

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie

Ekologie nepůvodního druhu *Opuntia phaeacantha*
v České republice

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Karel Boublík, Ph.D.

Konzultant: Ing. Jan Douda, Ph.D.

Bakalant: Václav Voleman

2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Václav Voleman

Aplikovaná ekologie

Název práce

Ekologie nepůvodního druhu *Opuntia phaeacantha* v České republice

Název anglicky

Ecology of non-native species *Opuntia phaeacantha* in the Czech Republic

Cíle práce

1. Zmonitorovat počet jedinců a vitalitu dvou volně rostoucích populací nepůvodního druhu *Opuntia phaeacantha* (Velká Chuchle a Dalejský profil v Praze) a tyto dvě populace vzájemně porovnat.
2. Sebrat semena ze tří českých lokalit (Lovoš v Českém středohoří, Velká Chuchle, Dalejský profil) a následným klíčovacím experimentem v klimaboxech zjistit, jestli se tato rostlina může rozmnožovat i ve středoevropských podmínkách generativním způsobem. V klíčovacím experimentu zjistit podmínky, za kterých jednotlivé populace klíčí, a porovnat klíčení za středoevropských teplotních podmínek s klíčením za podmínek, které odpovídají původnímu areálu druhu.

Metodika

Bude vybráno několik lokalit (Lovoš v Českém středohoří, Velká Chuchle a Dalejský profil v Praze), na nichž se vyskytuje nepůvodní rostlina *Opuntia phaeacantha*.

1. Na posledních dvou zmíněných lokalitách zmonitorovat počet dospělých rostlin a semenáčků, zjistit roční přírůstky (tedy počet nových článků) a počet květů na jednotlivých rostlinách. Na základě zjištěných údajů zjistit, jak jsou populace vitální a zda se generativně šíří.
2. Z každé lokality odebrat semena (část z nich projde přirozenou stratifikací ve venkovních podmínkách) a ta v klimaboxech nechat vyklíčit. V každém klimaboxu nastavit jiné klimatické a světelné podmínky (pouště Severní Ameriky vs. střední Evropa).
3. V práci budou shrnuty dosud známé údaje o pěstování a zplanění druhů rodu *Opuntia* ve volné přírodě střední Evropy a ČR.

Doporučený rozsah práce

15-30 stran + přílohy

Klíčová slova

Cactaceae, České středohoří, klíčící experiment, nepůvodní rostliny, Praha

Doporučené zdroje informací

- Bíba T. (2007): Zimovzdorné kaktusy v našich zahradách. – Grada, Praha.
- Essl F. (2007): *Opuntia phaeacantha* Engelm. in Österreich. – *Flor. Rundbr.* 40: 49–58.
- Hadinec J. et Kubát K. (2004): *Opuntia* cf. *phaeacantha*, p. 97-98. – In: Hadinec J., Lustyk P. et Procházka F. [eds] (2004): *Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. III., Zprávy Čes. Bot. Společ.* 39: 63-103.
- Hulík J. et Douda J. (2017): Germination strategies of two dominant *Carex* species in a swamp alder forest: implications for restoration. – *Biologia* 72: 370-377.
- Pyšek P., Chytrý M., Pergl J., Sádlo J. et Wild J. (2012): Plant invasions in the Czech Republic: current state, introduction dynamics, invasive species and invaded habitats. – *Preslia* 84: 576–630.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Karel Boublík, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

Ing. Jan Douda, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2018

doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 13. 3. 2018

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 23. 04. 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Karla Boublíka, Ph.D., a konzultanta Ing. Jana Doudy, Ph.D., a že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne.....

.....

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu Ing. Karlu Boublíkovi, Ph.D., a konzultantovi této bakalářské práce Ing. Janu Doudovi, Ph.D., za pomoc při zakládání klíčícího experimentu a za cenné rady, komentáře, a podporu při zpracování bakalářské práce.

Dále také děkuji všem svým přátelům, kteří se mnou několikrát vyjeli do terénu při počítání jedinců opuncí, a za pomoc, kterou mi přitom poskytli.

Abstrakt

O růstu kaktusu druhu *Opuntia phaeacantha* ve volné přírodě střední Evropy a jeho zplaňování dosud mnoho informací neexistuje. Práce sumarizuje dosud známé údaje o zplanění druhu u nás i ve světě a zkoumá vitalitu vybraných českých populací a možnost jejich generativního množení. Během roku 2017 byly prozkoumány tři významné české lokality (Lovoš v Českém středohoří, Dalejský profil a Velká Chuchle v Praze). Populace na Dalejském profilu a ve Velké Chuchli byla podrobena důkladnému monitoringu (byl zjišťován počet semenáčků a dospělých jedinců, počet ročních přírůstků a květů), který ukázal, že obě populace velmi prosperují, a že je mezi jejich vitalitou jen minimální rozdíl. Na lokalitách bylo navíc zaznamenáno i několik semenáčků vzniklých pravděpodobně generativně. Ze všech tří lokalit byla sebrána semena na klíčící experiment, jehož cílem bylo zjistit, zda a za jakých podmínek tato semena klíčí. Semena byla ponechána tři měsíce klíčit v klimaboxech, ve dvou různých klimatických režimech (podmínky přirozeného výskytu, tedy jihozápad Severní Ameriky vs. podmínky střední Evropy). Výsledky ukázaly, že nejvíce semen (asi 15 %) vyklíčilo ze semen odebraných na Dalejském profilu a ve Velké Chuchli při klimatickém režimu Severní Ameriky. Klíčivost všech semen odebraných z populace na Lovoši a semen pěstovaných v klimatickém režimu střední Evropy byla jen kolem 1 %. Z práce vyplývá, že opuncie v našich podmínkách disponují vysokou vitalitou, přičemž od nich ale kvůli problematickému generativnímu rozmnožování žádná invazní hrozba pro naši přírodu pravděpodobně nehrozí.

Klíčová slova: Cactaceae, České středohoří, klíčící experiment, nepůvodní rostliny, Praha

Abstract

Little is known about the growth of cactus *Opuntia phaeacantha* (*Cactaceae*) in the wild of Central Europe. This bachelor thesis reviews some known facts about this species: their growth in the wild in Czechia and elsewhere, growth under Central European climate and possibility of generative reproduction. Three Bohemian localities of *Opuntia phaeacantha* (Lovoš, Dalejský profil and Velká Chuchle) were studied in 2017. Dalejský profil and Velká Chuchle populations were carefully monitored (number of seedlings, number of adult plants, number of year growth, and number of flowers). The results showed that both populations are very vital and that there is a minimal difference in their vitality. In addition, some seedlings were found out on both localities, supporting the possibility of generative reproduction. Therefore, seeds from all three localities were collected and used in a germination experiment to show if the seeds germinate. Seeds were left to germinate for three months in climaboxes in two different climate conditions: climate of southwestern part of North America (natural range) and climate of Central Europe. Approximately 15% of seeds taken from Dalejský profil and Velká Chuchle localities germinated under climatic conditions in their natural range. All seeds from Lovoš locality and seeds from other two localities growing under Central Europe climate have only 1% germination rate. In conclusion, *Opuntia phaeacantha* have a high vitality in our climate, however, their low germination rate suggests that they are not dangerous for our nature.

Key words: alien plants, *Cactaceae*, České středohoří Mts, germination experiment, Prague

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce.....	2
3. Literární rešerše	2
3.1 Nepůvodní druhy a invazní rostliny.....	2
3.2 Rod <i>Opuntia</i>	3
3.2.1 Obecná charakteristika	3
3.2.2 Opuncie jako invazní rostlina	4
3.2.3 Odolnost opuncí vůči extrémním teplotám.....	5
3.2.4 Rozmnožování opuncí.....	5
3.3 Druh <i>Opuntia phaeacantha</i>	6
3.3.1 Obecná charakteristika	6
3.3.2 <i>Opuntia phaeacantha</i> v ČR.....	6
4. Charakteristika studovaných lokalit.....	8
4.1 Lovoš.....	8
4.1.1 Poloha	9
4.1.2 Krajinný pokryv	9
4.1.3 Geomorfologická, geologická a pedologická charakteristika	9
4.1.4 Klima.....	9
4.2 Dalejský profil.....	10
4.2.1 Poloha	10
4.2.2 Krajinný pokryv	11
4.2.3 Geomorfologická, geologická a pedologická charakteristika	11
4.2.4 Klima.....	11
4.3 Velká Chuchle	11
4.3.1 Poloha	12
4.3.2 Krajinný pokryv	12
4.3.3 Geomorfologická, geologická a pedologická charakteristika	13
4.3.4 Klima.....	13
5. Metodika.....	13
5.1 Počet jedinců, jejich přírůstků a květů na lokalitách	13
5.1.1 Sběr dat.....	13
5.1.2 Zpracování dat.....	14
5.2 Klíčící experiment.....	14
5.2.1 Sběr dat.....	14

5.2.2 Zpracování dat.....	15
6. Výsledky.....	16
6.1 Počet jedinců, jejich přírůstků a květů na lokalitách.....	16
6.1.1 Dalejský profil.....	16
6.1.2 Velká Chuchle.....	16
6.1.3 Porovnání obou lokalit.....	17
6.2 Klíčící experiment.....	17
6.2.1 Počet vyklíčených semen v jednotlivých kategoriích.....	17
6.2.2 Doba klíčení, za kterou vyklíčila polovina vyklíčených semen v jednotlivých kategoriích.....	18
7. Diskuze.....	20
7.1 Počet jedinců, jejich přírůstků a květů na lokalitách.....	20
7.2 Klíčící experiment.....	21
8. Závěr.....	22
9. Přehled literatury a použitých zdrojů:.....	23
9.1 Literární zdroje.....	23
9.2 Internetové zdroje.....	25
10. Přílohy:.....	27

1. Úvod

Kaktusy jsou u nás považovány za exotické rostliny, které se v přírodě střední Evropy přirozeně nevyskytují. Opak je ale pravdou a již mnoho dekad rostou i u nás ve volné přírodě rostliny z čeledi kaktusovitých (*Cactaceae*). Jedná se rostliny z rodu *Opuntia*, známé třeba ze Středomoří, s typickým trnitým stonkem s pravidelným článkováním do širokých a v průřezu elipsovitých nebo kruhovitých segmentů, které jsou zásobárnou vody pro suchá a horká léta, se kterými se v areálu jejich přirozeného výskytu potýkají (Bíba 2007). Tento rod je navíc na mnoha místech světa silně invazní a již dnes patří mezi sto nejnebezpečnějších druhů Evropy (DAISIE 2016). V našich, pro většinu kaktusů nehostinných středoevropských podmínkách se výrazněji prosadil jediný druh, a to *Opuntia phaeacantha*, který je díky svému vertikálnímu rozšíření do výšky až 2100 m n. m. dobře adaptován na podmínky podobné těm středoevropským (Benson 1982). Tyto rostliny s původním výskytem hlavně na severu Mexika a jihozápadě USA (Bíba 2007) na našem území volně rostou pravděpodobně již několik desetiletí, avšak záznamy o jejich výskytu v ČR jsou v literatuře jen velmi omezené.

Jejich rozšíření sice zatím v České republice není moc velké, ale i tak se tato rostlina dostala na stránky Katalogu zavlečených druhů flóry České republiky (Pyšek & kol. 2002, 2012). Na kopci Lovoš v Českém středohoří navíc opuncie pokrývají celou jednu jižně orientovanou, téměř 2 000 m² rozlehlou stráň s mnoha stovkami rostlin tohoto druhu (Hadinec & Kubát 2004). Právě tato populace je správou CHKO České středohoří dokonce považována za invazní (AOPK ČR).

Tato práce shrnuje dosud známé informace o těchto rostlinách a o jejich zplanění u nás i ve světě. Kvůli nedostatku informací o středoevropských populacích, jejich životaschopnosti a rozmnožování bylo rozhodnuto zmonitorovat tři různé lokality na území Čech. Jedná se o lokality Lovoš v Českém středohoří, Velká Chuchle a Dalejský profil v Praze. Práce se zaměřuje hlavně na zjištění vitality u nás rostoucích populací a zjištění schopnosti jejich generativního rozmnožování, které kvůli údajnému nedozrávání plodů v našich podmínkách není možné (Hadinec & Kubát 2004).

Práce by tedy měla zjistit, zda je možné, aby se v budoucnosti staly opuncie reálnou invazní hrozbou středoevropské přírody, jako se tomu stalo již na mnoha jiných místech světa.

2. Cíle práce

1. Zmonitorovat počet jedinců a vitalitu dvou volně rostoucích populací nepůvodního druhu *Opuntia phaeacantha* (Velká Chuchle a Dalejský profil v Praze) a tyto dvě populace vzájemně porovnat.

2. Sebrat semena ze tří českých lokalit (Lovoš v Českém středohoří, Velká Chuchle, Dalejský profil) a následným klíčícím experimentem v klimaboxech zjistit, jestli se tato rostlina může rozmnožovat i ve střeoevropských podmínkách generativním způsobem. V klíčícím experimentu zjistit podmínky, za kterých jednotlivé populace klíčí, a porovnat klíčení za střeoevropských teplotních podmínek s klíčením za podmínek, které odpovídají původnímu areálu druhu.

3. Literární rešerše

3.1 Nepůvodní druhy a invazní rostliny

Opuncie je na našem území poměrně nedávno se objevivším nepůvodním druhem. Tato práce se snaží zjistit, zda je možné, aby se tyto rostliny rozšířily na území České republiky natolik, aby se mohly zařadit i do kategorie rostlin invazních, obdobně jako na mnoha jiných místech světa.

Introdukce nepůvodních druhů má společně s rostlinnou invazí jeden z nejdůležitějších vlivů na diverzitu rostlinných společenstev (Pyšek & kol. 2004), což vede i ke snižování přírodních hodnot daného území (Hédl 2004). Charakteristikou původního (autochtonního) druhu je fakt, že v daném území vznikl v průběhu evoluce, bez jakéhokoli přispění člověka, nebo se do daného území dostal přirozenou cestou z míst, kde je tento druh původní. Nepůvodní (alochtonní) druh je naproti tomu charakterizován tak, že by v daném území nerostl bez antropogenního vlivu (Pyšek 2005). Alochtonní druhy lze dělit na zavlečené před rokem 1500, tzv. archeofyty, což je např. mák vlčí – *Papaver rhoeas*, a zavlečené po roce 1500, tzv. neofyty, kam patří např. trnovník akát – *Robinia pseudoacacia* (Pyšek & kol. 2002). Nepůvodní druhy můžeme také dále rozdělit na naturalizované (zdomácnělé), jež jsou bez vlivu člověka v přírodě dlouhodobě životaschopné, a invazní, které v podstatě patří do podskupiny naturalizovaných, ale které se v přírodě nadprůměrně rozmnožují, což vede k jejich rozšíření po rozsáhlých nepůvodních územích (Pyšek 2005).

Hlavním stimulem k uchycení takových invazních druhů na daném území jsou dle tzv. teorie kolísajících zdrojů některé typy disturbancí nebo jejich kombinace (Hobbs & kol. 1992). Pro většinu nepůvodních druhů je však invaze nepravděpodobná a končí pouze v bezpečné fázi naturalizace, je tedy ale nutností oddělit a odhalit druhy, které

by mohly být na daném území v budoucnosti potenciálně invazní (Mlíkovský & Stýblo 2006).

Česká republika je kvůli hustému osídlení a hustotě liniových struktur v krajině dopomáhajících k šíření semen na invazní rostliny vcelku náchylná (Pyšek & Sádlo 2004). V Česku je v současné době registrováno 1454 nepůvodních druhů (Pyšek 2005), což je jen o necelou tisícovku méně nežli druhů původních, kterých je 2256 (Danihelka & kol. 2012). Z těchto nepůvodních druhů se u nás 60 taxonů chová invazně a 30 z nich je uvedeno i v seznamu nebezpečných invazních druhů, jejichž šíření a dopady je v rámci zachování diverzity rostlinných společenstev nutno potlačit (Mlíkovský & Stýblo 2006).

3.2 Rod *Opuntia*

3.2.1 Obecná charakteristika

Jedná se o jeden ze dvou největších a nejrozšířenějších rodů z čeledi kaktusovitých (*Cactaceae*), zahrnující asi 300 druhů. Udávaný počet se velmi liší vzhledem k různému pojetí jednotlivých autorů (Bíba 2007). V přírodě se vyskytují od jižní Kanady až po jižní cíp Jižní Ameriky, v Karibiku i na Galapágách. Mohou to být drobné poléhavé nebo plazivé rostliny s oddenkatými kořeny až stromy, vysoké přes 9 metrů (Rodd 2007). Stonky nebo větve jsou charakteristické svým pravidelným článkováním do širokých a v průřezu elipsovitých nebo kruhovitých segmentů, které jsou zásobárnou vody pro suchá a horká léta, s nimiž se v místech jejich přirozeného výskytu potýkají (Bíba 2007). Všechny mladé články mají na vrcholku v areolách malé masité zakrnělé listy, které však obvykle opadají záhy po vyrašení (Rodd 2007). V areolách mají kromě ostrých (někdy osténkatých) a dobře viditelných trnů ještě velké množství jemných vlasovitých glochidií – harpunovitých ostnů s háčky obrácenými nazpět, které se po dotyku velmi snadno z areol uvolňují a po zabodnutí do pokožky se jen obtížně odstraňují (Bíba 2007). Z tohoto důvodu by se opuncie neměly sázet na místa, kde si hrají děti nebo pobíhají domácí zvířata (Rodd 2007). Květy všech druhů vydrží jen krátce, otevírají se ve dne a jsou značně rozmanité. Mohou být oranžové, červené, bílé, ale v naprosté většině jsou žluté (Bíba 2007). Zelené, žluté nebo červené plody jsou u většiny druhů jedlé, avšak při konzumaci je třeba dbát zvýšené opatrnosti před velkými trny i drobnými glochidiemi.

Opuncie mají také mnoho hospodářských využití. Španělští usedlíci například v Novém světě již před mnoha sty lety poznali ekonomické možnosti ostnitých „hrušek“, jak opuncíím říkali, pro jejich podíl na vzniku cenného červeného barviva, karmínu. Červec *Dactylopius coccus*, hmyz škodící na těchto kaktusech totiž po usušení a rozdrcení dával červený pigment, svého času třetí nejvýnosnější vývozní artikl Mexika (Marinelli 2006). Další využití má prakticky každá část této rostliny. Její plody se konzumují jako ovoce, nejmladší stonkové výhony jako zelenina, odtrněné rostliny se používají jako píce, ze sušené a mleté opuncie se

vyrábí nopálová mouka a v zemědělství se používá často pro získání organického materiálu jako meziplodina (Kunte & Zelený 2009).

Opuncie se nejvíce pěstuje v Mexiku, největším producentem karmínu je Peru a v Evropě je nejvíce pěstována na území Itálie, a to hlavně kvůli jejím chutným plodům. V některých zemích je pěstování všech nebo alespoň určitých druhů kvůli invaznímu chování zakázáno. Opuncím obecně prospívá horké suché klima s dobře propustnou šterkovitou a středně živnou půdou s vysokým obsahem humusu (Rodd 2009).

Některé z opuncí se přizpůsobily kromě sucha i mrazu, a to například malým vzrůstem oproti opuncím z teplejších oblastí nebo "odvodněním" svých nadzemních částí. Mrazuvzdorná opuncie se totiž na podzim "scvrkne", díky čemuž vydrží i kruté mrazy, aniž by mrznoucí voda roztrhala její rostlinné tkáně. Na jaře se rostlina opět vzchopí a začne růst.

3.2.2 Opuncie jako invazní rostlina

Některé druhy opuncí se v určitých teplých oblastech považují za velmi obtížné a agresivní plevele (Rodd 2007). Několik druhů je bráno i jako invazní neofyt, kterému se obzvláště daří ve vyprahlých subtropických oblastech se středoziemním klimatem (Essl 2007). Jedná se hlavně o ty druhy, které byly původně dovezené do Austrálie a jižní Afriky na ohrady a živé ploty, odkud se ovšem velmi brzy rozšířily do celého území, kde posléze zabíraly i hospodářsky významnou půdu (Marinelli 2006). Řešením této invaze se stal dovoz jihoamerického motýla *Cactoblastis cactorum*, který je přirozeným nepřítelem opuncí a v místech svého původního výskytu stavy těchto rostlin přirozeně reguluje. Samice těchto motýlů jsou schopny propíchnout velmi silnou pokožku opuncie, a naklást pod ní cca 70–90 vajíček. Zhruba po měsíci se vyvinou larvy prvního instaru, které se zavrtávají hlouběji do rostliny. Rostlina jim slouží jako potrava a opuncie v místě jejich působení žloutne. Po ukončení vývoje larev se z kukly vylíhnou noví motýli, kteří takto pokračují v další likvidaci. Do poškozených listů také snadno pronikají nejrůznější infekce. Díky tomu se v Austrálii podařilo velmi rychle omezit plochy území, na kterých opuncie rostla (Andreska 2009).

Kaktusy se ovšem vcelku úspěšně podařilo introdukovat i na náš kontinent. Nejvíce zástupců z čeledi kaktusovitých roste na území Španělska, kde najdeme 21 druhů. Naopak ve 13 zemích Evropy nenajdeme o volně rostoucích kaktusech žádnou zmínku. Nejrozšířenějším planě rostoucím rodem je v Evropě zcela jistě právě opuncie s 20 různými druhy. Invaze opuncí na evropském kontinentu však zatím není tak rozsáhlá jako v případě Austrálie a jižní Afriky a je omezena prakticky jen na středomořské biogeografické oblasti (Essl & Kobler 2008). Nejnebezpečnějším druhem ve Středomoří je kvůli svým chutným plodům hojně pěstovaná *Opuntia ficus-indica*. Jedná se o jeden z nejrozšířenějších vnitrozemských, a hlavně ostrovních druhů, v okolí Středoziemního moře. Konkuruje zde původním rostlinám, často

způsobuje jejich vymizení a mění funkci a strukturu jejich stanovišť (Podda & kol. 2007). Již dnes patří mezi sto nejnebezpečnějších druhů Evropy (DAISIE 2016).

V oblasti střední Evropy se ale invaze zatím bát nejspíš nemusíme, na seznamech neofytů pro Maďarsko (Botond & Botta-Dukát 2004), Rakousko (Walter & kol. 2002) a Slovinsko (Jogan 2001) totiž není o tomto rodu kaktusu žádná zmínka. V Katalogu zavlečených druhů flóry České republiky (Pyšek & kol. 2002) a v Přehledu nepůvodní flóry Slovenska (Medvecká & kol. 2012) o rodu *Opuntia* zmínka alespoň existuje.

3.2.3 Odolnost opuncí vůči extrémním teplotám

Teplotní odolnosti Opuncí a obecně všech kaktusů jsou opravdu neuvěřitelné. Běžně dokáží přežít teploty kolem 55–60°C. Tyto schopnosti kaktusům zajišťují termostabilnější buněčné membrány s vyšším obsahem nasycených mastných kyselin v membránových lipidech (Bíba 2007). Oproti běžným rostlinám mají také odolnější bílkoviny proti nevratné denaturaci, nebo tzv. proteiny teplotního šoku, které se se vzrůstající teplotou uvolňují, a zabraňují tak poškození buněk vysokou teplotou (Bíba 2007). Většina sukulentních pletiv má ovšem problém s přečkáním teplot pod bodem mrazu. Při těchto teplotách totiž u většiny běžných druhů dochází k poškození buněk krystalky ledu.

Námi studovaná *Opuntia phaeacantha* je druhem kaktusu, který je stejně jako mnoho dalších tzv. mrazuvzdorných kaktusů, schopna před příchodem zimy prakticky zastavit příjem vody kořeny, dokonce i z vlhké půdy, a tím i pozastavit růst. Během tohoto dehydratování ovšem rostlina stále transpiruje a fotosyntetizuje, a tak dochází ke ztrátám až 50 % vody z pletiv, a tedy i zahuštění buněčných šťáv. Tato opatření zabraňují vzniku větších ledových krystalků, které mohou potřhat buněčné struktury nebo způsobit odvodnění buněk do mezibuněčných prostor (Bíba 2007). Od prvních chladných podzimních měsíců lze u jednotlivých článků opuncí pozorovat, jak se svrašťují a poléhají po zemi. S prvními jarními měsíci se články znovu rychle naplní vodou a rostlina nabyde původních tvarů.

3.2.4 Rozmnožování opuncí

3.2.4.1 Generativní způsob

Rozmnožování opuncí pomocí semen je nejpřirozenějším způsobem, který je zároveň z hlediska jejich zimovzdornosti i nejvhodnější. Problémem u tohoto rodu kaktusů je ovšem fakt, že velmi špatně klíčí a mají vrozenou velmi dlouhou dobu dormance (Podda & kol. 2007). Semena opuncí dokáží být dormantní až několik let, což je způsobeno velmi tvrdým osemením, které se vytvořilo kvůli mrazivým zimám, jež v oblasti jejich výskytu panují. Semena je proto vhodné nechat alespoň jednu zimu stratifikovat, bez tohoto procesu mají totiž klíčivost jen okolo 10 % (Bíba 2007).

3.2.4.2 Vegetativní způsob

Méně přirozeným, ale zato snazším a rychlejším způsobem je množení pomocí jednotlivých segmentů. K tomuto množení jsou nejvhodnější nejmladší články, které se i vcelku snadno oddělí od mateční rostliny. Po zaschnutí jizvy a kontaktu ulomeného segmentu s půdou opuncie velice rychle vytvoří dostatek kořenů a zakoření. Tento proces je možný prakticky po celou vegetační dobu a následný vývoj je dokonce rychlejší než v případě semenáčků (Bíba 2007).

3.3 Druh *Opuntia phaeacantha*

3.3.1 Obecná charakteristika

V České republice by se těžko hledal rozšířenější a odolnější zástupce mrazuvzdorných kaktusů, než je právě opuncie hnědoostná. Tento druh snese až -30°C a nevadí mu ani delší pobyt pod sněhovou pokrývkou. Již mnoho desítek let je součástí tuzemských skalek a zahrad, z nichž se v některých případech rozšířil i do volné přírody. Oblastí přirozeného výskytu tohoto druhu je hlavně sever Mexika a jihozápad USA (Bíba 2007). Jde o druh s velkou taxonomickou variabilitou, který je různými autory velmi odlišně chápán (od různých variet až po jednotlivé samostatné druhy). Ve svém původním areálu roste na pouštních, lučních i lesních stanovištích s písčitymi nebo kamenitými půdami v širokém vertikálním rozmezí od hladiny moře až po 2100 m n. m. (Benson 1982). Stonek každoročně bohatě odnožuje a většinou poléhá. Dorůstá do výšky 25–30 cm, některé variety i 1 m. Jednotlivé segmenty jsou 10–30 cm dlouhé a 7–22 cm široké, okrouhlé až eliptické. V areole je umístěno 1–8 rezavých trnů, 2,5–8,7 cm dlouhých a 0,7–1,5 mm tlustých (Bíba 2007). Od podobných druhů opuncí ji můžeme rozlišit právě trny, které jsou u *phaeacantha* orientovány dolů a mají nahnědlou barvu (Gavilán & Molina 2018). Kvést a plodit začíná již čtvrtým rokem od vysemenění. Kvete obvykle během června, 6–8 cm širokými a 6–7 cm dlouhými květy, jejichž barva přechází od žluté přes bílou až po červenou (Bíba 2007). Jednotlivé květy na rostlině vydrží maximálně dva dny a poté uvadnou. Tento druh opuncie má také unikátní způsob samoopylení, kdy se stovky tyčinek plné pylu při dotyku nebo závanu sklopí směrem k blizně, přičemž dojde k opylení. Červené plody dozrávají během října, jsou 3–8 cm dlouhé a 2–4 cm široké. V každém plodu se nachází několik desítek oslzlých hnědožlutých semen, jež jsou obvykle 4,5 mm široká a 1,5 mm tlustá.

3.3.2 *Opuntia phaeacantha* v ČR

Informace o výskytu této rostliny na našem území jsou poměrně kusé. První zmínka v odborné literatuře pravděpodobně pochází až z roku 1998, kdy se objevila v Příspěvků k poznání pražské květeny ve sborníku *Natura Pragensis*, kde je přímo zaznamenán výskyt vysazených rostlin v Praze-Řeporyjích v NPP Dalejský profil a

v Praze-Krči (Šprynar & kol. 1998). Další zmínka je z roku 2002, kdy je zaznamenána pod jménem opuncie (nopál) jako součást nepůvodní složky české květeny v Klíči ke květeně České republiky a kde se uvádí: „vysazována do volné přírody (Slanská hora, okolí Prahy, České středohoří, Pavlovské vrchy a aj.), kde úspěšně přezimuje“ (Kubát & kol. 2002). Další zmínka pochází z Katalogu zavlečených druhů flóry České republiky, kde ovšem není uvedena žádná konkrétní lokalita a jako zdroj je uveden právě Kubátův Klíč (Pyšek & kol. 2002). Zmínka o Opuncii nechybí ani v aktualizované verzi katalogu (Pyšek & kol. 2012). V žádné starší literatuře konkrétní informace o výskytu opuncí na našem území zaznamenané nejsou. Dostál v roce 1950 dokonce výslovně uvádí, že na našem území druhy z čeledi kaktusovitých nikdy nezplaňují (Dostál 1948-1950). Ani v pozdější Dostálově Nové květeně ČSSR není o opuncích žádná zmínka (Dostál 1989). Ve druhém svazku Květeny České republiky z roku 1990 najdeme jen nekonkrétní informace v poznámce u rodu *Tetragonia* o několika u nás volně pěstovaných druzích z čeledi *Cactaceae* (Hejný & Slavík 1990: S. 70). Ve třetím díle Additament (Hadinec & Kubát 2004) se tvrdí, že je znám asi dvacet let starý údaj o volně vysázených opuncích na Lovoši a Kalichu v Českém středohoří a pod Košťálovem u Třebenic. Hadinec & Kubát (2004) dále uvádějí, že u nás opuncie hojně kvetou, plody ovšem nedozrávají, a tak se rozmnožují jen pomalu vegetativně a samotné rostliny nedorostou výše než 30 cm. Na příhodných teplých stanovištích oblastí Čech a Moravy mohou opuncie údajně přežít dlouhou řadu let a díky vegetativnímu rozmnožování se mohou i dále rozrůstat a stát se tak trvalou složkou nepůvodní české květeny. Autoři také uvádí výskyt opuncí na Mohelenské stepi (Hadinec & Kubát 2004).

Další lokalitou, kde se opuncie hojně nachází a která mnou byla navštívena, ale v literatuře zatím není uvedena, je lokalita na skalním výchozu v přírodní rezervaci Chuchelský háj a lokalita s několika jedinci na skále pravého břehu řeky Berounky přímo naproti Karlštejnu. Na internetu (CACTUSFORUM.EU 2015) jsem také dohledal informace o populaci v NPR Koda na Berounsku, kam jsem se proto dvakrát vypravil, opuncie jsem ale nenašel.

V knize *Zimovzdorné kaktusy v našich zahradách* (Bíba 2007) je popsána zplanělá populace na Pálavě pod Dívkými hrady, kterou jsem ale osobně nenavštívil. Známé jsou také populace, které byly v 80. letech minulého století pokusně vysázené u dálnice z Prahy na Hradec Králové nedaleko Čelákovic s údajným záměrem vyzkoušení těchto rostlin pro velmi svažitě půdy s vysokým obsahem solí a k zabránění vbíhání zvěře na vlastní komunikaci (Bíba, 2007). Tyto informace ovšem vyvrací oficiální internetová stránka Čelákovického kaktusářského klubu, kde je uvedeno, že tato lokalita byla vytvořena ke studiu mrazuvzdorných kaktusů, a dnes údajně slouží jako studnice zkušeností tvrdě ověřených přírodou. Čelákovická lokalita je dokonce největší volně osázenou plochou kaktusy a sukulenty v části Evropy, kde přes zimu pravidelně mrzne (Trafina 2012). Mnoho let také zdárně roste několik populací ve venkovním areálu botanické zahrady v Troji, kde jsou ovšem rostliny

v uměle vytvořeném prostředí a pod kontrolou zahradníků (Botanická zahrada Praha).

V ostatních státech střední Evropy je o tomto druhu kaktusu známo také velmi málo. V Rakousku pouze vyšel vědecký článek popisující dvě lokality s tímto druhem opuncie rostoucím jen pár desítek kilometrů západně od Vídně. Z článku se dozvíme, že na obou lokalitách, které jsou klimaticky velice podobné těm v Česku, roste více než deset jedinců v každé z populací, která tam byla pravděpodobně uměle vysazena před mnoha desítkami let a nyní se rozmnožuje převážně vegetativním způsobem (Essl 2007).

4. Charakteristika studovaných lokalit

4.1 Lovoš

Přesný původ a stáří této populace se dohledat nepodařilo. Jde ale o velmi staré porosty s odhadovaným věkem i přes 30 let. Opuncie jsou dnes na lokalitě dominantní rostlinou se stovkami jedinců, kteří pokrývají velkou část stepního svahu. Tuto populaci dokonce Správa CHKO České středohoří považuje za invazní (AOPK ČR). Prosperitu opuncí na této lokalitě dokazuje i fakt, že zde jednotlivé rostliny mají větší stonkové články a semena než na lokalitách ostatních (Příloha 2, 3).



Obr. 1. Studovaná lokalita, Lovoš (© Seznam.cz, a.s., 2018).

4.1.1 Poloha

(50°31'36.213"N, 14°1'7.054"E)

Největší lokalita s opuncemi u nás a pravděpodobně i v celé střední Evropě se nachází v národní přírodní rezervaci Lovoš, kterou najdeme v Ústeckém kraji, na území Českého středohoří, v okrese Litoměřice (Obr. 1). Hora Lovoš leží na levém břehu řeky Labe, zhruba kilometr severozápadně od města Lovosice. Zkoumaná lokalita se nachází v katastrálním území Oparno, na jižním svahu hory. Oblast, ve které zde opuncie rostou, je přes sto metrů dlouhá stráž s expozicí 170° a s nadmořskou výškou od 450 do 510 m n. m. Studovaná oblast s výskytem opuncí má rozlohu téměř 2 000 m² a je přístupná ze zeleně značené turistické cesty vzdálené asi 20 m od lokality.

4.1.2 Krajinný pokryv

Lokalitu tvoří teplomilné travnaté stepní svahy hostící skalní a suťová společenstva s roztroušenými křovinami, které volně přecházející do termofilních dubových porostů s dubem pýřitým (*Quercus pubescens*). Typickými zástupci okolní flóry jsou např. tařice skalní (*Aurinia saxatilis*), kavyl sličný (*Stipa pulcherrima*), kavyl Ivanův (*Stipa pennata*), koniklec luční český (*Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica*), bělozářka liliovitá (*Anthericum liliago*), divizna brunátná (*Verbascum phoeniceum*) kosatec bezlistý (*Iris aphylla*) a kozinec bezlodyžný (*Astragalus exscapus*). V lesostepních společenstvech můžeme najít i endemický druh dřeviny jeřáb český (*Sorbus bohemica*), vyskytující se pouze v Českém středohoří (Kyselka 2014).

4.1.3 Geomorfologická, geologická a pedologická charakteristika

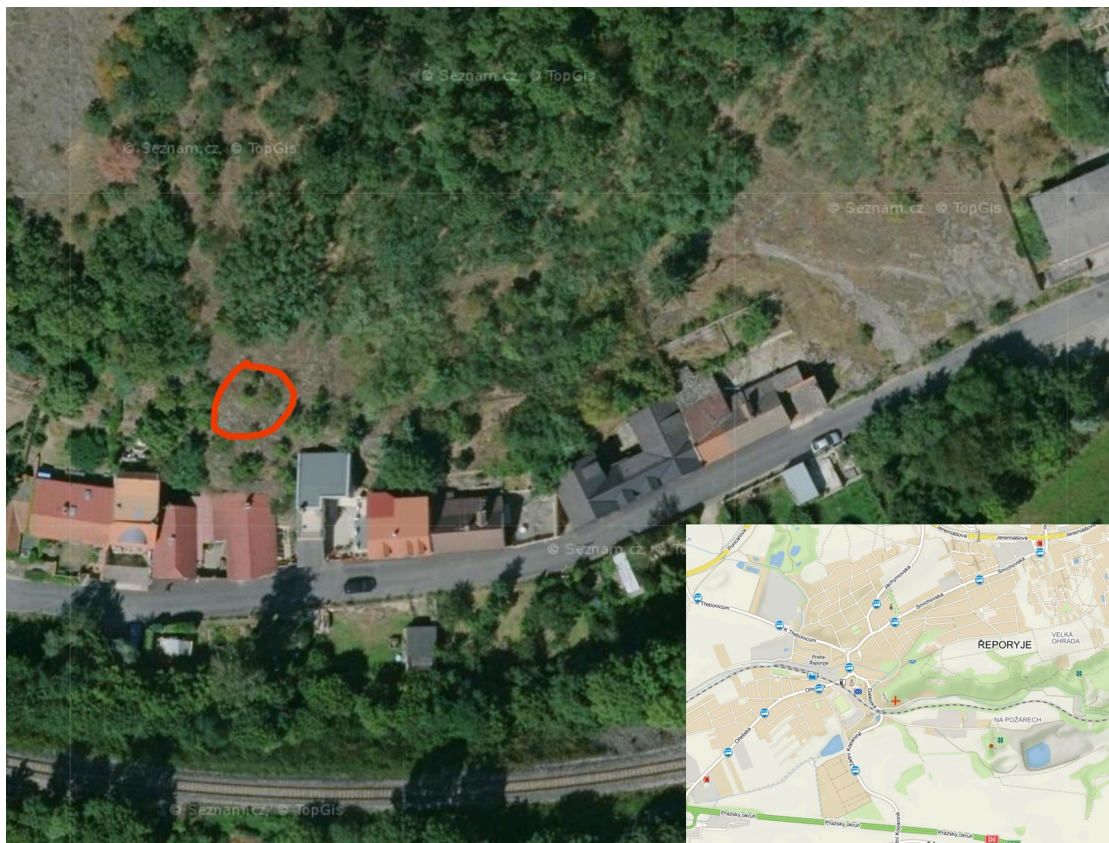
Jde o skalnaté stanoviště se sklonem od 30 do 40°. Geomorfologicky lokalita leží v Lovošské vrchovině, která je součástí podcelku Milešovského středohoří a celku Českého středohoří (Geoportál ČUZK 2018). Celý Lovoš je tvořen vulkanitem z období terciéru. Geologické vrstvy tu skládají horniny olivinických nefelinitů, analcimitů a leucititů (Česká geologická služba 2018). Zkoumanou lokalitu pokrývají slabě vyvinuté půdy. Konkrétně se jedná převážně o eutrofní litický, případně kambický nebo suťový ranker (Česká geologická služba 2018).

4.1.4 Klima

Zkoumaná oblast na Lovoši leží ve srážkovém stínu Krušných hor, a proto zde panují velmi suché podmínky s ročním úhrnem srážek klesajícím i pod 480 mm. Průměrná roční teplota se pohybuje kolem 8 °C (Culek & kol. 2013). Slunce na danou lokalitu svítí v průměru kolem 1450 hodin ročně.

4.2 Dalejský profil

Původ a stáří populace opuncí na této lokalitě se podařilo zjistit od místních obyvatel, kteří bydlí v její těsné blízkosti. Opuncie zde vysadili zhruba kolem roku 1995 na zkoušku, jestli v našich podmínkách vydrží. Od těch dob se zde převážně vegetativně, ale z části i generativně úspěšně rozšiřují a zimy zcela bez problémů přežívají (Příloha 4–8).



Obr. 2. Studovaná lokalita, Dalejský profil (© Seznam.cz, a.s., 2018).

4.2.1 Poloha

(50°1'50.970"N, 14°18'55.858"E)

Nejrozsáhlejší pražská populace se nachází na jihozápadním okraji národní přírodní památky Dalejský profil, která je součástí Dalejského údolí na jihozápadním okraji Prahy (Obr. 2). Zkoumanou lokalitu najdeme na levém břehu Dalejského potoka, asi 30 m od vrcholu tzv. Ploché skály, jenž spadá pod katastrální území obce Řeporyje. Obec lokalitu obklopuje a její centrum se od lokality nachází asi 270 m severozápadně. Oblast, ve které zde opuncie rostou je stepní svah v těsné blízkosti nad rodinnými domy, s expozicí 190° a s nadmořskou výškou kolem 310 m n. m. Studovaná oblast s výskytem opuncí má rozlohu jen pár desítek m² a nevedou k ní ani okolo ní žádné turistické cesty.

4.2.2 Krajinový pokryv

Tuto bezlesou xerothermní lokalitu lze dle přirozené vegetace zařadit do společenstev skalních stepí. Rostou zde pestrá pionýrská bylinná společenstva mělkých skalních půd (Moravec & Neuhäusl 1991). Typickými rostlinnými zástupci zkoumané lokality jsou teplomilné a světlomilné rostliny, jako např. rozchodník bílý (*Sedum album*), sesel sivý (*Seseli osseum*), mochna písečná (*Potentilla arenaria*), hadinec obecný (*Echium vulgare*), mateřídouška časná (*Thymus praecox*) a pryšec chvojka (*Euphorbia cyparissias*). Typickými zástupci trav jsou např. kostřava walliská (*Festuca valesiaca*) a smělek štíhlý (*Koeleria macrantha*).

4.2.3 Geomorfologická, geologická a pedologická charakteristika

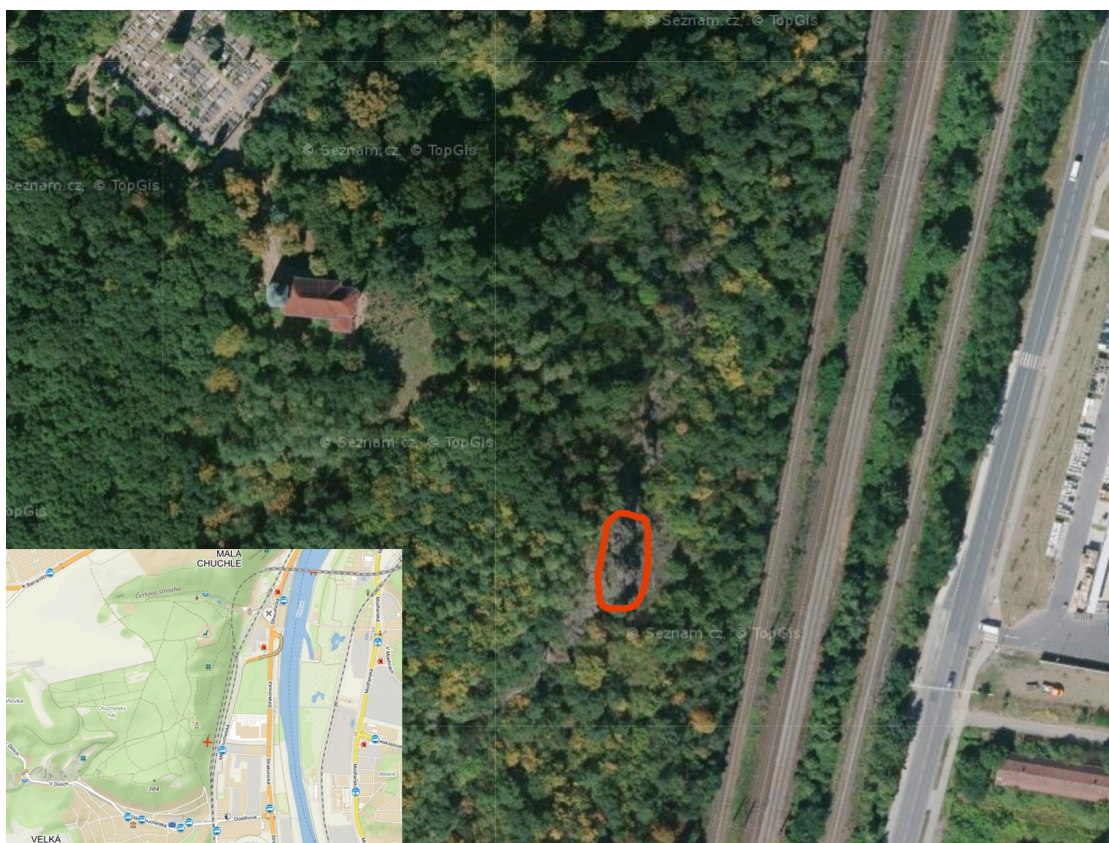
Jde o skalnaté stanoviště se sklonem kolem 25°. Geomorfologicky lokalita leží v centru Třebotovské plošiny, která je součástí celku Pražská plošina (Geoportál ČUZK 2018). Lokalita je tvořena převážně vápencem a zpevněným sedimentem tvořeným šedo zeleným pískovcem, prachovcem, jílovitými břidlicemi a diabasem, který přímo na lokalitě s opuncemi převažuje. Sediment pochází z období paleozoika, konkrétně svrchního ordoviku (Česká geologická služba 2018). Nejvýznamnější půdní složkou Dalejského údolí jsou pararendziny (mělké půdy na bazických horninách) (Kubíková & kol. 2005).

4.2.4 Klima

Zkoumaná oblast leží ve srážkovém stínu s převládajícím západním prouděním vzduchu. Zima je charakteristická nedostatkem sněhu, který zvláště na slunných expozicích velmi rychle mizí. Podnebí je díky vlivu města teplé, neboť roční průměr teplot neklesá pod 9 °C a velmi suché se srážkami klesajícími i pod 500 mm za rok (Culek & kol. 2013). Průměrný úhm slunečního svitu je kolem 1600 hodin za rok.

4.3 Velká Chuchle

Původ a stáří této populace se nepodařilo dohledat. Lokalita je ale skrytá před civilizací, jelikož je zarostlá neprostupnou vegetací. Stáří populace odhadují na zhruba 15 až 20 let. Rostlin zde zatím není mnoho, ale i tak se zde pomalu úspěšně rozrůstají, hojně kvetou a plodí (Příloha 9–12).



Obr. 3. Studovaná lokalita, Velká Chuchle (© Seznam.cz, a.s., 2018).

4.3.1 Poloha

(50°1'0.810"N, 14°23'18.191"E)

Nejmenší a nejhůře dostupná zkoumaná populace se nachází v jižní části přírodní rezervace Chuchelský háj rozkládající se na východních svazích mezi Velkou a Malou Chuchlí (Obr. 3). Zkoumanou lokalitu najdeme na levém břehu řeky Vltavy v katastrálním území městské části Velká Chuchle asi 40 m nad železniční tratí a pod kostelíkem sv. Jana Nepomuckého. Opuncie zde rostou ve dvou asi 20 metrů od sebe vzdálených populacích přímo na skále, s expozicí 135° a s nadmořskou výškou kolem 195 m. n. m. Obě studované oblasti s výskytem opuncí mají rozlohu jen pár m² a jsou turisticky nedostupné, okolo zarostlé hustou vegetací s nejbližší cestou vzdálenou zhruba 200 m.

4.3.2 Krajinný pokryv

Skalní lokalita s výskytem opuncí je charakteristická xerothermním bezlesím. Najdeme zde hlavně xerothermní společenstva v sukcesním stadiu od teplomilné vegetace acidofilních jarních efemér (*Arabidopsis thalianae*) a sukulentů, přes travní porosty skalních výchozů a spár (např. společenstvo *Seslerio glauci-Festucetum pallentis*) až po řídké trávníky tvořící např. společenstvo *Helianthemo cani-Caricetum*

humilis. Tato společenstva spadají do stanoviště stepních trávníků, které je zde také předmětem ochrany. Botanicky nejvýznamnější rostlinou rostoucí na stanovišti společně s opuncemi je pravděpodobně kosatec bezlistý český (*Iris aphylla* subsp. *aphylla*). Těsné okolí lokality tvoří hustá téměř neprostupná vegetace zastoupena suťovým lesním společenstvem, především habrovou javořinou (*Aceri-Carpinetum*) s častými přechody do teplomilných doubrav (Spilka 2013).

4.3.3 Geomorfologická, geologická a pedologická charakteristika

Jde o skalnaté stanoviště se sklonem kolem 40°. Geomorfologicky lokalita leží na východním okraji Třebotovské plošiny v těsném sousedství s Pražskou kotlinou, jako součást celku Pražská plošina (Geoportál ČUZK 2018). Lokalita je tvořena zpevněnými sedimenty z období prvohor, konkrétně siluru, které jsou složeny převážně z černé břidlice s menším zastoupením vápence (Česká geologická služba 2018). Pedologicky je Chuchelský háj tvořen hlavně kambizemí, konkrétní skalnaté lokality s opuncemi jsou tvořené protorendzinami a protorankery (Culek & kol. 2013).

4.3.4 Klima

Tato oblast leží ve velice podobných klimatických podmínkách jako předchozí Dalejský profil. Panují zde díky vlivu města mírné zimy téměř bez sněhu s průměrnými srážkami pod 500 mm ročně. Vzhledem k nejnižší nadmořské výšce ze všech lokalit zde panuje nejteplejší podnebí s ročním průměrem nad 9 °C (Culek & kol. 2013). Průměrný úhrn slunečního svitu se pohybuje kolem 1600 hodin ročně.

5. Metodika

5.1 Počet jedinců, jejich přírůstků a květů na lokalitách

5.1.1 Sběr dat

Sběr dat pro vyhodnocení počtu jedinců a jejich vitality na daných lokalitách byl proveden během června a července roku 2017. Tato doba je ideální k počítání květů i nových článků, tedy přírůstků, které v daném roce vyrašily. Ty jdou díky svěžejší barvě, bělejšími kratšími trnům a čerstvějšímu vzhledu snadno odlišit od přírůstků z let minulých, zejména když občas ještě mívají na vrcholcích v areolách malé masité zakrnělé listy. Vzhledem k tomu, že lokalita na Lovoši je příliš rozsáhlá a jedinců je tu odhadem možná i několik tisíc, bylo rozhodnuto spočítat pouze jedince na lokalitách Dalejský profil a Velká Chuchle. Samotné počítání probíhalo vždy na celé lokalitě a snažil jsem se do něj zahrnout každého jedince opuncie, který se na daném místě vyskytoval ve velkých i malých skupinách. Čím větší skupina byla, tím větší problémy s počítáním jednotlivých rostlin nastávaly. Ve změní různě se překrývajících trnitých

segmentů šlo jen opravdu velmi obtížně zjistit, zda jde o rostlinu rostoucí samostatně nebo jen o další články nějaké větší, skrytě se rozvětvojící rostliny. Výsledky jsou tedy spíše orientační a skutečný počet samostatných rostlin na lokalitách se může o několik lišit.

Samotné počítání probíhalo tak, že byl vždy stanoven kruh s průměrem 1 m, ve kterém byly jednotlivé rostliny, jejich nové přírůstky a květy spočítány a zapsány do tabulky s přesně popsanou polohou daného kruhu. Dále byl v každém kruhu zkontrolován a případně zapsán počet semenáčků. Pomocí těchto kruhů tak byla postupně zmonitorována celá populace na obou lokalitách. Na místech s velkým počtem nahlučených jedinců bylo v těsné blízkosti u sebe i více kruhů, které tak pokrývaly celou rozsáhlou skupinu, přičemž se ale navzájem nikdy nepřekrývaly a jen na sebe navazovaly.

5.1.2 Zpracování dat

Pro každý kruh byl zjištěn součet a průměr nových přírůstků a květů u jednotlivých rostlin. Podobné počítání bylo provedeno i pro celou lokalitu, kdy byl spočítán celkový počet semenáčků a rostlin, u nichž se dále ještě počítal součet jejich přírůstků a květů a průměr na jedince, pro celé populace Dalejského profilu a Velké Chuchle. Nakonec jsem mezi sebou hodnoty z obou lokalit sepsané v tabulce porovnal, a snažil se tak zjistit, která z populací je vitálnější.

5.2 Klíčící experiment

5.2.1 Sběr dat

První sběr proběhl v průběhu března 2017, kdy bylo z každé ze tří studovaných lokalit zcela náhodně sebráno několik plodů *Opuntia phaeacantha* dohromady obsahujících více než 200 semen. Jednalo se přitom o loňské, většinou již seschlé plody bez dužiny, po zimě a přešlé mrazem (Příloha 13,14). Semena uvnitř plodů tedy byla prověřené podmínkami naší střeoevropské zimy, při nichž zároveň došlo i k procesu stratifikace.

Druhý sběr proběhl po více než půl roce na stejných třech lokalitách a stejným způsobem jako sběr předchozí. Tentokrát byl ovšem sběr proveden až během měsíce října 2017, kdy čerstvě uzralé a dužnaté plody mrazem nebyly ještě přešlé (Příloha 15,16). Dalším krokem byla preparace semen z plodů, kterých se v každém plodu nacházelo několik desítek (Příloha 17,18). Čerstvé letošní plody obsahovaly mimo semen i mazlavou dužinu, které jsem se alespoň částečně zbavil namočením semen do vlažné vody a jejich několikaminutovým mácháním (Příloha 19). Tato semena byla usušena a společně s loňskými semeny rozdělena po dvou stech z každé lokality a období sběru. Ty byly dále rozděleny po deseti. Dohromady tedy bylo 1200 semen. Cílem u těchto semen bylo porovnat klíčivost za dvou různých teplotních

a světelných podmínek, které byly nastaveny ve dvou klimaboxech umístěných na Fakultě životního prostředí ČZU, a dále porovnat klíčivost jednotlivých lokalit v kombinaci s letošními nestratifikovanými a loňskými stratifikovanými semeny. Opatřil jsem si tedy 120 Petriho misek, které jsem rozdělil do 12 skupin různě kombinujících kategorie (lokalita populace Velká Chuchle x Dalejský profil x Lovoš, stratifikováno x nestratifikováno a teplotní a světelný režim Amerika x Evropa). Do Petriho misky, v níž byl pomocí menší misky vytvořen vyvýšený ostrov, na který se položil filtrační papír, se rovnoměrně umístilo vždy deset semen, která se posléze postříkala destilovanou vodou tak, aby filtrační papír vydržel několik dní vlhký. Takto bylo vytvořeno vždy deset misek se stejnou kombinací našich požadavků, které se náhodně rozmístily do jednoho z příslušných klimaboxů (Příloha 20,21). V jednom z klimaboxů jsem nastavil klimatické podmínky podobné klimatu střední Evropy v měsíci květnu, tedy 19°C přes den se slunečním svitem 14 hodin a 9°C přes noc, která v klimaboxu trvala 10 hodin. V druhém z klimaboxů byly nastaveny klimatické podmínky odpovídající zářijovým teplotám, kdy opuncie přirozeně rostoucí v jihozápadních oblastech severní Ameriky klíčí, tzn. 14 hodin a 30 minut světla při teplotě 35°C a 9 hodin a 30 minut tmy při teplotě 23°C (WorldWeather & ClimateInformation 2018) (Time & Date 2018). Semena v klimaboxech byla poté každý týden dvakrát kontrolována a jednou týdně jim byla dolévána i odpařená destilovaná voda, aby byl filtrační papír stále vlhký. Vyklíčená semena byla poté z misky odstraněna (Příloha 22). Tyto kontroly byly prováděny po dobu tří měsíců, tj. po 14 týdnů od listopadu 2017 do února 2018 (Příloha 23).

5.2.2 Zpracování dat

Data zapsaná v programu Excel (Microsoft 2017) byla následně upravená tak, že byl pro každou misku spočítán celkový počet vyklíčených semen a doba v týdnech, za kterou vyklíčila polovina všech vyklíčených semen v misce. Data byla následně nahrána do programu R (R Development Core Team 2017), kde z nich byly vytvořeny dva lineární modely s interakcemi, které testovaly vliv populace, stratifikace a teplotního a světelného režimu na počet vyklíčených semen a na dobu, za kterou vyklíčila polovina semen v misce. Poté byla pro oba lineární modely provedena ANOVA. V dalším kroku byly pomocí Tukeyho testu provedeny post hoc testy, aby se zjistilo, které skupiny semen mezi sebou mají signifikantní rozdíly. Nakonec byly zjištěné hodnoty graficky vizualizovány do boxplotů. Všechny tyto úkony byly provedeny jak pro počty vyklíčených semen, tak i pro dobu jejich klíčení.

6. Výsledky

6.1 Počet jedinců, jejich přírůstků a květů na lokalitách

6.1.1 Dalejský profil

Na lokalitě Dalejský profil bylo založeno celkem deset výzkumných kruhů s průměrem 1 m, které pokrývaly celou tamní populaci. Roste zde asi 179 jedinců opuncí v šesti od sebe oddělených skupinkách. Na celé lokalitě bylo napočítáno celkem 229 nových přírůstků a 231 květů (Příloha 24–26). Každý jedinec měl tedy v loňském roce průměrně cca 1,28 nového přírůstku a cca 1,29 květu. Na lokalitě bylo dále také nalezeno 19 malých semenáčků, přičemž 14 z nich bylo ve shluku jedné skupinky v jednom ze zkoumaných kruhů a naopak 7 z 10 zkoumaných kruhů neobsahovalo ani jeden semenáček (Tab. 1).

Tab. 1. Charakteristika populace Dalejský profil.

Zkoumaný kruh ø 1 m	Počet rostlin	Počet přírůstků	Počet květů	Počet přírůstků (průměr na jedince)	Počet květů (průměr na jedince)	Počet semenáčků
1. Dalejský profil	24	30	25	1,25	1,042	0
2. Dalejský profil	5	31	27	6,2	5,4	0
3. Dalejský profil	8	18	1	2,25	0,125	14
4. Dalejský profil	28	15	42	0,536	1,5	0
5. Dalejský profil	22	21	18	0,955	0,818	1
6. Dalejský profil	10	15	10	1,5	1	0
7. Dalejský profil	19	24	38	1,263	2	0
8. Dalejský profil	17	19	29	1,118	1,706	0
9. Dalejský profil	23	38	33	1,652	1,435	4
10. Dalejský profil	23	18	8	0,783	0,348	0
Celkové vyhodnocení populace	179	229	231	1,279	1,291	19

6.1.2 Velká Chuchle

V druhé ze zkoumaných lokalit byly udělány pouze čtyři výzkumné kruhy s průměrem 1 m, které ovšem stačily na pokrytí celé výrazně menší populace než v případě Dalejského profilu. Roste zde zhruba 82 jedinců opuncí ve dvou skupinách vzdálených asi 20 metrů. Na celé lokalitě bylo dohromady napočítáno 129 nových přírůstků a 113 květů, tedy průměrně 1,57 nového přírůstku a 1,38 květu na jedince. Na lokalitě byly nalezeny tři mladé semenáčky, které rostly po jednom v každém ze tří zkoumaných kruhů (Tab. 2).

Tab. 2. Charakteristika populace Velká Chuchle.

Zkoumaný kruh Ø 1 m	Počet rostlin	Počet přírůstků	Počet květů	Počet přírůstků (průměr na jedince)	Počet květů (průměr na jedince)	Počet semenáčků
1. Velká Chuchle	24	43	51	1,792	2,125	1
2. Velká Chuchle	27	44	29	1,63	1,074	1
3. Velká Chuchle	20	27	13	1,35	0,65	1
4. Velká Chuchle	11	15	20	1,364	1,818	0
Celkové vyhodnocení populace	82	129	113	1,573	1,378	3

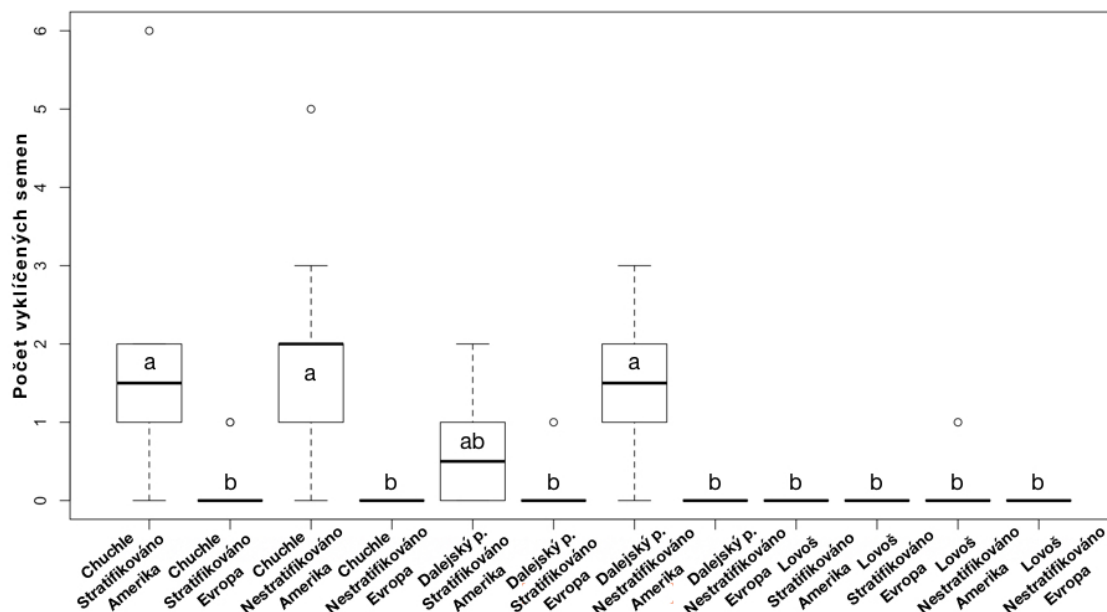
6.1.3 Porovnání obou lokalit

Kromě velikosti populací není mezi oběma lokalitami žádný výraznější rozdíl. Lze tedy říct, že ačkoliv se obě populace liší svojí velikostí, tak jsou v podobné kondici. Z průměrných hodnot přírůstků a květů na jedince v obou populacích nicméně vyplývá, že chuchelská populace je o něco málo vitálnější. Počet semenáčků je ovšem naopak vyšší u populace na Dalejském profilu, a to především díky jednomu ze zkoumaných kruhů, kde bylo nalezeno 14 malých semenáčků nahloučených v jedné skupince u sebe (Příloha 27). V dalších sedmi z deseti těchto kruhů ovšem už žádný semenáček nerostl. Naopak na lokalitě v Chuchli byly semenáčky více rovnoměrně rozptýlené, jelikož byl ve třech ze čtyř zkoumaných kruhů nalezen vždy jeden semenáček.

6.2 Klíčící experiment

6.2.1 Počet vyklíčených semen v jednotlivých kategoriích

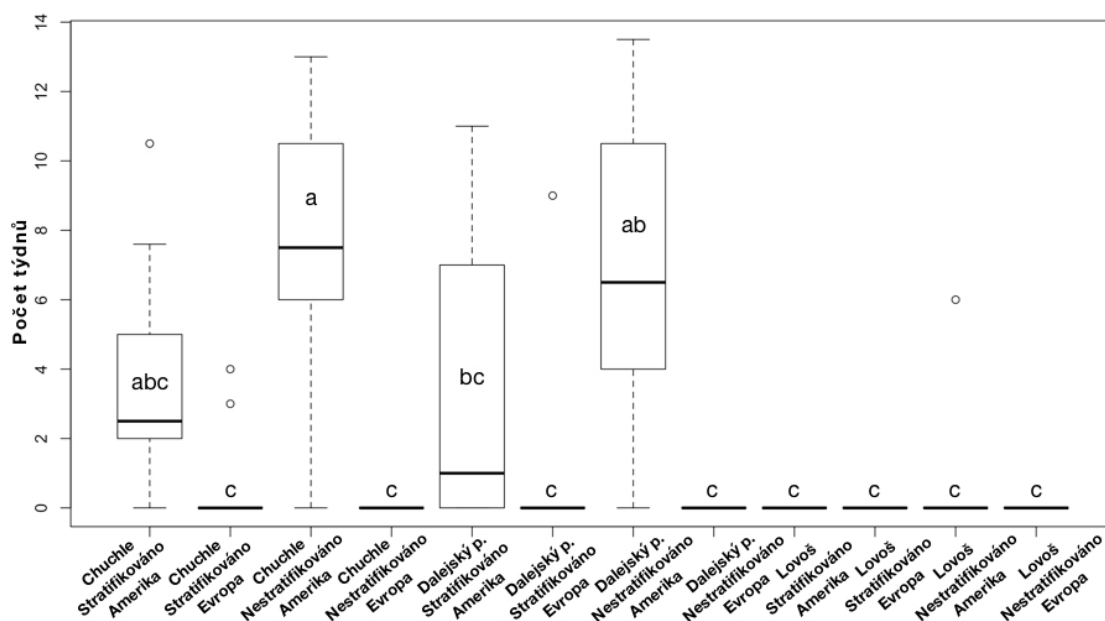
Z výsledků lineárního modelu bylo zjištěno, že statisticky významný vliv na počet vyklíčených semen má teplotní režim, při němž semena klíčí, tzn. podmínky panující v oblasti jejich přirozeného výskytu vs. podmínky středoevropské. Druhý statisticky významný vliv má původ semen. Vliv stratifikace naopak vychází jako statisticky nevýznamný (Tab. 3). Semena sebraná na lokalitě Velká Chuchle a Dalejský profil pěstovaná v teplotním režimu jejich přirozeného výskytu klíčila nejlépe (Obr. 4). Lépe klíčí semena, která neprošla procesem stratifikace. Nejvyšší medián klíčivosti má skupina semen odebraná ve Velké Chuchli, bez stratifikace a pěstovaná za amerických teplotních podmínek. Semena z Lovoše nebo s teplotním režimem podobným podmínkám střední Evropy naopak téměř neklíčila a z každé z těchto skupin vyklíčilo vždy maximálně jedno semeno (Příloha 1).



Obr. 4. Počet vyklíčených semen za jednotlivých podmínek, jejich medián (tučná vodorovná čára) a nejvyšší počet vyklíčených semen v jedné misce (kolečko nad krabicovým grafem). Písmena v krabicových grafech vychází z post hoc testů a značí signifikantní rozdíly mezi skupinami (stejná písmeno = výsledky testů se neliší). Kategoriaální skupiny jsou popsány následovně: na 1. řádku je původ populace, na 2. řádku informace, zda semena prošla procesem stratifikace a 3. řádek udává teplotní a světelný režim nastavený v klimaboxu při klíčení: Amerika = podmínky panující v oblasti přirozeného výskytu, Evropa = podmínky panující ve střední Evropě).

6.2.2 Doba klíčení, za kterou vyklíčila polovina vyklíčených semen v jednotlivých kategoriích

Z výsledků lineárního modelu bylo zjištěno, že statisticky významný vliv na dobu klíčení semen *Opuntia phaeacantha* má teplotní režim, při němž semena klíčí, tzn. podmínky panující v oblasti jejich přirozeného výskytu vs. podmínky střeoevropské. Dalším statisticky významným vlivem byl původ semen a proces stratifikace, tedy jestli byla semena sebrána na jaře přešla zimou (stratifikována), či na podzim jako čerstvá (nestratifikována) (Tab. 3). Stratifikovaná semena klíčila výrazně rychleji než semena nestratifikovaná (Obr. 5). Semena přešla zimou klíčila v průměru již pátý týden od založení experimentu, což je zhruba o tři týdny dříve než semena čerstvá (Příloha 1).



Obr. 5. Doba klíčení semen za jednotlivých podmínek, jejich medián (tučná vodorovná čára) a nejvyšší počet vyklíčených semen v jedné misce (kolečko nad krabicovým grafem). Písmena v krabicových grafech vychází z post hoc testů a značí signifikantní rozdíly mezi skupinami (stejně písmeno = výsledky testů se neliší). Kategoriaální skupiny jsou popsány následovně: na 1. řádce je původ populace, na 2. řádce informace, zda semena prošla procesem stratifikace a 3. řádek udává teplotní a světelný režim nastavený v klimaboxu při klíčení: Amerika = podmínky panující v oblasti přirozeného výskytu, Evropa = podmínky panující ve střední Evropě).

Tab. 3. Výsledky lineárního modelu porovnávající účinky různých vlivů, působících na počet vyklíčených semen *Opuntia phaeacantha* a dobu jejich klíčení.

Vliv	Počet vyklíčených semen			Doba klíčení		
	df	F ratio	p-value	df	F ratio	p-value
Teplotní režim	1	48,016	<0,0001	1	52,653	<0,0001
Stratifikace	1	0,778	0,38	1	4,796	0,03068
Populace	2	17,206	<0,0001	2	15,119	<0,0001
Teplotní režim * stratifikace	1	2,683	0,104	1	11,197	0,00113
Teplotní režim * populace	2	13,778	<0,0001	2	11,041	<0,0001
Stratifikace * populace	2	0,825	0,441	2	0,604	0,54858
Teplotní režim * stratifikace * populace	2	0,825	0,441	2	1,817	0,16742

7. Diskuze

Opuncie představují v mnoha zemích vážný ekologický problém v podobě invazních rostlin. Již dnes patří mezi sto nejnebezpečnějších druhů Evropy (DAISIE 2016). Invaze opuncí na evropském kontinentu však zatím není tak rozsáhlá jako v případě Austrálie a jižní Afriky a je zatím omezena prakticky jen na středomořské biogeografické oblasti (Essl & Kobler 2008). Cílem této práce tedy bylo zjistit, jak se opuncím daří v podmínkách střední Evropy a zda se i zde mohou rozmnožovat generativně a potenciálně tak osídlit i vzdálenější místa, než jsou ta aktuální, a být tak invazní hrozbou.

Z výsledků obou provedených studií vyplývá, že opuncie v našich středoevropských podmínkách prosperují a jsou v naší přírodě nejspíše již natrvalo usídlené. Toto zjištění se shoduje s článkem Hadince & Kubáta (2004), který uvádí, že na příhodných teplých stanovištích oblastí Čech a Moravy mohou opuncie přežít dlouhou řadu let a díky vegetativnímu rozmnožování se mohou i dále rozrůstat a stát se tak trvalou složkou nepůvodní české květeny. Z nasbíraných dat při monitoringu vitality dvou pražských populací bylo zjištěno, že zdejší opuncie prosperují, a navíc z nálezu několika semenáčků vyplývá, že se navzdory nehostinnosti středoevropského podnebí a obecně špatné klíčivosti opuncí i tyto zkoumané populace dokáží rozmnožovat generativním způsobem. Opuncie se u nás ovšem nejčastěji množí vegetativně, a to velmi úspěšně, generativní způsob je mnohem méně efektivní a pouze velice okrajový (Bíba 2007).

Z důvodu zjištění možného generativního množení, jež bylo kvůli údajnému nedozrání plodů v našich podmínkách zpochybňováno, jsem provedl klíčící experiment, který možné klíčení semen středoevropských populací opuncí potvrdil. V něm bylo zjišťováno, zda se nějak liší klíčivost semen, která klíčí ve světelných a teplotních podmínkách panujících v jejich přirozeném prostředí a na našem území, a jestli záleží na tom, zda semena prošla mrazy a na populaci, z které semena pochází.

7.1 Počet jedinců, jejich přírůstků a květů na lokalitách

Z výsledků je patrné, že obě monitorované populace na lokalitách Dalejský profil a Velká Chuchle mají vysokou a velmi podobnou vitalitu. Populace Dalejského profilu je oproti té ve Velké Chuchli s počtem jedinců i se svojí rozlohou více než dvojnásobná, což je pravděpodobně způsobeno různým stářím obou lokalit a terénem, který chuchelskou populaci v jejím rozšiřování do jisté míry omezuje.

Naproti tomu populace Velké Chuchle dosahuje o něco málo vyšších hodnot v průměrném počtu ročních přírůstků a květů na jedince, což je pravděpodobně způsobeno vhodnější a lidmi nenarušovanou polohou s nižší nadmořskou výškou v kombinaci s nižším stářím populace. Nezanedbatelný vliv na vitalitu populace může

mít také různý původ primárních rostlin, který je díky velké taxonomické variabilitě prakticky nemožné vystopovat (Benson 1982).

Počet semenáčků byl vyšší na lokalitě Dalejského profilu, a to pravděpodobně hlavně díky většímu počtu plodících jedinců a méně strmému svahu s lepším podkladem tvořeným pararendzinou, kde se mohly semena a následně i semenáčky lépe uchytit (Kubíková & kol. 2005). Za zmínku také stojí fakt, že v populaci Dalejského profilu bylo nalezeno 14 malých semenáčků nahloučených v jedné skupince u sebe, kdežto v populaci Velké Chuchle byly semenáčky více rovnoměrně rozptýlené.

7.2 Klíčící experiment

Klíčení semen rodu *Opuntia* je všeobecně velmi špatné a kvůli dlouhé době dormance i zdlouhavé (Podda & kol 2007). Rostliny se častěji, jednodušeji a rychleji množí vegetativní cestou (Bíba 2007). Při klíčícím experimentu byla očekávána nízká klíčivost. Z výsledků je nicméně patrné, že zdaleka nejlépe a velmi podobně klíčily populace Velké Chuchle a Dalejského profilu v klimaboxu s nastaveným režimem připomínajícím podmínky jejich přirozeného prostředí. U těchto semen klíčivost dosahovala okolo 15 %. Obě populace v klimaboxu s nastavenými podmínkami simulujícími střední Evropu klíčily o poznání hůře s klíčivostí jen cca 1 %.

Středoevropské podmínky tedy evidentně nejsou pro klíčení opuncí zcela vhodné, avšak klíčení je v těchto podmínkách možné a může se tedy s určitostí vyvrátit tvrzení J. Hadince a K. Kubáta (2004), že v našich podmínkách plody opuncí nedozrávají, a tak se u nás mohou opuncie rozmnožovat pouze vegetativně. Díky zjištění velmi slabé klíčivosti v našich podmínkách je navíc předpokládáno, že potenciální rozšíření opuncí mimo svůj aktuální druhotný výskyt pomocí semen je značně nepravděpodobné, a tak od těchto rostlin pravděpodobně žádné riziko invazního chování nehrozí. Tvrzení o slabém generativním množení ve středoevropských podmínkách podporuje také článek o rakouských populacích opuncí, které se také rozmnožují převážně vegetativně (Essl 2007).

Dalším zajímavým zjištěním je fakt, že semena nasbíraná v populaci na Lovoši neklíčila prakticky vůbec a vyklíčilo pouze jediné semeno z kategorie nestratifikováno s podmínkami simulujícími jejich přirozený areál. Přestože se tedy na Lovoši nachází zdaleka největší populace opuncí u nás, semena z ní prakticky neklíčí, což je pravděpodobně způsobeno vysokou nadmořskou výškou lokality, a tedy i chladnějším podnebím, ve kterém plody se semeny nejspíš nestačí zcela uzrát. Dalším vysvětlením špatného klíčení semen sebraných na Lovoši může být neznámý původ zde rostoucích opuncí, který může mít na jejich klíčení rozhodující vliv. Populace na Lovoši se tedy pravděpodobně množí a rozšiřuje jen vegetativní cestou, která je ale pravděpodobně velmi účinná a rychlá.

Rychlost klíčení semen závisí na jejich stratifikaci. Semena, která byla sebrána až po zimě na jaře a prošla tedy přirozeným procesem stratifikace, klíčila v průměru pátý týden od založení experimentu, což je zhruba o tři týdny dříve než semena sebraná na podzim, těsně po jejich dozrání. Stratifikovaná semena klíčila dříve pravděpodobně kvůli narušení jejich dormance, během níž dokáží přetrvat až několik let, což je způsobeno velmi tvrdým osemením, které se vytvořilo kvůli mrazivým zimám, jež v oblasti jejich primárního výskytu panují, a které se po přechodu mrazem lépe a rychleji odbourává (Bíba 2007). O něco více klíčila semena nestratifikovaná, výrazný rozdíl v počtu vyklíčených semen ovšem stratifikace nepřinesla. Tím také došlo k vyvrácení tvrzení, že semena opuncí bez procesu stratifikace mají výrazně zhoršenou klíčivost (Bíba 2007). Klíčivost semen střeoevropských populací opuncí tedy závisí hlavně na lokalitě a teplotních podmínkách, při kterých klíčí.

8. Závěr

Cílem studie planě rostoucích kaktusů druhu *Opuntia phaeacantha* na území České republiky bylo zjistit, jak se zde těmto rostlinám daří a jestli a za jakých podmínek u nich dochází ke generativnímu rozmnožování.

Byl tedy proveden monitoring počtu jedinců, jejich přírůstků, květů a semenáčků u dvou volně rostoucích pražských populací a následně tyto dvě populace vzájemně porovnány. Výsledky ukázaly, že opuncie na vhodných stanovištích, jako je xerothermní stepní stanoviště ovlivněné městským mikroklimatem a s nízkou nadmořskou výškou, jsou životaschopné. Rostliny zde pravidelně kvetou, mají mnoho přírůstků, a kromě obvyklého vegetativního množení zde bylo nalezeno i několik semenáčků. Také bylo zjištěno, že mezi vitalitou obou populací jsou jen zanedbatelné rozdíly, které pravděpodobně může způsobovat rozdílná nadmořská výška, terén, poloha lokality a původ primárních rostlin.

Díky zjištění možného generativního množení, jež bylo kvůli údajnému nedozrání plodů v našich podmínkách zpochybňováno, byl proveden klíčící experiment, který měl možné klíčení semen střeoevropských populací opuncí ověřit. Byl proveden sběr semen ze tří českých lokalit (Velká Chuchle, Dalejský profil, Lovoš). Ta byla nechána klíčit v klimaboxech za různých podmínek zkoumajících vliv klimatu, stratifikace a lokality populace. Po třech měsících klíčení bylo zjištěno, že se již tak nízká klíčivost opuncí, vlivem podmínek střední Evropy, ještě výrazně snižuje. V klimatických podmínkách jejich přirozeného výskytu činila klíčivost obou pražských populací zhruba 15 % a v podmínkách střední Evropy zhruba jen 1 %. Semena z lovošské populace neklíčila prakticky vůbec v žádném z režimů, a to pravděpodobně kvůli vysoké nadmořské výšce lokality, a tedy neschopnosti dozrání plodů v této populaci. Stratifikace semen hrála roli hlavně v rychlosti klíčení semen. Stratifikovaná semena klíčila v průměru o 3 týdny dříve než semena nestratifikovaná.

Klíčení semen opuncí ve střední Evropě tedy není nemožné, ale je vcelku obtížné a neefektivní a nedá se předpokládat, že by se jím opuncie mohly nějak masově rozšířit i mimo svá aktuální místa výskytu. Opuncie na našem území tak můžeme řadit do skupiny rostlin úspěšně naturalizovaných, nikoliv však invazních.

V následujících letech bych rád provedl opakovaný monitoring obou pražských lokalit (Dalejský profil, Velká Chuchle), kterým bych zjistil případné změny vitality populací v průběhu tří let a který bych zahrnul do své diplomové práce.

9. Přehled literatury a použitých zdrojů:

9.1 Literární zdroje

- Benson L., 1982: The cacti of the United States and Canada. Stanford university press, Stanford, Kalifornia, USA, 1044 s. ISBN 0-8047-0863-0.
- Bíba, T., 2007: Zimovzdorné kaktusy v našich zahradách. Grada Publishing a.s., Praha. ISBN 978-80-247-2242-9.
- Botond M. & Botta-Dukát B., 2004: Biológai invaziók magyaroszaragon Özönnövények. Alapítvány Kiado, Budapest.
- Culek M., Grulich V., Laštůvka Z. & Divíšek J., 2013: Biogeografické regiony České republiky. Masarykova univerzita, Brno: ISBN 978-80-210-6693-9.
- Danihelka J., Chrtek J. Jr. & Kaplan Z., 2012: Checklist of vascular plants of the Czech Republic. Preslia, roč. 84, S. 647-811.
- Dostál J., 1948–1950: Květena ČSR a ilustrovaný klíč k určení všech cévnatých rostlin, na území Československa planě rostoucích nebo běžně pěstovaných. Praha, 2269 s.
- Dostál J., 1989: Nová květena ČSSR. 1. a 2. díl. Academia, Praha.
- Essl F., 2007: *Opuntia phaeacantha* Engelm. in Österreich. Flor. Rundbr. 40, S. 49–58.
- Gavilán, R. & Molina M. A., 2018: Sobre "Opuntia phaeacantha" Engelmann en España. Anales del Jardín Botánico de Madrid, Vol. 50, P. 118-119.
- Hadinec J. & Kubát K., 2004: *Opuntia* cf. *phaeacantha* Englem. – In: Hadinec J., Lustyk P., Procházka F. (eds.), Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. III. Zprávy České botanické společnosti, Praha, roč. 39, S. 97-98.
- Hédl R., 2004: Role člověka při formování lesních biocenóz NPR Děvín, Pálava. – In: Polehla, P. (ed.), Hodnocení stavu a vývoje lesních geobiocenóz. Sborník příspěvků z mezinárodní konference 15.–16. 10. 2004 v Brně, Geobiocenologické spisy, sv. 9, MZLU v Brně, S. 111–116. ISBN 80-7157-787-1.

- Hejný S. & Slavík B. (eds.), 1990: Květena České republiky. Vol. 2. – Academia, Praha.
- Hobbs, J., Huenneke R. & Huenneke L., F, 1992: Disturbance, Diversity, and Invasion: Implications for Conservation. *Conservation Biology*, roč. 6, S. 324-337.
- Jogan N., (ed.), 2001: Gradivo za Atlas flore Slovenije. Center za Kartografijo Faune in Flore, Miklavz na Dravskem polju.
- Kubát K., Hrouda L., Chrtek J. Jun., Kaplan Z., Kirschner J. & Štěpánek J. (eds.), 2002: Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha, S. 147-148. ISBN 80-200-0836-5.
- Kubíková J., Ložek V., Špryňar P., a kol., 2005: Chráněná území ČR XII., Praha. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha.
- Kunte L. & Zelený V., 2009: Okrasné rostliny tropů a subtropů, Grada Publishing a.s., 224 s., ISBN 8024715481.
- Kyselka J., 2014: Evropsky významné lokality v CHKO České středohoří. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky – Správa chráněné krajinné oblasti České Středohoří. Praha. ISBN 978-80-87457-87-0.
- Marinelli, J., 2006: Rostliny. Euromedia Group k. s. – Knižní klub, Praha. ISBN 80-242-1579-9.
- Medvecká J., Kliment J., Májeková J., Halada L., Zaliberová M., Gojdičová E., Ferakova V. & Jarolímek I., 2012: Inventory of the alien flora of Slovakia. *Preslia – Praha*. 84. 257-309.
- Mlíkovský J., Stýblo P., (eds.), 2006: Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha, 496 s. ISBN 80-86770-17-6.
- Moravec J., Neuhäusel R., 1991: Přirozená vegetace hlavního města Prahy a její rekonstrukční mapa. Academia. Praha: ISBN 80-200-0349-5.
- Podda L., Santo A., Leone C., Mayoral O. & Bacchetta G., 2017: Seed germination, salt stress tolerance and seedling growth of *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae), invasive species in the Mediterranean Basin. *Flora*, roč. 229, S. 50-57.
- Pyšek P., Richardson, M., D., Rejmánek, M., Webster, L., G., Williamson, M. & Kirschner J., 2004: Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, roč. 53, S. 131-143.
- Pyšek P., 2005: Zavlečené a invazní druhy jako indikátory změn biodiverzity. Academia, Praha, 298 s. ISBN 80-200-1386-5.

- Pyšek P. & Sádlo J., 2004: Zavlčené rostliny – jak je to u nás doma?. Vesmír, roč. 83, S. 80-85.
- Pyšek P., Sádlo J. & Mandák B., 2002: Catalogue of alien plants of the Czech Republic. Preslia 74, S. 164.
- Pyšek P, Danihelka J, Sádlo J, Chrtek J, Chytrý M, Jarošík V, Kaplan Z, Krahulec F, Moravcová L, Pergl J, et al. 2012: Catalogue of alien plants of the Czech Republic (2nd edition): checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns = Nepůvodní flóra České republiky: aktualizace seznamu druhů, taxonomická diverzita a průběh invazí. Preslia 84, S. 242.
- Rodd, T., 2007: Botanika. Nakladatelství Slovart, s.r.o., Praha. ISBN 978-80-7209-936-8.
- Spilka J., 2013: Souhrn doporučených opatření pro evropsky významnou lokalitu Chuchelské háje. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- Špryňar P., Řezáč M., Sádlo J., Rieger M. & Manych J. 1998: Příspěvek k poznání pražské květeny. Natura Pragensis, Praha, S. 148-149.
- Walter J., Essl F., Nikfeld H. & Fischer M., A., 2002: Gefäßpflanzen. In: Essl F. & Rabitsch W. (Hrsg.): Neobiota in Österreich, Umweltbundesamt, Wien, 46-173.

9.2 Internetové zdroje

- © Seznam.cz, a.s., 2018. Mapy.cz. (online): [cit. 2018.03.06], dostupné z <http://www.mapy.cz>
- Andreska J., 2009: Opuncie v Austrálii (online) [cit. 2018.02.07], dostupné z http://www.rozhlas.cz/priroda/rostliny_houby/zprava/opuncie-v-australii--559503
- AOPK ČR: Činnost správy CHKO, monitoring a výzkum (online) [cit.2018 03. 18], dostupné z <http://ceskestredohori.ochranaprirody.cz/cinnost-spravy-chko/monitoring-a-vyzkum/>
- BOTANICKÁ ZAHRADA PRAHA: Severoamerická polopoušť, Mexiko a sbírka zimovzdorných sukulentů (online) [cit. 2018.02.12], dostupné z http://www.botanicka.cz/hlavni-stranka/venkovni-expozice/severoamericka-polopoust.html?page_id=4848
- CACTUSFORUM.EU: Introdukce nebo jen a pouze úspěšná aklimatizace? (online) [cit. 2018.02.17], dostupné z <http://www.cactusforum.eu/viewtopic.php?t=4848>
- GEOPORTÁL ČÚZK: Geomorfologické jednotky (online) [cit. 2018. 02.24], dostupné z <http://geoportal.cuzk.cz/Geoprohlizec/default.aspx?wmcid=9590>

MICROSOFT, 2017. Excel: 15.0.4779.100. Součást produktu Microsoft Office 365 ProPlus. Redmond: Microsoft corporation.

R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: The R Foundation for Statistical Computing. ISBN: 3-900051-07-0. Dostupné z: <http://www.R-project.org/>.

TIME AND DATE: Sun & moon (online) [cit. 2018 03.14], dostupné z <https://www.timeanddate.com/astrology/>

Trafina P., 2012: Čelákovičtí kaktusáři – projekt „Dálnice D11“ úspěšně pokračuje (online) [cit. 2018.02.10], dostupné z <https://www.cact.cz/noviny/2012/09/D11.htm>

WORLD WEATHER & CLIMATE INFORMATION: (online) [cit. 2018 03.14], dostupné z <https://weather-and-climate.com>

10. Přílohy:

Příloha 1. Výsledný počet vyklíčených semen a doba jejich klíčení v jednotlivých kategoriálních skupinách.

Kategorie	Počet vyklíčených semen	Průměrný počet týdnů, za který vyklíčila polovina vyklíčených semen
Velká Chuchle, stratifikováno, Amerika	18	4,12
Velká Chuchle, stratifikováno, Evropa	2	3,5
Velká Chuchle, nestratifikováno, Amerika	19	8,12
Velká Chuchle, nestratifikováno, Evropa	0	0
Dalejský profil, stratifikováno, Amerika	6	6,6
Dalejský profil, stratifikováno, Evropa	1	9
Dalejský profil, nestratifikováno, Amerika	14	8,45
Dalejský profil, nestratifikováno, Evropa	0	0
Lovoš, stratifikováno, Amerika	0	0
Lovoš, stratifikováno, Evropa	0	0
Lovoš, nestratifikováno, Amerika	1	6
Lovoš, nestratifikováno, Evropa	0	0



Příloha 2. Populace opuncí na Lovoši (březen 2017).



Příloha 3. Populace opuncí na Lovoši (březen 2017).



Příloha 4. Populace opuncí na Dalejském profilu (březen 2017).



Příloha 5. Populace opuncí na Dalejském profilu (březen 2017).



Příloha 6. Populace opuncí na Dalejském profilu (březen 2017).



Příloha 7. Populace opuncí na Dalejském profilu (květen 2017).



Příloha 8. Populace opuncí na Dalejském profilu s plody (září 2017).



Příloha 9. Populace opuncí ve Velké Chuchli (březen 2017).



Příloha 10. Populace opuncí ve Velké Chuchli (březen 2017).



Příloha 11. Populace opuncí ve Velké Chuchli (srpen 2017).



Příloha 12. Populace opuncí ve Velké Chuchli (srpen 2017).



Příloha 13. Populace opuncí na Lovoši, detail plodů a semen po zimě (březen 2017). Příloha 14. Populace opuncí na Lovoši, detail plodů po zimě (březen 2017).



Příloha 15. Populace opuncí ve Velké Chuchli, detail plodů (říjen 2017).



Příloha 16. Populace opuncí na Dalejském profilu s plody (říjen 2017).



Příloha 17. Příprava čerstvých plodů k preparaci semen (říjen 2017).



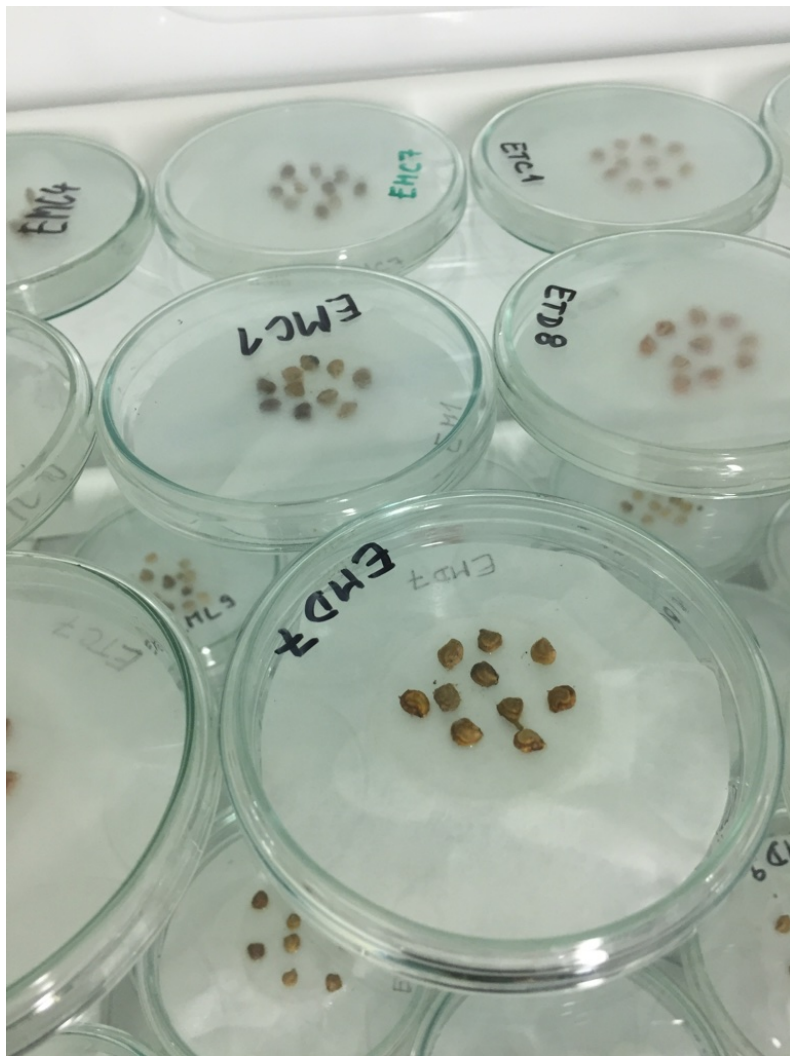
Příloha 18. Detail čerstvého plodu se semeny (říjen 2017).



Příloha 19. Vypreparovaná semena z čerstvých plodů (říjen 2017).



Příloha 20. Pohled do klimaboxu po založení klíčícího experimentu (listopad 2017).



Příloha 21. Detail Petriho misky se semeny opuncí (listopad 2017).



Příloha 22. Detail vyklíčených semen *Opuntia phaeacantha* (listopad 2017).



Příloha 23. Detail semen v Petriho misce na konci klíčiho experimentu (únor 2018). Příloha 24. Populace opuncí na Dalejském profilu s novými přírůstky (květen 2017).



Příloha 25. Populace opuncí na Dalejském profilu v květu (červen 2017).



Příloha 26. Populace opuncí na Dalejském profilu v květu (červen 2017).



Příloha 27. Populace opuncii na Dalejském profilu, detail semenáčků (květen 2017).