegetativní množení druhu některé zdroje vylučují

(Chytrý et al. 2021; Pladias 2023), oproti tomu jiný zdroj vegetativní množení nevyklučuje, ale považuje ho za špatné (Klimešová & Klimeš 1998). Zjištění skutečných možností klonálního růstu a vegetativního rozmnožování by mohlo pomoci při rozhodování o skutečných rizicích. Také by mohlo přispět k jiným produkčním způsobům množení, které by v kombinaci s nově vytvořenými sterilními odrůdami rostliny mohly tento problém vyřešit. Bylo by však nutné nové odrůdy nejprve získat.

Ačkoli některé zdroje uvádí nízkou dobu životnosti semen v semenné bance, obvykle 3 až 5 let (Geerts et al. 2017), přesný počet není znám. Neznámá doba životnosti semen v půdní semenné bance může znamenat určité riziko, při uložení semen po dobu několika let a opětovném vyklíčení na stanovišti. Pro další výzkumy by bylo dobré zjistit životnost osiva, ale také dobu, po kterou je životaschopné osivo uchováno v půdě. Kdyby semena byla v půdní semenné bance opravdu ukládána jen na krátký čas, usnadňovalo by to případnou likvidaci druhu po překročení invazních tendencí.

Značná plasticita druhu a jeho schopnost růst i ve vysokých horách může znamenat snadné přizpůsobení *C. ruber* zimním mrazům v našich podmínkách. Ve středomořském klimatu mají v zimním období největší úhrny srážek, vlhké počasí může pomáhat rostlině překonávat nízké teploty, v horských oblastech rostlině napomáhá sněhová pokrývka. V České republice, by mohla mít při déle trvajících holomrazech problém s vymrzáním. Problém by také mohlo způsobit sucho, neboť v zimě jsou u nás obvykle nižší úhrny srážek než ve středomoří. Klimatické změny, které se u nás v posledních letech výrazně projevují, však celou situaci rostlině ulehčují a značně napomáhají jejímu přizpůsobování.

Pro další rozhodování o invazi druhu by bylo dobré nejprve zjistit skutečné přežívání rostlin v našich podmínkách. Jeho konkurenční sílu v boji o živiny a prostor s našimi druhy a skutečnou schopnost vytlačovat naše původní druhy.

### 6.3 Ekologické souvislosti a užitečnost

Přes negativa výsadby je *C. ruber* také prospěšnou a užitečnou rostlinou. Nelze zapomínat na jeho ekologické vztahy s jinými organismy. Je domovem několika druhů hmyzu, poskytuje potravu pro dnes už málo vídané motýly, stejně tak je domovem i chráněného druhu *Trioza centranthi* (Ellis 2023; “*Trioza centranthi*” 2024). Zároveň je hostitelskou rostlinou chorob a škůdců s širokou ekologickou valencí, které může pomáhat šířit. Kdyby se rostlina začala šířit do volné přírody, znamenala by skutečné riziko při přenosu chorob na kulturně pěstované druhy. Otázkou také zůstává jeho odolnost chorobám, které se vyskytují více v našich podmínkách než v místech jeho původu.

Z informací popsanych v rešerši se jedná o poměrně odolnou rostlinu, schopnou přizpůsobení suchým podmínkám. Největší riziko šíření v České republice se dá předpokládat ve městech, narušovaných stanovištích s možným pokračováním do vegetací skal. Stejná stanoviště jsou také ohrožena a napadána jinými invazními druhy, mezi něž patří například *Ailanthus altissima* (Koblížek 1997) a *Buddleja davidii* (Skalická 2000).

Její hodnotu, jako odolné trvalky nelze zcela pomíjet. Vysazovat by se však měla na horší stanoviště, aby nedocházelo k velkému rozrůstání. Dále by bylo více než vhodné odstraňovat odkvetlá květenství před vytvořením semen. Vzhledem k minimální schopnosti druhu ke klonálnímu množení by zabránění tvorby semen mělo zamezit jeho šíření.

## 7 Závěr

Práce přinesla široké spektrum informací o *C. ruber*, jejích vlastnostech a rizicích spojených s pěstováním. Jedná se o první rozsáhlejší českou práci zabývající se tímto rostlinným druhem s ohledem na invazní potenciál.

Rostlina byla již v mnoha zemích sledována kvůli svým vlastnostem. V některých státech přináší skutečné riziko pro tamní ekosystémy a nekontrolovaně se rozšiřuje.

Vzhledem narůstající schopnosti rostliny samovolně se udržovat na stanovišti a změnám klimatu usnadňujícím přežívání této rostlině, by bylo dobré zvážit zařazení mezi druhy naturalizované. Invazní potenciál v České republice dosud nebyl dostatečně zdokumentován a bylo by dobré věnovat mu větší pozornost při dalších výzkumech. Rovněž by bylo dobré zjistit jeho skutečnou schopnost přežívání v naší krajině.

Bylo prokázáno, že rostliny v našich podmínkách vytváří životaschopná semena. Velká klíčivost osiva z našich klimatických podmínek potvrdila dobré přizpůsobení rostliny. Přetrvávající vysoká klíčivost semen po čtyřech měsících naznačuje možnost uložení semen do krátkodobé semenné banky.

V dalších pokusech by bylo dobré zaměřit se na skutečné konkurenční schopnosti rostliny v našich klimatických podmínkách, dobu životnosti semen, dobu a možnosti uložení životaschopných semen v půdní semenné bance.

V praxi by bylo dobré vyhnout se výsadbám rostliny na větrná stanoviště, do živných půd a poblíž narušovaných míst, kde by se rostlina mohla samovolně šířit. Nedílnou roli v rozšiřování nepůvodních druhů hraje také povědomí široké veřejnosti o jejich hrozbách. Vzhledem k tomu, že *C. ruber* i přes dlouhou dobu od jejího dovezení není dosud zcela běžně vysazovaným druhem. Její obliba u zahrádkářů i v jiných výsadbách však začíná narůstat. Bylo by proto nanejvýš důležité sdělovat spolu s dalšími informacemi o tomto druhu i podložené informace o skutečných invazních hrozbách.

## 8 Literatura

- Angelova V. 2013. Potential of some medicinal and aromatic plants for phytoremediation of contaminated with heavy metals soils. Pages 1045–1048 Proceedings of the XV Balkan Mineral Processing Congress, Sozopol, Bulgaria. Agricultural University - Plovdiv, Department of Chemistry, Sozopol.
- Arianoutsou M, Delipetrou P, Vilà M, Dimitrakopoulos PG, Celesti-Grapow L, Wardell-Johnson G, Henderson L, Fuentes N, Ugarte-Mendes E, Rundel PW. 2013. Comparative patterns of plant invasions in the mediterranean biome. *Plos one* **8**.
- Aukema B, Gapon D, Heijerman T. 2021. To the nomenclature of two species of the genus *Adomerus* (Heteroptera: Cydnidae). *Zootaxa* **4969**:392–400. Magnolia Press.
- Bagrikova NA, Skurlatova M V. 2021. The Materials to the “Black Book” of the Flora of the Crimean Peninsula. *Russian Journal of Biological Invasions* **12**:244–257. Pleiades journals.
- Baumel A. 2011. *Écologie de la Sabline de Provence, Arenaria provincialis, synthèse des connaissances pour sa conservation*. Marseille.
- Benvenuti S. 2004. Weed dynamics in the Mediterranean urban ecosystem: Ecology, biodiversity and management. *Weed Research* **44**:341–354.
- Benvenuti S, Bacci D. 2010. Initial agronomic performances of Mediterranean xerophytes in simulated dry green roofs. *Urban Ecosystems* **13**:349–363.
- Benvenuti S, Malandrin V, Pardossi A. 2016. Germination ecology of wild living walls for sustainable vertical garden in urban environment. *Scientia Horticulturae* **203**:185–191. Elsevier B.V.
- Berg C, Welk E, Jäger EJ. 2017. Revising Ellenberg’s indicator values for continentality based on global vascular plant species distribution. *Applied Vegetation Science* **20**:1–12. Wiley-Blackwell.
- Bezemer TM, Harvey JA, Cronin JT. 2014. Response of native insect communities to invasive plants. *Annual Review of Entomology* **59**:119–141.
- Boser CL, Cory C, Faulkner KR, Randall JM, Knapp JJ, Morrison SA. 2014. Strategies for Biosecurity on a Nearshore Island in California. *Monographs of the Western North American Naturalist* **7**:412–420. Western North American Naturalist.
- Boyd S, Ross TS, Roberts FM. 1995. Additions to the Vascular Flora of the Santa Ana Mountains, California. *Aliso: A Journal of Systematic and Floristic Botany* **14**:105–108.
- Bradley BA, Allen JM, Griffin B, Laginhas BB, Rockwell-Postel M. 2020. Regional Invasive Species & Climate Change: Prioritizing range-shifting invasive plants High-impact species coming to the Northeast.
- Braithwaite ME. 2021. Scotland’s heritage of naturalised medicinal plants. *British & Irish Botany* **3**:74–89.
- Brandes D. 2022. Some contributions to the wall flora in Corfu. *Braunschweiger Geobotanische Arbeiten* **14**:107–134.
- Brofas G, Trigas P, Mantakas G, Karetos G, Thanos CA, Georghiou K, Mermiris C. 2007. Rehabilitation of disturbed areas by mining activities in high floristic diversity areas: the case of Mt Giona. Page 3rd International Conference on Sustainable Development Indicators in the Minerals Industry. Milos island, Greece.
- Cameron EK. 2014. Updated flora and vegetation of Te Haupa (Saddle) Island, Mahurangi, Hauraki Gulf. *Auckland Botanical Society* **69**:127–142.
- Campos JA, Herrera M. 1997. La flora introducida en el País Vasco. *Itinera Geobotanica* **10**:235–255.
- Campos JA, Herrera M. 2009. Análisis de la flora alóctona de Bizkaia (País Vasco, España). *Lazaroa* **30**:7–33.



- Caneva G, Kumbaric A, Savo V, Casalini R. 2015. Ecological approach in selecting extensive green roof plants: A data-set of Mediterranean plants. *Plant Biosystems* **149**:374–383. Taylor and Francis Ltd.
- Cano Carmona E, Cano Ortiz A, Cano Ortiz A. 2009. Plantas prohibidas o restringidas por su toxicidad: flora psicotrópica. *Boletín. Instituto de Estudios Giennenses* **200**:96–98. Jaén.
- Cardoso-Gustavson P, Davis AR. 2015. Is nectar reabsorption restricted by the stalk cells of floral and extrafloral nectary trichomes? *Plant Biology* **17**:134–146. Blackwell Publishing Ltd.
- Carrieri R, Sorrentino R, Ragozzino E, Alioto D. 2012. Red valerian (*Centranthus ruber* L.): wild host of Cucumber mosaic virus in uncultivated areas of Campania region (Southern Italy). *Phytopathologia Mediterranea* **51**:397–401.
- Ceschin S, Bartoli F, Salerno G, Zuccarello V, Caneva G. 2016. Natural habitats of typical plants growing on ruins of Roman archaeological sites (Rome, Italy). *Plant Biosystems* **150**:866–875. Taylor and Francis Ltd.
- Český hydrometeorologický ústav. 2024. Historická data. Available from <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zakladni-informace> (accessed February 1, 2024).
- Chapelin-Viscardi J-D, Binon M, Fleury J, Gagnepain J-C, Leroy J. 2019. Sur l'expansion d'*Adomerus maculipes* (Mulsant & Rey, 1852) en région Centre – Val de Loire (Heteroptera Cydnidae). *L'Entomologiste* **75**:49–53.
- Christen P. 1999. *Centranthus* species: In Vitro culture and the production of Valepotriates and other secondary metabolites. Pages 42–56 *Medicinal and Aromatic Plants XI*.
- Chytrý M et al. 2021. Pladias database of the czech flora and vegetation. *Preslia* **93**:1–87. Czech Botanical Society.
- Chytrý M, Tichý L, Dřevojan P, Sádlo J, Zelený D. 2018. Ellenberg-type indicator values for the Czech flora. Czech Botanical Society.
- Constantinidis TA, Yannitsaros A. 1993. *Centranthus macrosiphon* (Valerianaceae) naturalized in Greece. *Flora Mediterranea* **3**:279–282.
- Cory C, Knapp JJ. 2014. A Program to Eradicate Twenty-Four Nonnative Invasive Plant Species from Santa Cruz Island. *Monographs of the Western North American Naturalist* **7**:455–464. Western North American Naturalist.
- Crhová L et al. 2023. *Klimatologická ročenka České republiky 2022*. Český hydrometeorologický ústav, Praha.
- Dal Cin D'Agata C, Skoula M, Brundu G. 2009. A preliminary inventory of the alien flora of Crete (Greece). Pages 301–315 in Garbari F, Bedini G, editors. *Bocconeia. Herbarium Mediterraneum Panormitanum*, Palermo.
- Das G et al. 2021. Plant species of sub-family Valerianaceae - A review on its effect on the central nervous system. *Plants* **10**. MDPI AG.
- De Micco V, Amitrano C, Stinca A, Izzo LG, Zalloni E, Balzano A, Barile R, Conti P, Arena C. 2020. Dust accumulation due to anthropogenic impact induces anatomical and photochemical changes in leaves of *Centranthus ruber* growing on the slope of the Vesuvius volcano. *Plant Biology* **22**:93–102. Blackwell Publishing Ltd.
- De Vos A, Durand T, De Wildeman É. 1885. Séance mensuelle du 10 octobre 1885; La végétation du ravin de Bonneville; Note sur deux espèces nouvelles pour la flore Belge; Contributions a l'étude des Algues de Belgique. *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique* **24**:102–127.
- Dehnen-Schmutz K, Conroy J. 2018. Working with gardeners to identify potential invasive ornamental garden plants: testing a citizen science approach. *Biological Invasions* **20**:3069–3077. Springer International Publishing.

- Dehnen-Schmutz K, Walker K. 2019. Plant Alert. Available from <https://www.coventry.ac.uk/research/research-directories/current-projects/2020/plant-alert/> (accessed January 28, 2024).
- Delucchi G. 2013. *Centranthus ruber* (Valerianaceae) adventicia en la República Argentina. *Multequina* **22**:45–50. Available from [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1852-73292013000200001&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1852-73292013000200001&script=sci_arttext&tlng=pt) (accessed June 6, 2023).
- Devos L, Dupont F, Toussaint B, Verloove F. 2019. Quelques populations de *Centranthus calcitrapae* (Caprifoliaceae) récemment naturalisées en Belgique et dans le nord-ouest de la France. *Dumortiera* **115**:55–57.
- Dini Torkamani MR, Abbaspour N, Samadi A. 2013. Study of Two Treatments on the Germination of *Valeriana officinalis* L. Seeds in Two Growth Media. *African Journal of Basic & Applied Sciences* **5**:232–236.
- Ditommaso A, Nurse RE. 2004. Impact of sodium hypochlorite concentration and exposure period on germination and radicle elongation of three annual weed species. *Seed Science and Technology* **32**:377–391.
- Eliáš P et al. 2023. New alien vascular plants of Slovakia: records from 2008–2021. *BioInvasions Records* **12**:1–30. Regional Euro-Asian Biological Invasions Centre.
- Ellis WN. 2023. *Centranthus ruber*. Available from <https://bladmineerders.nl/host-plants/plantae/spermatopsida/angiosperma/eudicots/superasterids/asterids/campanulids/dipsacales/caprifoliaceae/valerianoideae/centranthus/centranthus-ruber/> (accessed January 31, 2024).
- Esfahani RE, Paço TA, Martins D, Arsénio P. 2022. Increasing the resistance of Mediterranean extensive green roofs by using native plants from old roofs and walls. *Ecological Engineering* **178**. Elsevier B.V.
- Ferrer Gallego PP, Laguna Lumbreras E. 2013. Sobre el tipo nomenclatural de *Centranthus ruber* (L.) DC. (Valerianaceae). *Bouteloua* **16**:3–8.
- Figliuolo G, Nuzzi M. 2021. Biogenetic Linkage among Ecotopes within Matera-Sassi (Italy) Habitat. *Open Journal of Genetics* **11**:63–76. Scientific Research Publishing, Inc.
- FloraVeg.EU. 2023. Database of European Vegetation, Habitats and Flora. Available from <https://floraveg.eu/> (accessed October 19, 2023).
- Fridlender A, Raynal-Roques A. 1998. Une nouvelle espèce de *Centranthus* (Valerianaceae) endémique de Sardaigne. *Adansonia* **20**:327–332.
- Gallo AG, de la Torre WW, Rodríguez VM. 2008. Especies vegetales consideradas invasoras de hábitats, en la Historia natural de Canarias. *Lazaroa* **29**:49–67.
- Gardner E, Burningham H. 2013. Ecology and conservation of the rare annual *Petrorhagia nanteuilii* (Childing Pink) on the vegetated shingle spits of Pagham Harbour, West Sussex. *Journal of Coastal Conservation* **17**:589–600.
- Geerts S, Rossenrode T, Irlich UM, Visser V. 2017. Emerging Ornamental Plant Invaders in Urban Areas - *Centranthus ruber* in Cape Town, South Africa as a Case Study. *Invasive Plant Science and Management* **10**:322–331. Cambridge University Press.
- Gilardelli F, Sgorbati S, Armiraglio S, Citterio S, Gentili R. 2015. Ecological Filtering and Plant Traits Variation Across Quarry Geomorphological Surfaces: Implication for Restoration. *Environmental Management* **55**:1147–1159. Springer New York LLC.
- Given DR. 1979. Checklist of dicotyledons naturalised in New Zealand 3. Valerianaceae, Dipsacaceae, and Calyceraceae. *New Zealand Journal of Botany* **17**:301–302.
- Grulich V. 2013, September. *Centranthus angustifolius*. Available from <https://botany.cz/cs/centranthus-angustifolius/> (accessed January 31, 2024).
- Haider S, Alexander JM, Kueffer C. 2012. Elevational distribution limits of non-native species: Combining observational and experimental evidence. *Plant Ecology and Diversity* **4**:363–371.

- Hidalgo O, Garnatje T, Susanna A, Mathez J. 2004. Phylogeny of Valerianaceae based on matK and ITS markers, with reference to matK individual polymorphism. *Annals of Botany* **93**:283–293.
- Hidalgo O, Mathez J, Garcia S, Garnatje T, Pellicer J, Vallès J. 2010. Genome Size Study in the Valerianaceae: First Results and New Hypotheses. *Journal of Botany* **2010**:1–19. Hindawi Limited.
- Hnilička F, editor. 2006. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin. Praha.
- Holmes PM, Rebelo AG, Irlich UM, Holmes P. 2018. Invasive potential and management of naturalised ornamentals across an urban environmental gradient with a focus on *Centranthus ruber*. *Bothalia* **48**.
- Honma T, Shiratani N, Banno Y, Kataoka T, Kimura R, Sato I, Endo Y, Kita K, Suzuki T, Takayanagi T. 2019. Seeds of *Centranthus ruber* and *Valeriana officinalis* contain conjugated linolenic acids with reported antitumor effects. *Journal of Oleo Science* **68**:481–491. Japan Oil Chemists Society.
- Hopper SD, Brown AP, Marchant NG. 1997. Plants of Western Australian granite outcrops. *Journal of the Royal Society of Western Australia* **80**:141–158.
- Hoskovec L. 2007, July 13. *Centranthus ruber* (L.) DC. – mavuň červená. Available from <https://botany.cz/cs/centranthus-ruber/> (accessed March 6, 2024).
- Kaplan Z, Danihelka J, Chrtek J, Kirschner J, Kubát K, Štech M, Štěpánek J. 2019. Klíč ke květeně České republiky, 2nd edition. Academia, Praha.
- Keighery G, Longman V. 2004. The naturalized vascular plants of Western Australia 1: Checklist, environmental weeds and distribution in IBRA regions. *Plant Protection Quarterly* **19**:12–32.
- Klimešová J, Klimeš L. 1998. CLOPLA1 (CLONal PLAnts, version 1) - a database of clonal growth in plants of central Europe. Available from <https://www.butbn.cas.cz/klimes/clopla.htm> (accessed February 26, 2024).
- Klotz S, Kühn I, Durka W. 2002. Systematik, Taxonomie und Nomenklatur. Available from [https://www.ufz.de/biolflor/taxonomie/taxonomie.jsp?ID\\_Taxonomie=705](https://www.ufz.de/biolflor/taxonomie/taxonomie.jsp?ID_Taxonomie=705) (accessed October 16, 2023).
- Koblížek J. 1997. *Ailanthus* Desf. – pajasan. Pages 144–146 in Slavík B, Chrtek J jun, Tomšovic P, editors. *Květena České republiky 5*. Academia, Praha.
- Krajšek SS, Bahčíč E, Čoko U, Koce JD. 2020. Disposal methods for selected invasive plant species used as ornamental garden plants. *Management of Biological Invasions* **11**:293–305. Regional Euro-Asian Biological Invasions Centre.
- Kuklík M. 2010. Přírodou Středozeří a Kanárských ostrovů za botanickými poznatky, 1st edition. Ministerstvo životního prostředí, Praha.
- Kutlvašr J, Pergl J, Baroš A, Pyšek P. 2019. Survival, dynamics of spread and invasive potential of species in perennial plantations. *Biological Invasions* **21**:561–573. Springer International Publishing.
- Laferriere JE, Miller MT, Allen GA, Gordon-Reedy P, Vincent MA, Sanders AC. 1997. Noteworthy collections. *Madroño* **44**:244.
- Lambdon PW et al. 2008. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia* **80**:101–149.
- Lamondia JA. 1996. Response of Additional Herbaceous Perennial Ornamentals to *Meloidogyne hapla*. *Journal of Nematology* **28**:636–638.
- Lessieur D, Barberis S. 2020. Découverte d'*Adomerus maculipes* (Mulsant & Rey, 1852) (Hemiptera Cydnidae) en Gironde. *Bulletin de la Société linnéenne de Bordeaux* **155**:141–143.
- Li Y et al. 2004. Invasive ornamental plants: Problems, challenges, and molecular tools to neutralize their invasiveness.

- Liebhold AM, Yamanaka T, Roques A, Augustin S, Chown SL, Brockerhoff EG, Pyšek P. 2018. Plant diversity drives global patterns of insect invasions. *Scientific Reports* **8**. Nature Publishing Group.
- LIU Na. 2020. Response of seed germination of *Monarda didyma* to environmental factors. *Hubei agricultural sciences* **59**:101–105.
- Low EJ. 2007. *Shingle biodiversity and habitat disturbance*. Brighton.
- Mack JLK, Davis AR. 2015. The relationship between cell division and elongation during development of the nectar-yielding petal spur in *Centranthus ruber* (Valerianaceae). *Annals of Botany* **115**:641–649. Oxford University Press.
- Maqbool M, Cameron AC. 1994. Regrowth Performance of Field-grown Herbaceous Perennials following Bare-root Storage between -10 and +5°C. *Hortscience* **29**:1039–1041.
- Marchese EP, Grillo M. 2000. Primary succession on lava flows on Mt. Etna. Pages 61–70 in Van der Maarel E, editor. *Succession and zonation on mountains, particularly on volcanoes*. Opulus Press AB, Uppsala.
- Mattana E, Daws MI, Bacchetta G. 2010. Comparative germination ecology of the endemic *Centranthus amazonum* (Valerianaceae) and its widespread congener *Centranthus ruber*. *Plant Species Biology* **25**:165–172.
- Minina NN. 2022. Results of the study of germination of seeds of *Lychnis chalconica* L. depending on the conditions. *Journal of Agriculture and Environment* **1**:2022.
- Motti R, Bonanomi G, Stinca A. 2021. Biodeteriogens at a southern Italian heritage site: Analysis and management of vascular flora on the walls of Villa Rufolo. *International Biodeterioration and Biodegradation* **162**. Elsevier Ltd.
- Mukherjee D, Chakraborty S. 2014. Studies on ecology, habitats diversification and seed germination behavior of *Valeriana jatamansi* Jones: A critical endangered plant. *International Journal of Agricultural Sciences* **4**:203–209.
- Musolino V, Marrelli M, Perri MR, Palermo M, Gliozzi M, Mollace V, Conforti F. 2023. *Centranthus ruber* (L.) DC. and *Tropaeolum majus* L.: Phytochemical Profile, In Vitro Anti-Denaturation Effects and Lipase Inhibitory Activity of Two Ornamental Plants Traditionally Used as Herbal Remedies. *Molecules* **28**:1–19. MDPI.
- Ortiz DG. 2008. *Centranthus ruber* 'Albus', un cultón alóctono en Cataluña. *Bouteloua* **4**:54.
- Pasta S, La Rosa A, Garfi G, Marcenò C, Gristina AS, Carimi F, Guarino R. 2020. An Updated Checklist of the Sicilian Native Edible Plants: Preserving the Traditional Ecological Knowledge of Century-Old Agro-Pastoral Landscapes. *Frontiers in Plant Science* **11**. Frontiers Media S.A.
- Pauchard A, Cavieres LA, Bustamante RO. 2004. Comparing alien plant invasions among regions with similar climates: Where to from here? *Diversity and Distributions* **10**:371–375.
- Pergl J, Sádlo J, Petřík P, Danihelka J, Chrtěk J, Hejda M, Moravcová L, Perglová I, Štajerová K, Pyšek P. 2016. Dark side of the fence: ornamental plants as a source of wild-growing flora in the Czech Republic. *Preslia* **88**:163–184.
- Perrier C. 2009. *Compte rendu de la session de la section de botanique à Tenerife (Islas Canarias), du 18 au 25 avril 2009*. Saint Crépin.
- Pěstuj bezpečně. 2022, April. Available from <https://ragopestuj.fzp.czu.cz/cs> (accessed January 28, 2024).
- Peters WL, Meyer MH, Anderson NO. 2006. Minnesota horticultural industry survey on invasive plants. *Euphytica* **148**:75–86.
- Pizzol J, Reynaud P, Bresch C, Rabasse JM, Biondi A, Desneux N, Parolin P, Poncet C. 2017. Diversity of Thysanoptera species and associated host plants in Southern France. *Journal of Mediterranean Ecology* **15**:13–27.

- Pladias. 2023. Databáze české flóry a vegetace. Available from [www.pladias.cz](http://www.pladias.cz) (accessed October 8, 2023).
- Puddu S, Podda L, Mayoral O, Delage A, Hugot L, Petit Y, Bacchetta G. 2016. Comparative Analysis of the Alien Vascular Flora of Sardinia and Corsica. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* **44**:337–346. Academic Press.
- Pyšek P et al. 2022. Catalogue of alien plants of the Czech Republic (3rd edition): species richness, status, distributions, habitats, regional invasion levels, introduction pathways and impacts. *Preslia* **94**:447–577. Czech Botanical Society.
- Randall R, Kessal O. 2004. National list of naturalised invasive and potentially invasive garden plants. Sydney. Available from <https://www.researchgate.net/publication/267869360>.
- Ray CA, Escobedo-Echeverría V, Castro SA, Jaksic FM. 2014. Catálogo de la flora y fauna invasora en Chile continental e insular oceánico. Pages 491–508 *Invasiones biológicas en Chile: Caucas globales e impactos locales*, 1st edition. Ediciones UC.
- Ricci MS, Zampetti MF. 2005. Contributo alla conoscenza dei bruchidi dell'Europa (Coleoptera Bruchidae). *Entomologica* **39**:121–167.
- Richardson IBK. 1975. A revision of the genus *Centranthus* DC. (Valerianaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* **71**:211–234.
- Robocker WC. 1977. Germination of Seeds of Common Yarrow (*Achillea millefolium*) and Its Herbicidal Control. *Weed Science* **25**:456–459.
- Royal botanic gardens. 2023. *Valeriana rubra* L. Available from <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:860141-1> (accessed August 25, 2023).
- Royal botanic gardens. 2024. *Monarda didyma* L. Available from <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:452034-1> (accessed March 25, 2024).
- Santisteban M. 2012, June. *Bruchidius meleagrinus* (Géné, 1839). Available from <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id241694/> (accessed February 1, 2024).
- Schneider T, May R. 2013, October. *Centranthus ruber* (L.) DC. Rote Spornblume. Available from <https://floraweb.de/webkarten/karte.html?taxnr=1417> (accessed October 5, 2023).
- Shimwell DW. 2009. Studies in the floristic diversity of Durham walls, 1958–2008. *Watsonia* **27**:323–338.
- Skalická A. 2000. *Buddleja* L. – *budleja* (komule). Pages 289–290 in Slavík B, Chrtek J, Štěpánková J, editors. *Květena České republiky 6*. Academia, Praha.
- Smeal D, West MM, O'Neill MK, Arnold RN. 2006. A Differentially-Irrigated, Xeric Plant Demonstration Garden in Northwestern New Mexico. Farmington.
- Starman TW, Cerny TA, MacKenzie AJ. 1995. Productivity and Profitability of Some Field-grown Specialty Cut Flowers. *Hortscience* **30**:1217–1220.
- Starr F, Starr K, Loope L. 2003. *Centranthus ruber*, Red valerian, Valerianaceae. Page Biological Resources Division. United States Geological Survey, Maui, Hawai'i.
- Stinca A. 2023. Vegetation features of two vascular plant species presumed extinct and recently rediscovered in the natural habitat of community interest 8320 from Mt. Vesuvius, Italy. *Plant Sociology* **60**:13–23. Societa Italiana di Scienza della Vegetazione.
- Šuchmannová I. 2005. *Suchomilné trvalky*. Grada Publishing, a.s., Praha.
- Swenson U, Stuessy TF, Baeza M, Crawford DJ. 1997. New and Historical Plant Introductions, and Potential Pests in the Juan Fernandez Islands, Chile! *Pacific Science* **51**:233–253.
- Świerkosz K. 2012. Notes on the wall vegetation of the Lake Garda surroundings (North Italy) and its consequences to the syntaxonomy of *Tortulo-Cymbalarietalia* Segal 1969. *Acta Musei Silesiae, Scientiae Naturales* **61**:11–22.
- Thorne RF. 1967. A Flora of Santa Catalina Island, California. *Aliso: A Journal of Systematic and Floristic Botany* **6**:1–77.

- Tomaselli M, Foggi B, Carbognani M, Gennai M, Petraglia A. 2018. The rock-face vegetation in the northern Apennines and neighbouring mountain areas, from the coast line to the highest summits. *Phytocoenologia* **49**:1–65. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- Trioza centranthi*. 2024. Available from [https://portal.nature.cz/publik\\_syst/nd\\_nalez-public.php?idTaxon=54102](https://portal.nature.cz/publik_syst/nd_nalez-public.php?idTaxon=54102) (accessed January 31, 2024).
- Tyler T, Karlsson T, Milberg P, Sahlin U, Sundberg S. 2015. Invasive plant species in the Swedish flora: Developing criteria and definitions, and assessing the invasiveness of individual taxa. *Nordic Journal of Botany* **33**:300–317.
- Vanzani P, Rossetto M, De Marco V, Sacchetti LE, Paoletti MG, Rigo A. 2011. Wild mediterranean plants as traditional food: A valuable source of antioxidants. *Journal of Food Science* **76**:46–51.
- Verloove Filip. 2006. Catalogue of neophytes in Belgium (1800-2005). *Scripta Botanica Belgica* **39**. National Botanic Garden (Belgium).
- Vestergård M. 2019. Trap crops for *Meloidogyne* hapla management and its integration with supplementary strategies. *Applied Soil Ecology* **134**:105–110. Elsevier B.V.
- Vestrella A, Savé R, Biel C. 2015. An Experimental Study in Simulated Greenroof in Mediterranean Climate. *Journal of Agricultural Science* **7**:95–111. Canadian Center of Science and Education.
- Vieira RM da S. 2002. Flora da Madeira: Plantas vasculares naturalizadas no arquipélago da Madeira. *Bouletim do Museum Municipal do Funchal (história natural)* **8**:5–281. Museu municipal do Funchal (história natural).
- Vilà M, Sardans J. 1999. Plant competition in mediterranean-type vegetation. *Journal of Vegetation Science* **10**:281–294. Wiley.
- Warren J, Mackenzie S. 2001. Why are all colour combinations not equally represented as flower-colour polymorphisms? *New Phytologist* **151**:237–241.
- Wester L. 1992. Origin and distribution of adventive alien flowering plants in Hawai'i. Pages 99–154 *Alien plant invasions in native ecosystems of Hawaii*. University of Hawaii Press, Honolulu.
- Wild J et al. 2019. Plant distribution data for the Czech Republic integrated in the Pladias database. *Preslia* **91**:1–24. Czech Botanical Society.
- Wilson JB, Rapson GL, Sykes MT, Watkins AJ, Williams PA. 1992. Distributions and Climatic Correlations of Some Exotic Species Along Roadsides in South Island, New Zealand. *Journal of Biogeography* **19**:183–193.
- Xiang CL et al. 2020. Revisiting the phylogeny of Dipsacales: New insights from phylogenomic analyses of complete plastomic sequences. *Journal of Systematics and Evolution* **58**:103–117. Wiley-Liss Inc.
- Young BL. 2002. The Effect of Invasive Plants on Native Ecosystems - How We Can Help. *International Plant Propagators' Society* **52**:626–633.
- Zhang W-H, Chen Z-D, Li J-H, Chen H-B, Tang Y-C. 2003. Phylogeny of the Dipsacales s.l. based on chloroplast trnL-F and ndhF sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **26**:176–189.

## 9 Seznam obrázků

Obrázek 1 - květenství <i>C. ruber</i> (foto autorka) .....	10
Obrázek 2 - Porovnání délky ostruhy <i>C. angustifolius</i> vlevo (Grulich 2013) a <i>C. ruber</i> vpravo (foto autorka) .....	13
Obrázek 3 - <i>C. ruber</i> 'Albus' (foto autorka).....	13
Obrázek 4 - Mapa rozšíření <i>C. ruber</i> (Royal botanic gardens 2023), upraveno.....	14
Obrázek 5 - Obnovovací pupen <i>C. ruber</i> (foto autorka).....	16
Obrázek 6 - larva <i>Trioza centranthi</i> (Ellis 2023).....	20
Obrázek 7 - deformace listu způsobená <i>Trioza centranthi</i> (Ellis 2023).....	20
Obrázek 8 - <i>Adomerus maculipes</i> (Mulsant et Rey, 1852) (Aukema et al. 2021) .....	20
Obrázek 9 - <i>Bruchidius meleagrinus</i> (Géné, 1839) (Santisteban 2012) .....	20
Obrázek 10 – semeno <i>C. ruber</i> bez chmýru (foto Ing. Pavla Vachová, Ph.D.).....	21
Obrázek 11 – chmýrnatý pappus <i>C. ruber</i> (foto Ing. Pavla Vachová, Ph.D.) .....	21
Obrázek 12 - záhon <i>C. ruber</i> dva měsíce po výsadbě (foto autorka) .....	28
Obrázek 13 – narovnaná semena v petriho misce (foto autorka) .....	30
Obrázek 14 – zavřená petriho miska s popisem (foto autorka) .....	30
Obrázek 15 - petriho misky v klíčném boxu (foto autorka) .....	31
Obrázek 16 - otevřená petriho miska poslední den měření (foto autorka) .....	31
Obrázek 17 – graf klíčivost semen prvního měření, (F(27, 120)=27.832, p<0.001).....	32
Obrázek 18 - graf nárůstu délky kořínku prvního měření, (F(30, 132)=0.5, p=0.96) .....	33
Obrázek 19 - graf nárůstu délky prýtu prvního měření, (F(30, 132)=1.275, p=0.18) .....	33
Obrázek 20 - graf klíčivosti semen druhého měření, (F(9, 60)=1,693, p=0,11).....	34
Obrázek 21 - graf nárůstu délky kořínku druhého měření, (F(10, 66)=2,903, p<0,05).....	34
Obrázek 22 - graf nárůstu délky prýtu druhého měření, (F(10, 66)=4,663, p<0,05).....	35





## 10 Samostatné přílohy

Příloha I – Výsledky prvního měření klíčivosti a délky kořínku a prýtu

R je označení pro kořínek, S pro prýt, hodnoty jsou udány v mm. Prázdné pole znamená, že semeno ještě neklíčilo, tedy nulovou hodnotu délky.

Kupovaná varianta bez dezinfekce																										
	semeno č.	R/S	den č.											semeno č.	R/S	den č.										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
miska č.1	1	R												1	R											
		S													S											
	2	R												2	R											
		S													S											
	3	R												3	R											
		S													S											
	4	R												4	R											
		S													S											
	5	R												5	R											
		S													S											
	6	R												6	R											
		S													S											
	7	R												7	R											
		S													S											
	8	R												8	R											
		S													S											
	9	R												9	R											
		S													S											
	10	R												10	R											
		S													S											
	11	R												11	R											
		S													S											
	12	R												12	R											
		S													S											
	13	R												13	R											
S													S													
14	R												14	R												
	S													S												
15	R												15	R												
	S													S												
16	R												16	R												
	S													S												
17	R												17	R												
	S													S												
18	R												18	R												
	S													S												
19	R												19	R												
	S													S												
20	R												20	R												
	S													S												
21	R												21	R												
	S													S												
22	R												22	R												
	S													S												
23	R												23	R												
	S													S												
24	R												24	R												
	S													S												
25	R												25	R												
	S													S												

Kupovaná varianta bez dezinfekce

semeno č.	R/S	den č.													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	R														
	S														
2	R														
	S														
3	R														
	S														
4	R				2	6	9	12	16	17	21				
	S						1	2	4	7	15				
5	R						1	3	6	11	15				
	S									2	8				
6	R					2	6	8	12	14					
	S									3	8				
7	R														
	S														
8	R														
	S														
9	R														
	S														
10	R														
	S														
11	R				2	6	9	13	21	25					
	S						1	2	8	14					
12	R														
	S														
13	R														
	S														
14	R														
	S														
15	R														
	S														
16	R														
	S														
17	R														
	S														
18	R														
	S														
19	R														
	S														
20	R														
	S														
21	R							1	2	5					
	S														
22	R														
	S														
23	R														
	S														
24	R								3	7	12	19	26	33	36
	S								1	2	8	14	21	27	
25	R														
	S														

miska č.3

miska č.4

Kupovaná varianta s dezinfekcí																																													
	semeno č.	R/S	den č.											semeno č.	R/S	den č.																													
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																		
miska č.1	1	R																				miska č.2	1	R																					
		S																							S																				
	2	R																						2	R																				
		S																							S																				
	3	R																						3	R											1	7	15	16	20	22				
		S																							S											5	9	16							
	4	R																						4	R																				
		S																							S																				
	5	R																						5	R																				
		S																							S																				
	6	R																						6	R																				
		S																							S																				
	7	R																						7	R																				
		S																							S																				
	8	R																						8	R																				1
		S																							S																				
	9	R																						9	R																				
		S																							S																				
	10	R																						10	R																				
		S																							S																				
	11	R																						11	R																				
		S																							S																				
	12	R					1	5	9	18	19	19	21											12	R																				
		S									2	7	15	22											S																				
	13	R																						13	R																				
S																						S																							
14	R																					14	R																						
	S																						S																						
15	R																					15	R																						
	S																						S																						
16	R																					16	R																						
	S																						S																						
17	R																					17	R												2	7	12	16	21	23					
	S																						S											2	4	4									
18	R																					18	R																						
	S																						S																						
19	R							1	6	10	15	21										19	R																						
	S											2	6										S																						
20	R																					20	R																						
	S																						S																						
21	R																					21	R													2	4	7	9	16					
	S																						S												1	7									
22	R																					22	R																						
	S																						S																						
23	R																					23	R																						
	S																						S																						
24	R							2	8	11	16	24	27									24	R																						
	S												3	7	10								S																						
25	R																					25	R																						
	S																						S																						

Kupovaná varianta s dezinfekcí

semeno č.	R/S	den č.										semeno č.	R/S	den č.										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	R												1	R										
	S													S										
2	R												2	R										
	S													S										
3	R												3	R										
	S													S										
4	R												4	R										
	S													S										
5	R												5	R										
	S													S										
6	R												6	R										
	S													S										
7	R												7	R										1
	S													S										
8	R												8	R										
	S													S										
9	R												9	R							1	5	8	12
	S													S								1	6	
10	R							2	5	7	8		10	R										
	S									2	9			S										
11	R												11	R										
	S													S										
12	R				2	10	16	23	35	39			12	R				1	5	9	9	11	16	21
	S						3	8	14	18				S						2	6	7	17	
13	R												13	R										
	S													S										
14	R												14	R										
	S													S										
15	R												15	R							1	3	8	12
	S													S									3	
16	R										1	6	16	R										
	S													S										
17	R												17	R										
	S													S										
18	R												18	R										
	S													S										
19	R												19	R										
	S													S										
20	R				1	3	7	12	16	22	28		20	R										
	S							2	6	15	17			S										
21	R												21	R										
	S													S										
22	R												22	R										
	S													S										
23	R												23	R							1	3	7	11
	S													S									2	
24	R												24	R										
	S													S										
25	R				4	9	14	21	30	34			25	R										
	S							3	7	15	20			S										

Domáci varianta bez dezinfekce																																				
	semeno č.	R/S	den č.													semeno č.	R/S	den č.																		
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
miska č.1	1	R					1	7	13	16	25	35	42		1	R									1	4	11	15	22							
		S									5	9	17	24			S												1	5						
	2	R						2	11	12	16	21	27		2	R										1	4	8	14	17	24	26				
		S										4	10	16		22		S												5	10	17				
	3	R												1	6	8		3	R								2	7	15	15	15	20	22			
		S																	S											8	12	22	30			
	4	R														2	7		4	R								2	8	12	12	15	18			
		S																		S											6	14	20			
	5	R												2	5	8	11		5	R							1	5	12	17	22	25	30	33		
		S															5			S										13	15	23	35	40		
	6	R															2	6		6	R							1	4	9	11	12	18	21		
		S																			S										4	13	18			
	7	R									3	7	12	20	28		7	R											1	2	4	6	9			
		S													3	9		16		S													2			
	8	R							3	10	11	11	13	15		8	R										1	3	8	8	10	13	16			
		S												2	4		7		S											5	13	24	28			
	9	R							2	15	25	25	31	40	41		9	R																		
		S												8	14	23		30		S																
	10	R									3	6	10	18	25		10	R												2	7	10	17	22	30	
		S													2	8		12		S										4	8	15	24			
	11	R									2	10	13	22	30	33		11	R											1	5	12	15	21	30	37
		S													2	5	14		19		S										5	14	19	23		
	12	R							2	9	28	22	31	36	43	45		12	R												2	4	6	6	10	
		S										10	15	25	35	40			S													5	9			
	13	R													1	6	10		13	R								1	6	7	7	10	17	21		
S																1		S												4	8	14	16			
14	R												1	2	8	11		14	R								3	10	14	17	25	26	39			
	S																		S											6	16	25	29			
15	R												2	4	6	7		15	R										2	4	7	14	20			
	S																		S											2	5	14				
16	R							2	6	11	15	22	30	31		16	R											1	3	4	7	8	12			
	S												6	12	25		30		S												1	4				
17	R													2	5	9		17	R																	
	S															1			S																	
18	R														1	4		18	R								1	5	8	8	11	15	19			
	S																		S										5	12	18	23				
19	R									4	4	7	12	15	20		19	R																		
	S													1	7	15			S																	
20	R							2	12	20	20	30	38	42		20	R											1	6	9	10	15	19	20		
	S												7	15	29		32		S											5	13	21	26			
21	R												1	6	9	18		21	R									1	5	6	9	9	14			
	S															1	2			S											4	7				
22	R												3	9	16	18		22	R																	
	S														1	2	7			S																
23	R												1	5	8	12		23	R									2	6	10	17	23	28			
	S																		S											2	5	10	14			
24	R							1	5	20	20	26	37	46	47		24	R											2	6	8	12				
	S												6	12	17	25		30		S												4				
25	R									2	7	10	15	26	35		25	R											1	5	8	11				
	S												2	5	18	22			S													2				





Domácí varianta s dezinfekcí

semeno č.	R/S	den č.										semeno č.	R/S	den č.													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	R											1	3	1	R												
	S														S												
2	R							2	6	8	14	19	2	R					1	2	3	6	6	8			
	S									1	2	4		S									2	8			
3	R									2	4	7	11	3	R												
	S											1	4		S												
4	R			1	5	11	23	23	27	30	36	4	R									1	2	4			
	S								12	19	30		37	S													
5	R							1	4	8	12	17	5	R					1	2	5	7	7	7	9		
	S										3	9		S								3	8	19			
6	R			1	2	14	15	23	25	36	6	R									2	3	6	7			
	S								3	7		13	15	S											1		
7	R							1	4	7	12	18	7	R							1	3	5	6	7		
	S										2	5		S									1	2			
8	R												8	R									1	4	7		
	S													S											1		
9	R				1	5	9	17	24	28	9	R				1	5	11	12	18	19	22					
	S								2	4		10	14	S						5	9	15	20				
10	R												10	R													
	S													S													
11	R									2	6	7	11	R							3	7	10	10	12		
	S											2		S								3	7	13			
12	R						1	3	6	8	15	12	R								3	5	6	11			
	S										2		5	S									1	5			
13	R								2	7	11	15	13	R											1		
	S										3	7		S													
14	R				1	7	10	18	21	29	14	R									1	5	8				
	S							2	8	13		19	S														
15	R								3	7	16	25	15	R													
	S										2	5		S													
16	R				1	6	7	12	18	24	16	R											1	4			
	S							3	3	8		11	S														
17	R							1	6	10	16	17	R														
	S										1		6	S													
18	R			1	5	15	19	26	32	36	42	18	R					1	5	8	12	17	24				
	S						9	16	27	25	44		S						1	3	5	11					
19	R				1	6	7	11	17	26	19	R					1	4	7	11	16	22					
	S							2	6	9		15	S						1	2	6	14					
20	R												20	R							3	6	8	14	22		
	S													S							1	7	13				
21	R					2	6	9	15	19	21	R					1	6	9	13	21	28					
	S								1	8		13	S						2	3	8	17					
22	R							2	5	9	14	22	R					1	4	8	9	16	17				
	S									1	3		S							1	8	8					
23	R								2	8	11	23	R							1	1	3	4	7			
	S										1		S														
24	R				1	6	7	12	16	22	24	R															
	S							1	3	9		14	S														
25	R			1	6	11	12	16	24	28	25	R							1	4	8	12	16				
	S							6	15	20		27	S									3	7				





Domáci varianta bez dezinfekce

semeno č.	R/S	den č.										semeno č.	R/S	den č.												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		1	R					1	5	9	15			23	26	33	1	R					2	5	11	19
	S								1	6	11	15	32		S					1	7	11	17	23	29	34
2	R				2	6	12	19	24	35	41	45	2	R							1	3	7	13	22	
	S						4	10	14	24	32	40		S										1	3	9
3	R									2	4	6	9	3	R				1	3	6	11	17	23	34	43
	S											1	2	8		S					2	3	7	14	21	29
4	R				2	5	9	18	27	30	31	31	4	R				1	3	7	14	21	26	31	35	
	S						2	8	14	20	28	33		S						1	5	14	22	30	40	
5	R				2	5	8	13	20	26	32	5	R				2	5	11	17	25	32	38	42		
	S						2	5	10	15	20		S					3	10	19	27	32	38			
6	R					1	4	8	15	22	27	6	R				1	3	6	11	14	23	31	35		
	S								1	4	12	18		S					1	5	8	18	28	34		
7	R					2	5	2	12	19	26	7	R								2	5	7	12		
	S								1	8	12	17		S										2	4	
8	R									1	3	6	8	R				2	6	11	17	22	31	41		
	S											1		S					1	2	6	8	17	23		
9	R				1	5	7	13	19	26	34	9	R				2	5	10	18	26	34	42			
	S							2	5	12	19	24		S					2	2	9	16	20	27		
10	R				1	4	7	10	15	24	26	10	R				1	6	11	15	27	37	44	48		
	S							2	4	6	14	20		S					3	9	18	22	29	36		
11	R				1	4	7	11	16	21	25	11	R				1	4	6	12	17	20	24	29		
	S							1	4	7	16	23		S					1	5	11	19	27	36		
12	R				1	4	11	19	29	39	42	48	12	R								2	5	7	12	
	S					1	4	10	16	22	29	37		S									1	3	9	
13	R				1	4	7	15	25	35	44	52	13	R				1	5	8	12	19	21	31		
	S						2	4	16	17	23	32		S						2	9	14	19	24		
14	R								3	7	13	23	14	R					2	5	9	18	28	36		
	S									1	2	8		S							1	5	11	16		
15	R					1	3	6	10	16	23	15	R				2	5	14	22	32	43	43	50		
	S								1	2	5	12		S				1	3	9	14	20	25	30		
16	R				1	4	7	12	18	26	31	16	R				3	6	14	25	38	47	56			
	S						2	3	8	12	17		S					2	4	11	16	17	28			
17	R				1	5	8	14	23	30	36	17	R				2	5	9	16	24	33	43			
	S						1	2	5	8	15		S						2	7	13	16	22			
18	R				2	6	10	15	22	26	30	18	R					1	4	7	11	13				
	S					1	3	7	14	20	27		S								1	4	10			
19	R					1	3	5	8	14	17	19	R					1	3	5	10	17	23			
	S									2	5	14		S							1	1	7	12		
20	R						1	3	6	10	15	20	R					2	6	10	16	21	31			
	S									1	3	8		S							2	4	8	12		
21	R				1	3	7	11	18	26	31	40	21	R					1	4	6	12	21	31		
	S						1	3	7	14	20	27		S							2	9	14	16		
22	R						1	6	9	14	29	22	R				1	4	7	15	23	27	30	39		
	S									2	8	13		S					2	5	11	18	26	35		
23	R											1	23	R				2	6	13	19	27	35	42	46	
	S													S					2	10	13	22	29	35		
24	R						2	5	10	14	21	24	R					1	3	6	11	18	25	32		
	S									1	7	17		S						1	2	9	13	19		
25	R				2	5	10	17	25	31	41	47	25	R					1	4	6	10	15	22	28	
	S					3	9	17	25	29	39		S						2	3	11	18	25			

Domácí varianta dezinfikovaná																									
semeno č.	R/S	den č.										semeno č.	R/S	den č.											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	R					1	4	7	11	17	22	1	R							2	4	9	14		
	S							1	2	5	13		S								1	3	9		
2	R										1	4	2	R					2	4	6	9	12	18	
	S													S							1	3	10	15	
3	R								1	3	7	14	3	R				1	5	8	11	19	26	31	
	S										2	7		S						3	7	11	17	23	
4	R					2	6	10	18	25	33	4	R				2	5	9	12	21	29	38	47	
	S						1	2	9	16	19		S						2	5	13	17	23	30	
5	R				1	4	8	16	27	36	48	5	R					1	3	5	11	16	21		
	S						2	3	9	11	18		S								1	1	3	7	
6	R				2	6	9	16	24	35	42	6	R				1	3	6	8	14	17	24	28	
	S						1	5	11	17	24		S							2	6	15	20	28	
7	R								1	5	9	16	7	R				1	3	8	13	22	31	38	43
	S										2	3		S							2	7	11	14	18
8	R				2	6	12	19	29	36	49	8	R				1	4	6	11	17	25	35		
	S						2	6	13	18	25		S							1	3	7	13	20	
9	R				2	8	16	24	35	46	54	9	R				1	5	9	15	22	28	32		
	S						1	5	13	17	22		S							2	5	14	17	25	
10	R				1	6	10	16	22	29	10	R						1	2	5	8	15			
	S							2	4	8		18	S								1	2	5		
11	R				1	3	5	10	18	24	11	R				1	3	6	8	12	15	18	22		
	S							1	3	8		13	S						1	4	11	15	20	26	
12	R				1	5	9	16	26	37	49	12	R					2	5	9	16	25	34		
	S						1	3	12	16	25		S								1	3	10	14	
13	R						1	3	7	14	23	13	R					1	4	8	13	20	28		
	S									2	3		S								1	3	9	13	
14	R				1	5	8	15	24	33	42	14	R				1	2	6	12	19	28	38	42	
	S						1	4	7	17	21		S						1	4	9	14	18	28	
15	R											15	R				1	2	4	6	9	14	20		
	S												S								1	3	9	13	
16	R				3	6	10	16	22	31	37	16	R				2	5	10	15	24	29	33		
	S						2	5	13	19	25		S					1	4	10	16	33	27		
17	R									1	4	17	R				1	5	9	16	23	32	40		
	S										1		S						2	2	5	11	18		
18	R				2	4	8	13	21	30	18	R				1	2	6	13	21	30	39	46		
	S					1	2	3	6	14		S							2	6	13	17	24		
19	R										19	R				2	7	11	17	23	27	34			
	S											S						2	9	12	14	21			
20	R				1	5	8	14	20	30	41	20	R					1	2	5	6	9	12		
	S						1	2	6	12	18		S								1	4	12		
21	R				1	4	6	12	21	29	37	21	R				1	5	8	14	22	29	37		
	S						1	6	11	16	24		S							1	4	13	20	25	
22	R										22	R						2	5	7	12	21			
	S											S									1	4	11		
23	R										1	23	R				1	3	7	9	13	17	20	24	
	S										S								2	9	15	21	26		
24	R				1	4	8	15	24	33	24	R							1	3	7	11			
	S							1	2	7		13	S									1	3		
25	R				1	3	7	9	22	32	44	25	R				2	6	11	17	24	32	38		
	S						1	2	9	14	20		S						1	4	11	16	26		

Domácí varianta dezinfikovaná

semeno č.	R/S	den č.										semeno č.	R/S	den č.											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		1	R				1	3	5	8	14			19	27	1	R				2	6	14	24	34
	S						1	3	11	17	30		S				1	2	7	11	17	23	30		
2	R			1	2	5	8	12	19	29	36	2	R				2	6	13	19	29	39	49		
	S						2	6	14	17	20		S					1	1	5	15	20	26		
3	R											3	R							2	4	10	16		
	S												S									2	7		
4	R						1	4	6	13	20	4	R				1	3	7	14	21	31	38		
	S									2	3	9		S					1	4	13	16	25		
5	R				1	4	6	11	16	24	31	5	R											1	
	S						1	2	6	13	19		S												
6	R				1	3	4	7	14	21	26	6	R				1	2	6	11	19	28	33	42	
	S						1	4	11	17	25		S					1	1	5	12	17	24		
7	R				1	4	8	15	21	32	41	7	R					2	6	11	18	27	37		
	S						1	1	3	8	10		S						1	2	5	11	15		
8	R			2	6	10	17	24	31	39	42	8	R						1	4	8	14	21		
	S					3	11	17	25	28	38		S								1	3	4		
9	R				3	6	12	20	30	38	46	9	R				1	4	9	14	23	30	34		
	S					1	2	5	10	17	21		S						1	3	9	15	21		
10	R							1	4	7	13	10	R												
	S									1	7		S												
11	R					1	2	5	11	20	28	11	R					1	5	9	12	27	36		
	S							1	3	9	14		S							1	9	12	17		
12	R						1	4	6	11	20	12	R				1	3	6	11	19	26	35		
	S									1	2	7		S					1	2	6	13	26		
13	R				2	9	15	25	34	46	56	13	R						1	5	9	18	27		
	S					1	3	7	14	19	26		S								1	4	10		
14	R				1	4	8	12	17	26	29	14	R				1	2	4	9	15	23	32		
	S						1	3	10	14	21		S						1	2	10	12	19		
15	R			2	6	9	12	16	20	24	31	15	R					1	4	7	14	23	36		
	S					2	9	15	20	24	30		S							1	9	12	17		
16	R				1	2	4	8	14	21	28	16	R				2	5	12	17	25	33	41		
	S						1	2	6	10	17		S						1	3	5	13	19		
17	R				1	3	7	11	18	25	31	36	17	R				1	5	8	15	23	31	36	
	S					1	3	13	20	26	35		S						1	7	11	17	26		
18	R						2	6	11	21	29	18	R					2	5	9	16	21	24		
	S									1	2	3		S					1	1	7	10	15		
19	R					3	7	12	20	26	33	19	R				1	2	5	6	8	12	15		
	S						1	3	9	13	20		S							1	4	12	20		
20	R				1	4	6	12	19	26	33	20	R									2	6	10	
	S						2	7	14	19	28		S										1		
21	R				1	4	6	11	18	26	34	21	R				1	5	8	14	17	18	24		
	S						1	4	11	15	25		S						1	3	13	20	26		
22	R					3	5	10	15	19	28	22	R					1	3	4	6	8	15		
	S						1	2	7	12	17		S							1	4	10	17		
23	R				2	8	15	24	30	36	44	23	R					1	2	3	3	3	4		
	S					1	2	6	14	20	24		S								5	12	17		
24	R			1	3	8	12	18	24	32	37	24	R				1	3	4	6	6	8	9		
	S						3	10	14	19	28		S						1	3	9	16	24		
25	R					2	5	9	13	16	19	25	R					1	2	3	3	3	7		
	S						1	1	5	12	16		S								2	7	12		

miska č.3

miska č.4