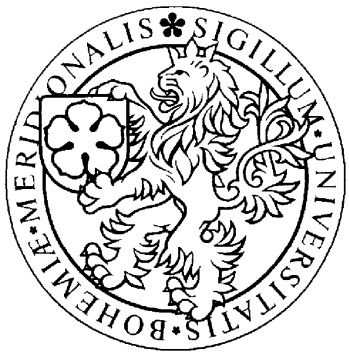
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta



Bakalářská práce

Ekologické nároky kriticky ohroženého druhu *Sedum villosum*

Monika Průšová
2008
Školitel: RNDr. Jana Jersáková PhD.

PRŮŠOVÁ, M. (2008): Ekologické nároky kriticky ohroženého druhu *Sedum villosum*. [Ecological requirements of the critically endangered species *Sedum villosum*. Bc. Thesis, in Czech], 26 p. + 2 Suppl., Faculty of Sciences, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace

Hairy stonecrop (*Sedum villosum*) belongs to the group of plants that are endangered by real risk of extinction. If appropriate measures are not soon undertaken, it may disappear from the territory of the Czech republic. Preparation of an action plan should be a prerequisite for undertaking such measures.

The aim of this diploma thesis was to verify ecological demands of this critically endangered species. I tested the effects of soil acidity and shading on seed germination and growth of hairy stonecrop plants in experimental conditions.

Poděkování

Ráda bych poděkovala své školitelce Janě Jersákové za pomoc, cenné rady, připomínky i osobní přístup, Tomášovi Hájkovi i dalším lidem za pomoc a ochotu. Dále děkuji celé své rodině, že mě neustále podporovala a zpříjemňovala mi nejen psaní této práce.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou diplomovou práci vypracovala samostatně, pouze s použitím citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách

V Českých Budějovicích 24. 4. 2008 ……

Monika Průšová

OBSAH

1. **Úvod** 1
1.1. Cíle práce 4
2. **Metodika** 5
2.1. Modelový druh 5
2.1.1. Morfologická charakteristika a biologie druhu 5
2.1.2. Rozšíření druhu, ekologie a fytocenologie 5
2.1.3. Reprodukce 6
2.2. Vliv substrátu na klíčení a růst rostlin 6
2.3. Vliv stínění na klíčení a růst rostlin 7
2.3.1. Venkovní experiment 7
2.3.2. Experiment v klimaboxu 9
2.4. Počet semen a klíčení 9
3. **Výsledky** 10
3.1. Vliv substrátu na klíčení a růst rostlin 10
3.1.1. Vliv substrátu na počet vyklíčených rostlin 10
3.1.2. Vliv substrátu na výšku rostlin 11
3.1.3. Vliv substrátu na váhu rostlin 12
3.1.4. Vliv substrátu na větvení rostlin 13
3.2. Vliv stínění na klíčení a růst rostlin 14
3.2.1. Venkovní experiment 14
3.2.2. Experiment v klimaboxu 15
3.3. Počet semen a klíčení 16
4. **Diskuse** 18
4.1. Vlivu substrátu na klíčení a růst rostlin 18
4.2. Vliv stínění na klíčení a růst rostlin 19
4.2.1. Venkovní experiment 19
4.2.2. Experiment v klimaboxu 20
4.3. Počet semen a klíčení 21
5. **Závěr** 23
6. **Literatura** 24
Přílohy 27

1. ÚVOD

Velká část rostlin, které rostou v naší přírodě, patří mezi ohrožené. Uvádí se, že jen v rámci 2550 taxonů flóry České republiky, které na jejím území v současnosti rostou a jsou zde považovány za původní, se na různém stupni ohrožení nachází 1543 taxonů, to je asi 60% (Holub et Procházka 2000, Průša et al. 2005). Ztráta jakéhokoli druhu představuje nevratné a nenahraditelné zmenšení genofondu živé přírody. Při pohledu do historie naší Země zjistíme, že vymírání druhů je v geologickém čase pravděpodobně nevyhnutelným údělem všech druhů. Pravděpodobnost extinkce, a tedy i průměrná délka existence druhu se liší mezi jednotlivými skupinami organismů v závislosti na jejich ekologických nárocích i na jejich taxonomické příslušnosti. Druhy s širší ekologickou valencí zpravidla vymírají pomaleji než druhy s ekologickou valencí úzkou (Flegr 2005). V současnosti dochází k vymírání druhů 1000krát rychleji než tomu bylo v dávné minulosti a hovoří se o šestém masovém vymírání druhů, jehož příčinou je člověk (Raut 1995). Člověk přispívá k vymírání druhů mnoha způsoby. Ničí, degraduje a fragmentuje biotopy, nadměrně využívá přírodní zdroje, zavléká nepůvodní druhy rostlin a živočichů včetně škůdců a choroboplodných organismů, znečišťuje životní prostředí. Růst lidské populace vede k vyšším požadavkům na půdu, vodu i všechny ostatní zdroje (Briggs et Walters 1997). Mnoho lidí si ale také uvědomuje, že je potřebné k tomu, co nám tady zbylo, přistoupit zodpovědně a udělat maximum pro odstranění negativních vlivů lidské činnosti. V současné době již máme mnoho poznatků o faktorech, které předurčují populace k zániku i o tom, jak populace chránit pro budoucnost. Byla zřízena různá chráněná území, byly založeny záchranné kultury v botanických zahradách nebo ústavech, připravují se záchranné programy pro kriticky ohrožené druhy. Světové centrum monitorování přírody (World Conservation Monitoring Centre – WCMC) zhodnotilo a popsalo pomocí IUCN kategorií ve své sérii Červených knih (Red data books) ohrožení téměř 60 000 druhů rostlin a 5000 druhů živočichů (IUCN, 1990, 1996). Populárně vědecká vydání Červených knih slouží především jako podklady pro rozpracování programů na záchranu ohrožených druhů a poskytují seznam indikačních organismů významných pro ekologický monitoring (Primack, Kindlmann et Jersáková 2001).

Záchranné programy jsou zaměřeny na péči o chráněné druhy a jejich přirozená stanoviště a u nás jsou již šestnáct let součástí naší legislativy v podobě samostatného § 52

zákona č. 114/92 Sb. Programy často vyžadují specifická ochranná opatření a speciálně zaměřený management (Rybka et Klaudisová 2004). Cílem těchto programů je záchrana zvláště chráněných druhů před vyhynutím nebo snížení stupně jejich ohrožení. Základní osnovu zpracování záchranného programu tvoří výchozí informace o daném druhu (taxonomická charakteristika, rozšíření, populační trendy, biologie a ekologie druhu, význam druhu, příčiny ohrožení, stupeň ohrožení a status ochrany, kultivace a genobanka, dosavadní opatření), rozbor a cíle záchranného programu (analýza současného stavu, cíle záchranného programu a návrh základního metodického postupu) a realizace (způsob řešení a návrh opatření, výchova a osvěta, zhodnocení pravděpodobné účinnosti navržených opatření, časový harmonogram, odhad finančních nákladů, organizační a finanční zajištění). Při hodnocení možností záchranného programu a úspěšnosti jeho realizace je nezbytné vycházet z biologických vlastností druhu (Rybka, Klaudisová et Kirschnerová 2002). Metodika pro zpracování záchranných programů předkládá, že základní metodou je péče o stanoviště a druh *in situ* a ověřování managementu monitorováním. V případě, že tento postup nestačí a četnost populace dlouhodobě klesá doporučuje se uložení semen v genobance, případně využití kultivace *ex situ* nebo v krajním případě kultivace *in vitro.* To je nutné spojit se studiem genetické variability populace. Genetická variabilita umožňuje druhu adaptaci na změny podmínek prostředí, např. na vyšší teplotu nebo vypuknutí nové nemoci. Obecně platí, že vzácné druhy mají nižší genetickou variabilitu než druhy široce rozšířené, a proto jsou při změnách podmínek prostředí náchylnější k vyhynutí. Je nutné klást důraz na obsáhnutí genetické variability druhů sběrem semen nebo jiných částí rostlin ke kultivaci z populací rostoucích napříč areálem daných druhů, sběrem vzorků z různých environmentálních podmínek a z mnoha jedinců v každé populaci (Primack, Kindlmann et Jersáková 2001). Další přírodovědci (Kaplan et al. 2007, Parkin 2007) také poukazují na to, že v minulosti proběhla řada introdukcí bez dostatečné dokumentace a často protizákonně, i na to, že existují závažná rizika spojená se snahou posilovat ohrožené populace, byť dobře myšlenou, kdy se k tomuto účelu používají rostliny stejného druhu, ale z jiných populací nebo rostliny stejné populace vypěstované v umělých podmínkách. Jedním z těchto rizik je tzv. genetická eroze, kdy dochází mezi rostlinami daného druhu k hybridizaci a tudíž k narušení původního genofondu populace nebo zavlečení patogenních mikroorganismů do populace, jakými jsou například houby, rzi nebo viry. V zavádění mnoha ochranářských technik byli dlouho

průkopníky zoologové, kteří prováděli záchranné transfery ohrožených živočichů pro posílení existujících populací, reintrodukce na historické lokality i zakládání populací mimo původní areál výskytu. I jejich botaničtí kolegové již s tím dnes mají zkušenosti (Briggs et Walters 1997). V České republice byl v roce 1998 zahájen experimentální program pro záchranu nížinného ekotypu hořce jarního (*Gentiana verna)*, který byl na pokraji vyhynutí. V národní přírodní památce Rovná na Strakonicku bylo v roce 1957 nalezeno 500–1000 kvetoucích lodyh, avšak v roce 1998 pouze 4. Populace hořce byla proto mírně posilována namnoženými jedinci, v roce 1999 bylo vysazeno 29 rostlin, z nichž 16 se dožilo roku 2002. Způsob posilování populace byl zvolen tak, aby odpovídal poměrnému zastoupení původních klonů, jejichž genetická variabilita byla zjišťována pomocí isoenzymové analýzy (Kirschnerová et Albrecht 2003). V roce 2007 bylo na lokalitě zaznamenáno 17 kvetoucích lodyh s pouze 2 vyvinutými tobolkami. Letos byl pro tento druh schválen záchranný program (Kirschnerová, Kavalcová et Klaudisová 2008). V České republice byly pro rostliny schválené ještě dva záchranné programy (pro matiznu bahenní a rdest dlouholistý) a několik programů pro další kriticky ohrožené taxony je v stádiu příprav.

Jedním z takových kriticky ohrožených taxonů, které rychle mizí z naší přírody je i rozchodník huňatý (*Sedum villosum)*, který je právem na seznamu kriticky ohrožených druhů ve vyhlášce MŽP ČR č.395/1992 Sb. Pro tento druh se v současné době připravují podklady pro zpracování záchranného programu. V dřívější době tento heliofilní druh, který je vázaný na prameniště a rašelinné louky s nízkostébelnou bylinnou nebo mechovobylinnou vegetací, roztroušeně až hojně rostl v hercynské oblasti Čech a Moravy a ojediněle i v podhůří Beskyd (Příloha 1). Na území ČR bylo podchyceno více než 300 lokalit, z nichž dnes existuje méně než 10, což představuje 97 % úbytek (Grulich et Procházka in Čeřovský et al. 1999, Procházka et Štech 2002). Jeho postupný úbytek se datuje již od začátku 20. století (Chán 1999). Lokality, na kterých se rozchodník vyskytuje, zanikaly převážně kvůli destrukci stanovišť odvodňováním a rozoráváním rašelinných luk, či zapojením vegetace a hromaděním biomasy. V minulosti se kvůli co nejlepšímu zemědělskému využití vlhkých rašelinných luk a pramenišť záměrně dělaly na těchto lokalitách mělké stružky, tzv. na hloubku motyky. Tyto zásahy však zásadně nenarušovaly vodní režim lokalit a naopak vytvářely stanovištní mozaiku zachovávající příznivé podmínky pro přežívání vzácných konkurenčně slabých druhů. Dnes se takové zásahy téměř nedělají, s výjimkou managementů

v přírodních rezervacích, např. NPP Stročov, kde se stružky pravidelně obnovují (Albrecht et al. 2003). Dalším důvodem ústupu vzácného druhu byly kontaminace pramenité vody chemickými látkami používanými v zemědělství (Chán 1999, Hájek et al. 2005).

V případě, že zmizí poslední zbytky jeho přirozených stanovišť, zmizí nám i tato křehká rostlina. Je potřebné co nejdříve podniknout kroky, které by vedly k jeho záchraně a udržení životaschopných populací na našem území. Existuje již důsledná územní ochrana ve stávajících přírodních rezervacích, záchrannou kultivaci *ex situ* má na starosti Botanický ústav AV ČR v Třeboni. V záchranné kultivaci je rozchodník pěstován v nádobách, kde není omezován okolní vegetací. Velmi dobře tam roste a snadno se vegetativně i generativně šíří. Na přirozených stanovištích je však omezován a postupně vytlačován konkurencí. Zajímalo mne proto, jak rozchodník reaguje na zastínění, které vytváří okolní vegetace. Také mne zajímalo, jak rozchodník reaguje na různé pH substrátu, vzhledem k jeho specifickým ekologickým nárokům na stanoviště. V této práci jsem ověřovala jak rozchodník toleruje různé hladiny zastínění i různé hodnoty pH.

1.1. Cíle práce

Mým cílem bylo v experimentálních podmínkách otestovat ekologické nároky kriticky ohroženého taxonu a to:

1. zjistit vliv substrátu na klíčení a růst (klimabox)
2. zjistit vliv stínění na klíčení a růst ve venkovních podmínkách i v podmínkách klimaboxu.

Výsledky práce budou použity pro podklady k vypracování záchranného programu pro tento druh.

2. METODIKA

2.1. Modelový druh

2.1.1. Morfologická charakteristika a biologie druhu

Rozchodník huňatý (*Sedum villosum* L.) je nenápadná, ale atraktivní dvouletá nebo krátce vytrvalá monokarpická žláznatá rostlina, která patří do čeledi tlusticovitých (*Crassulaceae*). Lodyhu má přímou, tenkou nebo vystoupavou, která může být na bázi jednoduchá nebo větvená, 5–20 (25) cm vysoká. Kořeny má jednoduché, niťovité. Listy má mírně zploštělé, střídavé, které jsou přímo odstálé a v obrysu čárkovité až obkopinaté, dlouhé až 10 mm a široké 1,5–2,0 mm. Květenství má hroznovité nebo řídce latnaté, skládající se z 3–15 květů (Grulich in Kubát 2002, Grulich in Hejný et Slavík 2003). Burešová (1987) udává až 18 květů na jedné rostlině. Květy jsou bledě růžové, pětičetné, o velikosti 6–10 mm. V květu ho můžeme vidět v červnu až červenci. Přibližně v srpnu rostliny vytvářejí semena a posléze odkvetlí jedinci usychají. V případě nepříznivých podmínek (např. hydrologických, klimatických nebo způsobených sukcesí okolní vegetace) vznikají sterilní rostliny, které mohou ve vegetativní fázi setrvávat i několik let (Grulich et Procházka in Čeřovský et al. 1999). V subarktické části Evropy se příležitostně vyskytuje lysá varieta rozchodníku huňatého (var. *glabratum* Rostrup) (Webb in Tutin et al 1993).

2.1.2. Rozšíření druhu, ekologie a fytocenologie

Areál druhu zahrnuje západní, střední a severní Evropu, Island, Grónsko a východní pobřeží Severní Ameriky. Lokality u nás a v Polsku tvoří východní hranici jeho rozšíření. Rozchodník huňatý roste od pahorkatiny do nižších hor, od 250 do 1100 m n. m. Obývá vlhké biotopy na rozdíl od řady jemu příbuzných druhů z čeledi *Crassulaceae*, které nalezneme na výslunných a suchých stanovištích. Vyhovují mu zejména prameniště i krátkostébelné rašelinné louky, kde se mu dobře daří na místech s narušenou vegetací a sníženou konkurencí okolních druhů, například mělké zarůstající vodní stružky, potůčky s mírně tekoucí vodou nebo rozježděné cesty. Rozchodník huňatý má v oblibě minerálně bohatší půdy s mírně kyselou vodou. Roste ve společenstvech svazů *Cardamino-Montion, Caricion rostratae, Caricion fuscae* a *Sphagno recurvi-Caricion canescentis*, která jsou

většinou heliofilní a maloplošná (Chytrý et al. 2001, Moravec et al. 1995, Grulich & Procházka in Čeřovský et al. 1999, Procházka et Štech 2002).

2.1.3. Reprodukce

Vegetativní – rozchodník se rozmnožuje pomocí jemných postranních větviček, které se při dotyku lehce ulamují a dostanou-li se na odkrytý povrch substrátu, mohou také snadno zakořenit.

Generativní – plod rozchodníku je složen ze souplodí 5 měchýřků, které jsou přímé, 4–5 mm velké. Drobná semena mají protáhlý hruškovitý tvar, jsou béžově hnědá až žlutá, 1 mm dlouhá. 2n = 30 (Grulich 2003). Plody v přírodě dozrávají v srpnu, v záchranné kultivaci v Třeboni dozrávají vzhledem k aridnějším podmínkám a většímu oslunění již v červenci.

2.2. Vliv substrátu na klíčení a růst rostlin

Experiment spočíval ve vysetí semen rozchodníku do substrátů o různých pH a vyhodnocení počtu vyklíčených rostlin. Probíhal v klimaboxu s nastaveným světelným a teplotním režimem, teplota v místnosti byla nastavená na 18 ºC, světlo na 16 hodin a tma na 8 hodin.

Připravila jsem si 4 typy substrátů:

- substrát č. 1 – pH = 3,7 (rašelina)
- substrát č. 2 – pH = 4,8 (rašelina + zemina)
- substrát č. 3 – pH = 5,9 (zemina)
- substrát č. 4 – pH = 6,6 (zemina + vápenec)

Květinová zemina a rašelina, které jsem použila v experimentu byly komerčně vyráběné a běžně dostupné substráty (květinový substrát – výrobce Terrasan CZ s. r. o.; rašelina – výrobce AGRO CS a.s.), pH u substrátu č. 4 jsem zvýšila přidáním mletého vápence. Vodní výluh všech substrátů pro měření pH jsem si připravila v poměru voda: substrát = 5 : 1 (Dykyjová et al. 1989) a po 24 hodinách jsem změřila jeho pH. Použila jsem celkem 40 nádob, z každého typu substrátu jsem měla 10 opakování. Do každé nádoby jsem vysela 50 semen rozchodníků. Pro všechny experimenty byla použita semena, která pocházela z rostlin ze záchranné kultury v botanickém ústavu v Třeboni. Uspořádala jsem je do dvou světelných

boxů po 20 nádobách formou latinského čtverce (Příloha 2). Po jednom týdnu a po dvou týdnech od výsevu jsem zkontrolovala klíčivost semen. Po jednom měsíci od výsevu jsem spočítala počet vyklíčených rostlin. Po dvou měsících od výsevu (1. měření) jsem náhodně odebrala 10 rostlin z každé nádoby a změřila jsem nadzemní část každé rostliny a zaznamenala větvení 1. řádu (tj. větvička rostoucí z úžlabního pupenu lodyhy). Označenou biomasu jsem uschovala k dalšímu vyhodnocování. Po čtyřech měsících od výsevu (2. měření) jsem náhodně odebrala dalších 10 rostlin z každé misky, opět změřila nadzemní části a zaznamenala větvení 1. řádu. Všechnu biomasu jsem nechala nejdříve sušit volně při pokojové teplotě, posléze jsem jí dosušila v sušárně při teplotě 80 ºC. Následovalo vážení materiálu a vyhodnocování výsledků. Původně jsem měla vyhodnocovat i délku kořínků a hmotnost podzemní biomasy. Vzhledem k tomu, že vypěstované rostliny měly velmi jemné kořínky, které se snadno trhaly a výsledky by tak mohly být ovlivněny, nebyla tato charakteristika vyhodnocována. Do statistických analýz jsem nezahrnula data pro substrát č. 1 s pH 3,7 (rašelina), ve kterém semena sice vyklíčila, ale o týden později začaly rostliny postupně odumírat až zcela uhynuly.

Vliv substrátu na klíčení a počet rostlin rozchodníku jsem analyzovala dvojcestnou analýzou variance (ANOVA s pevnými faktory box a substrát). Vliv substrátu na výšku, váhu a větvení rostlin jsem analyzovala pomocí analýzy variance opakovaných měření (Repeated Measures) v programu Statistica 7.0. Data pro váhu, výšku a větvení byla před zpracováním transformována. Váha a výška rostlin byla transformována podle předpisu $x' = \log(x+1)$ a větvení podle $x' = \arcsin(\sqrt{x})$. Na závěr jsem použila mnohonásobná porovnání (Tukey HSD test), abych zjistila, které skupiny se mezi sebou průkazně liší. Výsledky všech testů jsem hodnotila na hladině významnosti $\alpha = 0{,}05$ (Lepš 1996).

2.3. Vliv stínění na klíčení a růst rostlin

2.3.1. Venkovní experiment

Experiment spočíval ve vysetí semen rozchodníků do květináčů, které byly umístěné ve větších nádobách, v nichž byla udržována stálá hladina vody. Celkem jsem měla 9 velkých nádob, v každé byly umístěny 4 květináče a do každého květináče jsem vysela 30 semen. Tři velké nádoby byly kontrolní (na přímém slunci s průměrnou hodnotou

fotosynteticky aktivního záření (FAR) 1270 μmol s^{-1} m^{-2}), u třech nádob jsem snížila množství přicházejícího FAR o 70 % (375 μmol s^{-1} m^{-2}) a u dalších třech nádob o 90 % (73 μmol s^{-1} m^{-2}). Množství dopadajícího a procházejícího fotosynteticky aktivního záření se měřilo přístrojem LI 6400 od firmy LI – COR, USA. Ke stínění byla použita zelená síťová textilie běžně dostupná na trhu (rašlový úplet, stínění 70%, hustota tkaniny 105 g/m^2), která byla nad nádoby upevněna pomocí konstrukce a simulovala zastínění vegetací. Tyto nádoby byly umístěny formou latinského čtverce (příloha 3). Vodu v nádobách bylo nutné alespoň jednou týdně vyměnit, aby nedocházelo k jejímu zahnívání.

Po dvou měsících jsem spočítala vyklíčené rostliny v jednotlivých květináčích a náhodně vybrala 5 rostlin z každého květináče (tj. 20 rostlin z jedné nádoby). U všech rostlin jsem posléze měřila délku nadzemní části (lodyhy), délku internodia (jednalo se o vzdálenost mezi 2. a 3. nodem), délku nejdelší postranní větvičky, zaznamenávala jsem větvení 1. řádu (větvička rostoucí z úžlabního pupenu lodyhy) a 2. řádu (větvička rostoucí na větvičce, která vyrůstá z úžlabního pupenu lodyhy). Do větvení jsem zahrnula všechny postranní větvičky, které měly 5 mm a více. Dále jsem měřila délku a šířku jednoho listu odebíraného přibližně v polovině celkové délky rostliny. Šířku jsem měřila v nejširší části listu. Nakonec jsem po vysušení v sušárně (při teplotě 80 ºC) všechnu biomasu zvážila. Hodnoty morfometrických měření pro 20 vybraných rostlin z každé nádoby jsem zprůměrovala.

Vliv stínění na změny v morfologických charakteristikách jsem testovala pomocí jednocestné analýzy variance (ANOVA), rozdíly v těchto charakteristikách pomocí Tukey HSD testu v programu Statistica 7.0. Výsledky všech testů jsem hodnotila na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (Lepš 1996). Dále jsem použila program Canoco for Windows 4.5. pro mnohorozměrnou analýzu morfologických změn způsobených vlivem stínění na rostliny. Nejdříve jsem použila dentrendovanou korespondenční analýzu (DCA) pro volbu vhodného modelu dle délky gradientu, posléze lineární metodu přímé gradientové analýzy (RDA). Nakonec jsem statistickou významnost vztahů mezi vysvětlujícími a vysvětlovanými proměnnými (tj. kanonickými osami a morfologickými charakteristikami rostlin) testovala pomocí Monte Carlo permutačního testu. Pro konstrukci ordinačního diagramu jsem použila program CanoDraw for Windows 4.0 (Ter Braak et Šmilauer 2002).

2.3.2. Experiment v klimaboxu

Experiment probíhal v klimaboxu s nastaveným světelným a teplotním režimem, teplota v místnosti byla nastavená na 18 ºC, světlo na 16 hodin a tma na 8 hodin. Použila jsem 30 květináčů a do každého jsem vysela 50 semen rozchodníků. Polovina květináčů byla stíněna (v průměru 35 μmol (FAR) s^{-1} m^{-2}). Druhá polovina květináčů byla kontrolní, nestíněná (v průměru 110 μmol (FAR) s^{-1} m^{-2}). Fotosynteticky aktivní záření (FAR) bylo měřeno přístrojem LI 6400 od firmy LI – COR). Ke stínění byla použita stejná textilie jako v předchozím pokusu (kapitola 2.3.1.). Květináče byly umístěné ve dvou světelných boxech formou latinského čtverce (Příloha 4). Po jednom měsíci od založení experimentu jsem spočítala vyklíčené rostlinky v jednotlivých květináčích. Bohužel pokus musel být po 6 týdnech předčasně ukončen, vzhledem k tomu, že rostlinky hlavně v stíněných květináčích postupně odumíraly a některé květináče byly již zcela prázdné. Také se na povrchu substrátu některých, hlavně nestíněných květináčů objevila plíseň. Počet rostlin, které vyklíčily, jsem vyhodnotila v programu Statistica 7.0 a použila jsem dvoucestnou analýzu variance (ANOVA s pevnými faktory stínění a box).

2.4. Počet semen a klíčení

Ze záchranné kultury v Třeboni jsem v červenci 2004 sebrala zralé, ještě neotevřené plody. U 55 souplodí měchýřků jsem spočítala celkový počet semen, z čehož jsem dále vypočítala průměrný počet semen na jedno souplodí.

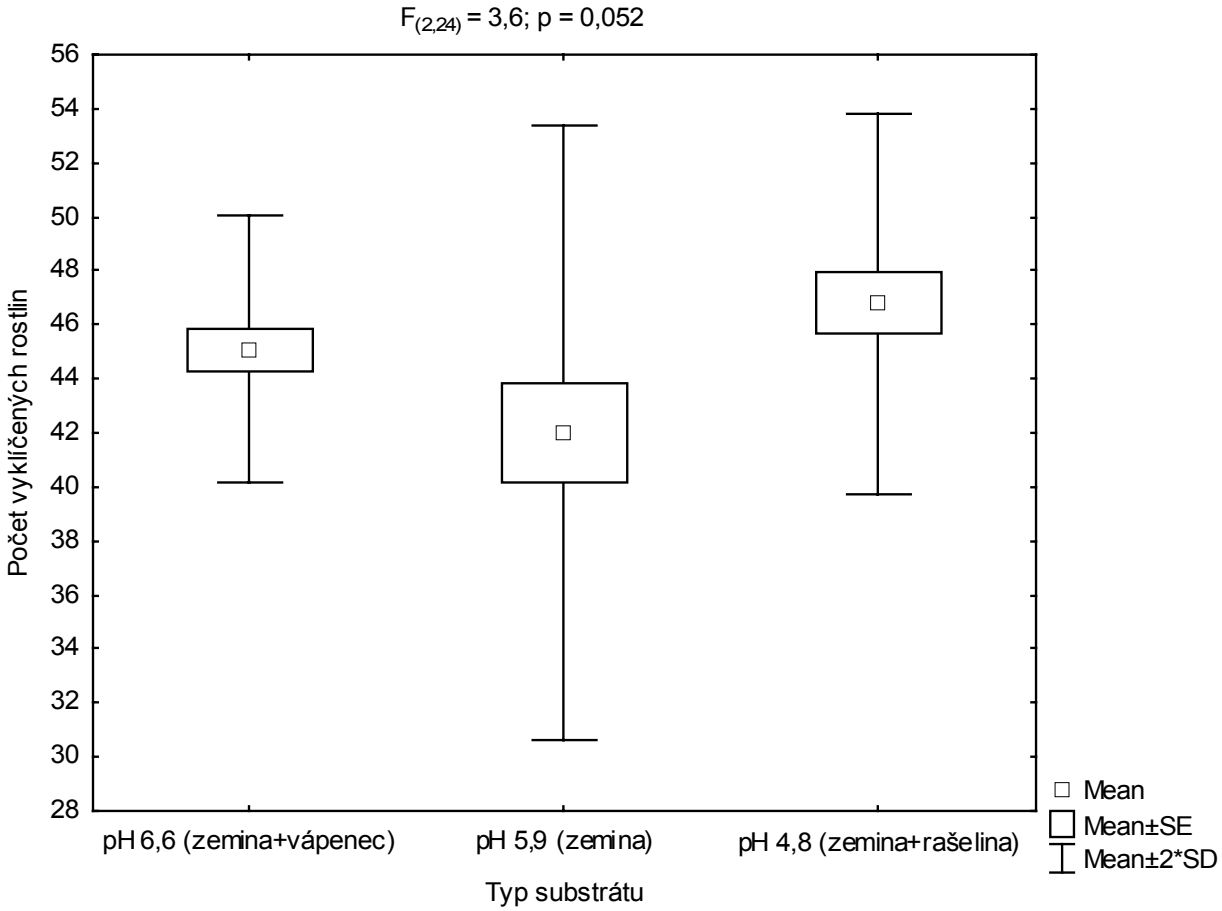
Provedla jsem orientační kontrolu klíčení u 3,5 roku starých semen, abych zjistila jejich klíčivost i zda rozdíly v klíčení v experimentech se stíněním nezpůsobuje vyšší vlhkost. Tato semena byla skladována v lednici v papírovém pytlíku při teplotě 11 ºC. Připravila jsem si tři misky se stejným substrátem (běžně dostupný květinový substrát) a do každé misky jsem vysela 100 semen. Jednu misku jsem nechala nezastíněnou, druhou jsem zastínila dvojitou vrstvou zelené tkaniny (rašlový úplet) použité také u experimentů se stíněním (tkanina simulovala hustý porost) a třetí misku jsem zakryla polyetylénovou fólii (k vytvoření vysoké vzdušné vlhkosti bez zastínění). Všechny misky jsem umístila na okenní parapet (východní strana, v místnosti byla teplota kolem 21 ºC) a u všech jsem zálivkou udržovala vlhký substrát. Počítala jsem vyklíčené rostliny po jednom, dvou a třech týdnech od výsevu.

3. VÝSLEDKY

3.1. Vliv substrátu na klíčení a růst rostlin

3.1.1. Vliv substrátu na počet vyklíčených rostlin

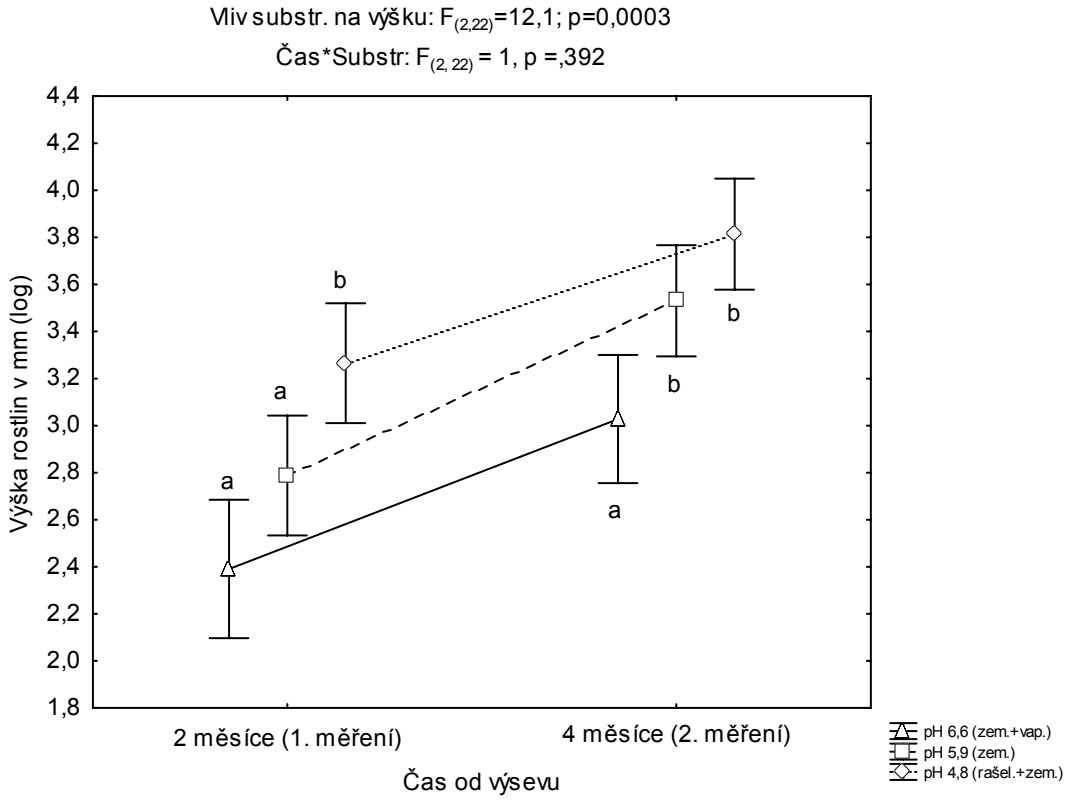
Po jednom týdnu od výsevu semena klíčila na všech typech substrátů. Po dvou týdnech vyklíčené rostliny na rašelině uhynuly, v ostatních substrátech přežívaly. Výsledky dvoucestné ANOVY (dat získaných po jednom měsíci od výsevu) ukázaly, že substráty s různými hodnotami pH neměly vliv na počet vyklíčených rostlin ($F_{(2,24)} = 3,6$; $p = 0,052$) (obr. 3-1).



Obr. 3-1 Vliv substrátu na počet vyklíčených rostlin po jednom měsíci od výsevu (dvoucestná ANOVA)

3.1.2. Vliv substrátu na výšku rostlin

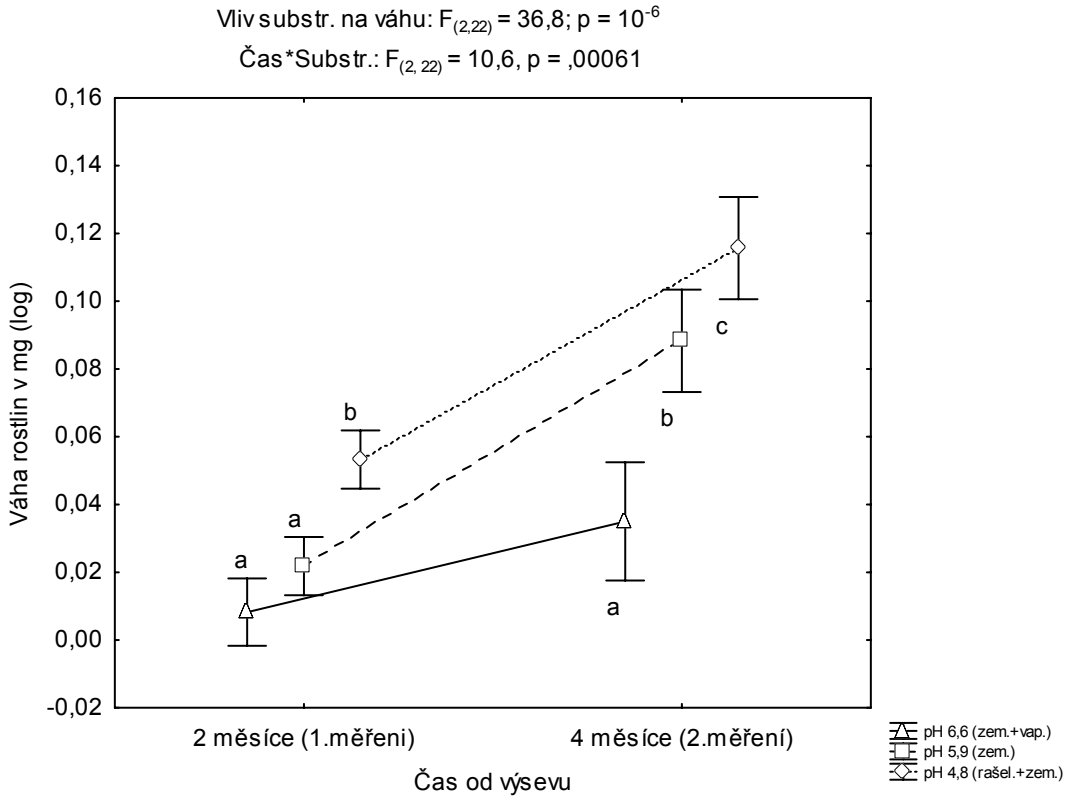
Výsledky analýzy variance opakovaných měření ukázaly, že rostliny průkazně nejlépe prosperovaly v substrátu s pH 4,8 ($F_{(2,22)}$ = 12,1; p = 0,0003). V substrátech s pH 5,9 a 6,6 rostliny také rostly, ale jejich výška byla nižší. Interakce času a substrátu nebyla průkazná ($F_{(2,22)}$ = 1; p = 0,392), což znamená, že rozdíly v rychlosti růstu rostlin na různých substrátech se v čase neměnily. Při testování rozdílů ve výšce rostlin mnohonásobným porovnáváním (Tukey HSD test) po 2 měsících od výsevu (1. měření) se výška rostlin v substrátu s pH 4,8 průkazně lišila od výšky rostlin v substrátech s pH 6,6 a pH 5,9, u kterých byly rozdíly ve výšce neprůkazné (obr. 3-2). Měření jsem opakovala po 4 měsících od výsevu (2. měření). Průkazně se lišila výška rostlin v substrátu s pH 6,6 (zemina + vápenec) od výšky rostlin v substrátu s pH 5,9 a 4,8, kdežto rozdíly ve výšce v substrátu s pH 5,9 a 4,8 byly neprůkazné (obr. 3-2).



Obr. 3-2 Vliv pH substrátu na výšku rostlin po 2 a 4 měsících od výsevu (ANOVA s opakovanými měřeními). Rozdíly ve výšce rostlin na substrátech s různými pH byly testovány Tukey HSD testem zvlášť po 2 a 4 měsících od výsevu. Stejná písmena označují statisticky neprůkazné rozdíly

3.1.3. Vliv substrátu na váhu rostlin

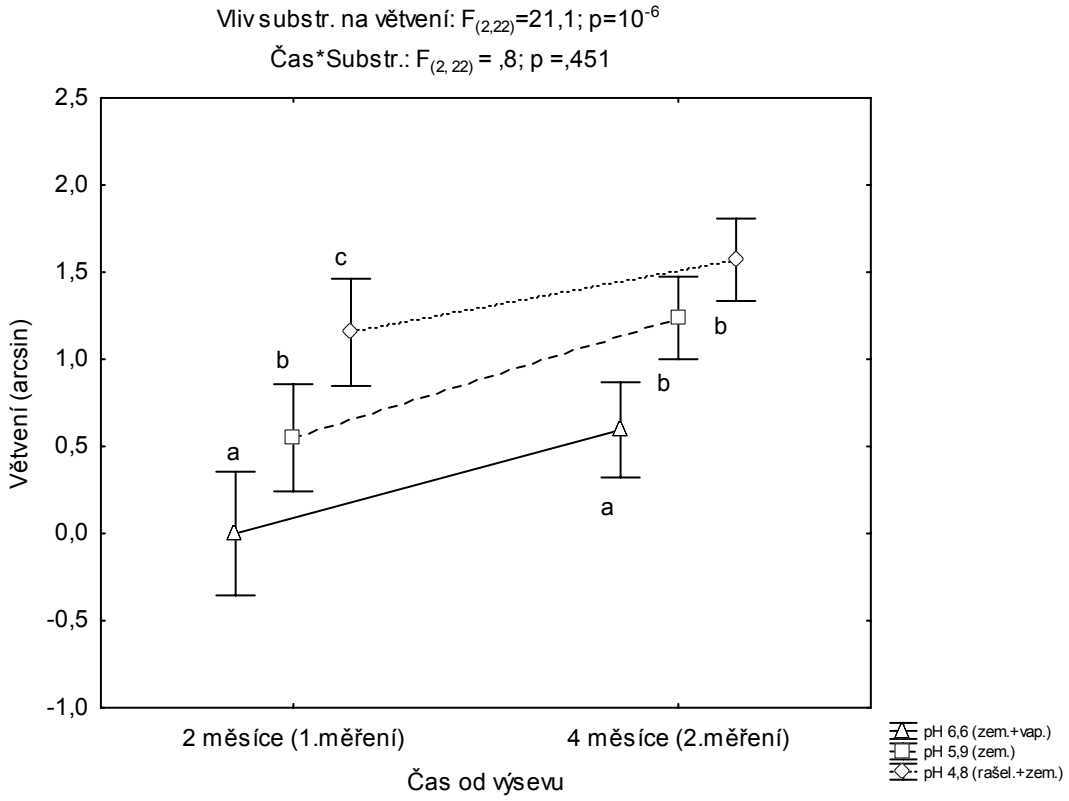
Výsledky analýzy variance opakovaných měření ukázaly, že se rostlinám průkazně nejlépe dařilo v substrátu s pH 4,8 (rašelina + zemina), ($F_{(2,22)} = 36,8$; $p = 10^{-6}$, obr. 3-3). U substrátu s pH 6,6 (zemina + vápenec) se za 2 měsíce, které uběhly mezi měřeními, produkce nadzemní biomasy zvýšila nejméně, a proto jsou průkazné změny v hmotnosti nadzemní biomasy rostlin vlivem interakce času a typu substrátu ($F_{(2,22)} = 10,6$; $p = 0,0006$). Při testování rozdílů ve váze rostlin mnohonásobnými porovnáváními (Tukey HSD test) po 2 měsících od výsevu (1. měření) se váha rostlin v substrátu s pH 4,8 průkazně lišila od váhy rostlin v substrátech s pH 6,6 a pH 5,9, u kterých byly rozdíly ve váze neprůkazné. Po 4 měsících od výsevu (2. měření) se průkazně lišila váha rostlin ve všech typech substrátů (obr. 3-3).



Obr. 3-3 Vliv pH substrátu na váhu rostlin po 2 a 4 měsících od výsevu (ANOVA s opakovanými měřeními). Rozdíly ve váze rostlin na substrátech s různými pH byly testovány Tukey HSD testem zvlášť po 2 a 4 měsících od výsevu. Stejná písmena označují statisticky neprůkazné rozdíly

3.1.4. Vliv substrátu na větvení rostlin

Výsledky analýzy variance opakovaných měření u dat týkajících se větvení rostlin ukázaly, že rostliny nejčastěji vytvářely boční větvičky v substrátu s pH 4,8 (rašelina + zemina). V substrátech s pH 5,9 (zemina) a s pH 6,6 (zemina + vápenec) se rostliny také větvily, ale počet větvících se rostlin byl průkazně nižší ($F_{(2,22)} = 21{,}1$; $p = 10^{-6}$, obr. 3-4). Interakce času a substrátu nebyla průkazná ($F_{(2, 22)} = 0{,}8$; $p = 0{,}451$). Při testování rozdílů ve větvení rostlin mnohonásobnými porovnáváními (Tukey HSD test) po 2 měsících od výsevu (1. měření) se větvení rostlin průkazně navzájem lišilo ve všech typech substrátů. Po 4 měsících od výsevu (2. měření) se průkazně lišilo větvení rostlin v substrátu s pH 6,6 (zemina + vápenec), kdežto rozdíly ve větvení v substrátu s pH 5,9 a 4,8 byly neprůkazné (obr. 3-4).



Obr. 3-4 Vliv pH substrátu na větvení rostlin po 2 a 4 měsících od výsevu (ANOVA s opakovanými měřeními). Rozdíly ve větvení rostlin na substrátech s různými pH byly testovány Tukey HSD testem zvlášť po 2 a 4 měsících od výsevu. Stejná písmena označují statisticky neprůkazné rozdíly

3.2. Vliv stínění na klíčení a růst rostlin

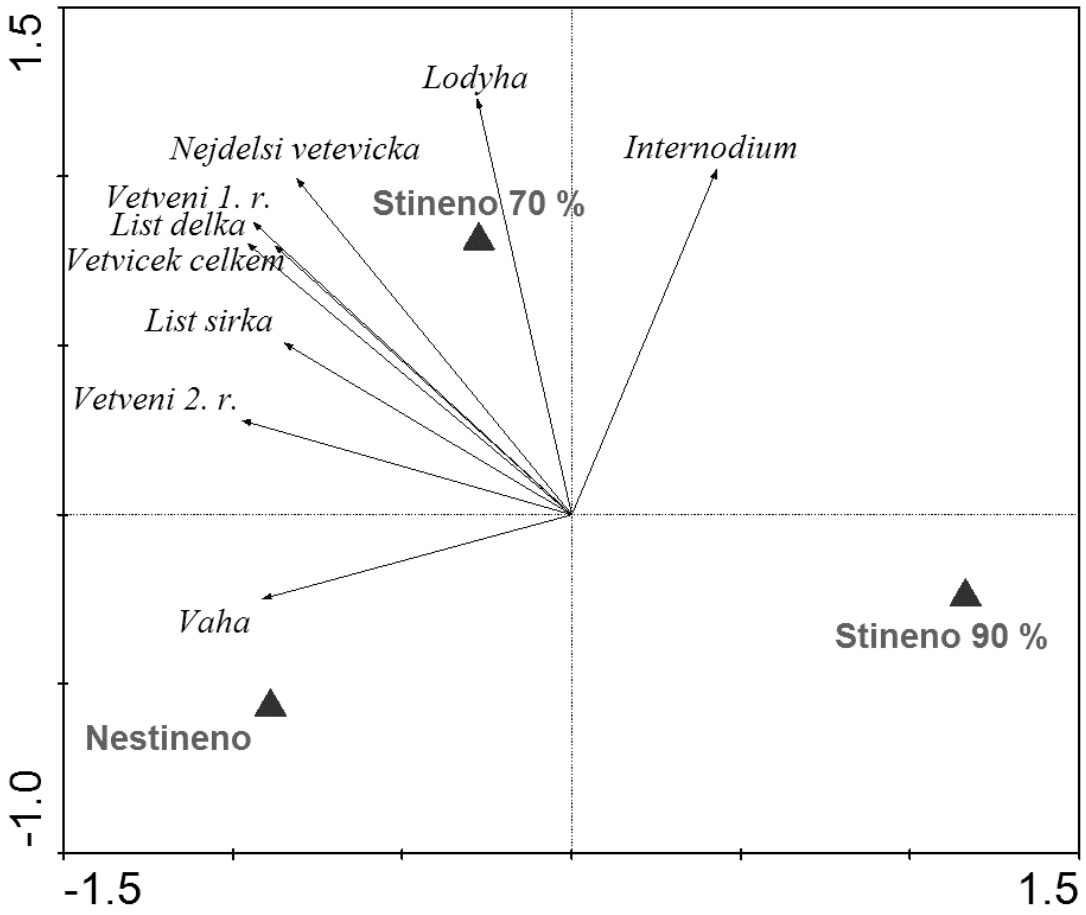
3.2.1. Venkovní experiment

Výsledky statistických analýz poukazují na to, že zastínění mělo průkazný vliv na počet rostlin a na některé morfologické charakteristiky, jako jsou celkový počet postranních větviček, nejdelší postranní větvička, větvení 1. a 2. řádu, délka listu a hmotnost nadzemní biomasy. Postranní větvičky byly průkazně nejdelší u rostlin se 70 % zastíněním. Rostliny ovlivněné touto hladinou zastínění se také nejvíce větvily do 1. řádu a měly v průměru nejdelší list. Podle očekávání byla největší hmotnost nadzemní biomasy u nezastíněných rostlin a ty se také průkazně nejčastěji větvily do 2. řádu. Překvapivě rozdíly v délce lodyhy (nadzemní části) a délce internodia vyšly neprůkazně (Tab. 1).

Výsledky Monte Carlo permutačního testu potvrdily, že stínění má průkazný vliv na celkové změny v morfologii rostlin (množství vysvětlené variability na všech osách ($F = 6,0$; $p = 0,004$, obr. 3-5).

Tab. 1 Vliv stínění na klíčení a růst rostlin *Sedum villosum* ($\overline{X}$ ±SE). Rozdíly v morfologických charakteristikách rostlin v různých typech zastínění byly testovány jednocestnou ANOVOU s následným Tukey HSD testem zvlášť pro každou charakteristiku (řádky). Stejná písmena označují statisticky neprůkazné rozdíly

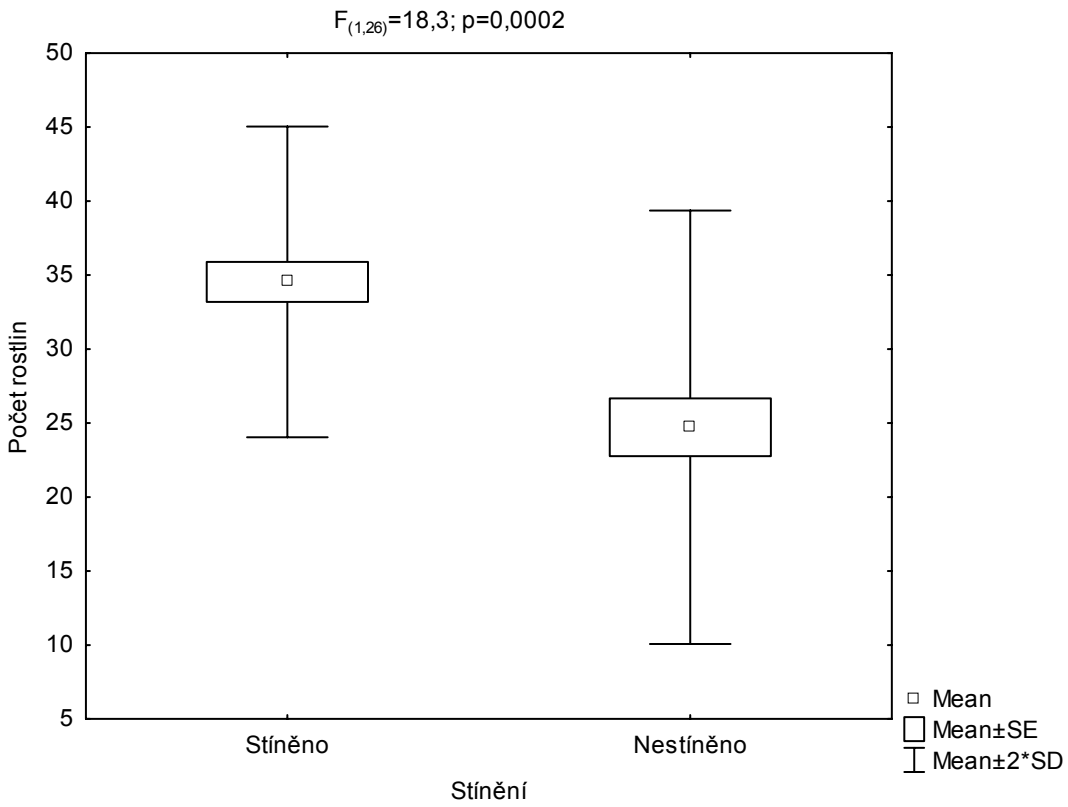
	Nestíněno ($\overline{X}$ ±SE)	**Stíněno 70% ($\overline{X}$ ±SE)**	**Stíněno 90% ($\overline{X}$ ±SE)**	**$F_{(2,6)}$**	**p**
Počet rostlin	14,6 ± 2,3 ***ab***	19,7 ± 1,7 ***a***	10,1 ± 0,8 ***b***	7,9	**0,020**
Délka lodyhy (mm)	28,1 ± 3,7 ***a***	40,1 ± 3,6 ***a***	26,8 ± 3,5 ***a***	4,1	0,074
Délka internodia (mm)	2,30 ± 0,3 ***a***	4,30 ± 0,4 ***a***	3,80 ± 0,9 ***a***	2,9	0,129
Nejdelší větvička (mm)	18,6 ± 3,4 ***a***	26,4 ± 2,4 ***a***	6,70 ± 1,9 ***b***	14,5	**0,005**
Větvení 1. ř.	8,90 ± 1,4 ***a***	11,6 ± 0,3 ***a***	1,90 ± 0,5 ***b***	31,7	**0,001**
Větvení 2. ř.	1,20 ± 0,3 ***a***	1,10 ± 0,2 ***a***	0 ***b***	8,0	**0,020**
Počet větviček	5,06 ± 1,0 ***a***	6,30 ± 0,2 ***a***	0,90 ± 0,3 ***b***	27,1	**0,001**
Délka listu (mm)	7,50 ± 0,5 ***a***	8,40 ± 0,5 ***a***	5,00 ± 0,6 ***b***	11,0	**0,010**
Šířka listu (mm)	2,00 ± 0,1 ***a***	2,10 ± 0,1 ***a***	1,70 ± 0,1 ***a***	4,9	0,054
Váha (mg)	44,6 ± 15,6 ***a***	25,1 ± 2,9 ***ab***	2,40 ± 0,5 ***b***	5,3	**0,047**



Obr. 3-5 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA ilustrující změny v morfologických charakteristikách rostlin následkem různých hladin zastínění (délka internodia, lodyhy, nejdelší větvičky, délka listu a šířka listu v milimetrech, váha v miligramech.). První kanonická osa vysvětluje 55 % variability a druhá osa 12 % variability v datech

3.2.2. Experiment v klimaboxu

Vzhledem k předčasnému ukončení experimentu jsem analyzovala pouze počet vyklíčených rostlin u obou hladin zastínění. Výsledky analýzy ukázaly průkazný vliv zastínění na počet vyklíčených rostlin ($F_{(1,26)}$ = 18,3; p = 0,0002). V průměru o 10 rostlin méně jsem napočítala v nezastíněných květináčích (obr. 3-6).



Obr. 3-6 Vliv stínění na počet vyklíčených rostlin po jednom měsíci od výsevu (dvoucestná ANOVA)

3.3. Počet semen a klíčení

Počet semen v jednotlivých souplodích se pohyboval od 20 do 61. Průměrný počet semen na jedno souplodí rozchodníku huňatého, který je složený z 5 měchýřků, byl 36,6 ± 1,2 (±SE, n = 55).

Klíčení 3,5 roku starých semen rozchodníku

V nestíněné misce jsem pozorovala první vyklíčené rostlinky po 4,5 dnech. U misky nestíněné zakryté polyetylénovou fólii se první rostlinky objevily již po 3,5 dnech a u misky zastíněné dvojitou vrstvou tkaniny až po 5 dnech. Počet vyklíčených rostlin v procentech je pro přehlednost uveden v tabulce 2.

Tab. 2 Počet vyklíčených rostlin (v procentech) po 1., 2. a 3. týdnu od výsevu

	1 týden	**2 týdny**	**3 týdny**
Nestíněno	40 %	79 %	64 %
Nestíněno + PE folie	78 %	78 %	78 %
Stíněno	69 %	83 %	45 %

4. DISKUSE

4.1. Vlivu substrátu na klíčení a růst rostlin

O rozchodníku huňatém je známo, že má v oblibě mírně kyselé substráty, které jsou bohaté na minerální látky a vyhýbá se vápencovému podkladu (Grulich in Hejný et Slavík 2003). Ve své práci Burešová (1987) prováděla měření výměnného pH vzorků půdy (výluhem neutrální solí) přímo z lokalit, kde se rozchodník vyskytoval. Ve vzorcích půdy z lokality Na Podlesích (jižně od obce Brodec u Opatova) naměřila pH 4,3 (vzorek odebrán těsně u rozchodníku) a pH 6,0 (vzorek odebrán u potoka). Na lokalitě Zhorec (1,5 km jihovýchodně od Stonařova) odebrala 4 vzorky z různých míst a průměrná hodnota pH byla 4,3. Na druhé zmíněné lokalitě se dnes rozchodník již nevyskytuje. Na lokalitě Kostelní vrch (Šumava) v roce 2004 J. Jersáková naměřila pH v potoku 5,4 a těsně u rozchodníku pH 6,1. Kostelní vrch je jedna z mála lokalit v jižních Čechách, kde rostliny do dnešní doby přežívají.

Výsledky ověřování nároků na pH substrátu v mé práci ukázaly, že rostliny nejlépe prosperovaly v substrátu s pH 4,8 (pH 4,8 vodního výluhu odpovídá přibližně pH 4,3 výluhu neutrální solí, které bylo naměřené v práci Burešové), i když výsledky naznačují, že pH substrátu na vyklíčení rostlin nemá průkazný vliv. V substrátu s pH 3,7, který obsahoval pouze čistou rašelinu, rostliny do 11 dnů po vyklíčení uhynuly. To by mohlo nasvědčovat tomu, že takto nízké hodnoty pH nejsou pro tuto rostlinu vhodné nebo i to, že čistá rašelina je pro rostliny minerálně málo úživná, a proto rostliny po vyklíčení uhynuly. Tento výsledek také osvětluje, proč rozchodník neroste na obnažené rašelině v okolí rašelinných jezírek, kde se daří jiným konkurenčně slabým druhům, jako jsou například rosnatky. Testování nároků na pH substrátu také ukazuje, že rostliny jsou schopny v experimentálních podmínkách vyklíčit i růst v pH 6,6. Hodnoty pH substrátu naměřené na Kostelním vrchu se značně liší od hodnoty pH 4,8 v experimentu, při které se rostlinám dařilo nejlépe, což svědčí o tom, že rostliny tolerují větší rozpětí pH substrátů.

4.2. Vliv stínění na klíčení a růst rostlin

4.2.1. Venkovní experiment

Z literatury je známo, že rozchodník je konkurenčně slabá rostlina, která nesnáší okolní zastínění vyšší vegetace (Grulich in Hejný et Slavík 2003, Chán 1999). Pokud jsou rostliny zastíněny, tak ve spodních patrech vegetace dochází k úbytku celkového množství fotosynteticky aktivního záření (FAR) i ke změně jeho spektrálního složení. To má za následek nižší rychlost fotosyntézy (Skálová 2004, Ballaré et Scopel 1994). U zastíněných rostlin dochází k významnému prodlužování stonků a řapíků a k utlumení vývoje úžlabních pupenů. Následkem toho mají dvouděložné rostliny málo větvené stonky. Změny nastanou i v orientaci, velikosti a stavbě listů. Obecný význam těchto adaptačních růstových reakcí je v rámci možností umístit asimilační orgány mimo dosah skutečného nebo očekávaného stínu okolních rostlin (Grime 2001, Skálová 2004). Stín tolerující rostliny mají často větší listy a tím zvyšují svou fotosyntetickou účinnost, aby se mohly vypořádat se sníženým stupněm fotosyntézy (Stoneman et Dell 1993). Rovněž semena různých druhů rostlin mají rozdílné nároky na podmínky, za kterých semena vyklíčí. Některá klíčí pod zemí ve tmě, jiná na povrchu, další pouze na místech s řídkou vegetací (Skálová 2004, Procházka et al. 1998). Ve své práci Skálová (2004) stanovila ve vybraných typech porostů orientační hodnoty poklesu celkového množství fotosynteticky aktivního záření. Například v opadavém listnatém lese v zimě je hodnota FAR 50–70 %, ve stejném lese v létě 10–20 %, v neopadavém jehličnatém lese i v tropickém deštném pralese 1 % i méně, na mokrých kosených loukách mírného pásma je to 10 % a na horských loukách mírného pásma kolem 20–30%. Ve všech typech porostů byl také značný pokles R/FR (tj. poměr krátkovlnného červeného a dlouhovlnného červeného záření).

Výsledky testování vlivu stínění na počet rostlin ukazují, že nejvíce rostlin vyklíčilo a přežívalo v 70 % zastínění. V 90 % zastínění vyklíčilo v průměru o 10 rostlin méně než u 70 % zastínění a o 5 rostlin méně než v nezastíněných nádobách. Lze předpokládat, že 70 % zastínění (tj. 30 % procházejícího FAR) není pro rozchodník kritické a snížený odpar vody ze substrátu způsobený zastíněním, má na výsledku zřejmě také značný podíl. Výsledky testování vlivu stínění na morfologické charakteristiky ukazují, že lodyhy byly u rostlin v 70 % zastínění vytáhlejší v průměru o 12,6 mm oproti zbylým nádobám, test však nebyl průkazný. To, že rostliny v 90 % zastínění a nezastíněné rostliny měly v průměru téměř

stejnou délku, by se dalo vysvětlit tím, že při 90 % zastínění rostliny již neměly dostatek energie, kterou by investovaly do biomasy a růst celkově stagnoval. Neduživé rostliny určitou dobu přežívaly, pak ale postupně hynuly. Nezastíněné rostliny naopak nemusely soutěžit o světlo, nevytahovaly se a nashromážděnou energii ukládaly do biomasy, jak je vidět v posledním řádku tabulky (Tab. 1), kde mají nezastíněné rostliny o 19,5 mg vyšší váhu nadzemní biomasy než rostliny se 70 % zastíněním a o 42 mg více než rostliny s 90 % zastíněním. U větvení i délky postranních větviček je patrné, že rostliny nezastíněné a rostliny se 70 % zastíněním se v těchto charakteristikách nelišily, kdežto 90 % zastínění již bylo pro rostliny kritické a u těchto rostlin došlo k podstatnému útlumu vývoje úžlabních pupenů, z kterých by posléze vznikly postranní větvičky. Průkazný byl také vliv zastínění na délku listu, kdežto vliv zastínění na šířku listu byl neprůkazný. Podobné výsledky týkající se vlivu zastínění byly popsány v práci Janečkové et al. (2006), která se zabývala problematikou vlivu zastínění na vlhkomilnou terestrickou orchidej *(Dactylorhiza majalis).* Jejich výsledky ukazují, že zastínění průkazně ovlivnilo délku lodyhy a poměr šířky a délky listu na konci sezóny.

V 90 % zastínění (odpovídá výše zmíněné orientační hodnotě FAR – 10 % na mokrých kosených loukách mírného pásma (Skálová (2004)) je množství světla pro zdárný růst rozchodníku nedostatečné. Pro vytvoření optimálních růstových podmínek pro rostliny rozchodníku na lokalitě, která by byla vegetací takto silně zastíněna, je nutné kromě kosení provádět šetrné narušování a odstraňování půdního krytu kolem rostlin (Petříček et al. 1999). Narušovat půdní kryt by bylo dobré i v blízkém a dostatečně vlhkém okolí rozchodníků, kam by mohly dopadat ulamující se postranní větvičky, které by tak měly šanci zakořenit, nebo se tam mohla šířit semena, která by na takových místech také měla větší šanci vyklíčit. Všechny takové zákroky však musí být schváleny a řádně zdokumentovány orgány ochrany přírody.

4.2.2. Experiment v klimaboxu

Tento experiment bohužel musel být předčasně zrušen kvůli odumření rostlin. I když se podařilo vyhodnotit počet vyklíčených rostlin po jednom měsíci, nevím nakolik byly výsledky ovlivněny a hodnotím tento pokus jako neúspěšný. Příčin neúspěšnosti tohoto experimentu může být více. Jednou z nich může být skutečnost, že krátce po založení experimentu se v obrovském množství objevily malé mušky smutnice. Ty pravděpodobně

pocházely z komerčně vyráběného substrátu, který byl použitý k výsevu. Množství dospělců jsem se snažila redukovat pomocí lepivých optických lapačů. Larvy těchto škůdců poškozují kořínky mladých rostlin. Další možností je plíseň, která se také u některých květináčů vyskytla. Pozorovala jsem, že nejrychleji odumíraly rostliny zastíněné, což mohlo být způsobeno i tím, že použité zastínění bylo pro tyto rostliny kritické (vzhledem k výkonu zářivek klimaboxu byla míra zastínění o polovinu nižší než zastínění použité ve výše popsaném venkovním experimentu) a z důvodu nedostatku potřebné energie docházelo k úhynu. Mohlo to však být ovlivněno i jinými podmínkami v klimaboxu, např. sálajícím teplem ze zářivek). Jsou to jen spekulace, na opakování tohoto experimentu již touto dobou pracuje další student a z jeho výsledků vyplyne, co bylo příčinou této neúspěšnosti.

4.3. Počet semen a klíčení

Plody rozchodníků, u kterých jsem počítala semena, pocházely ze záchranné kultury v Třeboni. Zde mají rostliny vzhledem k nízké konkurenci okolních rostlin optimální podmínky a jejich tvorba semen tak nemusí odpovídat rostlinám na přirozených stanovištích. Pro srovnání by bylo dobré v budoucnu spočítat a stanovit průměrný počet semen u rostlin, které budou sebrány z míst přirozeného výskytu.

Klíčení 3,5 roku starých semen rozchodníku (orientační pokus)

Ve výše popsaných experimentech, týkajících se vlivu zastínění na rostliny rozchodníků, mi nejvíce rostlin vyklíčilo v nádobách, které byly zastíněné. Proto jsem provedla orientační pokus, jestli se moje domněnka, že to je způsobeno spíše vyšší vlhkostí než zastíněním potvrdí. Nejrychleji i nejpočetněji klíčila semena, u kterých byla zabezpečena stálá vlhkost přikrytím. Nestíněná (nepřikrytá) semena vyklíčila do srovnatelného počtu s týdenním zpožděním. Po dalším (3. týdnu) se stabilní počet vyklíčených rostlin držel pouze v nádobě přikryté PE fólií, ve zbylých dvou nádobách počet rostlin klesl. To, že posléze rostliny v zastíněné nádobě hynuly, si vysvětluji nedostatkem světla, které je pro další vývin rostlin důležité a úhyn v nestíněných nádobách si vysvětluji citlivostí na kolísání vlhkosti. Protože v misce přikryté fólií a v zastíněných nádobách se přikrytím udržovala vyšší vlhkost a také proto, že se rozchodník vyskytuje na stanovištích s dostatkem vody, lze tvrdit, že

ve fázi klíčení je vysoká vlhkost pro úspěšné vyklíčení důležitá a zřejmě ovlivňuje i další růst a přežívání rostlin.

V mém experimentu nebyly faktory stínění a vlhkost od sebe zcela odděleny, proto by bylo dobré v budoucnu otestovat vliv vlhkosti na klíčení a počet rostlin v dalším podrobnějším experimentu.

5. ZÁVĚR

Z výsledků této práce vyplývá, že pro rozchodník huňatý je vhodné pH substrátu kolem 4,8. Toleruje však i vyšší pH substrátu blížící se neutrálnímu pH, kde bude nějakou dobu přežívat, ale rostliny budou subtilnější a budou mít méně bočních větviček. Na čistém rašelinném substrátu s pH pod 4 rozchodník nerostl. Co se týče vlivu stínění, z výsledků vyplývá, že nezastíněným rostlinám se dařilo nejlépe, tj. měly robustnější vzhled a největší váhu sušiny nadzemní biomasy. Mírné zastínění (30 % FAR) rozchodník také poměrně dobře toleroval, vzhledově byl oproti nezastíněným méně robustný a byl vytáhlejší. Silné zastínění (10 % FAR) se však u rostlin projevilo v celkovém zabrzdění růstu, v útlumu vývoje úžlabních pupenů a následně rostliny uhynuly. Co se týče klíčení semen rozchodníků, zastínění v počáteční fázi udržovalo potřebnou vlhkost, která je pro úspěšné vyklíčení důležitá a v mírně zastíněných nádobách (30 % FAR) vyklíčilo nejvíce rostlin rozchodníků. Tato rostlina má poměrně dobrou klíčivost semen. První semena jsou schopna vyklíčit do 4 až 5 dnů. Pro zdárný růst rostlin a přechod do generativní fáze je však nutné rostlinám pomoci vhodným managementem, aby nedocházelo k stínění a vytlačování rostlin rozchodníků okolní vegetací.

Rozchodník huňatý patří k velmi nenápadným rostlinám, je velmi snadné ho v přírodě přehlédnout. Ještě stále je však u nás několik málo lokalit, kde ho přece jen najít můžeme. Tak, jak lidská ruka přispěla k jeho rychlému ústupu, tak právě ta ruka by se měla přičinit, aby tento druh nezmizel z naší přírody navždy.

6. LITERATURA

ALBRECHT, J. et al. (2003): Českobudějovicko. In MACKOVČIN, P. et SEDLÁČEK, M. (eds.): Chráněná území ČR, svazek VIII., AOPK ČR a EkoCentrum Brno, Praha, p. 808.

BALLARÉ, C. L. et SCOPEL, A. L. (1994): Plant photomorpfogenesis and canopy growth, pp. 89–102. In: TIBBITTS, T. W. (ed): International lighting in controlled environments workshop, NASA–CP–95–3309.

BRIGGS, D. et WALTERS, S. M. (1997): Plant variation and evolution. Cambridge University Press, Cambridge. [Český překlad: HAVRÁNEK, P., RYBKA, V. et KONVIČKA, M. (2001): Proměnlivost a evoluce rostlin.Univerzita Palackého, Olomouc, p. 531].

BUREŠOVÁ, J. (1987): Ohrožené druhy cévnatých rostlin v Brtnické pahorkatině (mezi Radonínem, Stonařovem a Heraldicemi), jejich biologie a ochrana. Magisterská diplomová práce, Přírodovědecká fakulta univerzity J. E. Purkyně, Brno, p. 113 + přílohy.

ČEŘOVSKÝ, J., FERÁKOVÁ, V., HOLUB, J., MAGLOCKÝ, Š. et PROCHÁZKA, F. (1999): Červená kniha ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů ČR a SR, díl 5. Príroda, Bratislava, p.456.

DYKYJOVÁ, D. et al. (1989): Metody studia ekosystémů. Academia, Praha, p. 690.

FLEGR, J. (2005): Evoluční biologie. Academia, Praha, p. 559.

GRIME, J. P. (2001): Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties. Wiley, Chichester, 2nd ed., p. 418.

GRULICH, V. (2003): *Sedum*. In HEJNÝ, S. et SLAVÍK, B. (eds.): Květena České republiky 3, pp. 388–392, Academia, Praha.

GRULICH, V. (2002): *Sedum* L. In KUBÁT, K., HROUDA, L., CHRTEK, J. jun., KAPLAN, Z., KIRSCHNER, J. et ŠTĚPÁNEK, J. (eds.): Klíč ke květeně České republiky. pp. 303–305, Academia, Praha.

HÁJEK, M., HORSÁK, M., POULÍČKOVÁ, A., VAŠUTOVÁ, M. et HÁJKOVÁ, P. (2005): Ohrožená pestrost života na karpatských lučních prameništích. Společnost pro přírodu a krajinu ACTAEA, Rožnov pod Radhoštěm, p. 86.

HOLUB, J. et PROCHÁZKA, F. (2000): Červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000). Preslia 72: pp. 187–230.

CHÁN, V. (ed.) (1999): Komentovaný červený seznam květeny jižní části Čech. AOPK ČR, Praha, p. 284.

CHYTRÝ, M., KUČERA, T. et KOČÍ, M. (eds.) (2001): Katalog biotopů České republiky. AOPK ČR, Praha, p 307.

IUCN (1990): The IUCN red data book. IUCN, Gland, Switzerland.

IUCN (1996): 1996 IUCN Red list of threatened animals. IUCN, Gland, Switzerland.

JANEČKOVÁ, P., WOTAVOVÁ, K., SCHÖDELBAUEROVÁ, I., JERSÁKOVÁ, J. et KINDLMANN, P. (2006): Relative effects of management and environmental conditions on performance and survival of populations of a terrestrial orchid, *Dactylorhiza majalis*. Biological Conservation 129, pp. 40–49.

KAPLAN, Z. et al. (2007): Upozornění na rizika spojená s vysazováním nepůvodních druhů rostlin do přírody a posilováním populací ohrožených druhů. Zprávy České Botanické Společnosti 42, pp. 337–338.

KIRSCHNEROVÁ, L. et ALBRECHT, J. (2003): Uchováme hořec jarní v české květeně? Ochrana přírody 6, pp. 165–167.

KIRSCHNEROVÁ, L., KAVALCOVÁ, V. et KLAUDISOVÁ, A. (2008): Záchranný program pro hořec jarní (*Gentiana verna* L. subsp. *verna*) v České republice: http://www.nature.cz/zachranneprogramy/index.php?docId=2227

LEPŠ, J. (1996): Biostatistika. Skriptum, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, p. 166.

MORAVEC, J. a kol. (1995): Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. 2. vydání, Okresní vlastivědné muzeum v Litoměřicích; Severočeská pobočka České botanické společnosti v Ústí nad Labem a Botanický ústav AV ČR v Průhonicích, p. 206.

Parkin, M. (2007): Reintroducing native plants into the wild. Written for the New England Plant Conservation Program (NEPCoP) by Mary Parkin, U.S. Fish and Wildlife Service: http://www.newfs.org/protect/rare-plants-and-conservation/policies-issues/reintroduction-policy.html

PETŘÍČEK, V. (ed.) et al. (1999): Péče o chráněná území I., AOPK ČR, Praha, p. 452.

PRIMACK, R. B., KINDLMAN, P. et JERSÁKOVÁ, J. (2001): Biologické principy ochrany přírody. Portál, Praha, p. 349.

PROCHÁZKA, F., ŠTECH, M. (eds.) (2002): Komentovaný černý a červený seznam cévnatých rostlin české Šumavy. Správa NP a CHKO Šumava & Eko-Agency KOPR, Vimperk, p. 140.

PROCHÁZKA, S., MACHÁČKOVÁ, I., KREKULE, J., ŠEBÁNEK J. et al. (2002): Fyziologie rostlin. Academia, Praha, p. 484.

PRŮŠA, D. et al. (2005): Chráněné rostliny České a Slovenské republiky. Computer Press, Brno, p. 328.

RAUPT, D. M. (1995): O zániku druhů (Extinctions: Bad or Bad Luck?). Praha, Nakladatelství Lidové noviny, p. 190.

RYBKA, V., KLAUDISOVÁ, A. et KIRSCHNEROVÁ, L. (2002): Metodický pokyn pro zpracování záchranného programu pro zvláště chráněné druhy cévnatých rostlin. In: Klaudisová A. (ed.), Metodika pro zpracování záchranných programů pro zvláště chráněné druhy cévnatých rostlin a živočichů, AOPK ČR, Praha, p. 37.

RYBKA, V. et KLAUDISOVÁ, A. (2004): Záchranné programy ohrožených druhů rostlin. Ochrana přírody 3, pp. 67–70.

SKÁLOVÁ, H. (2004): Jak rostliny mění světelné podmínky ve svém okolí. Živa 5, pp. 201–203.

SKÁLOVÁ, H. (2004): Jak rostliny reagují na změny světelných podmínek ve svém okolí. Živa 6, pp. 251–253.

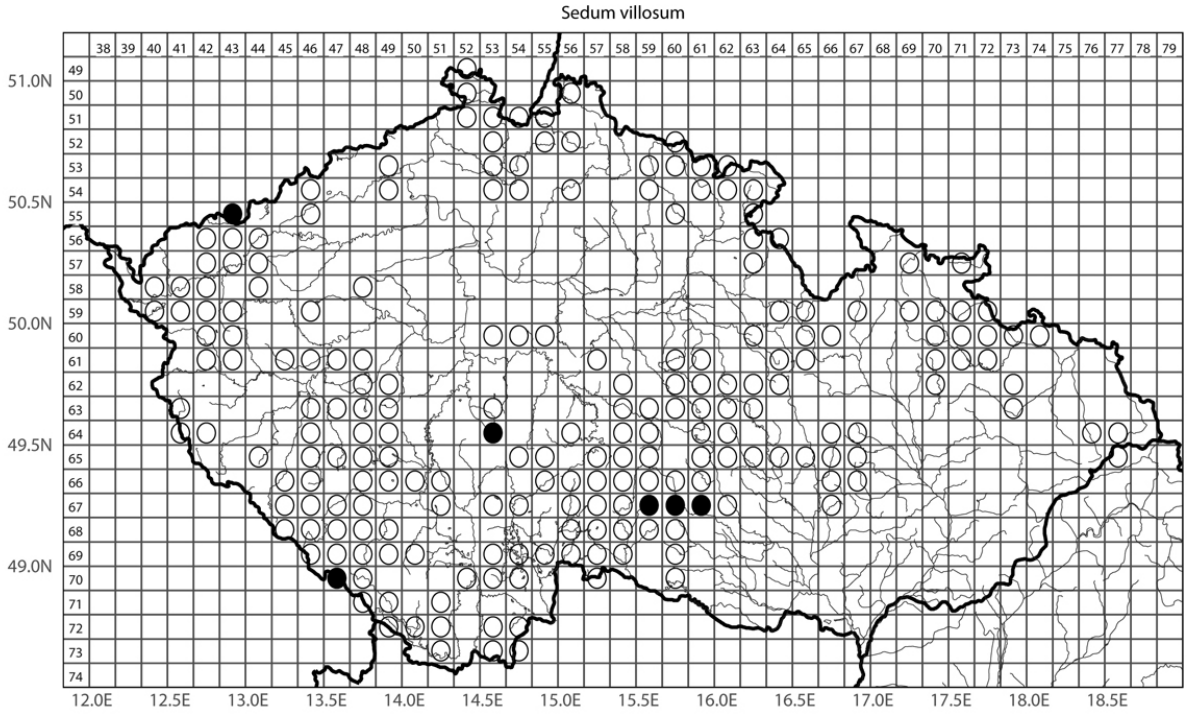
STONEMAN, G. L. et DELL, B. (1993): Growth of *Eucalyptus marginata* (Jarrah) seedlings in a greenhouse in response to shade and soil-temperature. Tree physiology 13, pp. 239–252.

WEBB, D. A. (1993): *Sedum*. In TUTIN, T. G. et al. (eds.): Flora Europaea vol. 1, pp. 429–436. Cambridge university press, Cambridge, 2nd ed.

TER BRAAK, C. J. F. et ŠMILAUER, P. (2002): CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows Users' Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5), Microcomputer Power, Ithaca.

PŘÍLOHY

Příloha 1 – rozšíření kriticky ohroženého druhu *Sedum villosum* L. v ČR. Plné kolečko = recentní výskyt, prázdné kolečko = zaniklé lokality. Mapka vytvořena podle Červené knihy ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů ČR a SR (Čeřovský et al. 1999)



Příloha 2 (obrázek vlevo) – Vliv substrátu na klíčení a růst rostlin – experiment v klimaboxu

Příloha 3 (obrázek vpravo) – Vliv stínění na klíčení a růst rostlin – venkovní experiment

Příloha 4 – Vliv stínění na klíčení a růst rostlin – experiment v klimaboxu